



UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI

**CONFERINȚA TEHNICO-ȘTIINȚIFICĂ  
A STUDENȚILOR, MASTERANZILOR și  
DOCTORANZILOR**

**26-29 martie 2019**

**VOLUMUL I**



Chișinău 2019

**Conferința tehnico-științifică a studenților, masteranzilor și doctoranzilor, 26-29 martie 2019:**

[în 2 vol.] / Univ. Tehn. a Moldovei. – Chișinău : Tehnica-UTM, 2019 – . – ISBN 978-9975-45-587-9.

1 disc optic electronic (CD-ROM ; 700 Mb; 52x) : sd., col.; în container, 15 x 15 cm. – Cerințe de sistem: Windows OS, HDD 64 Mb, PDF Reader. – Disponibil: <https://utm.md/cts-smd-2019/>

Vol. 1. – 2019. – 614 p. : fig., tab. – Texte : lb. rom., engl., rusă. – Rez.: lb. rom., engl. – Bibliogr. la sfârșitul art. – ISBN 978-9975-45-588-6.

082:378.662(478-25)=135.1=111=161.1

C 65

ISBN 978-9975-45-587-9

eISBN 978-9975-45-588-6

© Universitatea Tehnică a Moldovei, 2019

## CUPRINS:

SECȚIA ELECTRONICĂ ȘI TELECOMUNICAȚII .....	3
SECȚIA ENERGETICĂ ȘI INGINERIE ELECTRICĂ .....	59
<i>Subsecția ENERGETICĂ</i> .....	59
<i>Subsecția INGINERIE ELECTRICĂ</i> .....	110
SECȚIA CALCULATOARE, INFORMATICĂ ȘI MICROELECTRONICĂ...	168
<i>Subsecția TEHNOLOGII INFORMAȚIONALE</i> .....	168
<i>Subsecția INTERDISCIPLINARĂ ÎN LIMBA STRĂINĂ</i> .....	218
<i>Subsecția BAZELE DE DATE</i> .....	296
<i>Subsecția MICROELECTRONICĂ ȘI NANOTEHNOLOGII</i> .....	340
<i>Subsecția CALCULATOARE ȘI REȚELE</i> .....	406
SECȚIA TEHNOLOGIA PRODUSELOR ALIMENTARE .....	487
<i>Subsecția ȘTIINȚA DESPRE ALIMENTE</i> .....	487
<i>Subsecția FILIERA FRANCOFONĂ</i> .....	518
SECȚIA INGINERIE MECANICĂ, INDUSTRIALĂ ȘI TRANSPORTURI.....	537

## SECȚIA ELECTRONICĂ ȘI TELECOMUNICAȚII

Nr.	Autorul, denumirea lucrării	Pagina
1	<b>Iacob M.I., Demciuc Iu.I</b> Elemente de sincronizare a semnalului informațional în rețele DVB-T2 cu o singură frecvență	4
2	<b>Grigoriev Eugeniu</b> Studiul dinamicii neliniare a laserelor <i>InGaN</i> de lumină albastră - violetă.	8
3	<b>Михайлов Андрей</b> Анализ помехоустойчивости квадратурных методов модуляции при повороте сигнальных созвездий.	9
4	<b>Svecichin Nichita</b> Исследование криптографической защиты информации на основе инфраструктуры открытых ключей (PKI) с использованием библиотеки OpenSSL.	13
5	<b>Țurcanu Iuliana, Gaponcic Diana</b> The use of semiconductor lasers in medical applications.	17
6	<b>Ivanciuc Iana, Pavlov Alexandru</b> Chaos-Based Communications Using Semiconductor Lasers.	18
7	<b>Бежан Вячеслав</b> Анализ кодовых последовательностей, применяемых в широкополосных системах связи.	19
8	<b>Burlanescu Mariana, Lopatenco Dan</b> Utilizarea mașinilor inteligente.	23
9	<b>Pascal Victor</b> WEB billing system SCADA AMR.	27
10	<b>Țirzu Florentin, Brunchi Ion</b> Utilizarea tranzistoarelor MOSFET în calitate de element de comutare în electronica de putere	31
11	<b>Țirzu Florentin, Brunchi Ion</b> Utilizarea microcontrolerului în sistemele de comandă cu stabilizatorul de tensiune în comutație STEP-DOWN	35
12	<b>Anton Andrian</b> Ridicarea caracteristicilor current-tensiune a dispozitivelor electronice prin metoda dinamică.	39
13	<b>Colesnicenco Cristina</b> Aspecte ale securității aplicațiilor Web	43
14	<b>Malisencu Denis</b> Attacks analyze in the computer networks	45
15	<b>Calmic Doina</b> Riscuri de navigare în mediul online	47
16	<b>Полуянов Екатерина</b> Кибер атаки. Мировые атаки за 2018 год	49
17	<b>Cernei Maria</b> Expunerea la atacuri a rețelelor Wireless	51
18	<b>Goncearu Natalia</b> Injection attacks: how to protect our data	53
19	<b>Emandei Angela</b> Proiectarea unui website comercial pentru inițierea unei afaceri	55
20	<b>Trocin Elena</b> Rețele și tehnologiile Wireless utilizate în sistemele de comunicații	57



# ELEMENTE DE SINCRONIZARE A SEMNALULUI INFORMAȚIONAL ÎN REȚELE DVB-T2 CU O SINGURĂ FRECVENȚĂ

IACOB M.I., DEMCIUC Iu.I.

Stat Enterprise «Radiocomunicatii», Moldova

**Abstract.** In this article the technical aspects related to the synchronization of single frequency network DVB-T2, may present interest to technical specialists in the field of digital terrestrial television and also to the students of the faculties of telecommunications and radiocommunications.

**Key words:** DVB-T2, T2 Gateway, SFN, MFN, T2-Frame, T2-MI, COFDM, PLP, Base band frame, MER, BER.

## INTRODUCERE

O rețea de televiziune digitală terestră cu o singură frecvență SFN (Single Frequency Network-SFN) este alcătuită dintr-un grup de emițătoare, care emit concomitent același semnal, pe aceeași frecvență purtătoare, fără a interfera unul cu celălalt și totodată formând aceeași arie de deservire. Într-o rețea SFN, emițătoarele trebuie să emită semnale sincronizate în timp; pe frecvențe nominal coerente; modulate de aceleași fluxuri de date [1]. Aria de deservire (clusterul) SFN trebuie proiectată astfel încât să fie minimizate propriile interferențe a unui emițător și totodată să fie folosite semnalele utile emise de alte emițătoare. Standardul DVB-T2 [2] de televiziune digitală terestră este orientat pentru implementarea rețelelor cu o singură frecvență. Avantajele importante ale rețelelor SFN, în raport cu rețelele tradiționale de radiodifuziune MFN (Multi Frequency Network), sunt următoarele: utilizarea eficientă a spectrului de frecvențe radio; micșorarea semnificativă a suprafețelor ariilor de umbră în zona de deservire; distribuția mai uniformă a intensității câmpului, etc. Punerea în aplicație a tehnologiei SFN este facilitată de metoda de modulație cu divizarea frecvențelor ortogonale, așa numit COFDM (Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing), care în anumite condiții asigură în punctul de recepție sumare constructivă a câtorva semnale utile de frecvențe radio RF (Radio Frequency).

## I. MODELUL ARHITECTURAL AL SISTEMULUI SFN DVB-T2

Modelul arhitectural [3] al sistemului SFN DVB-T2 este prezentat în figura I.1. Segmentul de emisie al unei rețele SFN DVB-T2 este compus din 3 elemente de bază: stația de codare și multiplexare al conținutului audiovizual; stația de procesare a fluxurilor „T2 Gateway”; modulatoarele DVB-T2. Primele două formează stația centrală a sistemului, așa numită stația „Head End”. Stația de codare și multiplexare generează fluxurile TS (Transport Stream), sau GS (Generic Stream), care ulterior sunt aplicate la intrarea dispozitivului „T2 Gateway” [4].

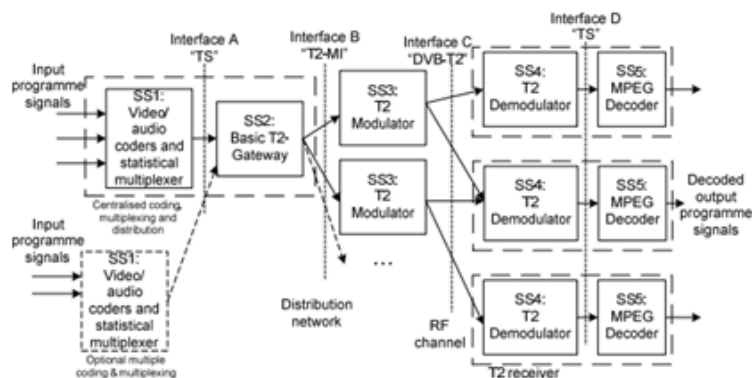


Figura I.1 Modelul arhitectural al sistemului SFN DVB-T2

Dispozitivul „T2 Gateway” efectuează, separat pentru fiecare flux logic, de la intrare, încapsularea acestora într-o serie de BB - cadre (Base band frame), care ulterior sunt transportate spre receptor într-un canal fizic individual PLP (Physical Layer Pipe). La ieșirea stației „T2 Gateway” se formează fluxul digital în serie T2-MI (DVB-T2 Modulator Interface), în pachetele căruia sunt încapsulate BB - cadre și totodată diferite

semnale și instrucțiuni necesare pentru funcționarea clusterului SFN, ca de exemplu: semnalul de sincronizare a momentului de emisie a simbolurilor COFDM de la ieșirea modulatorilor rețelei; semnalizarea L1 ce ține de planificarea resurselor timp-frecvență a cadrului DVB-T2 și alte instrucțiuni.

## II. ELEMENTE DE SINCRONIZARE ALE SEMNALULUI ÎN CLUSTERUL SFN DVB-T2

În timpul recepției semnalului COFDM, este importantă sincronizarea precisă a receptorului și emițătorului atât în timp cât și în frecvență. Sincronizarea calitativă poate îmbunătăți în mod semnificativ imunitatea la zgomot a receptorului. Sistemul de sincronizare DVB-T2 asigură toate formele de sincronizare a semnalelor în domeniile de timp și de frecvență cadrelor DVB-T2, simbolurilor COFDM, intervalelor de eșantionare și sincronizare a frecvențelor subpurtătoare.

În sistemul SFN DVB-T2 se pot evidenția mai multe nivele de sincronizare a rețelei, și anume: 1. Elementele de sincronizare și estimare a canalului; 2. Sincronizarea timpului și frecvențelor între toate modulatorile rețelei și stația „T2 Gateway”; 3. Planificarea și introducerea duratei intervalului de gardă al simbolurilor COFDM; 4. Sincronizarea momentului de emisie al simbolurilor COFDM în rețea.

La nivelele de hardware și software ale sistemului DVB-T2, semnalele de sincronizare și estimare sunt plasate în structura cadrului DVB-T2 [5]. Pentru aceasta se utilizează semnalizarea introdusă în simbolurile P1 și P2 (vezi fig. II.1), precum și semnale pilot (vezi fig. II.2) amplasate în interiorul cadrului DVB-T2. Parametrii acestor elemente de sincronizare se instalează de sistem în mod automat în urma configurării rețelei, efectuată prin opțiunile meniului stației „T2 Gateway”.

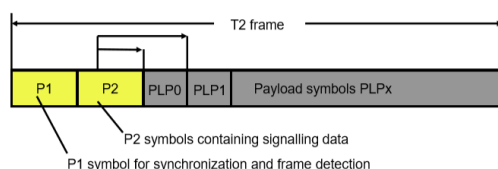


Figura II.1 Structura cadrului DVB-T2

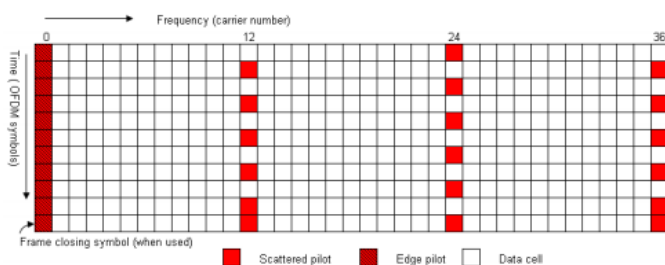


Figura II.2 Exemplu semnalelor-pilot în DVB-T2: șablonul PP4(SISO)

Implementarea rețelei SFN prevede emisia concomitentă a mai multor semnale identice cu legarea resurselor lor timp-frecvență de un singur sistem de sincronizare. Pentru realizarea acestui obiectiv este utilizat fluxul T2-MI și totodată sunt aplicate semnalele de referință 10 MHz și 1 pps (un impuls pe secundă) la intrarea fiecărui modulator din componența rețelei și la intrarea dispozitivului „T2 Gateway”. În aceste scopuri, pot fi utilizate receptoare globale de poziționare GPS, GLONASS sau alte surse externe de referință cu precizie înaltă. Semnalul 1 pps are o durată de 100 ns și se formează prin divizarea frecvenței de referință de 10 MHz [4].

În rețele SFN toate emițătoarele funcționează într-un singur canal de frecvențe. În același timp la intrarea receptorului ajung mai multe semnale atât directe, cât și reflectate. Toate aceste semnale, de regulă, pot fi caracterizate prin amplitudine și fază diferită, fapt ce poate provoca *fadingul* semnalului sumar și totodată interferențe între simbolurile COFDM.

Pentru evitarea în punctul de recepție a interferențelor între frecvențele ortogonale subpurtătoare a semnalelor, înaintea fiecărui simbol COFDM sunt introduse intervale de gardă GI (Guard Interval) (vezi figura II.3). Pe durata intervalului de gardă recepția semnalului în sistem este interzisă. Ortogonalitatea frecvențelor subpurtătoare poate fi restabilită în semnalul COFDM recepționat, chiar dacă în punctul de recepție există ecouri. Acest lucru este valabil atâta timp cât ecourile nu depășesc limita intervalului de gardă. În timpul proiectării rețelei SFN, distanța între emițătoarele rețelei se stabilește cu condiția că durata de întârziere a

semnalelor la intrarea receptoarelor, din cadrul zonei de deservire, să nu depășească durata intervalului de gardă [4].

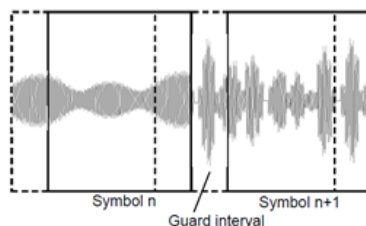


Figura II.3 Semnalul RF DVB-T2: Intervalul de gardă al simbolului COFDM

În canalul cu mai multe căi de propagare, semnalul la bornele antenei de recepție prezintă o sumă de oscilații cu diferite amplitudini, faze și unghiuri de cădere. Interferența acestor oscilații în condițiile, când diferența între căile de propagare a undelor nu rămâne constantă, prezintă o cauză principală a fadingului semnalului la recepție. Reieșind din această, pentru funcționarea stabilă a rețelei SFN este necesar de a efectua și sincronizarea momentului de emisie a simbolurilor COFDM de la ieșirea fiecărui modulator al rețelei [6]. Acest tip de sincronizare, numit ca sincronizare a fazei a semnalului, la fel este configurat în dispozitivul „T2 Gateway.” Lipsa sincronizării în fază a semnalelor în rețeaua SFN duce la scăderea nivelului semnalului DVB-T2 în zona de deservire. Pentru instalarea corectă a momentului de emisie este necesar de a cunoaște întârzierile semnalului informațional de la ieșirea „T2 Gateway” până la intrarea modulatorilor rețelei și totodată timpul procesării semnalului în modulatorii rețelei.

În figurile II.4 și II.5 sunt prezentați parametrii semnalului DVB-T2 recepționat, obținuți în urma efectuării măsurărilor [7], inițial în regimul MFN și apoi în regimul SFN. Se observă înrăutățirea semnificativă a parametrilor semnalului la trecerea de la regimul MFN la regimul SFN. Acest fapt vorbește despre apariția fadingului semnalului în receptor la trecerea rețelei în regim SFN.

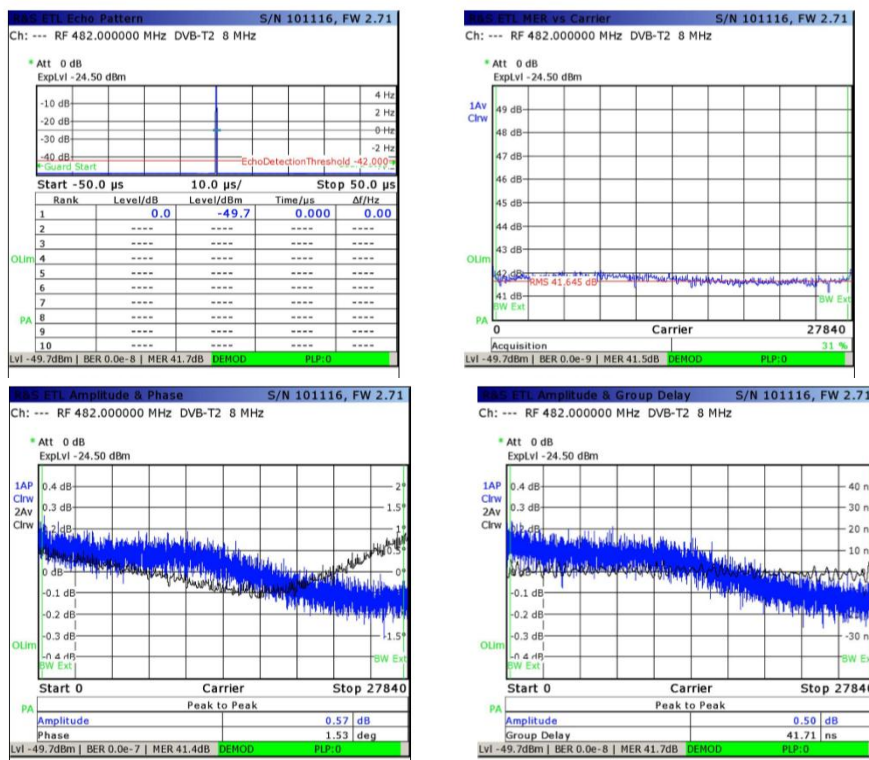


Fig. II.4 Valorile parametrilor semnalului DVB-T2 măsurati în regimul MFN: Nivel: 49.7 dBm; MER(f), Amplitudine: 0,57 dB; Faza: 1.53 grad; Reținere de grup: 41.71 ns; MER (PLP, rms): 41.7 dB.

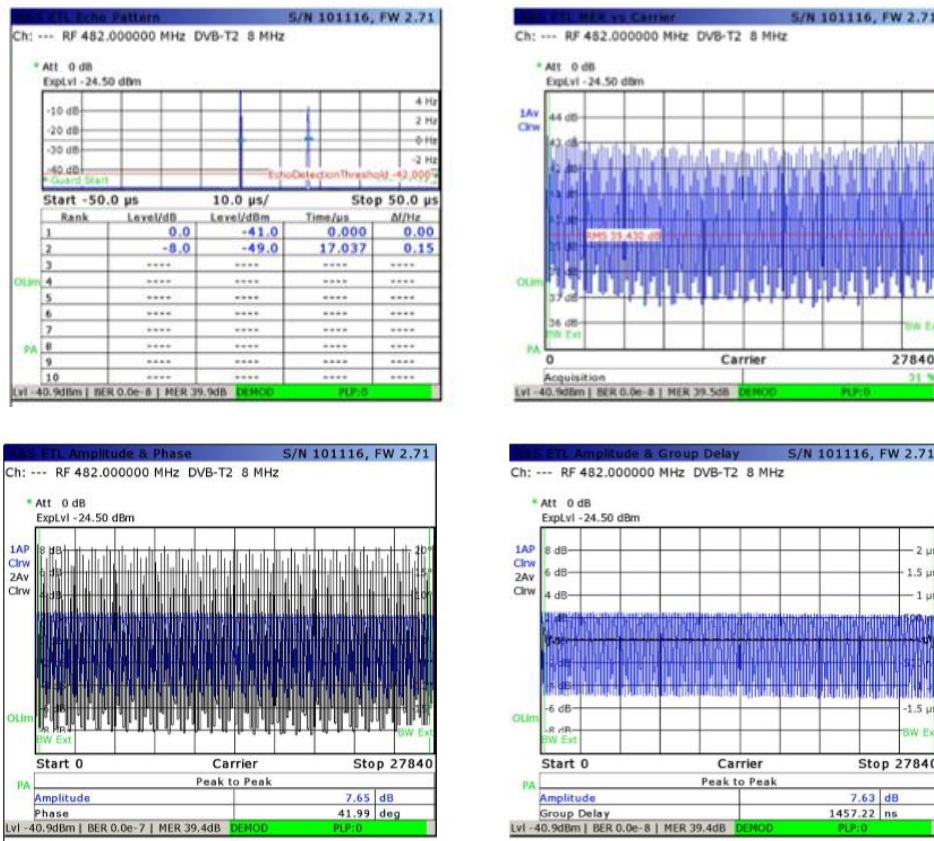


Fig. II.5 Valorile parametrilor semnalului DVB-T2 măsurate în regimul SFN: Nivel<sub>1</sub> :41.0 dBm; Level<sub>2</sub> :49.0 dBm; Time offset 17,037  $\mu$ s; Amplitudine: 7.65 dB; Faza: 41.99 grad; Reținere de grup :1457 ns; MER (PLP,rms): 39.4 dB.

## Concluzii

1. Proiectarea și implementarea rețelei SFN DVB-T2 este o problemă complexă. Concomitent cu alegerea parametrilor de emisie, codare și modulare a semnalului este necesar de a implementa și elemente de sincronizare a rețelei cu încadrarea acestora în parametrii de configurare și dimensiunile zonei de deservire.
2. Interferențele reciproce ale semnalelor informaționale într-o rețea SFN sunt practic inevitabile. Planificarea și proiectarea corectă a rețelei permite de a minimiza efectul acestor interferențe în sistem.

## Bibliografie

1. “Справочник по внедрению сетей и систем цифрового наземного телевизионного вещания,” Издание 2016 года, МСЭ-R, p. 52.
2. ETSI TS 102 831. Technical Specification Digital Video Broadcasting; Implementation guidelines for a second generation digital terrestrial television broadcasting system (DVB-T2)
3. ETSI TS 102 773 V1.1.1 (2009-09) Digital Video Broadcasting (DVB); Modulator Interface (T2-MI) for a second generation digital terrestrial television broadcasting system (DVB-T2)
4. М. А. Быховский, В. Г. Дотолев, А. В. Лашкевич, В. И. Носов, С. Г. Рихтер, Г. И. Сорокин, С. С. Тарасов “Основы частотного планирования сетей телевизионного вещания,” Издательство “Горячая линия – Телеком,” Москва, 2015, p. 129-138, 145-146.
5. ETSI EN 302 755. Digital Video Broadcasting; Frame structure channel coding and modulation for a second generation digital terrestrial television broadcasting sistem (DVB-T2).
6. В.Л. Карякин “Фазовая синхронизация информационного сигнала в передатчиках одночастотных сетей цифрового ТВ вещания стандарта DVB-T2,” Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. – 8-2014, с.52.
7. ETSI TR 101 290 V1.2.1 (2001-05). Digital Video Broadcasting (DVB); Measurement guidelines for DVB systems.

# STUDIUL DINAMICII NELINEARE A LASERELOR InGaN DE LUMINĂ ALBASTRĂ - VIOLETĂ

*Eugeniu GRIGORIEV*

*Universitatea Tehnică a Moldovei*

**Abstract:** *Fotonica este un domeniu științific interdisciplinar, care a transformat capacitatea de comunicare, transmitere și stocare a datelor și transformă spre bine societatea în care trăim. Este cunoscut că, premiul Nobel pentru Fizică în 2014 a fost acordat în comun lui I. Akasaki, H. Amano și S. Nakamura pentru invenția unor diode eficiente de lumină albastră. Astfel, în această lucrare sunt studiate proprietățile laserelor semiconductoare InGaN, care posedă diferite aplicații cum ar fi ecrane electroluminiscente color, senzori, biotehnologii și instrumente medicale. Se va discuta despre eforturile crescânde în acest domeniu care în prezent sunt canalizate spre modelarea și simularea dispozitivelor laser de lumina albastră și compararea caracteristicilor măsurate în experiment cu cele teoretice.*

**Keywords:** *Lasere semiconductoare, InGaN, lumină, CD, aplicații în medicină*

În ultimii ani laserele de tipul InGaN cu lumină albastră-violetă au căpătat o atenție deosebită pentru utilizarea lor în diferite aplicații, în particular, la stocarea informației pe discuri de înaltă densitate și la prelucrarea optică a datelor. Un progres important în dezvoltarea laserului de lumină albastră a fost făcut după apariția lucrării lui Nakamura [1]. Între timp, performanța laserului a fost îmbunătățită, iar durata de viață a acestora a fost extinsă la peste 15000 ore. De exemplu, diodele laser cu lumină albastră-violetă care funcționează la lungimi de undă de 400 nm sunt necesare pentru a spori capacitatea de stocare a sistemelor CD și DVD de până la 25 GB [2]. În majoritatea cazurilor, utilizarea laserelor cu lumină albastră-violetă este motivată de lungimile de undă relativ mici, ceea ce permite focalizarea puternică sau rezolvarea unor structuri foarte bine în aplicațiile imagistice. În prezent, doar câteva tipuri de dispozitive sunt disponibile în comerț: compania de pionierat este Nichia, urmată de Sony și Sharp. Progresul în acest domeniu este evident și se poate aștepta la o continuare a îmbunătățirii diodelor laser cu lumină albastră și la utilizarea lor pe scară largă în medicină.

De la prima demonstrare a laserului semiconductor cu lumină albastră-violetă de către Nakamura și Compania Nichia [1], performanța lui a fost îmbunătățită considerabil. Cu toate acestea, dinamica laserului cu lumină albastră InGaN este încă un domeniu activ de cercetare. Se preconizează că în viitor compușii cu nitruri vor juca un rol major în dezvoltarea dispozitivelor electronice optice finale. Chiar dacă studiile privind autopulsațiile laserelor cu nitruri sunt încă în fază incipientă, în [3, 4] s-au prezentat dovezi de existență a autopulsațiilor într-un laser InGaN cu gropi cuantice și cu un absorbant de saturație special incorporat. Structura laser considerată a avut un strat activ de tip  $n$  cu gropi cuantice multiple de InGaN și un strat de tip  $p$  cu o singură groapă cuantica InGaN, care acționează ca un absorbant saturabil. În astfel de lasere au fost raportate pentru prima dată autopulsații stabile în domeniul de frecvență de la 1,6 GHz la 2,9 GHz.

Structurile de tip tandem sunt bine cunoscute din aplicațiile laserelor cu mediu activ GaAs. În [4] s-au efectuat investigații teoretice și experimentale ale dinamicii unei noi structuri cu laser tandem cu lumină albastră-violetă. Stratul activ conține trei gropi cuantice și au fost investigate lasere cu diferite lungimi ale cavităților. Dispozitivele conțin două regiuni: una acționează întotdeauna ca regiune activă, în timp ce regiunea a doua este absorbant saturabil. Menționăm că absorbantul saturabil este crescut lângă regiunea activă în direcția longitudinală. Condițiile de apariție a autopulsațiilor au fost obținute în urma calculelor bazate pe un model cu un singur mod al dispozitivului. Autopulsații au fost, de asemenea, obținute și în experimentele efectuate cu laserele fabricate la compania Sharp. Studiile teoretice confirmă și unele rezultate din lucrările anterioare, demonstrând că existența autopulsațiilor este în mod critic dependentă de durata de viață a purtătorilor de sarcină în absorbantul saturabil, ajungându-se la concluzia că, în cazul laserului albastru tandem, s-ar putea obține o putere de ieșire mare. De asemenea, un bun control al modurilor transversale poate permite dirijarea autopulsațiilor în funcție de curentul de intrare.

## References:

1. S. Nakamura et al. Appl. Phys. Lett., vol. 69, pp. 1568–1570, 1996.
2. J. Piprek. Nitride Semiconductor Devices. Weinheim, Germany: Wiley-VCH; 2007.
3. V. Z. Tronciu, et al. IEEE J. Quantum Electronics. 39, 1509, 2003.
4. V. Z. Tronciu, et al. Optics Comm. 235, pp 409-414, 2004

# АНАЛИЗ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ КВАДРАТУРНЫХ МЕТОДОВ МОДУЛЯЦИИ ПРИ ПОВОРОТЕ СИГНАЛЬНЫХ СОЗВЕЗДИЙ

Андрей МИХАЙЛОВ

Технический Университет Молдовы

**Abstract:** The paper considers the effect of the rotation of the signal constellation on the noise immunity of quadrature multi-point modulation methods. Based on the error vector in the Matlab+Simulink simulation environment, models of M-QAM modulators and demodulators with rotation of the signal constellations at an arbitrary angle are proposed. Considered the most commonly used in digital data transmission systems modulation: 4-QAM, 16-QAM, 64-QAM and 256-QAM. The simulation results of the proposed models confirmed the coincidence of the values of the rotation angles of the signal constellations recommended by the DVB-T2 standard, and also revealed the values of other angles that can be used to improve the noise immunity of multipositional quadrature modulation methods.

**Keywords:** error vector; noise immunity; signal constellation; quadrature reception; rotation of the signal constellation.

## ВВЕДЕНИЕ

Для эффективного использования отведенной полосы канала связи в цифровых системах передачи информации используются многопозиционные сигналы – сигналы с многопозиционной фазовой манипуляцией (M-PSK (Phase Shift Keying)) и многопозиционной квадратурной амплитудной манипуляцией (M – QAM (Quadrature Amplitude Modulation)), так как модуляторы цифровых линий связи чаще всего строятся по квадратурным схемам [1,3].

При наличии нелинейных и фазовых искажений, помех и шумов канала возникают переходные помехи между квадратурными каналами. Сигнальные созвездия при этом размываются, то есть в каждом такте точка созвездия имеет случайные координаты.

Коэффициент битовых ошибок BER (Bit Error Ratio) является самым лучшим показателем, позволяющим оценить качество приемопередатчика, но BER тестирование не всегда возможно при разработках РЧ блока, ведь для измерения BER наряду с РЧ блоком необходимо наличие информационного тракта для полной цифровой обработки принятого сигнала. Кроме того, оценка BER может показать, что проблема качества устройства существует, но она не дает возможности выявить источник проблемы. Альтернативным измерению BER видом тестирования является исследование качества демодулируемого сигнала с помощью векторного анализа [3..7].

Одним из наиболее широко используемых количественных показателей качества модуляции в цифровых системах связи служит величина вектора ошибки EVM (*Error Vector Magnitude*) (рис. 1.1).

Значение вектора EVM дает возможность определить источники ошибок и их вклад в процесс формирования и обработки сигналов в цифровых системах. Он чувствителен к любому ухудшению качества сигнала, влияющему на величину и фазовую траекторию демодулируемого сигнала.

Наиболее трудным с точки зрения соотнесения измеренного вектора сигнала к идеальному является случай, когда реальный измеряемый сигнал попадает точно по середине между точками сигнального созвездия, как это показано на рис. 1.2 а. В этом случае вычисление минимума метрики ( $\Delta r$ ) дает неоднозначный результат.

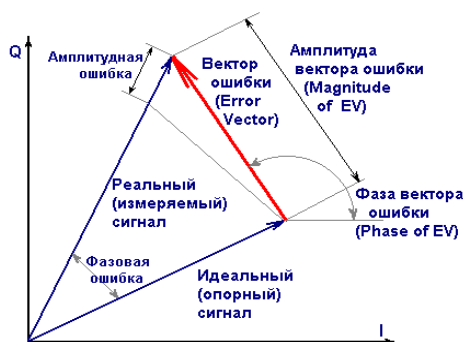


Рис.1.1. Графическое представление вектора ошибки EVM



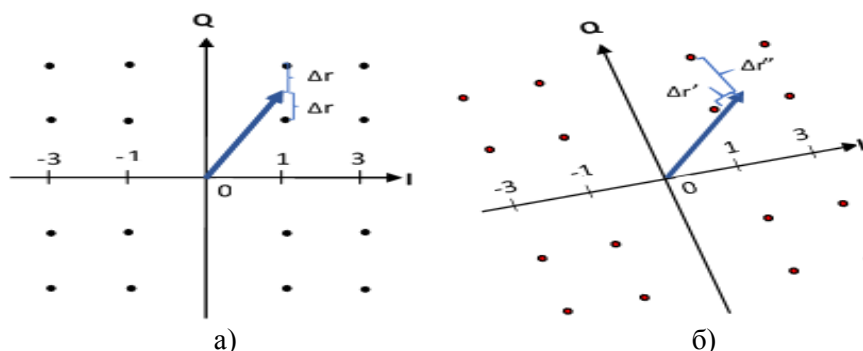


Рис.1.2. Неоднозначность в определении минимума метрики ( $\Delta r$ )

В стандарте *DVB-T2* используется поворот сигнального созвездия на определенный круговой угол [2], позволяющий улучшить помехоустойчивость системы. В таблице 1.1 приведены значения угла поворота созвездия в зависимости от типа модуляции.

Таблица 1.1. Значения угла поворота созвездия для различных типов модуляции

Тип модуляции	QPSK	16-QAM	64-QAM	256-QAM
Угол поворота созвездия	29°	16,8°	8,6°	$\arctg(1/16)$

Такой поворот может существенно повысить устойчивость сигнала при типичных проблемах эфира. Каждый вектор такого созвездия приобретает свои индивидуальные координаты  $I$  и  $Q$  (рис.1.2б). В этом случае значения вектора ошибки  $\Delta r'$  и  $\Delta r''$  имеют разные значения и неоднозначности в вычислении минимума метрики нет.

С другой стороны, в случае потери информации об одной из координат ее можно будет восстановить. Как правило, для уменьшения вероятности появления пакетных ошибок исходные цифровые данные подвергают перемежению. В результате перемежения компоненты  $I$  и  $Q$  передаются раздельно, что уменьшает вероятность их одновременной потери. Таким образом, если одна несущая или символ будут потеряны в результате интерференции, сохранится информация о другой координате, это позволит восстановить символ, хотя и с более низким уровнем сигнал/шум.

К настоящему времени выполнен ряд работ по изучению влияния поворота сигнального созвездия [3...7], однако и по сей день влияние поворота сигнального созвездия изучено не до конца. В частности, не исследовалось взаимное влияние сигналов, несущих одну и ту же информацию на разных углах поворота сигнального созвездия.

Возможность поворота сигнального созвездия на углы, отличные от рекомендованных стандартом, и изучение взаимного влияния одного и того же сигнала, повернутого на разные углы, представляет особый для практического применения интерес.

## 1. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Для анализа влияния поворота сигнального созвездия на помехоустойчивость квадратурных видов модуляции, была разработана усовершенствованная модель подсистемы "QAM-модулятор" → "AWGN" → "QAM-демодулятор", учитывающая поворот сигнального созвездия на заданный угол.

Разработка модели осуществлена с помощью системы компьютерной математики MATLAB/SIMULINK 9.0 (R2017b). Обработка и анализ результатов моделирования проводились с помощью программы Origin Pro 2017 [8].

Стандартный блок Simulink "Rectangular QAM-Modulator" на выход выдаёт квадратурный амплитудно-модулированный сигнал, который можно рассматривать как вектор комплексных чисел, действительная часть которых представляет собой синфазную составляющую квадратурного сигнала, а мнимая часть – квадратурную составляющую:

$$QAM = R^{QAM} + I^{QAM} = I + jQ. \quad (1.1)$$

Из математической теории комплексных чисел известно линейное преобразование на комплексной плоскости, приводящее к повороту точки на заданный угол  $\varphi$ :

$$\begin{aligned} \dot{x} &= x \cdot \cos\varphi - y \cdot \sin\varphi, \\ \dot{y} &= x \cdot \sin\varphi + y \cdot \cos\varphi. \end{aligned} \quad (1.2)$$

Так как абсцисса комплексной плоскости – это действительная часть комплексного числа, а ордината – его мнимая часть, формулы (1.2) можно переписать:

$$\begin{aligned}\dot{R} &= R \cdot \cos\varphi - I \cdot \sin\varphi, \\ \dot{I} &= R \cdot \sin\varphi + I \cdot \cos\varphi.\end{aligned}\quad (1.3)$$

Таким образом, в терминах квадратурной модуляции с учётом (1.1, ..., 1.3) можно записать так:

$$\begin{aligned}\dot{I} &= I \cdot \cos\varphi - Q \cdot \sin\varphi, \\ \dot{Q} &= I \cdot \sin\varphi + Q \cdot \cos\varphi.\end{aligned}\quad (1.4)$$

Для разделения квадратурного сигнала на реальную (Re) и мнимую (Im) составляющие применим стандартный блок библиотеки Simulink "Complex to Real-Imag", а в качестве источника квадратурного сигнала используем блок "Rectangular QAM-Modulator" из блоксета Communication System расширенной библиотеки Simulink. Блок "Random Integer Generator" будет моделировать подготовленный к модуляции низкочастотный сигнал цифрового телевизионного вещания.

Из блоков библиотеки Simulink были разработаны математические модели подсистем "Передатчик" и "Приемник" с учетом поворота сигнального созвездия. В приёмнике необходимо восстановить исходное положение сигнального созвездия. Поэтому, перед подачей на вход демодулятора принятый сигнал необходимо довернуть на угол, дополняющий угол поворота до  $360^\circ$  (обозначим его через  $\varphi'$ ). Для того что бы каждый раз не требовалось вручную переводить значение угла  $\varphi$  из градусов в радианы и рассчитывать значение дополнительного угла  $\varphi'$ , дополним модель подсистемой выполнения этих расчётов.

Окончательная математическая модель для исследования влияния угла поворота сигнального созвездия на помехозащищённость квадратурных схем модуляций M-QAM примет следующий вид (рис. 1.3):

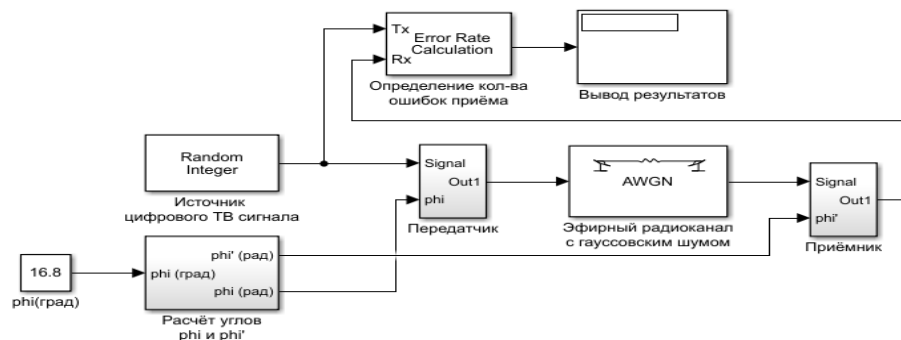


Рис.1.3. Математическая модель для исследования влияния угла поворота сигнального созвездия на помехозащищённость квадратурных схем модуляции

Устанавливая значение угла поворота в градусах (0 для начального состояния без поворота), подбираем в настройках блока "AWGN" значение параметра " $E_b/N_0$ " при котором наблюдается на перед заданная ошибка. Заносим значения угла поворота  $\varphi$  и соответствующие этому углу значения " $E_b/N_0$ " в таблицы для построения графиков функций " $E_b/N_0 = f(\varphi)$ ". Повторяем предыдущее действие для всех углов в диапазоне (0:1:90) для каждого типа модуляции. Результаты моделирования показаны на рис.1.4.

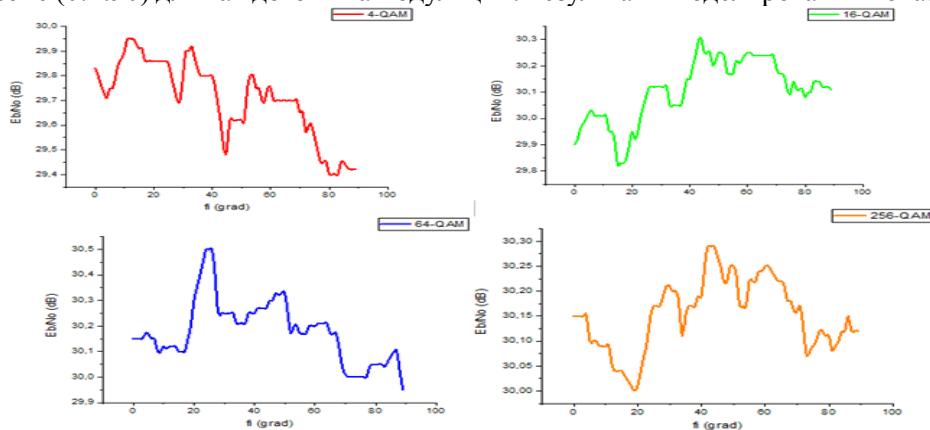


Рис.1.4. Графики зависимости отношения "сигнал/шум" ( $E_b/N_0$ ) от угла поворота сигнального созвездия для модуляций 4-QAM (QPSK), 16-QAM, 64-QAM и 256-QAM



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Из графиков, представленных на рис. 1.4 видно, что для каждой модуляции обнаружено несколько энергетических минимумов для которых отношение "сигнал/шум" меньше, чем для не повернутого сигнального созвездия. На основании этого можно сделать следующие выводы:

- Рекомендованные стандартом DVB-T2 углы поворота сигнального созвездия получили экспериментальное подтверждение.
- Для всех исследованных типов многопозиционной модуляции, кроме 16-QAM, помимо рекомендованного стандартом, имеются ещё и другие энергетически выгодные углы поворота сигнального созвездия. Это открывает простор для дальнейших исследований по данной теме.
- С увеличением коэффициента многопозиционности  $M$  эффект от поворота сигнального созвездия снижается.

## Библиографический список:

1. Скляр Б. Цифровая связь. – М.: Вильямс, 2004.
2. Коржихин Е.О. Сравнение стандартов цифрового наземного вещания DVB-T и DVB-T2, Телекоммуникации и транспорт, 2012, № 6, стр. 203 – 204
3. Веденькин Д.А., Макарода Д.Г., Филареева И.Г. Анализ влияния поворота сигнального созвездия на уровень символьных и битовых ошибок в фазовых форматах модуляции, Инженерный вестник Дона, 2018, № 3
4. Sungwon Hong Eun Su Kang and Dong Seog Han. Additional data transmission with rotated qpsk constellation. // Electronics Letters, 51: pp. 394– 395, March 2015.
5. Schmogrow R., Nebendahl B., Winter M., Josten A., Hillerkuss D., Koenig S., Meyer J., Dreschmann M., Huebner M., Koos C., Becker J., Freude W., and Leuthold J. Error vector magnitude as a performance measure for advanced modulation formats // Photonics Technology Letters, IEEE, 24(1): 61–63, Jan 2012.
6. Ньюман Э. Оптимизация приемника при помощи анализа модуля вектора ошибки // Беспроводные технологии. 2007. №9. – с. 57-60.
7. Волхонская Е.В., Коротей Е.В., Власова К.В., Рушко М.В. Модельное исследование помехоустойчивости приёма радиосигналов с QPSK, BPSK и DBPSK, Известия КГТУ, 2017, № 46.
8. Дьяконов В.П. MATLAB R2006/2007/2008+Simulink5/6/7. Основы применения. – 2-е изд., перераб. и доп. – М., СОЛОН-ПРЕСС, 2008. – 800с.

# ИССЛЕДОВАНИЕ КРИПТОГРАФИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ НА ОСНОВЕ ИНФРАСТРУКТУРЫ ОТКРЫТЫХ КЛЮЧЕЙ (PKI) С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИБЛИОТЕКИ OPENSSL

Nichita SVECICHIN

Universitatea Tehnică a Moldovei

**Аннотация:** Доклад содержит представления об инфраструктуре открытых ключей (Public Key Infrastructure - PKI), а именно ее использовании в информационных технологиях в области создания электронной подписи. Рассмотрена самая популярная архитектура PKI. Представлены основные компоненты, структура данных, сервисы и актуальность PKI. Рассмотрено создание сертификатов открытых ключей пользователей на основе библиотеки OpenSSL.

**Ключевые слова:** инфраструктура открытых ключей, секретный и публичный ключ, сертификат, уполномоченный центр, список отозванных сертификатов.

## Введение

Информационные технологии являются неотъемлемой частью современного мира, поэтому для безопасного взаимодействия субъектов в распределенных сетях связи необходимо обеспечить безопасность передаваемой информации. Одним из методов обеспечения безопасного взаимодействия в сети *Internet* является использование цифровых сертификатов. Цифровые сертификаты являются необходимым элементом в области безопасного обмена информацией, обеспечивая такие информационные сервисы, как: достоверность, конфиденциальность, целостность, неотрекаемость и своевременность. Однако, одного наличия сертификата недостаточно. Действительно, защищенный обмен сообщениями, надежная идентификация и электронная коммерция невозможны без инфраструктуры открытых ключей - *Public Key Infrastructure (PKI)*.

PKI является комплексом аппаратных и программных средств, стандартов, политик и процедур. Инфраструктура открытых ключей необходима организациям и компаниям для безопасного обмена электронными документами и ведения бизнеса, требующего гарантированной защиты электронных транзакций и доступа к данным через *Internet* [1].

## 1. Основные принципы PKI

Проблемы "доверия" и "идентичности" являются основой для построения PKI. Необходима некая договоренность между использующими ключи субъектами о том, как именно доказать связь ключа и пользователя. Решение этого вопроса и составляет основу PKI.

Задача заключается в том, чтобы существовала доверенная третья сторона (*trusted third party*), которой бы все доверяли, и которая бы сертифицировала публичные ключи субъектов. Реализация PKI основана на создании *уполномоченного центра сертификации* (англ. - *Certificate Authority - CA*) публичных ключей субъектов. Корпоративные уполномоченные центры (УЦ) сертификации должны соответствовать всем критериям безопасности в области электронного документооборота, а также строго следовать международным стандартам и политике PKI.

Такой УЦ может быть представлен различной архитектурой и содержать определенные компоненты, но он обязательно должен следовать политике и международным стандартам PKI [2].

PKI строится на математической основе процесса однонаправленной функции с лазейкой. Шифрование текста выполняется в прямом направлении, причем все указания по шифрованию открыты, любой может зашифровать сообщение. Дешифрование, выполняемое в обратном направлении, настолько сложно и трудоёмко, что, не зная секрета, даже на самых передовых компьютерах процесс дешифрования занял бы сотни, а то и тысячи лет. Лазейкой, в этом случае, служит приватный (секретный) ключ пользователя, который делает дешифрование таким же простым, как и шифрование. Основными требованиями к ключам являются следующие: приватный ключ - должен быть тайным и никому никогда не передаваться, публичный ключ - известен всем и находится в свободном доступе. Когда число участников (субъектов) сети одинаковой криптосистемы достигает большого количества, то их публичные ключи помещаются в общедоступную "базу данных" - репозиторий.

Важным условием процесса является обмен открытыми ключами между сторонами, участвующими в передаче информации. Возникает вопрос: как субъект *X* сможет проверить, что полученный публичный ключ — это ключ субъекта *Y*, а не злоумышленника *Z*? Такая проблема решается созданием *сертификата публичного ключа* (или просто *сертификатом* - *certificate*) [3].

## 2. Архитектура PKI

Сертификаты открытых ключей выдаются субъектам специально созданными системами удостоверяющих центров. Инфраструктура открытых ключей строится на базе взаимодействия основных компонентов PKI, без которых невозможна работа эффективной системы. К ним относятся:

- удостоверяющий центр (*Certificate Authority - CA*);
- регистрационный центр (*Registration Authority - RA*);
- реестр сертификатов (*Repository*);
- архив сертификатов (*Database*);
- конечные субъекты / пользователи (*EE - End Entity / Users*).

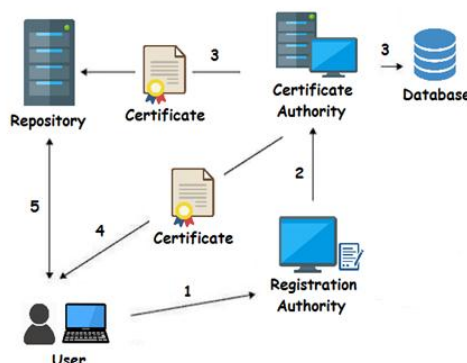


Рисунок 1. Структурная схема *Single CA*

На рис.1 представлена структурная схема простой модели PKI (*Single CA*). В системе PKI обязательно должны функционировать подсистемы, отвечающие за: списки аннулированных сертификатов (*Certificate Revocation List - CRL*), прямой доступ к реестру сертификатов - (*Online Certificate Status Protocol - OCSP*), создание резервных копий и восстановление ключей, управление "историей" ключей и поддержку взаимной сертификации [2].

Удостоверяющие центры организуются иерархически под управлением, так называемого, *корневого УЦ (Root CA)*, который выпускает *само подписанный сертификат* и сертификаты для подчиненных УЦ. Подчиненные УЦ могут выпускать сертификаты для УЦ, находящихся ниже них по уровню иерархии, или для конечных субъектов. В иерархической PKI каждая доверяющая сторона знает открытый ключ подписи корневого УЦ. Ниже, на рис.2, представлена структурная схема иерархической PKI (3 уровня).

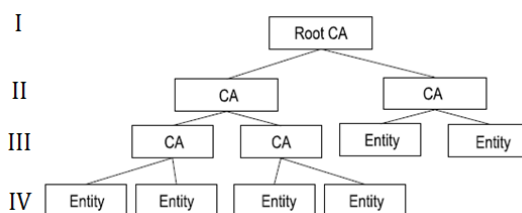


Рисунок 2. Структурная схема иерархической трехуровневой PKI

## 3. Сертификат публичного ключа

Структура данных PKI представлена в виде сертификата открытого ключа, определенного в рекомендациях *ITU (X.509)* и документе *PKIX - RFC 3280 Certificate & CRL Profile* [4]. В настоящее время основным принятым форматом является *X.509v3*. Формат сертификата открытого ключа предоставляет гибкий и мощный механизм передачи разнообразной информации и может применяться в корпоративной практике. Сертификат открытого ключа подписи или шифрования представляет собой структурированную двоичную запись в формате *ASN.1*. Сертификат содержит элементы данных, сопровождаемые цифровой подписью издателя сертификата (рис. 3).

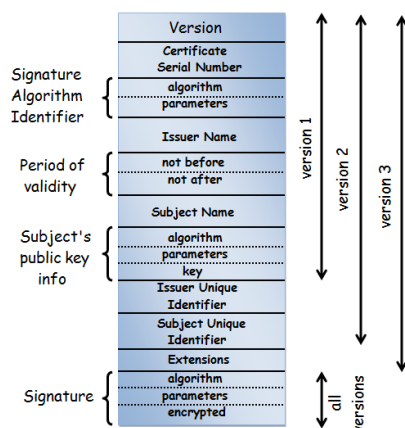


Рисунок 3. Структура сертификата открытого ключа стандарта X.509

Сертификат открытого ключа со всеми вкладками представлен на рис.4.

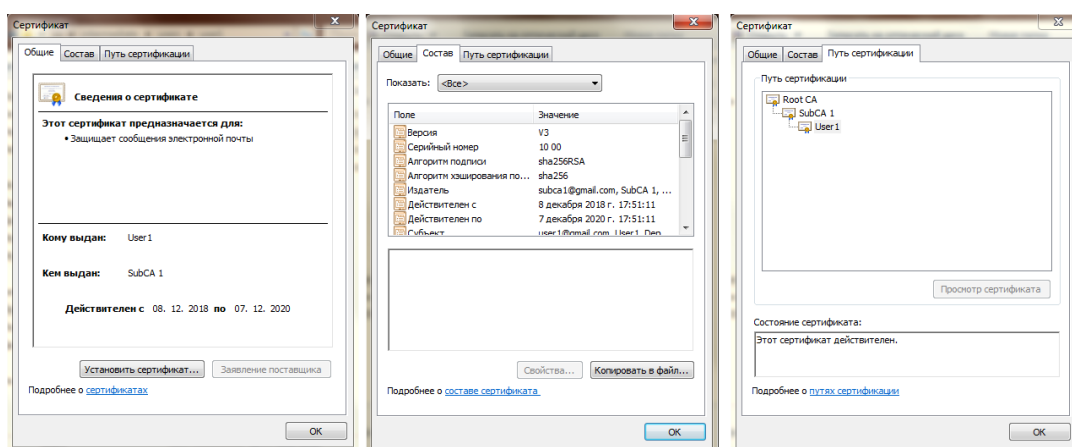


Рисунок 4. Структура полей сертификата открытого ключа субъекта

## 5. Разработка PKI на базе библиотеки OpenSSL

Одна из платформ для создания сертификатов открытых ключей основана на базе библиотеки *OpenSSL*.

Для создания самоподписанного сертификата для *корневого УЦ* необходимо выполнить следующие команды в OpenSSL:

- 1) `OpenSSL> genrsa -aes256 -out root/ca/private/ca.key.pem 4096`
- 2) `OpenSSL> req -new -x509 -config root/ca/openssl.cnf -key root/ca/private/ca.key.pem -days 7300 -sha256 -extensions v3_ca -out root/ca/certs/ca.cert.pem`

Таким образом, при помощи первой команды был сгенерирован секретный ключ для корневого центра сертификации *Root CA* - *ca.key.pem*, с учетом определенных требований: длина ключа - *4096 bit*; ключ шифруется для конфиденциальности - алгоритм *aes256*; формат ключа - *pem (base64)* [5].

Вторая команда создает само подписанный (*self-signed*) сертификат корневого центра сертификации со сроком действия 20 лет, т.е. 7300 дней:

Скриншоты представлены ниже:

```
OpenSSL> genrsa -aes256 -out root/ca/private/ca.key.pem 4096
Generating RSA private key, 4096 bit long modulus
.....++
.....++
e is 65537 (0x010001)
Enter pass phrase for root/ca/private/ca.key.pem:
Verifying - Enter pass phrase for root/ca/private/ca.key.pem:
```

```

OpenSSL> req -new -x509 -config root/ca/openssl.cnf -key root/ca/private/ca.key.
pem -days 7300 -sha256 -extensions v3_ca -out root/ca/certs/ca.cert.pem
Enter pass phrase for root/ca/private/ca.key.pem:
You are about to be asked to enter information that will be incorporated
into your certificate request.
What you are about to enter is what is called a Distinguished Name or a DN.
There are quite a few fields but you can leave some blank
For some fields there will be a default value,
If you enter '.', the field will be left blank.
-----
Country Name (2 letter code) [MD]:
State or Province Name [Moldova]:
Locality Name [Chisinau]:
Organization Name [UTM]:
Organizational Unit Name [Catedral]:
Common Name []:Root CA
Email Address [push@gmail.com]:rootca@gmail.com

```

Проверка сертификата осуществляется следующим образом:

**OpenSSL> x509 -noout -text -in root/ca/certs/ca.cert.pem**

Выдача сертификата для промежуточного УЦ и выдача сертификата для субъектов осуществляется аналогичным способом только необходимо еще создать запрос (**CSR**) на создание (подписание) сертификата открытого ключа вышестоящему УЦ, командой [6]:

**OpenSSL> req -config root/ca/intermediate/openssl.cnf -new -sha256 -key root/ca/intermediate/private/inter.key.pem -out root/ca/intermediate/csr/inter.csr.pem**

В случае отзыва (**revocation**) сертификата открытого ключа, к примеру, по причине компрометации секретного ключа субъекта User2, выполняется команда:

**OpenSSL> ca -config root/ca/intermediate/openssl.cnf -keyfile root/ca/intermediate/private/inter.key.pem -cert root/ca/intermediate/certs/inter.cert.pem -revoke root/ca/intermediate/users/user2/user2.cert.pem**

```

OpenSSL> ca -config root/ca/intermediate/openssl.cnf -keyfile root/ca/intermedia
te/private/inter.key.pem -cert root/ca/intermediate/certs/inter.cert.pem -revoke
root/ca/intermediate/users/user2/user2.cert.pem
Using configuration from root/ca/intermediate/openssl.cnf
Enter pass phrase for root/ca/intermediate/private/inter.key.pem:
Revoking Certificate 1001.
Data Base Updated

```

База данных обновляется после отзыва сертификата. В нее добавляется запись:

```

R 201207160423Z 181208163115Z 1001 unknown /C=MD/ST=Moldova/I=Chisinau/O=UTM/OU=Catedral/CN=User2/emailAddress=user2@gmail.com

```

## Библиография:

1. <http://www.bwg.ru/pki.php>.
2. Горбатов В. С., Полянская О. Ю. Г67 Основы технологии PKI. - М.: Горячая линия -Телеком, 2004. - 248 с.
3. Трутнев Д.Р. Инфраструктура доверия в государственных информационных системах: Учебное пособие. - СПб.:НИУ ИТМО, 2012. - 95 с.
4. <https://www.ietf.org/rfc/rfc3280.txt>
5. Брюс Шнайер. Прикладная криптография. 2-е издание. Протоколы, алгоритмы и исходные тексты на языке C. - 610 с.
6. <https://jamielinux.com/docs/openssl-certificate-authority/>

# THE USE OF SEMICONDUCTOR LASERS IN MEDICAL APPLICATIONS

Iuliana ȚURCANU, Diana GAPONCIC

Technical University of Moldova

**Abstract:** *In this paper we report on semiconductor lasers and their applicability in different fields. We focus on the use and future perspective of semiconductor lasers in medicine. A particular area, where a lot of research, recently was done, and significant progress was obtained, is related to the diagnosis and treatment of different kinds of cancer. Other applications are related to the dentistry, endoscopy etc.*

**Keywords:** *diode, lasers, medicine, application, light.*

A diode laser system is a semiconductor device that emits coherent radiation in the infrared or visible spectrum when current passes through it. Diode laser systems are used in different applications as medical diagnosis, optical fiber systems, therapies, and treatments. We mention that, low power diode lasers are used for soft tissue treatments. On the other hand, the higher power diode lasers are used in dentistry and medical aesthetics.

Lasers are a safe tool for medicine usage as they are precise and they do not harm, cut or burn tissues unless we use focusing lens for those purposes. In the last few decades people found a lot of applications of lasers in medicine. One of the most important application of lasers in medicine is related to the disease of the 21st century, cancer. Lasers are used for both diagnosis and treatment of it. Operations with lasers are very precise. Thus, they are used for cutting small areas and removing cancers. Their heat is used for activating medicines under the influence of light and diminishing tumors or precancerous growths especially those that produce bleeding or blockage in patient's body, for instance a tumor that blockade trachea. We mentioned that, the main advantages related to the laser therapy are that they are much more precise than scalpels, and as a result they cause less damage to healthy tissues, intervention are shorter, patients feel less pain and suffer less bleeding or scarring. After a complicated surgical intervention, lasers can be used to scale down the pain. On the other hand, the main drawbacks are the high price, the necessity of repeating treatment, following rigorously rules and training the personnel. There are clinical trials that try to use laser for curing brain and prostate cancer. A huge progress lately has had therapeutic endoscopy. Because of the use of medical lasers, nowadays, a lot of impossible previously interventions are meanwhile very common. Today doctors are able to control gastrointestinal bleeding, treat vascular malformations of the digestive tract. There are already some methods tested related to endoscopic photodynamic therapy of gastrointestinal cancers. Another huge improvement would be endoscopic laser fragmentation of large common bile duct stones, which is, today, at early stages of studying.

Although dentistry was the second medical discipline where lasers have been applied, at present it basically still remained as a field of research in using lasers. Especially in caries therapy – the most frequent dental surgery – conventional mechanical drills are still superior compared to most types of lasers, particularly CW or long-pulse lasers. Only laser systems capable of providing ultrashort pulses might be an alternative to mechanical drills as was recently shown in [1]. However, many clinical studies and extensive engineering effort still remain to be done in order to achieve satisfactory results. We should keep in mind that mechanical drills have improved over several decades until the present stage was reached, and that the development of suitable application units for laser radiation also takes time. Other topics of interest in dentistry include laser treatment of soft tissue as well as laser welding of dental bridges and dentures. In some of these areas, research has been very successful.

In conclusion, it tends to be presumed that now the laser medication is a quickly developing field of both research and applications. By concrete examples, is shown the beneficial influence of it in the development of science, technology and various branches of the economy. Finally, the medical lasers are part of revolutionary technology that has multiple benefits for both patients and doctors.

## References:

1. Qian Peng *et al* Lasers in medicine, Reports on Progress in Physics, Volume 71, Issue 5, id. 056701 (2008).

# CHAOS-BASED COMMUNICATIONS USING SEMICONDUCTOR LASERS

Iana IVANCIUC, Alexandru PAVLOV

Technical University of Moldova

**Abstract:** We report in this paper on the features of standard two-laser scheme in comparison with three-laser setup appropriate for chaos based communications. From our investigations, we learned that both, the two-laser and the three-laser systems are suitable to secure data exchange. However, the three-laser setup offers a better level of privacy because of its symmetry. We found out that three-laser setup has some specific advantages over the two-laser scheme in terms of digital security and privacy, however we mention that, due to its complexity, it is more difficult to implement.

**Keywords:** chaos, laser, cryptography, telecommunications, transmission, security;

Chaos is a widely studied regime, which exhibits pseudorandom oscillations, strongly depending on starting conditions and parameter values. Nowadays, some of chaotic systems have been investigated and implemented in optics and telecommunication field. Among them, private communicational systems using chaotic waveforms [1] entirely are using the characteristic of chaos of being deterministic. Therefore, the approach to chaos secured data transmission consists in camouflaging a message into a complex noise-like waveform generated by a chaotic laser.

A relevant method of chaotic transmission consists of simply superposing chaos to the message at the transmitter. The composite signal is transmitted through the fiber link, and if the message is small enough, it is hidden both in the time and in the frequency domain. In sophisticated systems, it cannot be extracted, neither by filtering nor by using a correlator. Message recovery is performed by “master/slave” synchronization; at the receiver, a laser named “the slave” is used, having parameters very well matched with those of the transmitter laser named “the master” [2]. Therefore, the “slave” behaves as a nonlinear “chaos-pass,” “message-stop,” filter. The message can be reconstructed by making the difference between the received composite signal and the recovered chaotic waveform. The matching between the “master” and the “slave” must be high, if we want this system to work. After selecting a suitable pair of devices, this pair represent a hardware cryptographic key.

There are two ways of implementing chaos-protected communications, namely using two- or three-laser systems. Two-laser system have been described in [3]-[5]. Three-laser system consists of one “master” laser and two “slaves”. “Master” injects the “slaves”, one at the transmitter and one at the receiver. If the two “slaves” are “twins”, they produce the same chaos and the message can be hidden at the transmitter and extracted at the receiver much as in the two-laser scheme. The main difference between these two transmissions is that in the three-laser scheme, both “slaves” are symmetrically injected by the third laser and by their external mirrors, while in the two-laser scheme, the “slave” is injected by its mirror and by the “master” and the “master” - by its own external mirror.

In conclusion, it is required to find out which system will be harder for an eavesdropper to infiltrate. On the one hand, for the two-laser scheme, the authorized sender and recipient have to select a laser with a proper mismatch. On the other hand, for the three-laser scheme, the twin pair can be usually found as close-proximity devices on the same wafer. Once the optimal pair has been selected, the eavesdropper is in a slightly better situation with the two-laser scheme: it has to find a laser similar to another one, without information about its parameters; however, one of these parameters does not need to be accurately matched. Nevertheless, it is assumed that the eavesdropper cannot match the laser parameters by better than 5% and it is virtually impossible to extract the message in any case.

## References:

1. A. Argyris, et al *Nature* 438. p.343. 2005.
2. V.Z. Tronciu, et al *IEEE J. Quantum Electron.* 46, p.1840-1846. 2010.
3. K. Ohtsubo *Semiconductor Lasers: Stability, Instability and Chaos*. New York: Springer; 2009.
4. S. Donati S, Mirasso C. *IEEE Journal of Quantum Electronics*. p. 1137-1196. 2002.
5. V. Annovazzi-Lodi, G. Aromataris *IEEE Journal of Quantum Electronics*. p. 258-264. 2010.

# АНАЛИЗ КОДОВЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ШИРОКОПОЛОСНЫХ СИСТЕМАХ СВЯЗИ

Вячеслав БЕЖАН

Технический Университет Молдовы

**Abstract:** The paper discusses the correlation properties of pseudo-random sequences (PRS) used to form broadband signals in code-division coupled communication systems. The most frequently used pseudorandom sequences are considered: M-sequences, Gold codes, Walsh sequences. A comparative analysis of the correlation properties of the PRS was done in the Matlab. It is shown that orthogonal Walsh sequences have unsatisfactory correlation properties. The use of derivative signal systems - a combination of Gold and Walsh codes - makes it possible to obtain signals with the required correlation properties for communication systems. Directions for further research have been determined.

**Key words:** pseudo-random sequences, broadband signals, autocorrelation function, cross correlation function.

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в радиотехнических системах все больше находят применение широкополосные сигналы (ШПС), основу которых составляют псевдослучайные последовательности (ПСП). В зависимости от размера алфавита и способа построения различают двоичные (размер алфавита  $p = 2$ ) и многозначные (размер алфавита  $p > 2$ ) ПСП.

Выбор псевдослучайной кодовой последовательности в радиотехнической системе передачи информации очень важен, поскольку от ее параметров зависит качество обработки информации системой, ее помехоустойчивость, чувствительность. При одной и той же длине кодовой последовательности, параметры системы могут быть различны [1,4,5].

Чтобы быть использованными в ШПС системе, кодовые последовательности должны обладать определенными математическими и другими свойствами, основными из которых являются очень хорошие автокорреляционные и взаимно-корреляционные свойства. Кроме того, кодовая последовательность должна быть хорошо сбалансирована, и должна обладать хорошими корреляционными свойствами во избежание ложных срабатываний приемника.

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Известно, что скорость передачи информации по каналу связи с аддитивным гауссовым белым шумом определяется теоремой Шеннона-Хартли:

$$C = W_s \log_2 \left( 1 + \frac{P_s}{P_n} \right), \quad (1.1)$$

где  $W_s$  – полоса пропускания канала связи (Гц),  $P_s$  – средняя мощность сигнала (Вт),  $P_n$  – средняя мощность шума (помехи) (Вт).

Из (1.1) следует, что одна и та же пропускная способность  $C$  (бит/с) канала связи может быть обеспечена либо использованием широкой полосы частот  $W_s$  (Гц) с малым отношением сигнал-помеха  $P_s/P_n$ , либо – узкой полосы частот  $W_s$  с более высоким отношением сигнал-помеха  $P_s/P_n$ . Следовательно, между полосой пропускания канала связи  $W_s$  и отношением сигнал-помеха  $P_s/P_n$  возможен взаимобмен.

Из этого же соотношения следует, что использование ШПС сигналов, кроме увеличения пропускной способности канала, позволяет осуществить и множественный доступ с кодовым разделением каналов [6,7], зависящий от корреляционных свойств сигнала. Проведем анализ корреляционных свойств сигналов, используемых при множественном доступе.

Автокорреляционная функция (АКФ) дискретных сигналов вычисляется по формуле:

$$R_u(n) = \sum_{j=-\infty}^{\infty} u_j u_{j-n}, \quad (1.2)$$

где  $n$  – целое число, положительное, отрицательное или нуль.

Изучение АКФ играет важную роль при выборе кодовых последовательностей с точки зрения наименьшей вероятности установления ложной синхронизации. Взаимно-корреляционная функция



(ВКФ), с другой стороны, имеет большое значение для систем с кодовым разделением абонентов, таких как CDMA.

Взаимная корреляционная функция между двумя дискретными сигналами вычисляется по аналогичной (1.2) формуле:

$$R_{uv}(n) = \sum_{j=-\infty}^{\infty} u_j v_{j-n}, \quad (1.3)$$

Корреляционные свойства кодовых последовательностей, используемых в ШПС системах, зависят от типа кодовой последовательности, ее длины  $L$ , частоты следования ее символов и от ее посимвольной структуры [2,4,8,9,10].

**М-последовательности.** М-последовательности относятся к линейным рекуррентным последовательностям максимального периода, битовые последовательности которых генерируются с помощью регистров сдвига с обратной линейной связью (РСЛОС или Linear Feedback Shift Register – LFSR). Они определяются рекуррентным соотношением следующего вида:

$$a_j = (\sum_{i=1}^n C_i a_{j-i}) \bmod 2, \quad (1.4)$$

где коэффициенты  $C_i$  принимают значения 0 или 1 и определяются характеристическим полиномом:

$$f(x) = x^n \oplus C_{n-1}x^{n-1} \oplus \dots \oplus C_1x \oplus 1. \quad (1.5)$$

Необходимым условием получения М – последовательности с помощью характеристического полинома (1.5) является его неприводимость. Многочлен  $f(x)$  степени " $n$ " называется неприводимым, если он не может быть разложен на многочлены-сомножители меньшей степени.

В силу не ортогональности взаимная корреляция двух М-последовательностей одной длины, сгенерированных цифровыми автоматами одного порядка с различными порождающими полиномами, не равна нулю. При этом взаимная корреляция двух различных М-последовательностей одной длины может достигать высоких значений, сравнимых с максимумом АКФ ( $L = 2^n - 1$ ). На рис.1.1, а) приведены АКФ двух М – последовательностей с генераторными полиномами  $f_1(x) = x^6 + x + 1$  и  $f_2(x) = x^6 + x^5 + x^2 + x + 1$ , а на рис.1.1, б) – их ВКФ.

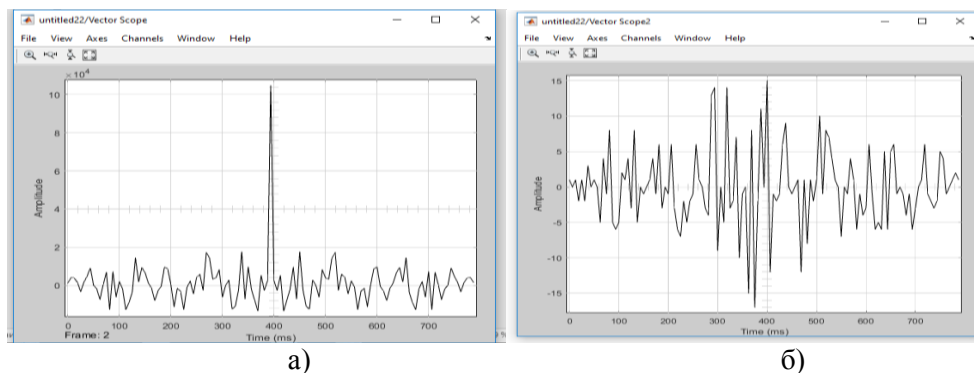


Рис.1.1. а) АКФ М – последовательностей с генераторными полиномами  $f_1(x)$  и  $f_2(x)$   
б) ВКФ двух М – последовательностей с генераторными полиномами  $f_1(x)$  и  $f_2(x)$

Из рис.1.1 видно, что выбросы ВКФ рассмотренных М – последовательностей имеют большие значения, что затрудняет их использование для систем с кодовым разделением каналов. Этот недостаток устраняется при использовании последовательностей Голда [9, 11,12]. Для формирования последовательностей Голда используют только определенную часть из множества М – последовательностей, взаимная корреляция которых намного меньше максимальных значений. Такие М – последовательности получили название предпочтительных.

Последовательности Голда генерируются на базе двух предпочтительных последовательностей при помощи сложения по модулю 2 первой М-последовательности с любой циклически сдвинутой копией второй М-последовательности на  $k$  тактов.

В результате формируется новая периодическая последовательность с тем же периодом  $T = (2^n - 1)T_{ch}$ . Количество получаемых таким путем и образующих одно семейство последовательностей Голда составляет  $N = (2^n + 1)$ , поскольку количество возможных сдвинутых копий второй последовательности равно  $(2^n - 1)$  и обе исходные предпочтительных последовательности без сдвига также включаются в семейство.

Для кодов Голда уровни боковых лепестков ВКФ принимают такие же значения, как и у АКФ, что видно из рис.1.2.

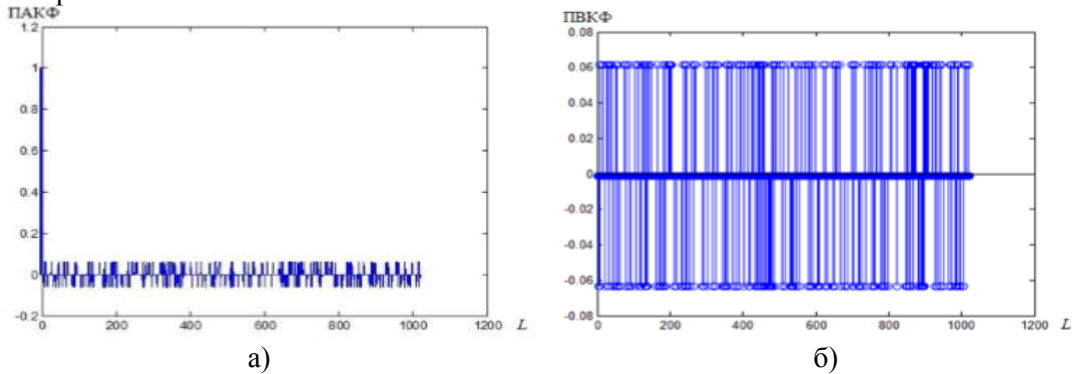


Рис.1.2. Нормированная периодическая АКФ (а) и периодическая ВКФ (б) кода Голда ( $L = 1023$ )

Ансамбли Голда широко используются в современных CDMA системах, в 3G системе мобильной связи стандарта WCDMA для скремблирования CDMA кодов и т.п. Недостатком кодов Голда является малая эквивалентная линейная сложность, равная  $l_s = 2n$  [13].

В многопользовательской сети с кодовым разделением (CDMA) каждый из  $K$  абонентов передает или принимает свои данные с использованием индивидуального сигнала расширения спектра, построенного на основе выбранной ПСП и называемого абонентской сигнатурой.

Поскольку на входе демодулятора присутствуют еще и сигналы других пользователей, то на его выходе также будет присутствовать помеха множественного доступа (ПМД).

При синхронном методе обработки принимаемых сигналов, учитывая, что информационный (модулирующий) сигнал  $k$ -го пользователя  $B_l(t)$  постоянен и равен  $\pm 1$  в течение длительности бита, компонент указанной помехи, обусловленный сигналом  $l$ -го пользователя имеет вид:

$$z_{kl} = \int_0^T [B_l(t)s_l(t)] s_k(t) dt = \pm \int_0^T s_l(t) s_k(t) dt. \quad (1.6)$$

Очевидно, что оптимальным вариантом ансамбля сигнатур является такой, который гарантирует полное отсутствие помехи множественного доступа, т.е.  $z_{kl} = 0$ , если  $k \neq l$ , что означает ортогональность всех сигнатур.

Существует множество способов построения ортогональных широкополосных ансамблей различной длины (т.е. коэффициентом расширения)  $L$ . Одним из примеров являются функции Уолша или, в общем случае, матрицы Адамара, порождающие ортогональные бинарные коды. Взаимно-корреляционные функции любых пар функций Уолша являются ортогональными. Однако коды Уолша имеют недостаток: для некоторых функций взаимная корреляция со своей циклически сдвинутой копией или с циклически сдвинутой копией другой функции такой же длины не равна нулю. Тем не менее, на базе функций Уолша можно построить производные (составные) системы сигналов, которые обладают хорошими корреляционными свойствами [13].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты анализа автокорреляционных и взаимно-корреляционных свойств, рассмотренных ПСП: М-последовательностей, кодов Голда показали, что рассмотренные ПСП для шумоподобных сигналов обладают примерно одинаковыми корреляционными свойствами. Однако только небольшое количество из всего ансамбля М-последовательностей с заданным периодом обладает удовлетворительными корреляционными свойствами.

Кроме М - последовательностей как таковых в системах связи нашли применения составные кодовые последовательности, представляющие собой комбинации М-последовательностей и обладающие некоторыми специфическими свойствами. Наиболее известными и применяемыми из них являются последовательности Голда. Кодовые последовательности Голда обладают по отношению к М-последовательностям двумя достоинствами.

Во-первых, генератор кодовых последовательностей, построенный на основе двух регистров сдвига длиной  $N$  каждый, может генерировать кроме двух исходных М-последовательностей еще  $N$  последовательностей длиной  $2^N - 1$ , то есть значительно расширяется число генерируемых кодовых последовательностей.

Во-вторых, коды Голда могут быть выбраны так, что ВКФ для всех получаемых от одного генератора кодовых последовательностей будет одинаковой, а величина ее боковых пиков ограничена.

Генерация ансамблей кодов Голда произвольной длины является актуальной практической задачей. Получение всех последовательностей ансамбля необходимо для оптимального использования рассматриваемых последовательностей в системе связи, так как от этого зависит количество абонентов системы от числа разделимых кодовых комбинаций (имеющих низкий порог взаимной корреляции и выраженный автокорреляционный пик).

Кроме кодов Голда в системах с кодовым разделением каналов используются ортогональные кодовые последовательности Уолша. Показано, что использование составных сигналов – определенных комбинаций кодов Голда и последовательностей Уолша позволяет получать ансамбли сигналов с требуемыми корреляционными свойствами. Поиск оптимальных алгоритмов выбора предпочтительных пар для формирования кодов Голда и последовательностей Уолша с требуемыми корреляционными свойствами является дальнейшей темой исследований.

#### **Библиографический список:**

1. Феер К. Беспроводная цифровая связь, методы модуляции и расширения спектра. Перевод с англ. / Под ред. В.И.Журавлева. – М.: Радио и связь, 2000.
2. Solomon W. Golomb and Guang Gong. Signal Design for Good Correlation, Cambridge, Cambridge University Press, 2005, 458 p.
3. Солонина А. И., С. М. Арбузов. Цифровая обработка сигналов. Моделирование в MATLAB. – СПб.: БХВ-Петербург, 2008.
4. Урядников Ю.Ф., Аджемов С.С. Сверхширокополосная связь. Теория и применение. -М.: СОЛОНПресс, 2005. —368 с.
5. Гантмахер В.Е., Быстров Н.Е., Чеботарев Д.В. Шумоподобные сигналы. Анализ, синтез и обработка —Спб.: Наука и техника, 2005. —400 с.
6. Ипатов В.П. Широкополосные системы и кодовое разделение сигналов. – М: Мир связи, 2007. – 488 с.
7. Скляр Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение. – М.: Изд. Дом Вильямс, 2003. – 1104 с.
8. Баринов В.В., Лебедев М.В., Кузнецов В.С. Анализ корреляционных характеристик расширяющих ансамблей // Электросвязь. 2006. № 3. С. 38-39.
9. Прозоров Д.Е. Быстрый поиск дальномерных кодов, сформированных на М-последовательностях // Электросвязь. 2008. №8. С.48-51.
10. Прозоров Д.Е., Смирнов А.В., Баланов М.Ю. Алгоритм быстрой кодовой синхронизации шумоподобных сигналов, построенных на последовательностях повышенной структурной сложности //Радиотехника, радиолокация и системы связи. Вестник РГРТУ. № 1. Рязань, 2015. С. 3-9.
11. Кузнецов В.С., Шевченко И.В., Волков А.С., Солодков А.В. Генерация ансамблей кодов Голда для систем прямого расширения спектра // Труды МАИ. 2017. № 96.
12. Семенко А. И. Эффективность телекоммуникационных систем с использованием модифицированных псевдослучайных последовательностей Голда / А. И. Семенко, Н. И. Бокла. – Электросвязь. – 2014. – №3. – С. 37-40.
13. Мелихов С.В. Радиосвязь на основе шумоподобных сигналов: Учебное пособие. – Томск: Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2014.

# UTILIZAREA MAȘINILOR INTELIGENTE

Mariana BURLANESCU, Dan LOPATENCO

Universitatea Tehnică a Moldovei

**Abstract:** Inteligența artificială există de foarte mulți ani în viața noastră cotidiană, dar valoarea ei adevărată am simțit-o de abia recent. Acest fapt se datorează creșterii foarte rapide a fluxului de date și dezvoltării tehnologiilor informaționale la un nivel înalt. Inteligența artificială a fost creată pentru a ușura munca persoanelor. Acest fapt este necesar, deoarece sunt epuizate foarte multe resurse umane pentru a efectua unele job-uri, și ele mai sunt și periculoase pentru sănătatea muncitorilor. Oamenii s-au învățat să folosească mașinăriile pentru a efectua activități ce sunt mai greu de executat, la fel putem spune că se folosește și inteligența artificială - e ajutorul nostru. Și aici încă nu e sfârșitul dezvoltării ei.

**Cuvinte-cheie:** Mașini Inteligente, Inteligența Artificială, „învățarea” mașinilor; tehnologii moderne.

## 1. Ce reprezintă mașinile inteligente?

Mașinile Inteligente reprezintă o subdiviziune a inteligenței artificiale și se referă la abilitatea mașinăriilor de a „învăța” pe cont propriu. Astfel, programele bazate pe mașini inteligente pot învăța să recunoască diverse trenduri și să realizeze predicții pe baza informațiilor stocate. Companii precum IBM, Microsoft, Amazon sau Google oferă platforme complexe de mașini inteligente.

Multe persoane deja s-au întâlnit cu mașinile inteligente cu ajutorul shopping-ului online și primirea aproape instantaneu a publicității, ce ține de produsul procurat recent. Acest lucru se întâmplă, deoarece metodele de promovare și publicitate a produselor folosesc mașini inteligente pentru a livra personalizat, aproape, în timp real, publicitatea online. Mai mult decât atât, mașinilor inteligente servesc pentru a depista fraude, filtrarea spam-ului, detectarea amenințărilor la adresa securității rețelei. Spre exemplu, se cunoaște că fiecare formă de malware tinde să aibă aproximativ același cod ca versiunea precedentă. Așadar, învățând acest comportament, algoritmiile mașinilor inteligente pot identifica tiparele legate de modul în care sunt accesate datele stocate în cloud, iar dacă sunt identificate anomalii în acest sens, ele vor fi raportate, iar în viitor vor fi anticipate posibilele scurgeri de date.

## 2. Metodele de „învățare” a mașinilor

„Învățarea” mașinilor se împarte în două subcategorii: „învățarea” **supravegheată** și „învățarea” **nesupravegheată**.

Pentru a „învăța” mașinile utilizând algoritmiile supravegheați, este necesar o persoană ce deține abilități de analiză a bazelor de date și care cunoaște algoritmiile de „învățare” a mașinilor. Acest lucru este atât de important, deoarece este necesar de a oferi datele de intrate și rezultatele dorite. Cercetătorii de date determină ce variabilă sau caracteristică ar trebui să fie analizată de către mașină și folosită pentru a înainta o prognoză. Algoritmiile pentru „învățarea” supravegheată sunt instruite utilizând date care conțin răspunsurile corecte. Ele formează modele care corelează datele cu răspunsurile și apoi utilizează aceste modele pentru a le prelua ulterior. Acest tip de subcategorie a devenit real doar datorită unui volum imens de date, deoarece ea (subcategoria) necesită acel volum imens de date.

Modelele învățării nesupravegheate sunt instruite pe date fără răspunsurile corecte specificate. Ele folosesc o varietate de seturi mari de date pentru a-și crește nivelul de învățare.

„Învățarea” nesupravegheată constă din următoarele metode:

*Rețea neuronală*

Rețelele neuronale - sau rețelele neuronale artificiale - reprezintă un tip de „învățare” a mașinilor bazate pe principiul funcționării neuronilor în creierul uman. Acestea sunt programe de calculator care utilizează mai multe niveluri de noduri (sau "neuroni") care lucrează în paralel pentru a studia lucruri, a recunoaște modele și a lua decizii ca oamenii.

*Învățarea profundă*

Învățarea profundă este o rețea neuronală "adâncă" care include un număr mare de nivele de neuroni și o cantitate imensă de date. Acest tip de „învățare” automată avansată este capabil să rezolve probleme complexe. Este sursa unor astfel de tehnologii inovatoare în domeniul inteligenței artificiale, cum ar fi procesarea limbajului natural, "asistenții digitali" personali și autovehiculele cu autovehicule automatizate.

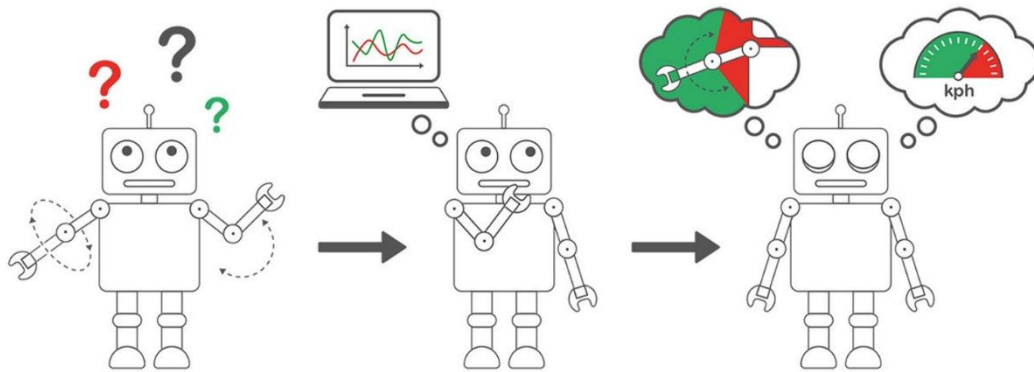


Figura 1 Modelele învățării ne supravegheate

### 3. Beneficiile învățării mașinilor inteligente

#### *Accelerarea luării deciziilor*

Algoritmii de învățare a mașinilor sunt capabili să prioritizeze și să automatizeze luarea deciziilor. Ele pot indica, de asemenea, oportunități și sugera acțiuni care trebuie luate imediat pentru a obține cele mai bune rezultate.

#### *Capacitatea de a se adapta*

Inteligența artificială nu analizează doar datele istorice. Ea este capabilă să proceseze informațiile de intrare în timp real și să ajusteze rezultatele procesării în zbor. Gândiți-vă la mașini care se opresc automat în fața barei de protecție a unui alt vehicul.

#### *Afacerea algoritmică*

"Business Algorithmic" utilizează algoritmi complecși de „învățare” a mașinilor pentru a atinge un nivel ridicat de automatizare. Ca rezultat, apar noi modele de afaceri, produse și servicii noi.

#### *Analiza mai profundă*

„Învățarea” mașinilor poate analiza date mari, complexe și streaming și poate găsi informații valoroase în ea, inclusiv informații predictive, pe care inteligența umană nu le poate oferi. Pe baza rezultatelor analizei, operațiunile corespunzătoare pot fi lansate automat.

#### *Eficacitate*

Procese de afaceri intelectuale bazate pe „învățarea” mașinilor pot îmbunătăți semnificativ eficiența. Creați planuri și previziuni precise, automatizați sarcinile, reduceți costurile și eliminați erorile legate de "factorul uman".

#### *Optimizarea rezultatelor*

De la lansarea unor operațiuni "inteligente" bazate pe analiza noilor oportunități și riscuri pentru o prognoză exactă a rezultatelor deciziei, chiar înainte de adoptarea acestora - învățarea automată poate oferi un nivel complet nou de performanță în afaceri.

### 4. Sectoarele cheia ce utilizează inteligență artificială

Viața noastră de zi cu zi nu trece fără aplicații, și mai cu seamă, fără rețelele de socializare în care, la fel, sunt utilizate mașinile inteligente. Unul din cele mai cunoscut exemplu ar fi feed-ul de știri Facebook. Mașinile inteligente analizează fluxul fiecărui user în parte și dacă user-ul oprește frecvent feed-ul pentru a da like sau pentru a atrage mai multă atenție unei anumite categorii de informație, atunci user-ul poate observa că așa gen de informație este rulată în feed-ul său mai des și mai des. Acum, dacă ne gândim de ce se întâmplă acest fenomen? Răspunsul e simplu. Software-ul folosește analize statice și predictive pentru a identifica modelul de date la care user-ul atrage mai multă atenție. Există și algoritmul invers. Dacă user-ul „nu își mai manifestă interesul” față de un model de date, aceste date vor fi excluse din feed-ul user-ului.

Un alt exemplu de utilizare frecventă a mașinilor inteligente este gestionarea relațiilor cu clienții. În acest domeniu inteligența artificială analizează fluxul de informație de la clienți, o selectează și o prioritizează conform modelelor „învățate”. Acest tip de serviciu este numit Business Intelligence. De asemenea, putem remarca că în subdiviziunea resurse umane (HR) inteligența artificială este utilizată pentru a identifica caracteristicile efective ale angajaților și se bazează pe aceleași modele de analiză pentru a selecta cei mai potriviți candidați pentru funcțiile vacante.

După cum am văzut mai sus multe industrii și domenii de activitate deja utilizează mașini inteligente, în special pentru acele zone în care sunt acumulate cantități mari de date. Putem evidenția trei cele mai importante sectoare de utilizare a inteligenței artificiale:

#### *Producere*

În sectorul de producție, o cantitate imensă de date este acumulată de la senzori în fabrici și de la Internetul obiectelor, care sunt excelente pentru mașinile inteligente. Algoritmii de recunoaștere a modelelor de mașini și de detectare a abaterilor sunt folosiți în controlul calității, alți algoritmi - în diverse domenii, de la servicii de diagnosticare și prognozare a cererii la furnizarea de noi servicii.

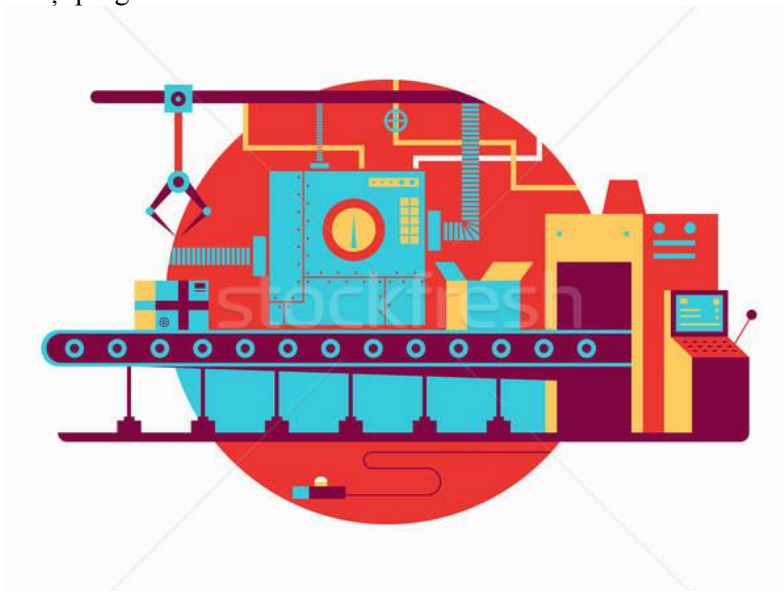


Figura 2 Algoritmii de recunoaștere a modelelor de mașini

#### *Finanțe*

Finanțele sunt una dintre cele mai potrivite domenii pentru mașinile inteligente, dat fiind cantitatea imensă de date financiare și înregistrări istorice. Algoritmii sunt utilizați pentru tranzacționarea valorilor mobiliare, aprobarea împrumuturilor, detectarea fraudei, evaluarea riscurilor și subscrierea de asigurări. Acestea se aplică și pentru a oferi clienților "consultanță robotică" și portofolii potriviți cu obiectivele utilizatorilor.

#### *Asistență medicală*

Algoritmii de „învățare” a mașinilor sunt capabili să proceseze mai multe date și să identifice mai multe modele decât orice altă echipă de cercetători sau medici. Din analiza imaginilor medicale și detectarea timpurie a cancerului la dezvoltarea medicamentelor și chirurgiei robotice - posibilitățile de învățare a mașinilor sunt nesfârșite.



Figura 3 Analiza imaginilor medicale

#### *Dar cum funcționează acest lucru?*

Procesul de identificare a modelelor este foarte complicat. Sistemul le caută chiar și la nivelul pixelilor. De exemplu, ce trebuie să facă Google Foto pentru a găsi fotografiile la cererea user-ului: "câine"? În primul



rând, să proceseze un număr imens de fotografii de câini de pe Internet, la fel de multe imagini etichetate "pisică" și un milion de alte etichete.

În al doilea rând, trebuie să găsească secvența de pixeli și combinațiile de culori caracteristice imaginilor cu câini, pisici și alte obiecte. La început, sistemul presupune doar seturile de date care pot fi imagini de câine. Apoi, el își corelează presupunerile cu fotografia unui câine. Dacă se dovedește că sistemul a luat în mod eronat câinele drept o pisică, va corecta modelele pe care le utilizează pentru a căuta imagini de câini și pisici. Aceasta se repetă de aproximativ un miliard de ori: analiza eșantionului - verificarea răspunsului - corectarea legilor.

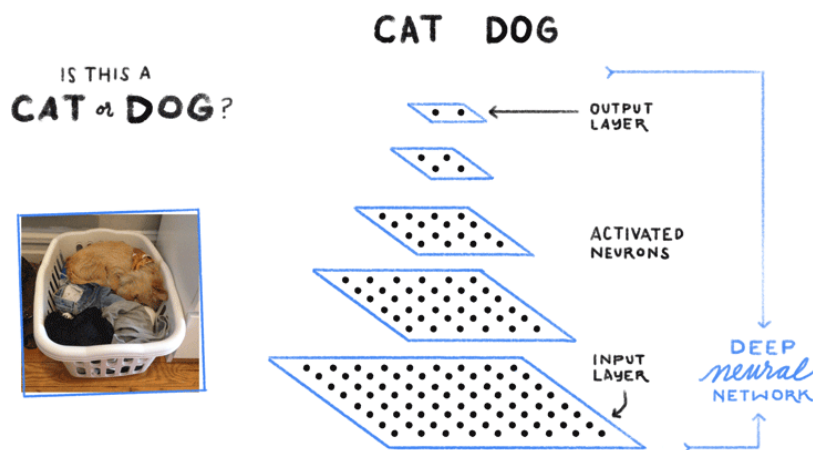


Figura 4. Procesul de identificare a modelelor

#### *Ce alte servicii Google utilizează mașini inteligente?*

Google folosește algoritmi mașinilor inteligente în multe produse. Datorită acestui algoritm, Google Translator poate descifra semne și citi de pe o poză cuvintele și să le poată traduce instantaneu într-o altă limbă.

De asemenea, „învățarea” automată se folosește la recunoașterea vorbirii. Este o funcție care nu este numai în Google Translator, ci și în alte servicii, cum ar fi YouTube și aplicația Google.

#### **Concluzie**

Deși se cunoaște că algoritmi de „învățare” a mașinilor au în jur de zeci de ani, ei au obținut o mare popularitate datorită faptului creșterii și dezvoltării inteligenței artificiale. Modelele de învățare profundă sunt cele mai avansate aplicații a inteligenței artificiale. Platformele de inteligență artificială sunt una dintre cele mai concurente domenii cu un număr de utilizatori enorm. Unele dintre ele sunt: Amazon, Google, Microsoft, IBM și altele. Întrucât mașinile inteligente au o creștere continuă în importanță pentru operațiile de afaceri, inteligența artificială devine din ce în ce mai practică în cadrul întreprinderilor, războaiele platformelor de „învățare” se vor intensifica.

Acum multe companii IT caută răspunsul la întrebarea cum să crească viteza de „învățare” a calculatoarelor, reducând cantitatea de date necesare pentru analiză. Pentru a rezolva această problemă, folosim o abordare precum regularizarea. Ceea ce reprezintă „a da computerului bun simț”.

Prin urmare, companiile se străduie să asigure ca programele de „învățare” automată să nu ia în considerare astfel de detalii minore. Partea cea mai dificilă este să „învețe” sistemul să înțeleagă ce elemente sunt importante și care nu.

#### **Bibliografie**

1. The Guardian Ben Tarnoff. The Project Planner: A Step-by-Step Guide to Leading DMAIC.— N. Y.: McGraw-Hill, Motorola, and Other Top Companies Are Honing Their Performance. 2017.
2. Scientific American Robbert Dijkstra, General Electric, Motorola 2017.
3. Esquire Scott Galloway 2016.
4. <https://searchenterpriseai.techtarget.com/definition/machine-learning-ML>
5. <https://clck.ru/FPUeR>
6. <https://towardsdatascience.com/machine-learning/home>

# WEB BILLING SYSTEM SCADA AMR

*Victor PASCAL*

*Technical University of Moldova*

**Abstract:** SCADA AMR is the technology of automatically collecting consumption, diagnostic, and status data from energy metering devices (gas, electric) and transferring that data to a central database for billing, troubleshooting, and analyzing. Digital multi-tariff meters ZMD are widely used for electricity metering. However, existing systems SCADA AMR [1] cannot process data from these counters in the protocol DLMS/COSEM [2]. Therefore, an actual problem is the development of methods and means for the modern protocol systems. The article deals with the elaboration of the architecture and description of the opportunities of system SCADA AMR with data processing multilevel protocols DLMS, HMI.

**Key words:** SCADA, AMR, multilevel protocols, DLMS, HMI.

## INTRODUCTION

The SCADA AMR system [3] is designed to automate the process of control and account of the electricity amount consumed by the station's generators for their own needs, and amount released into the common power system. A distinctive feature of the system is: a wide range of communication channels from PLC to GSM /CDMA VLAN and protocols for exchanging with meters from IEC1107 up to modern protocol DLMS/COSEM. Objectives of the system SCADA ARM are the following:

- automation of commercial and technical metering of electricity;
- providing accurate, reliable and timely information on the generating, releasing and consumption of electricity for own purposes;
- ensuring the fulfillment of the load schedule with the required accuracy;
- reduction of the unbalance level of capacities to an acceptable level;
- ensuring the possibility of creating of tariff zones;

The developed system provides automation of the following processes:

- 1) Collection and initial processing of information, that include:
  - automatic remote interrogation of meters;
  - transfer (exchange) of information to another SCADA AMR;
  - interrogation of counters by means of the portable computer with the subsequent loading of the information in a DB SCADA AMR.
- 2) Information processing, consisting of:
  - calculation of the balance of the energy center in accordance with the instruction for accounting for electricity in power systems;
  - calculation of losses in transformers;
  - calculation of the permissible unbalance and comparison with the actual one;
  - presentation of accounting information in the form of tables, graphs, diagrams, trends, representations of mnemonic schemes;
  - calculation of the average values of the measured parameters for certain time periods
- 3) Information storage, archiving
- 4) Displaying information with HMI:
  - display of information on the monitors of workstations;
  - obtaining paper documents on printers.
- 5) Single time service, synchronization by GPS signals.

System SCADA AMR provides:

- 1) Operational control:
  - constant monitoring of the values of active, reactive and total electrical energy and power.
  - background mode for tracking deviation of specified values from specified values with audible and visual alarm to the duty operator;
  - construction of load and consumption curves with discreteness of construction of 1, 3, 5, 10, 15, 30, 60 minutes;
  - - real time visual control: load current (for each phase), supply voltage (for each phase), frequency of the mains, phase shift between current and voltage.



## 2) Statistical control:

- Daily graphs of the averaged over the hour intervals values of active and reactive power for each point of external assignment;
- summary graphs of the values of active and reactive power averaged over hourly intervals by external connections;
- current values of active and reactive power from the beginning of the month for each point of.

## SYSTEM SCADA AMR ARCHITECTURE

To perform the above functions has been developed multi-level architecture of the system consists of the following components (Fig.1):

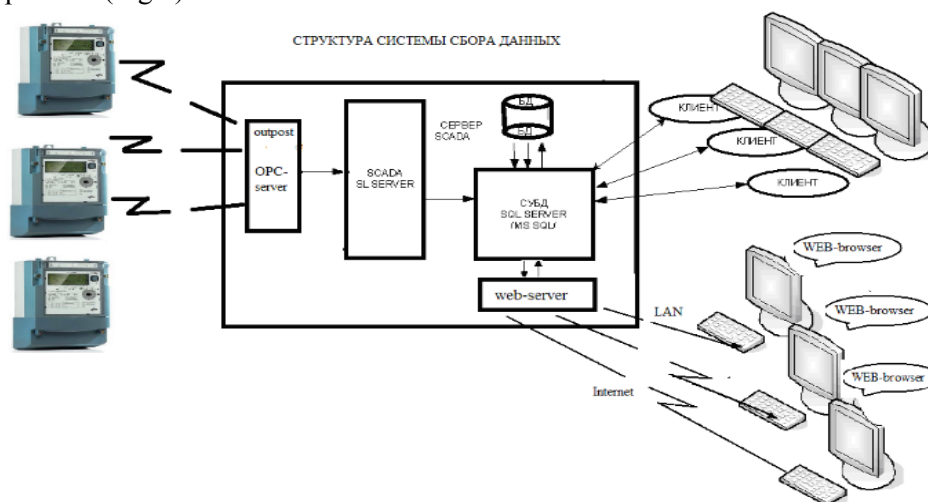


Fig. 1. Generalized configuration of the SCADA AMR.

1. The information collection system "Outpost" (OPC server) is designed to collect information from devices for collecting current and historical data from meters by means of available communication channels (Ethernet, RS485, etc.).
2. The server program "SCADA-SL Server" is designed to collect readings from meters and other operational data and to write them to the SQL database for storage and subsequent display in the operational and retrospective modes.
3. SQL DBMS - is designed to store the collected information.
4. Sec-Admin - a program that allows to administer the rights of users of the system to access data.
5. Information display system "SCADA-SL Client" is designed to display information stored in the DBMS. This program differs in its extended capabilities and assumes highly professional staff.
6. WEB-server - provides an interface between the data base SQL BMS and users of the Internet, which by means of any WEB-browser at their disposal, can view the information intended for them in on-line mode. This feature is relevant for residential consumers.

This system has following technical characteristics:

- The number of meters connected to the AMR is unlimited;
  - The number of client programs simultaneously connected to the AMR database is unlimited;
  - The period of storage of information in the AMR database is unlimited;
  - Frequency of automatic interrogation of meters is in accordance with the specifications and in fact is limited by the characteristics of the communication channel and the protocol of the exchange of the counter;
  - Types of connected meters are ZMD, SET, CE, Indigo and any other counters with digital interface and exchange protocol such as DLMS (Device Language Message Specification) or COSEM (Companion Specification for Energy Metering);
7. Complete correspondence of meter readings and information in the DB MS SQL as the counter reading is done via industrial network interface Modbus RTU, converters Ethernet.[4].

- Coordination of the operation of the complex with IS "Denergo"(DnestrEnergo).

The most significant to the user is the Program "Client". Dwell on the description of this program.

The information display system "SCADA-SL Client" consists of the following main components:

## 1) Programs.

With the help of programs all incoming information is displayed in different ways:

- operational - FRAMES - **K** Kadry;
- retrospective - VEDOMOSTI - **B** Vedo.

The program "FRAMES" is intended for graphic display of:

- current (last received) readings of sensors, meters installed at the facilities (Fig.2);
- synthetic values, calculated on the basis of current values using formulas;
- fictitious values specified by means of Graphs or Manual Input;
- current state and context switching of Switches;
- the current state of Tele signaling;
- current status of communication channels.

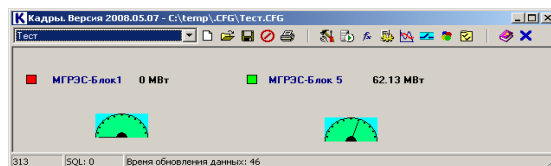


Fig. 2. Frame "Test", containing a variety of visual objects, "Working" mode.

The program "VEDOMOSTI" is intended for graphic display of:

- retrospectives of the readings of sensors, meters installed at the facilities;
- synthetic values calculated on the basis of retrospective values with the help of Formulas;
- retrospectives of fictitious values specified by Graphs or Manual Input.

The program "VEDOMOSTI" allows to:

- view the retrospective data in the form of a table through the "VEDOMOSTI" program (Fig. 3);
- calculate on the basis of the Balance sheet data (Fig. 4);
- export the data to the Excel table (Fig. 5).

	A	B	C	D	E	H	I	J	K	L	M	N	O
1	Id	Объект	Присоединение	Величина	Ед.			21.05 23:00	22.05 00:00	22.05 01:00	22.05 02:00	22.05 03:00	22.05 04:00
2	Vedo1	Слободская	6B2T	Рмгнфсум	МВт			1.897598	1.803211	1.725721	1.811489	1.816706	1.870344
3	Vedo2	Слободская	6B2T	Рмгнф1	МВт			0.648157	0.616972	0.592628	0.621734	0.630428	0.648421
4	Vedo3	Слободская	6B2T	Умгнф1	кВ			3.50595	3.53241	3.52863	3.53115	3.53178	3.54879
5	Vedo4	Слободская	6B2T	Имгнф1	А			185.58	175.38	168.36	176.76	180.84	183.48

Fig. 3. Example of Sheets in the "Work" mode.

Заголовок ведомостей													
Id	Объект	Присоединение	Величина	Ед.	21.05 23:00	22.05 00:00	22.05 01:00	22.05 02:00	22.05 03:00	22.05 04:00	22.05 05:00	22.05 06:00	22.05 07:00
Vedo1	Слободская	6B2T	Рмгнфсум	МВт	1.897598	1.803211	1.725721	1.811489	1.816706	1.870344	2.387561	2.632282	3.61247
Vedo2	Слободская	6B2T	Рмгнф1	МВт	0.648157	0.616972	0.592628	0.621734	0.630428	0.648421	0.630184	0.904441	1.22556
Vedo3	Слободская	6B2T	Умгнф1	кВ	3.50595	3.53241	3.52863	3.53115	3.53178	3.54879	3.530343	3.49146	3.41208
Vedo4	Слободская	6B2T	Имгнф1	А	185.58	175.38	168.36	176.76	180.84	183.48	236.22	260.46	370.32

Fig. 4. The balance sheet based on the VEDOMOSTI data after pressing the "Show Balance" button.

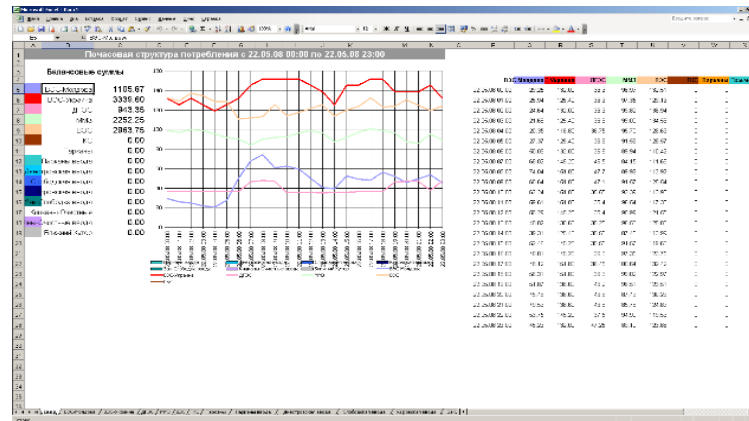







Fig. 5. Table in Excel, after clicking the button "Export to Excel".

**2) Directories. Editors and directories** allow to manage the parameters and characteristics of the system that affect the calculation and display of data.

- Formula Editor -  allows to create and modify the calculation formulas.
- ShowGuide -  allows to assign names to the incoming values in accordance with the objects and connections to which these values correspond, assign values to coefficients, offsets, and other characteristics.
- The graphics editor - Graphics -  allows to insert the values for telemetry on a daily schedule, composed by hand
- The manual input editor -  Subst - a simplified analogue of the graphs (for quantities that do not change during the day).
- Switches Editor -  Switches - allows to create and edit Switches, give them names.

**3) Help - Help files** contain help and a description for programs and directories.

## CONCLUSION

The elaborated system now is in a trial operation at the enterprise Denergo. The implementation of developed system architecture allowed additionally to read data from 125 meters in the protocol DLMS. The readings of digital meters located within the boundaries of the RM come online every 15 minutes from 32 substations 330/110kV. This system greatly enhances and improves the quality of accounting and control of energy consumption both in a separate company and throughout the country.

## References

1. SCADA SL. <http://www.sanrologic.com>.
2. DLMS/COSEM/<http://dlms.com>.
3. Vtyurin V.A. Automated control systems for technological processes. Fundamentals of automated process control system- SPb: SPbGLTA. 2006. - 152 pp.
4. Industrial Network Solutions Moxa. <http://moxa.com>.

# UTILIZAREA TRANZISTOARELOR MOSFET ÎN CALITATE DE ELEMENT DE COMUTARE ÎN ELECTRONICA DE PUTERE

Florentin DÎRZU, Ion BRUNCHI

Universitatea Tehnică a Moldovei

**Abstract:** În această lucrare se cercetează funcționarea tranzistorului MOSFET ca element de cheie electronică într-un circuit de impulsuri. Se prezintă regimul de funcționare, se măsoară caracteristicile dinamice de comutare și se cercetează metoda de îmbunătățire a lor.

**Cuvintele cheie:** tranzistor MOSFET, element de comutare, polarizare, control, tensiune, driver.

## Introducere

În electronica de putere, încet, dar sigur, tranzistoarele MOSFET (metal oxide semiconductor field effect transistor) iau locul tranzistoarelor bipolare datorită multiplelor calități pe care le oferă utilizatorului. Se cunoaște faptul că, tranzistoarele bipolare de putere necesită pentru comandă un curent de bază de ordinul sutelor de mA, deoarece factorul de amplificare în curent continuu  $\beta$  este mic și apare problema realizării unei scheme de comandă costisitoare.

Tranzistoarele MOSFET au marele avantaj că sunt dispozitive semiconductoare comandate în tensiune, curentul absorbit de grilă fiind de ordinul  $\mu\text{A}$ . Valoarea tensiunii de prag grilă-sursă ( $U_{GS}$ ) este uzual cuprinsă între 2...4 V.

O calitate importantă a tranzistoarelor MOSFET este că au curent de drenă ( $I_D$ ) format numai din purtători majoritari. Astfel, timpii de comutație sunt mai mici decât la tranzistoarele bipolare. Cu aceste tranzistoare se pot realiza surse de tensiune în comutație cu frecvență de lucru foarte mare, iar gabaritul acestora scade semnificativ.

## Structura și tipurile de tranzistoare MOSFET

Tranzistoarele MOSFET, prezentate în Figura 1, sunt dispozitive electronice cu trei terminale active: grilă G, drenă D și sursă S. Grila este izolată cu un strat de oxid de siliciu, astfel încât curentul de grilă este practic nul (ajunge chiar la  $1\mu\text{A}$ ), iar curenții de drenă și sursă sunt practic egali. Funcționarea tranzistorului se bazează pe controlul conductanței electrice a canalului între drenă și sursă, control efectuat prin tensiunea grilă-sursă. Conductibilitatea între drenă și sursă crește, când crește curentul de drenă  $I_{DS}$ .

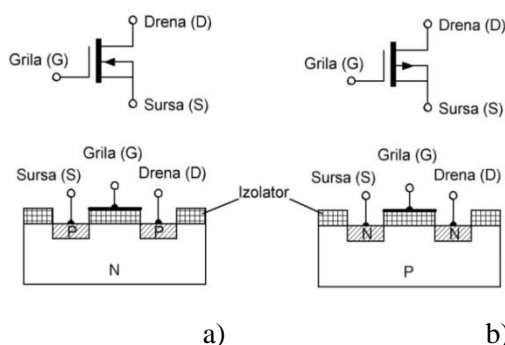


Figura 1. Tranzistoare MOSFET, cu canal N (a) și cu canal P (b)

După polaritatea lor există două tipuri de tranzistoare MOS: cu canal n (NMOS) sau canal p (PMOS), iar după principiul de funcționare avem tranzistoare cu canal indus sau canal inițial. Simbolul grafic și structura sunt prezentate pentru tranzistoarele NMOS cu canal indus în figura 1,a), iar pentru tranzistoarele PMOS în figura 1,b). Între canal și substrat există o joncțiune semiconductoare, reprezentată pe simboluri prin săgeata desenată pe terminalul substratului. Sensul săgeții arată sensul în care această joncțiune conduce: joncțiunea trebuie însă menținută întotdeauna invers polarizată, altfel ar compromite funcționarea tranzistorului. Pentru ca această joncțiune să fie blocată în orice moment, pentru un tranzistor cu canal n substratul trebuie să fie legat la cel mai coborât potențial din circuit. Când tensiune este nulă între grilă și sursă, nu există curent de drenă (în acest moment tranzistorul este închis); la aplicarea unei tensiuni pozitive care depășește o anumită valoare  $V_T$ , numită tensiune de prag (threshold în engleză), apare un canal indus, valoarea curentului fiind

controlată de tensiunea pe grila. Dacă tensiunea grilă-sursă  $V_{GS}$  depășește tensiunea de prag  $V_T$ , curentul depinde parabolic de  $V_{GS}$ .

$$\begin{aligned} I_D &= 0 \quad \text{pentru } V_{GS} < V_T \\ I_D &= K (V_{GS} - V_T)^2 \quad \text{pentru } V_{GS} \geq V_T \end{aligned} \quad (1.1)$$

Din caracteristica de transfer al tranzistorului MOSFET prezentată în figura 2,b) trebuie de remarcat că parabola are minimumul chiar pe axa orizontală, la  $V_{GS} = V_T$  și  $I_D = 0$ . Tranzistorul este considerat "complet" deschis (în starea ON) la o anumită valoare a tensiunii  $V_{GS}$ , uzual de 4 V, unde se definește curentul  $I_{D(on)}$ .

Valoarea a curentului  $I_{D(on)}$  este dată în foile de catalog, de aici s-ar putea estima valoarea parametrul  $K$  al tranzistorului care este folosit pentru a calcula transconductanța [2].

$$K = \frac{I_{D(on)}}{(V_{GS(on)} - V_T)^2} \quad (1.2)$$

$$g_m = 2K(V_{GS} - V_T) = 2\sqrt{K} \sqrt{I_D} \quad (1.3)$$

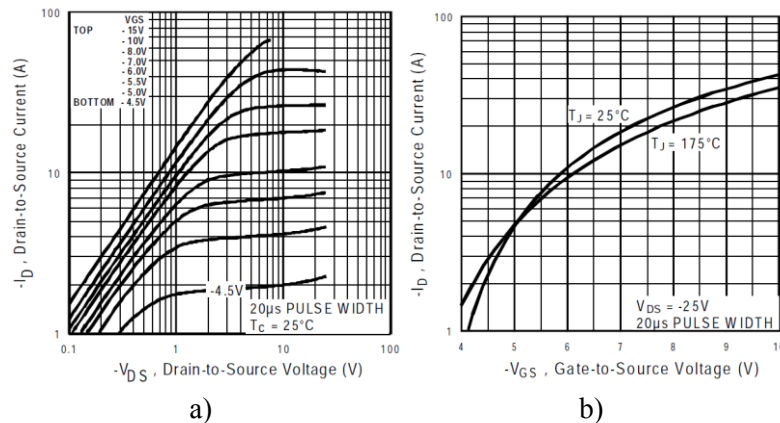


Figura 2. Caracteristicile tranzistorului MOSFET (IRF9Z34N) de ieșire (a) și de transfer (b)

Parametri tranzistorului depind de tehnologia utilizată de producător. De exemplu, pentru IFR9Z34N produs de IOR Rectifier [1], tensiunea de prag este în domeniul 2 - 4V. Caracteristica de transfer are, astfel o împrăștiere tehnologică mult mai mare decât la tranzistoarele bipolare. Dacă aplicăm pe grilă o tensiune mai mare decât tensiunea de prag (altfel tranzistorul ar fi blocat) familia de caracteristici de ieșire are forma din figura 2,a). Fiecare din caracteristici prezintă două regiuni distincte.

În prima regiune: la valori  $V_{DS}$  mici, curentul de drenă este aproximativ proporțional cu tensiunea drenă-sursă și tranzistorul se comportă ca un rezistor. Iar într-a doua regiune, tranzistorul se comportă cu totul altfel: la valori  $V_{DS}$  mari, curentul încetează practic să mai depindă de tensiunea drenă-sursă, ieșirea comportându-se ca o sursă de curent controlată de tensiunea de la grilă.

### Rezultatele cercetării experimentale

Tranzistorului MOSFET este analizat în regimul de funcționare cheie electronică. În figura 3 este prezentată schema echivalentă a tranzistorul MOSFET.

Schema echivalentă a tranzistorului MOSFET este formată din capacitățile parazite: capacitatea grilă - drenă ( $C_{GD}$ ), capacitatea grilă-sursă ( $C_{GS}$ ), capacitatea drenă-sursă ( $C_{DS}$ ), rezistența grilei ( $R_G$ ) și dioda ( $VD$ ) între drenă - sursă care este prezentă în figura de mai jos dar însa nu este ilustrată mereu în foaia de catalog.

În continuare vom analiza procesele de deschidere și închidere a tranzistorului MOSFET, diagramele în timp al cărora sunt prezentate în figura 4. Procesul de deschidere a tranzistorului MOSFET este prezentat în figura 4,a. În cazul ideal curentul drenei momentan crește până la valoarea de deschidere a tranzistorului, iar în cazul real acest proces nu are loc din cauza că tranzistorul MOSFET are un șir de capacități parazite care conduc la neliniaritatea caracteristicilor de intrare și ieșire (vezi figura 2).

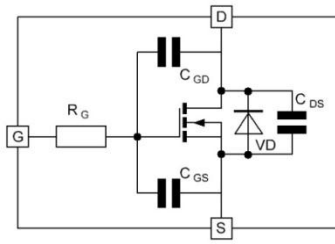


Figura 3 Schema echivalentă a tranzistorului MOSFET

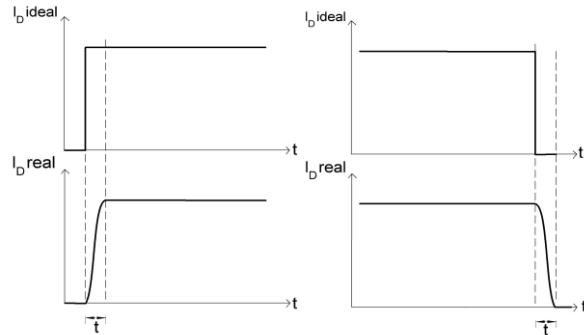


Figura 4 Procesul de deschidere (a) și procesul de închidere (b) a tranzistorului MOSFET

Curentul care circulă prin grila tranzistorului încarcă capacitatea  $C_{GS}$ . Timpul de deschidere a tranzistorului depinde de rezistența grilei  $R_G$  și capacitatea  $C_{GS}$ :

$$\tau_{desc.} = R_G \cdot C_{GS}. \quad (1.4)$$

Din formula (1.4) rezultă că pentru a micșora valoarea lui  $\tau$  este necesar de a micșora valoarea  $R_G$  sau  $C_{GS}$ , ce nu putem realiza. Micșorarea a constantei de timp  $\tau$  nu este posibilă și ca urmare micșorarea timpului de deschidere este posibilă numai prin majorarea curentului de încărcare a capacității  $C_{GS}$ . Vom analiza procesele de deschidere și închidere a tranzistorului MOSFET din figura 5,a. Tranzistorul VT1 funcționează ca un comutator care în momentul când este deschis conectează grila tranzistorului MOSFET la cel mai jos potențial al circuitului. În acest moment capacitatea grilei se încarcă și VT2 se deschide, dar cu o anumită întârziere provocată de timpul de încărcare a capacității. Când tranzistorul VT1 se închide capacitatea grilei  $C_{GS}$  se descarcă prin rezistența  $R_2$ , care este conectată între grilă-sursă a tranzistorului MOSFET. Timpul de deschidere a tranzistorului depinde de rezistențele  $R_G$ ,  $R_2$  și capacitatea  $C_{GS}$ :

$$\tau_{inc.} = (R_G + R_2) \cdot C_{GS} \quad (1.5)$$

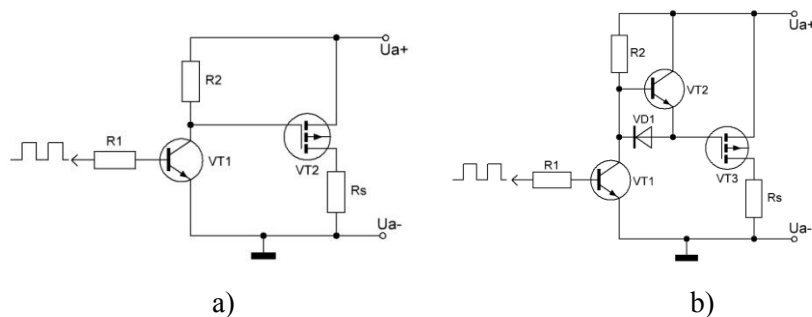


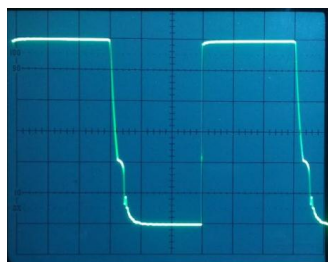
Figura 5 Tranzistorul MOSFET în regim de cheie, fără utilizarea driverului (a) și cu utilizarea driverului (b)

Din (1.4) și (1.5) se observă că timpul de închidere este mai mare decât timpul de deschidere, determinat de  $R_2$ . Cu micșorarea rezistenței  $R_2$ , se mărește curentul, și ca urmare se micșorează timpul de închidere a tranzistorului VT2. Însă, cu mărirea lui  $R_2$  se măresc pierderile, și apare necesitatea de a utiliza un tranzistor VT1 mai puternic. Aceasta este un lucru neadmisibil. Micșorarea timpului de închidere este posibilă prin utilizarea unui circuit special numit driver, prezentat în figura 5,b, care este alcătuit dintr-un tranzistor VT2 prin care forțat se descarcă capacitatea grilei.

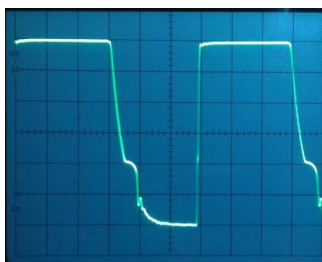
În momentul când se deschide tranzistorul VT1, grila tranzistorului VT3 se conectează la cel mai jos potențial al circuitului prin dioda deschisă VD1 și VT3 se deschide. Când tranzistorul VT1 se închide se deschide tranzistorul VT2, deoarece se aplică potențial pozitiv la baza lui prin rezistorul  $R_2$ . Dioda VD1 se închide. Capacitatea  $C_{GS}$  a tranzistorului VT3 se descarcă rapid prin tranzistorul deschis VT2. Astfel timpul de închidere se micșorează semnificativ aceasta se observă în figura 7.

Astfel după utilizarea driverului se poate obține un randament mai mare, acest lucru se poate observa din oscilोगrame obținute din rezultatele experimentale prezentate în figura 7.

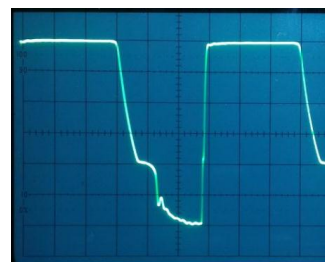
Astfel a fost montată o schemă experimentală pentru ridicarea oscilogramelor care utilizează: un generator, sursă de alimentare, oscilograf și schemele montate din figura 5, a și b. În urma efectuării am obținut următoarele oscilograme prezentate mai jos.



Oscilograma la  
frecvența de 50  
kHz



Oscilograma la frecvența de 100  
kHz



Oscilograma la frecvența de 150  
kHz

Figura 6 Oscilogramele tensiunii grilă-sursă a tranzistorului MOSFET pentru schema fără driver



Oscilograma la frecvența de 50  
kHz



Oscilograma la frecvența de 100  
kHz



Oscilograma la frecvența de 150  
kHz

Figura 7 Oscilogramele tensiunii grilă-sursă a tranzistorului MOSFET pentru schema cu driver

## Concluzie

Cercetarea efectuată arată că în cazul utilizării a tranzistorul MOSFET ca element de comutare se manifestă un șir de neajunsuri cauzate de elementele parazite ce apar în procesul de fabricare. Cel mai tare influențează capacitatea  $C_{GS}$  a tranzistorului asupra timpului de comutare. Aceasta devine foarte esențială când se mărește frecvența de lucru. Utilizarea unui circuit driver analizat în lucrare permite de a micșora timpul de închidere a tranzistorului. Timpul de deschidere de asemenea se poate de micșorat utilizând un circuit driver care va permite mai rapid de încărcat capacitatea  $C_{GS}$ . Astfel tranzistorul MOSFET poate fi utilizat în diferite circuite de comutație.

## Bibliografie

1. <http://pdf.datasheetcatalog.com/datasheet/irf/irf9z34n.pdf>
2. [http://old.unibuc.ro/prof/dinca\\_m/miha-p-dinc-elec-manu-stud/docs/2011/sep/22\\_12\\_32\\_50cap\\_7\\_v3.pdf](http://old.unibuc.ro/prof/dinca_m/miha-p-dinc-elec-manu-stud/docs/2011/sep/22_12_32_50cap_7_v3.pdf)
3. T. J. Floyd, Dispozitive electronice, Ed. Teora, București, 2003.
4. Găzdaru C., Constantinescu C. - Îndrumar pentru electroniști vol. 1- Ed. Tehnică, București 1986
5. [http://elth.ucv.ro/fisiere/probleme%20studentesti/Cursuri/Electronica%20I%209%20iunie%202009/CURS/Cp.3\\_Tranzistoare%20unipolare.pdf](http://elth.ucv.ro/fisiere/probleme%20studentesti/Cursuri/Electronica%20I%209%20iunie%202009/CURS/Cp.3_Tranzistoare%20unipolare.pdf)



# UTILIZAREA MICROCONTROLLERULUI ÎN SISTEMELE DE COMANDĂ CU STABILIZATORUL DE TENSIUNE ÎN COMUTAȚIE STEP-DOWN

Florentin DÎRZU, Ion BRUNCHI

Universitatea Tehnică a Moldovei

**Abstract:** În această lucrare se cercetează posibilitatea utilizării a unui microcontroler uzual în calitate de modul de comandă a unui stabilizator în comutație de tensiune step-down. Se prezintă o variantă posibilă de realizare a modului de comandă, și se măsoară caracteristicile stabilizatorului în comutație de tensiune. Tot o dată în această lucrare se analizează raționalitatea utilizării microcontrolerului ca modul de comandă.

**Cuvintele cheie:** stabilizator de tensiune în comutație, sistem de dirijare, microcontroler, randament, tranzistor MOSFET, parametrii.

## Introducere

Stabilizatoarele de tensiune pe larg se utilizează în diferite echipamente electronice pentru a le alimenta cu tensiune sau tensiuni continuu. Stabilizatoarele de tensiune în comutație oferă aceleași capacități de stabilizare ca și cele liniare, însă în condițiile unor pierderi de energie electrică mult mai mici. Acest avantaj impune utilizarea unor scheme electronice mai complexe. Construcția și utilizarea stabilizatoarelor de tensiune în comutație este mult mai ieftină decât utilizarea stabilizatoare de tensiune liniare clasice. Acesta este motivul pentru care astăzi producția de aparatură electronică tinde pe cât posibil să renunțe la stabilizatoarele de tensiune liniare în favoarea celor în comutație [2].

În cazul stabilizatorului de tensiune liniar curentul electric curge continuu între intrare și ieșire. În cazul stabilizatorului în comutație tensiunea de ieșire se formează din impulsuri din tensiunea de intrare. Impulsurile se formează utilizând o cheie electronică. Pentru ca aceste impulsuri să redevină tensiuni continuu și constante, înainte de ieșirea din stabilizator, sunt integrate cu ajutorul unui filtru LC format dintr-o bobină de șoc și un condensator. Este bine cunoscut că valoarea tensiunii de ieșire depinde de valoarea tensiunii de intrare și de duratele de timp în care cheia electronică este închisă și deschisă. Decizia despre durata acestor timpuri trebuie să o facă modulul de control, care trebuie să ia în considerație valorile momentane a tensiunilor de intrare și ieșire, deseori și de curentul în sarcină.

Actualmente pe larg se produc microcircuite specializate care permit realizarea a diferitor tipuri de stabilizatoare de tensiune în comutație: step-down, step-up, step-up/down. În lucrarea de față se propune de a studia posibilitatea utilizării a unui microcontroler uzual ATMEGA8 [4] în modulul de comandă [1] cu tranzistorul MOSFET, utilizat în calitate de cheie electronică, a unui stabilizator step-down.

## I. Modulul de control

În figura 1 este prezentată schema funcțională a unui stabilizator step-down [2] pentru care se va analiza posibilitatea de creare a modului de control bazat pe microcontroler. Stabilizatorul în comutație este după schemă clasică în care se utilizează tranzistorul de putere MOSFET pentru a transmite trecerea intermitentă a tensiunii de alimentare creând astfel la ieșirea lui un semnal format din impulsuri de tensiune. Integratorul constituit din bobina de șoc L și condensatorul C (filtru LC) are rolul de a transforma impulsurile de tensiune în semnal de ieșire continuu.

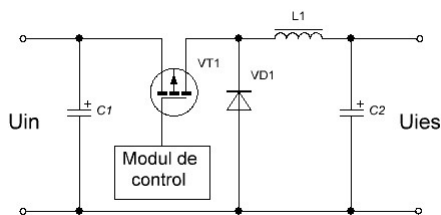


Figura 1. Schema funcțională a unui stabilizator step-down

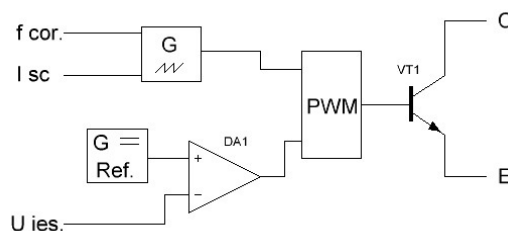


Figura 2. Schema funcțională a modului de control a unui stabilizator în comutație

Modulul de control generează impulsuri de frecvență constantă, semnal de comandă pentru elementul de comutare, durata cărora se modifică astfel încât să se obțină o tensiune constantă la ieșirea stabilizatorului.



De regulă, frecvența de lucru a acestuia este între 20 și 300 kHz. Schema funcțională a modului de control este prezentată în figura 2 și este compusă din generatorul de frecvență reglabil  $G$ , sursa de tensiune de referință  $G_{ref}$ , comparatorul DA, modulul de generare a impulsurilor PWM (pulse width modulation) și un tranzistor VT pentru a obține puterea necesară a semnalului PWM. Frecvența generatorului de impulsuri depinde de valoarea capacității a condensatorului conectat la intrarea  $f_{cor}$ . Când la intrarea generatorului  $I_{sc}$  se aplică un semnal activ, care indică că curentul prin sarcină depășește valoarea maximă, se stopează generarea impulsurilor, ca urmare și generarea semnalului PWM. În momentul, de timp când tensiunea de ieșire devine mai mare de cât tensiunea de referință, comparatorul înștiințează modulul PWM pentru a modifica corespunzător semnalul PWM.

Analizând arhitectura a microcontrolerului ATmega8 din descrierea tehnică [4] se observă că el conține toate elementele necesare pentru realizarea a unui modul de control. Realizarea modului de control pe microcontroler va permite de a schimba algoritmul de funcționare după necesitate. Modificarea algoritmului de funcționare se va efectua prin introducerea schimbărilor în softul executat de microcontroler. În urma cercetărilor efectuate a fost alcătuită arhitectura a modului de control prezentată în figura 3.

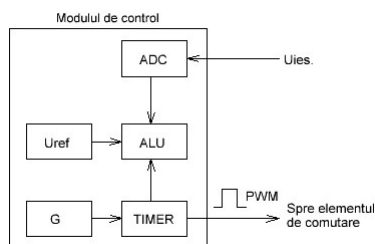


Figura 3. Arhitectura a modului de control realizată pe microcontroler

Generarea semnalului PWM se va realiza cu timer-ul T1 de 16 biți din componența microcontrolerului ATmega8, care va funcționa în regim de generare a semnalului PWM. Utilizarea timer-ului de 16 biți în comparație de cel de 8 biți permite de a genera impulsuri de durată mai precisă, ceea ce va permite de a îmbunătăți caracteristicile de ieșire a stabilizatorului. Timer-ul și toate elementele microcontrolerului se vor sincroniza de la generatorul intern  $G$  care va funcționa la frecvența maximă de 16MHz. Convertorul analog – digital ADC de 10 biți va transforma tensiunea de ieșire în cod digital care se aplică la unitate aritmetico-logică ALU. La unitatea aritmetico logică se aplică și codul de la generatorul tensiunii de referință. Tensiunea de referință este de 2,5V. Unitatea aritmetico logică compara aceste două coduri și calculează valoarea  $\Delta$  cu care trebuie de mărit/micșorat durata semnalului PWM.

Utilizarea generatorului tensiunii de referință intern de 2,5V impune condiția ca tensiunea de intrare maximă la intrarea convertorului ADC să nu depășească 2,5V (se obține prin setarea inițială a regimului de funcționare a microcontrolerului). Aceasta necesită utilizarea unui divizor de tensiune rezistiv pentru a putea măsura tensiunii de ieșire de valori mai mare de 2,5V. Microcontrolerul poate efectua conversia semnalului analogic în cod de la 6 intrări (în cazul microcontrolerului cu corpul DIP24). Acesta permite de a efectua măsurări în mai multe puncte, cum este tensiunea de intrare, curentul de ieșire, sau tensiunile de ieșire în cazul când stabilizatorul are mai multe tensiuni de ieșire.

Experimental s-a determinat ca pentru microcontrolerul ATmega8, care funcționează la frecvența maximă 16MHz, optimal este ca frecvența semnalului PWM să fie de 20 kHz. Majorarea frecvenței semnalului PWM este limitată de capacitatea de calcul a microcontrolerului, iar micșorarea ei conduce la reducerea eficienței stabilizatorului.

Convertorul ADC intern de 10 biți va efectua conversia semnalului analogic a tensiunii de ieșire a stabilizatorului în cod cu pasul de  $2,56V/1023=2,44mV$ . Ca urmare precizia tensiunii de ieșire va fi  $2,44 \cdot K$ , unde  $K$  este coeficientul de divizare a divizorului de tensiune conectat la intrarea ADC. Pentru cazul când  $K=10$  amplitudinea pulsațiilor va fi de 24,4mV.

## II. Schema stabilizatorului și rezultatele cercetării

În figura 4 este prezentată schema funcțională a stabilizatorului de tensiune în comutație comandat de microcontroler. Modulul de comandă este construit pe microcontrolerul ATmega8, unde se efectuează măsurarea tensiunii de ieșire de pe divizorul de tensiune alcătuit din rezistoarele  $R_4$ ,  $R_5$ ,  $R_6$ . Semnalul analogic măsurat se convertește de către convertorul ADC în cod digital și se aplică la unitatea aritmetico-logică ALU pentru a fi comparat cu tensiunea de referință  $U_{ref}$ . Ca rezultat se generează un cod digital ce semnifică o fantă de timp de corecție a duratei impulsului a semnalului PWM generat de TIMER. Semnalul PWM de la ieșirea

TIMER-ului se aplică la un etaj de amplificare pe tranzistorul VT1 și amplificat la grila tranzistorului MOSFET VT3, poziția comutatorului SA1 opusa celei indicate în schema din figura 4, sau la un etaj driver pe tranzistorul VT2, poziția comutatorului SA1 indicată în schemă. Microcontrolerul este alimentat cu tensiunea de +5V de la stabilizatorul de tensiune liniar DA1. Elementele L1, C5, VD2 prezintă partea tipică a stabilizatorului de tensiune în comutație.

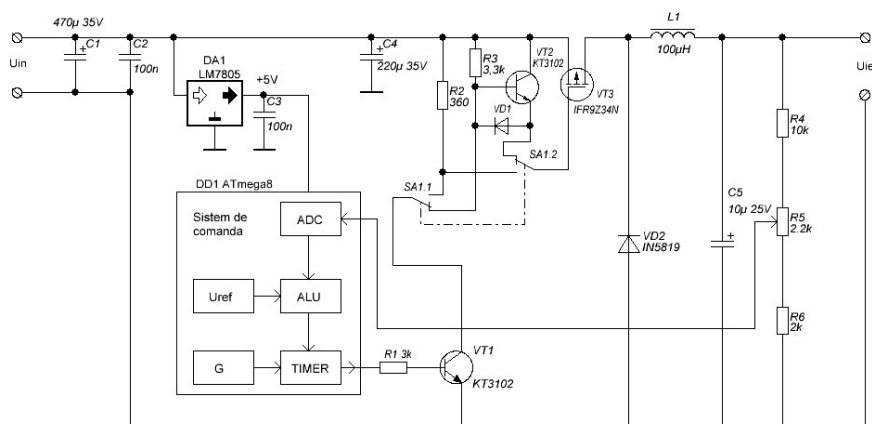
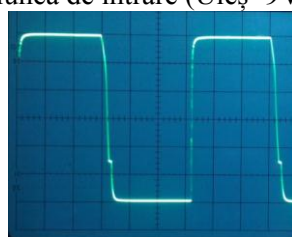


Figura 4. Schema funcțională a stabilizatorului de tensiune în comutație comandat de microcontroler

La aplicarea tensiunii la intrarea stabilizatorului modulul de control forțat generează impulsuri PWM cu durata impulsului minimală. Aceasta permite ca la ieșirea stabilizatorului să apară o tensiune de anumită valoare. Această tensiune prin divizorul de tensiune R4, R5, R6 se aplică la intrarea convertorului ADC a modului de control. Modulul de control calculează care trebuie să fie durata impulsului semnalului PWM pentru a obține la ieșirea stabilizatorului pentru cazul nostru 9V. Procesul dat se repetă în continuu asigurând o tensiune constantă la ieșirea stabilizatorului.

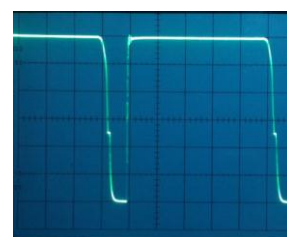
Fiind faptul că VT3 este un tranzistor cu efect de câmp MOSFET capacitatea grilei are valori considerabile, încât varierea tensiunii pe grilă depinde de rezistența și capacitatea grilei. În figura 5 sunt prezentate oscilogrammele impulsului PWM pe grilă față de sursă a tranzistorului VT3 când la grilă este conectat numai rezistorul R2. Se observă că tensiunea pe grila tranzistorului se schimbă rapid când tranzistorul se deschide, tranzistorul VT1 este deschis și grila are potențialul aproape zero. În cazul când tranzistorul VT1 se închide grila tranzistorului rămâne în „aer”, tensiunea acumulată pe capacitatea grilei se descarcă prin rezistorul R2 - se observă clar pe oscilogramme. Capacitatea grilei în acest caz se descarcă încet. Micșorând valoarea rezistenței R2 se poate de micșorat timpul de descărcare a capacității grilei, dar aceasta conduce la mărirea curentului prin rezistorul R1 ceea ce necesită de utilizat un tranzistor VT1 mai puternic ce va micșora în final randamentul stabilizatorului. Pentru a elimina acest neajuns se introduce în circuit, un etaj driver, pe VT2, VD1, R3, comutatorul SA1 este în poziția indicată pe schemă. Când tranzistorul VT1 este deschis grila a tranzistorului VT3 prin dioda VD1 este comutată la potențialul zero. Când tranzistorul VT1 este închis se deschide tranzistorul VT2 scurtcircuitând capacitatea grilei a tranzistorului VT3. Capacitatea se descarcă rapid prin tranzistorul VT2 deschis. Acest lucru se observă clar în figura 6. Ca urmare timpul de închidere a tranzistorului VT3 se micșorează, ca rezultat se micșorează degajarea de energie termică a tranzistorului și crește randamentul stabilizatorului. În figura 7 sunt prezentate dependențele randamentului stabilizatorului de tensiunea de intrare ( $U_{ieș}=9V$ ,  $I_{ieș}=0,3A$ ) pentru aceste două cazuri.



$U_{in}=18V$

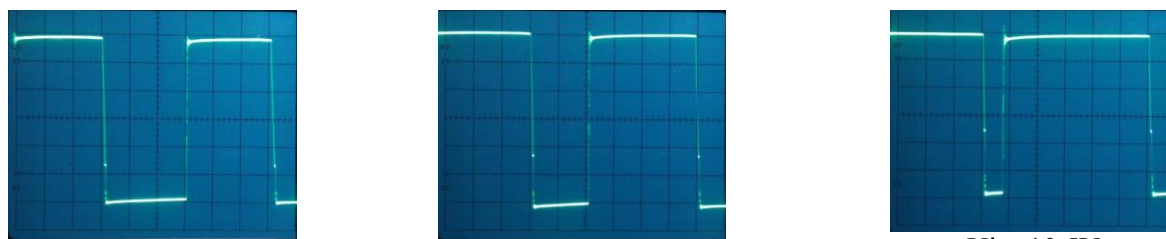


$U_{in}=14V$



$U_{in}=10.5V$

Figura 5. Oscilogrammele impulsurilor pe grila tranzistorului MOSFET fara driver



$U_{in}=18V$

$U_{in}=14V$

$U_{in}=10.5V$

Figura 6. Oscilogrammele impulsurilor pe grila tranzistorului MOSFET cu driver

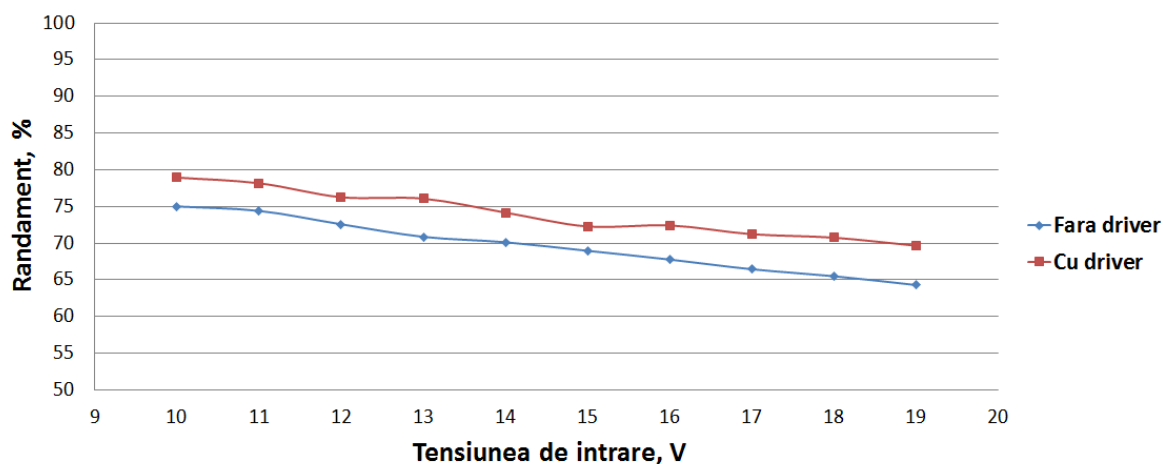


Figura 7. Dependențele randamentului stabilizatorului de tensiunea de intrare

## Concluzie

Cercetarea efectuată arată că este posibil de a utiliza un microcontroler ca modul de comandă a unui stabilizator de tensiune în comutație. Parametrii stabilizatorului sunt limitați de posibilitățile tehnice a microcontrolerului. Utilizarea microcontrolerelor mai performante va spori acești parametri. În echipamentul electronic unde se pune cerințe aspre către parametrii dinamici a sursei de alimentare este preferabil de a utiliza stabilizatoare cu circuite integrate specializate. Soluția utilizării microcontrolerului în modulul de comutare este rațional de utilizat în cazul când este necesar de implementat unele funcții specifice care nu le asigura stabilizatoarele cu circuite integrate specializate.

## Bibliografie

1. Титовская Н.И., Титовский С.Н. Применение контроллера ATmega в устройстве управления импульсным стабилизатором напряжения. //Вестник КрасГАУ. -2015. -№7.
2. "Buck-Converter Design Demystified" by Donald Schelle and Jorge Castorena, Technical Staff, Maxim Integrated Products, Sunnyvale, Calif.
3. Popescu V., Stabilizatoare de tensiune în comutație. -Editura de Vest, Timișoara, 1992. -221p.
4. [https://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-2486-8-bit-AVR-microcontroller-ATmega8\\_L\\_datasheet.pdf](https://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-2486-8-bit-AVR-microcontroller-ATmega8_L_datasheet.pdf)

# RIDICAREA CARACTERISTICILOR CURENT TENSIUNE A DISPOZITIVELOR ELECTRONICE PRIN METODA DINAMICĂ

Andrian ANTON

Universitatea Tehnică a Moldovei

**Abstract:** În aceeași lucrare se va prezenta rezultatele elaborării unui stand de laborator care poate fi utilizat pentru ridicarea caracteristicilor curent tensiune a diferitor dispozitive electronice în regim dinamic. Aceasta permite de a vizualiza caracteristicile curent tensiune și a depista rapid funcționalitatea dispozitivului electronic studiat. Concomitent această machetă poate fi utilizată la lucrări de laborator pentru instruirea studenților cu specialitatea legată de electronică și telecomunicații.

**Cuvintele cheie:** regim dinamic, diode semiconductoare, osciloscop, generator de semnale sinusoidale, caracteristica curent tensiune.

## Introducere

Scopul acestei lucrări a fost elaborarea unei machete de laborator relativ simple care permite vizualizarea caracteristicilor curent tensiune a dispozitivelor electronice în regim dinamic. Dacă ne referim la metoda clasică de ridicare a caracteristicilor curent tensiune ea prevede un șir de măsurări care ocupă mult timp, construirea caracteristicilor conform datelor obținute și numai apoi – analiza detaliată a rezultatelor obținute.

La elaborarea machetei s-a ținut cont ca ea să fie destul de simplă, să conțină un număr minim de aparate necesare și să ofere posibilitatea de a vizualiza caracteristicile curent tensiune ale dispozitivelor electronice cu înregistrarea lor concomitentă. Metoda propusă poate fi utilizată pentru efectuarea lucrărilor de laborator și verificarea parametrilor dispozitivelor electronice care vor fi apoi utilizate la montarea circuitelor electronice.

## I. Descrierea funcționării machetei de laborator

Macheta de laborator (fig.1) conține trei elemente de bază: un generator de semnal sinusoidal, circuitul propriu zis și un osciloscop care permite vizualizarea semnalului în regim X-Y. Generatorul de semnal sinusoidal furnizează tensiune în curent alternativ cu frecvența de 50 Hz. Fiind fapt că la studierea dispozitivelor electronice este necesar de a avea valori ale tensiunii destul de majore în circuit a fost utilizat un transformator de ridicare. Acest lucru se datorează faptului că generatoarele de semnal sinusoidal sunt preconizate pentru furnizarea semnalelor cu frecvență normală fără a avea concomitent valori majore ale tensiunii. Concomitent transformatorul folosit în circuit este utilizat ca dezlegare galvanică care asigură protecția generatorului în caz de scurtcircuit.

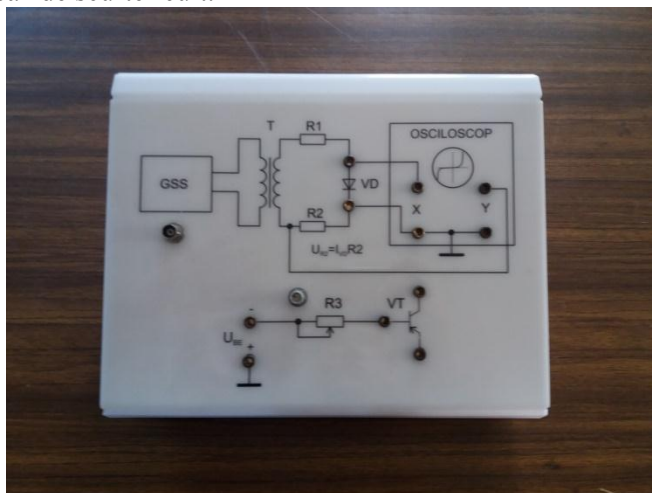


Figura 1. Schema funcțională a machetei de laborator

Să analizăm acum principiul de funcționare al machetei. La aplicarea tensiunii sinusoidale la intrarea circuitului (semiperioada pozitivă) dioda semiconductoare este polarizată direct și curentul circulă R1-VD-R2. Respectiv tensiunea aplicată la diodă este transferată la intrarea X a osciloscopului, iar tensiunea de pe rezistorul R2, proporțională curentului care circulă prin diodă, este aplicată la intrarea Y. În acest caz spotul luminos de pe ecranul osciloscopului "trasează" caracteristica curent tensiune a diodei polarizate direct de la curentul egal cu 0 până la valoarea lui maximă și invers. La semiperioada negativă a semnalului spotul luminos

”trasează” caracteristica curent tensiune la polarizare indirectă. Drept rezultat pe ecranul osciloscopului apare toată caracteristica curent tensiune. Fiind fapt că frecvența de funcționare a generatorului este 50 Hz operatorului i se face impresia că imaginea de pe ecran este staționară (efect invers al filmelor multiplicare). La efectuarea măsurărilor vom utiliza acest fapt că scara osciloscopului în coordonata X este indicată în volți. Pentru a utiliza scara Y a osciloscopului în curent apelăm la faptul că tensiunea ridicată de pe rezistorul R2 este  $U_{R2}=I_{VD}R2$ . În circuitul nostru rezistorul R2 posedă nominala de 750 Ohm.

## II. Rezultatele testării machetei de laborator

Este cunoscut că caracteristica rezistoarelor liniare prezintă nu alt ceva decât o linie dreaptă. Anume astfel de element a fost preventiv utilizat la efectuarea măsurărilor. În figura 2 este prezentată caracteristica curent tensiune a rezistorului liniar cu nominala de 10 kOhm. Utilizând metoda propusă de valorificare a axelor X și Y pentru osciloscop a fost determinată nominala rezistorului studiat care corespunde valorii reale.

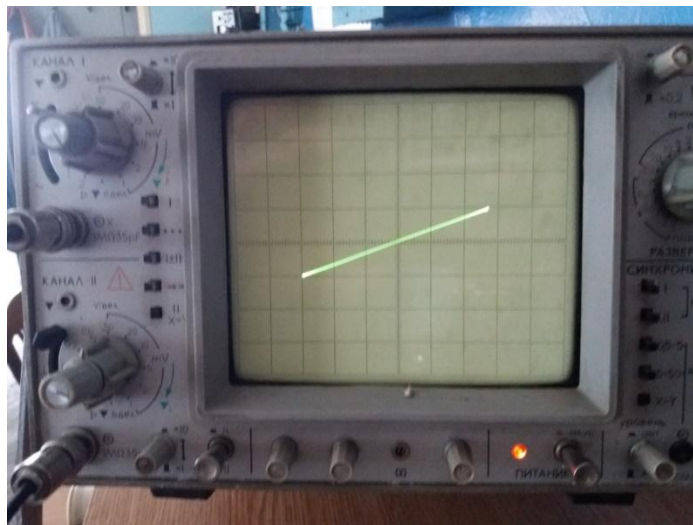


Figura 2. Imaginea caracteristicii curent tensiune pentru rezistorul liniar

În figura 3 este prezentată caracteristica curent tensiune ridicată pentru o diodă semiconductoare. Datele obținute cu osciloscopul confirmă faptul că tensiunea de activare a diodei studiate la polarizare directă este de 0.5 V, iar tensiunea de străpungere este de circa 40 V.

În figura 4 este prezentată caracteristica curent tensiune ridicată pentru o diodă Zener simplă din care se observă că tensiunea de stabilizare a acestei diode este de 3 V. Concomitent se observă că rezistența dinamică a acestei diode este destul de redusă fiind fapt că tensiunea de stabilizare practic este constantă.

În figura 5 este prezentată caracteristica curent tensiune ridicată pentru o diodă Zener simetrică. Metoda propusă permite de a ne asigura că tensiunile de stabilizare ale diodei pentru ambele polarizări sunt practic echivalente.

În figura 6 este prezentată caracteristica curent tensiune ridicată pentru o diodă semiconductoare unde se observă destul de bine că tensiunea de străpungere este de circa 90 V.

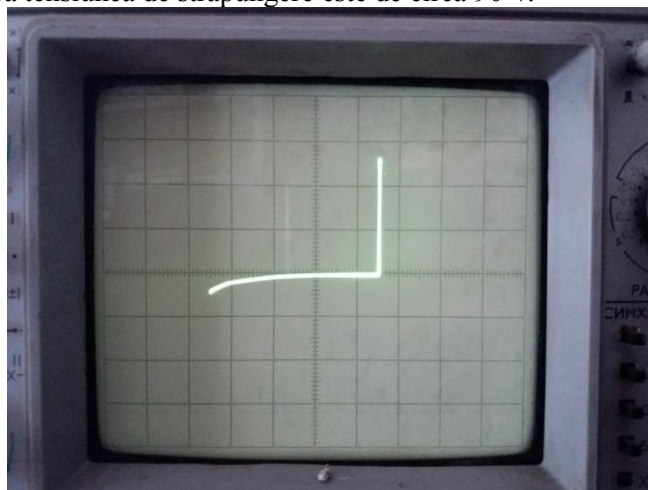


Figura 3. Imaginea caracteristicii curent tensiune pentru o diodă semiconductoare



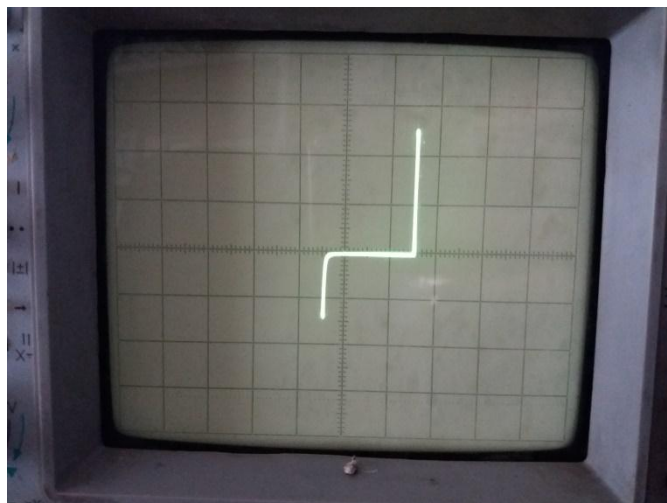


Figura 4. Imaginea caracteristicii curent tensiune pentru o diodă Zener simplă

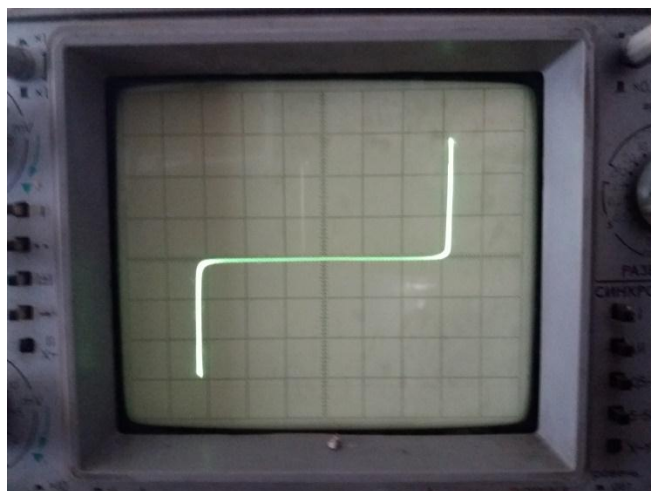


Figura 5. Imaginea caracteristicii curent tensiune pentru o diodă Zener simetrică

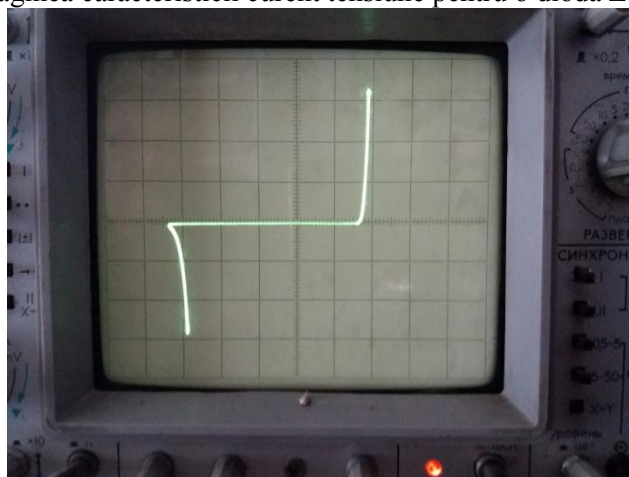


Figura 6. Imaginea caracteristicii curent tensiune pentru o diodă semiconductoare  
în regim de străpungere termică la tensiunea de circa 90 V

În figura 7 este prezentată caracteristica curent tensiune pentru o diodă tunel. Se observă destul de clar că caracteristica acestei diode posedă o regiune specifică – cu rezistență diferențială negativă.



Figura 7. Imaginea caracteristicii curent tensiune pentru o diodă tunel

### Concluzie

Rezultatele elaborării, montării și testării machetei de laborator care permite ridicarea caracteristicilor curent tensiune pentru dispozitivele semiconductoare arată că circuitul este funcțional, permițând vizualizarea caracteristicilor în regim dinamic. Concomitent el permite definirea parametrilor dispozitivelor studiate în tensiune și curent. Macheta poate fi utilizată la efectuarea lucrărilor de laborator pentru specialitățile care au în programul de învățământ discipline legate de principiul de funcționare și utilizarea dispozitivelor electronice.

### Bibliografie

1. Bejan N., Anton A. Dispozitive Electronice. Ghid de laborator. – UTM: Editura Tehnică, 2018. – 48 p.
2. [StudFiles.net/preview/2673627/page:3](https://studfiles.net/preview/2673627/page:3)
3. [www.youtube.com/?v=n7d-WgT-1Gg](https://www.youtube.com/?v=n7d-WgT-1Gg)
4. [youtube.anluong.info/xemvideo-n7d-WgT-1Gg.html](https://youtube.anluong.info/xemvideo-n7d-WgT-1Gg.html)



# ASPECTE ALE SECURITĂȚII APLICAȚIILOR WEB

Cristina COLESNICENCO

Universitatea Tehnică a Moldovei

**Abstract:** Siguranța aplicațiilor web este o componentă centrală a oricărei afaceri web. Vulnerabilitățile aplicațiilor web sunt unele dintre defectele cele mai frecvente, care duc la încălcări ale datelor care implică o defecțiune sau o slăbiciune a sistemului într-o aplicație web. Defectele de proiectare ale aplicațiilor pot fi exploatate pentru a compromite securitatea aplicației. Lucrarea prezintă principalele aspecte legate de securitatea aplicațiilor Web reale și oferă detalii despre posibilele riscuri de securitate (de exemplu, SQL injection sau Scripting Cross-Site) pentru site-urilor Web. De asemenea, materialul descrie soluții diferite pentru a preveni sau rezolva posibilele atacuri periculoase.

**Cuvinte cheie :** Aplicații WEB, vulnerabilitate, securitate, atac.

## 1. Cross-site scripting (XSS)

Atacurile de tip XSS, reprezintă o vulnerabilitate de securitate care permite infractorilor să injecteze scripturi malware în paginile web vizualizate de utilizatori, să modifice codul pe care o aplicație o livrează unui utilizator care este executat în browser-ul web al utilizatorului.

Varietatea atacurilor bazate pe XSS este aproape nelimitată, dar include în mod obișnuit transmiterea datelor private, cum ar fi cookie-urile sau informații sensibile păstrate de browser, către atacator, redirectionarea victimei la conținutul web controlat de atacator sau efectuarea altor operații rău intenționate pe dispozitivul utilizatorului sub masca site-ului vulnerabil. Scripturile malware pot chiar să rescrie conținutul paginii HTML.

Un exemplu concludent în acest caz, este atacul efectuat în anul 2017, pe eBay, în care Hackerii au exploatat vulnerabilitățile XSS stocate. Atacatorii au exploatat vulnerabilitățile de scripting ale site-ului eBay pentru a fura acreditările contului. Vulnerabilitatea ce a permis acest lucru, este că eBay a permis atacatorilor să includă JavaScript în anunțurile licitaționale. Atacatorii au folosit scripturi malware pe o varietate mare de articole de valoare mică, incluzând listări legitime care au fost deja postate de pe conturile eBay de renume, ei au compromis aceste conturi și au adăugat informații suplimentare. Pentru a remedia această problemă, eBay a blocat complet utilizarea conținutului activ (cum ar fi JavaScript). Acest lucru este implementat ca un control tehnic prin utilizarea cadrelor iframe cu Politica de securitate a conținutului și cu restricțiile sandbox.

O modalitate de a stoca date pe un site web este de a utiliza o bază de date. Există mai multe tipuri diferite de baze de date, cum ar fi o bază de date Structured Query Language (SQL) sau o bază de date Extensible Markup Language (XML). Ambele atacuri XML și SQL injectie exploatează deficiențe în program, cum ar fi nevalidarea corectă a interogărilor bazei de date.

## 2. Injecția XML

Când se utilizează o bază de date XML, o injecție XML este un atac care poate corupe datele. După ce utilizatorul oferă intrare, sistemul accesează datele solicitate printr-o interogare. Problema apare atunci când sistemul nu examinează corect solicitarea de intrare furnizată de utilizator. Criminalii pot manipula interogarea programând-o pentru a se potrivi nevoilor lor și pot accesa informațiile din baza de date. Toate datele sensibile stocate în baza de date sunt accesibile infractorilor și pot face orice număr de modificări pe site. Atacatorul poate sigila întreaga bază de date și poate chiar să se înregistreze ca administrator al site-ului.

Prevenirea injectării XML poate fi făcută prin gestionarea și dezinfectarea corectă a oricărei intrări de utilizator înainte de a se ajunge la codul principal al programului. Cea mai bună metodă este de a considera că toate intrările de utilizator sunt nesigure și de a monitoriza corespunzător această intrare. Majoritatea tipurilor de atacuri injectabile XML pot fi prevenite prin eliminarea pur și simplu a tuturor citatelor simple și duble de la intrarea utilizatorului.

## 3. Injecție SQL

Cyber criminalul exploatează o vulnerabilitate prin introducerea unei instrucțiuni SQL rău intenționate într-un câmp de intrare. Sistemul nu filtrează corect intrarea utilizatorului pentru caracterele dintr-o instrucțiune SQL. Criminalii folosesc injectarea SQL pe site-uri sau orice bază de date SQL. Criminalii pot

sparge o identitate, pot modifica datele existente, pot distruge date sau pot deveni administratori ai serverului de baze de date.

Un firewall pentru aplicații web (WAF) poate detecta și bloca atacurile SQL de bază. IDS-urile bazate pe rețea pot monitoriza toate conexiunile la serverul de baze de date și pot semnala activitate suspectă. Singura modalitate sigură de a preveni atacurile SQL Injection este validarea intrărilor și interogările parametrizate, inclusiv declarațiile pregătite. Codul aplicației nu trebuie să utilizeze direct intrarea. Dezvoltatorul trebuie să dezinstaleze toate intrările, nu numai intrările din formularul web, cum ar fi formularele de conectare.

#### **4. Buffer overflow**

Buffer overflow este unul dintre cele mai grave bug-uri care pot fi exploatare de un atacator, pentru că este foarte greu de identificat și corectat, mai ales dacă software-ul este format din milioane de linii de cod. Este aproape imposibil de eliminat în întregime acest tip de eroare. Această eroare apare atunci când există mai multe date într-un buffer decât se poate ocupa, determinând datele să se deplaseze în spațiul de stocare adiacent. Informațiile suplimentare, care trebuie să meargă undeva, pot să se reverse în spațiul de memorie alăturat, coruperea sau suprascrierea datelor deținute în acel spațiu. Acest excedent are de obicei un accident de sistem, dar creează, de asemenea, posibilitatea ca un atacator să execute un cod arbitrar sau să manipuleze erorile de codificare pentru a solicita acțiuni rău intenționate.

Pentru a preveni depășirea tamponului, dezvoltatorii de aplicații C/C++ ar trebui să evite funcțiile standard ale bibliotecilor care nu sunt bifate, cum ar fi gets, scanf și strcpy. Cea mai fiabilă modalitate de a evita sau de a preveni depășirile buffer-ului este de a folosi protecția automată la nivel de limbaj. O altă soluție este verificarea limitelor la momentul executării, ceea ce împiedică depășirea buffer-ului prin verificarea automată a faptului că datele scrise într-un buffer sunt în limitele acceptabile.

#### **5. Managementul sesiunilor și autentificări corupte**

Funcțiile de autentificare și de gestionare a sesiunilor nu sunt întotdeauna implementate corect pentru aplicații. Aceste tipuri de slăbiciuni pot permite unui atacator să capteze sau să ocolească metodele de autentificare utilizate de o aplicație web. Când se întâmplă acest lucru, un atacator ar putea compromite parolele, cheile sau jetoanele de sesiune. Scopul unui așa atac este de a prelua unul sau mai multe conturi, iar atacatorul să obțină aceleași privilegii ca și utilizatorul atacat.

Autentificarea multi-factor este una dintre cele mai bune moduri de a se apăra împotriva autentificării corupte, deoarece poate împiedica astfel de lucruri ca atacurile de re folosire a credențialelor furate. De asemenea, dezvoltatorii și administratorii nu ar trebui să livreze sau să implementeze acreditări de administrator în aplicații. În cele din urmă, ar trebui să creeze funcții care verifică parolele slabe și limitează numărul de încercări greșite de autentificare.

Se poate deci observa cât de variate pot fi atacurile la aplicațiile Web, ceea ce înseamnă că atât dezvoltatorii, dar și administratorii trebuie în permanență să implementeze diferite soluții de securitate și să monitorizeze funcționarea corectă a aplicațiilor.

#### **Bibliografie**

1. Seth Fogie (Author), Jeremiah Grossman (Author), Robert Hansen (Author), Anton Rager (Author),
2. Petko D. Petkov, *XSS Attacks: Cross Site Scripting Exploits and Defense*, 2007.
3. Prakhar Prasad, *Mastering Modern Web Penetration Testing*, 2016.
4. <https://www.veracode.com/security/buffer-overflow>
5. <https://hdivsecurity.com/owasp-broken-authentication-and-session-management>

# ATTACKS ANALYZE IN THE COMPUTER NETWORKS

Denis MALISENCU

Universitatea Tehnică a Moldovei

**Abstract:** In computers and computer networks an attack is any attempt to expose, alter, disable, destroy, steal or gain unauthorized access to or make unauthorized use of an asset. A cyberattack is any type of offensive maneuver that targets computer information systems, infrastructures, computer networks, or personal computer devices. The most common attacks are flooding, sniffing and spoofing. They are very destructive and can cause a lot of loss. Depending on context, cyberattacks can be part of cyberwarfare or cyberterrorism. A cyberattack can be employed by nation-states, individuals, groups, society or organizations. A cyberattack may originate from an anonymous source.

**Keywords:** Flooding,spoofing,sniffing,DoS,MitM,DNS,ARP,IP.

## 1. Flooding attacks

A flood is a form of denial-of-service attack in which an attacker sends a succession of SYN requests to a target's system in an attempt to consume enough server resources to make the system unresponsive to legitimate traffic. This effectively denies service to legitimate clients. Some systems may also malfunction or crash when other operating system functions are starved of resources in this way.

A denial-of-service (DoS) is any type of attack where the attackers attempt to prevent legitimate users from accessing the service or network. In the DoS, the attackers usually send several messages asking the server to accept requests from invalid return addresses.

A distributed denial of service (DDoS) attack is a malicious attempt to make an online service unavailable to users, usually by temporarily interrupting or suspending the services of its hosting server. A DDoS attack is launched from numerous compromised devices, often distributed globally in what is referred to as a botnet.

Mirai IoT botnet-is one of the most powerful DDoS attacks of all time. Essentially,Mirai functions by scouring the internet for connected, vulnerable IoT devices and will infiltrate using common factory default credentials,after witch it infects those devices with the Mirai malware. Discovered in August of 2016 by security research firm MalwareMustDie.The Dyn attack resulted in many marquee websites, including Airbnb, GitHub, Netflix, Reddit,and Twitter, being disrupted.

## 2. Spoofing attacks

A spoofing attack is when a malicious party impersonates another device or user on a network in order to launch attacks against network hosts, steal data, spread malware or bypass access controls. There are several different types of spoofing attacks that malicious parties can use to accomplish this. Examples:

- MAC spoofing - MAC spoofing is a technique for changing a factory-assigned Media Access Control (MAC) address of a network interface on a networked device

- IP spoofing – In computer networking, IP address spoofing or IP spoofing is the creation of Internet Protocol (IP) packets with a false source IP address, for the purpose of impersonating another computing system.

- Arp – In computer networking, ARP spoofing, ARP cache poisoning, or ARP poison routing, is a technique by which an attacker sends (spoofed) Address Resolution Protocol (ARP) messages onto a local area network.

- DNS - DNS spoofing, also referred to as DNS cache poisoning, is a form of computer security hacking in which corrupt Domain Name System data is introduced into the DNS resolver's cache, causing the name server to return an incorrect result record, e.g. an IP address.

Many of the protocols in the TCP/IP suite do not provide mechanisms for authenticating the source or destination of a message, and are thus vulnerable to spoofing attacks when extra precautions are not taken by applications to verify the identity of the sending or receiving host. IP spoofing and ARP spoofing in particular may be used to leverage man-in-the-middle attacks against hosts on a computer network. Spoofing attacks which take advantage of TCP/IP suite protocols may be mitigated with the use of firewalls capable of deep packet inspection or by taking measures to verify the identity of the sender or recipient of a message.

In 2015, unidentified hackers have used DNS spoofing techniques to redirect traffic from the official website of Malaysia Airlines. The new homepage showed an image of a plane with the text “404 – Plane Not

Found” imposed over it. Although no data was stolen or compromised during the attack, it blocked access to the website and flight status checks for a few hours.

In June 2018, hackers carried out a two-day DDoS spoofing attack against the website of the American health insurance provider, Humana. During the incident that was said to have affected at least 500 people, the hackers have managed to steal complete medical records of Humana’s clients, including the details of their health claims, services received, and related expenses.

### 3. Sniffing attacks

Sniffing attack or a sniffer attack, in context of network security, corresponds to theft or interception of data by capturing the network traffic using a sniffer (an application aimed at capturing network packets).

Sniffing attacks can be compared to tapping of phone wires and get to know about the conversation, and for this reason, it is also referred as wiretapping applied to computer networks. Using sniffing tools, attackers can sniff sensitive information from a network, including Email traffic (SMTP, POP, IMAP traffic), Web traffic (HTTP), FTP traffic (Telnet authentication, FTP Passwords, SMB, NFS) and many more. The Packet Sniffer utility usually sniffs the network data without making any modifications in the network's packets. Packet sniffers can just watch, display, and log the traffic, and this information can be accessed by the attacker. Example: 49 busted in Europe for Man-in-the-Middle bank attacks

Police seized laptops, hard disks, telephones, tablets, credit cards and cash, SIM cards, memory sticks, forged documents and bank account documents.

The parallel investigations uncovered international fraud totaling €6 million (about £4.4 million or \$6.8 million) – a haul that Europol says was snagged within a “very short time.”

The gang allegedly targeted medium and large European companies via MiTM attacks.

### Bibliography

1. Bastion Ballmann, *Understanding Network Hacks: Attack and Defense with Python*, 2015.
2. Matthew Monte, *Network Attacks and Exploitation: A Framework*, 2015
3. Mike O'Leary, *Cyber Operations: Building, Defending, and Attacking Modern Computer Networks*, 2015
4. Michael N Schmitt; Brian T O'Donnell; Naval War College, *Computer network attack and international law*, 2002.

# RISCURI DE NAVIGARE ÎN MEDIUL ONLINE

Doina CALMÎC

Universitatea Tehnică a Moldovei

**Abstract:** Tendința mondială de utilizare a Internet-ului atestă, astăzi, o creștere continuă, imposibil de oprit. Serviciile Internet sunt supra solicitate de utilizatori, prin completitudinea pe care o oferă, dar și prin salvarea timpului pierdut. Însă, acest aspect are, cu siguranță și o tentă negativă, deoarece Internetul este cunoscut pentru vulnerabilitatea sa, ce până în acest moment nu a reușit nicicum să fie corectată. Serviciile Internet sunt vulnerabile la o serie de programe malițioase, cum ar fi: virușii, viermii, bombele logice, Calul Troian, adware, spam, spyware, phishing, etc. În acest context, se poate de afirmat că riscul de navigare online atât pentru utilizatori, dar, mai ales pentru organizații, este unul foarte ridicat. Astfel, instruirea utilizatorilor, este un factor extrem de important pentru a reduce impactul atacurilor cibernetice.

**Cuvinte cheie:** spyware, adware, impact, bot, ransomware, virus, vierme, rootkit.

## Analiza programelor malițioase

Programele malițioase sunt utilizate cu diferite scopuri, dar cele mai comune din ele sunt: compromiterea unui sistem informațional, autentificarea neautorizată, modificarea datelor, publicitate necontrolată sau furtul de date sensibile.

În continuare, vor fi analizate, cele mai des întâlnite programe malițioase, și anume:

**1. Spyware** este proiectat pentru a urmări și spiona utilizatorul, include adesea trackere de activitate, colectarea de taste și captura de date. Într-o încercare de a depăși măsurile de securitate, aplicațiile spyware modifică adesea setările de securitate. Spyware se îmbină deseori cu software legitim sau cu cai troieni.

**2. Adware** este conceput pentru a difuza anunțuri în mod automat, cel mai des este instalat cu unele versiuni de software. Unele programe adware sunt concepute doar pentru a difuza anunțuri, dar uneori programele adware vin în tandem cu programe spyware.

**3. Bot** este un program malware conceput pentru a efectua automat acțiuni, de obicei online. În timp ce majoritatea roboților sunt inofensivi, o utilizare tot mai mare a roboților rău intenționați sunt botnet-urile. Mai multe calculatoare sunt infectate cu boturi care sunt programate să aștepte comenzile furnizate de atacator.

**4. Ransomware** este conceput pentru a deține un sistem informatic sau datele pe care le conține captiv până la efectuarea unei plăți. Ransomware funcționează de obicei prin criptarea datelor din computer cu o cheie necunoscută utilizatorului. Alte versiuni ale programului ransomware pot profita de anumite vulnerabilități ale sistemului prin blocarea sistemului. Ransomware este răspândit de un fișier descărcat sau de o vulnerabilitate software.

**5. Scareware** este un tip de malware conceput pentru a convinge utilizatorul să ia o acțiune specifică bazată pe frică. Scareware afișează ferestre pop-up care seamănă cu ferestrele de dialog din sistemul de operare. Aceste ferestre transmit mesaje false care declară că sistemul este în pericol sau are nevoie de executarea unui program specific pentru a reveni la funcționarea normală. În realitate, nu au fost evaluate sau detectate probleme și dacă utilizatorul este de acord și șterge programul menționat pentru a fi executat, sistemul său va fi infectat cu programe malware.

**6. Rootkit** este conceput pentru a modifica sistemul de operare și pentru a crea un backdoor. Atacatorii folosesc apoi backdoor-ul pentru a accesa computerul de la distanță. Majoritatea rootkiturilor profită de vulnerabilitățile software pentru a realiza escaladarea privilegiilor și a modifica fișierele de sistem. Este, de asemenea, obișnuit ca rootkiturile să modifice instrumentele de criminalistică și instrumentele de monitorizare ale sistemului, ceea ce le face foarte greu de detectat. Adesea, un calculator infectat de un rootkit trebuie să fie curățat și reinstalat sistemul de operare.

**7. Virusul** este un cod executabil malware, care este atașat la alte fișiere executabile, adesea programe legitime. Majoritatea virușilor necesită activarea lor de către utilizatorilor finali și se pot activa la un anumit moment sau dată. Virușii pot fi inofensivi și pot afișa o imagine, sau pot fi distrugători, cum ar fi cei care modifică sau șterg datele. Virușii pot fi, de asemenea, programați să muteze pentru a evita detectarea. Majoritatea virușilor sunt acum răspândiți de unități USB, discuri optice, acțiuni din rețea sau e-mail.

**8. Calul Troian** este un program malware care efectuează operațiuni rău intenționate sub masca unei operații dorite. Acest cod rău intenționat exploatează privilegiile utilizatorului care îl execută. Adesea, troienii

se găsesc în fișiere imagine, fișiere audio sau jocuri. Un cal troian diferă de un virus deoarece se atașează la fișiere non-executabile.

**9. Viermii** sunt cod rău intenționat care se repetă prin exploatarea independentă a vulnerabilităților din rețele. Viermii încetinesc, de obicei, rețelele. În timp ce un virus necesită un program gazdă pentru a rula, viermii pot rula singuri. În afară de infecția inițială, aceștia nu mai necesită participarea utilizatorilor. După ce o gazdă este infectată, viermele se poate răspândi foarte repede în rețea. Viermii sunt responsabili pentru unele dintre cele mai devastatoare atacuri pe Internet.

**10. Man-In-The-Middle (MitM)** permit atacatorului să preia controlul asupra unui dispozitiv fără cunoștința utilizatorului. Cu acel nivel de acces, atacatorul poate intercepta și captura informații ale utilizatorului înainte de a le transmite la destinația dorită. Atacurile MitM sunt utilizate pe scară largă pentru a fura informații financiare. Există multe programe malware și tehnici care să ofere atacatorilor posibilitatea de a folosi funcțiile MitM.

**11. Man-In-The-Mobile (MitMo)** este o altă variantă de om-în-mijloc, MitMo este un tip de atac folosit pentru a prelua controlul asupra unui dispozitiv mobil. Când este infectat, dispozitivul mobil poate fi instruit să exfiltreze informațiile sensibile ale utilizatorilor și să le trimită atacatorilor. Zeus, un exemplu de exploatare cu capabilități MitMo, permite atacatorilor să transmită mesaje SMS de verificare în doi pași către utilizatori.

### Reducerea impactului

În pofida faptului, că marea majoritate a companiilor mari cunosc deja totalitatea problemelor comune de navigare în Internet, și depun eforturi considerabile pentru a le diminua impactul și pentru a le preveni; nici un set de practici de securitate nu este 100% suficient pentru a proteja mediul online. Probabilitatea unui atac este direct proporțională cu importanța resurselor ce trebuiesc protejate, deoarece este important să se înțeleagă faptul că impactul unui atac pe lângă aspectul tehnic pe care îl poartă ca: furtul de date, deteriorarea proprietății intelectuale, sau acces interzis către datele autorizate; mai are și un aspect moral ce duce la pierderea reputației companiei. Toate măsurile de răspuns la un atac, au un caracter foarte dinamic, astfel, conform părerii experților în securitate informațională, trebuiesc luate câteva măsuri, în cazul în care atacul deja a avut loc, și anume:

1. Comunicarea, atât cu angajații companiei, cât și cu clienții; pentru a crea transparență, care în asemenea cazuri este crucială.

2. Analiza modului în care a fost posibil atacul și eliminarea punctelor vulnerabile, ce au fost exploatate de atacatori.

3. Educarea angajaților, partenerilor și clienților cu privire la modul de prevenire a atacurilor similare.

4. Furnizarea de detalii cum ar fi: de ce a avut loc acest incident și ce anume a fost compromis, atât timp cât, de cele mai dese ori, ținta atacurilor cibernetice o reprezintă datele personale.

5. Asigurarea că toate sistemele funcționează corect și nimic altceva nu a mai fost compromis. De cele mai dese ori, atacatorii vor încerca să lase în sistem backdoor-uri, pentru a putea să acceseze sistemul din nou. În acest caz, cu siguranță că este necesar de a verifica, pentru ca acest lucru să nu fie posibil.

### Bibliografie

1. John Aycock, *Spyware and Adware (Advances in Information Security)*, 2011.
2. Oleg Zaytsev, *Rootkits, Spyware/Adware, Keyloggers and Backdoors: Detection and Neutralization*, 2006.
3. James Kalbach, *Designing Web Navigation: Optimizing the User Experience*, 2007.

# КИБЕР АТАКИ. МИРОВЫЕ АТАКИ ЗА 2018 ГОД

Екатерина ПОЛУЯНОВ

Технический Университет Молдовы

**Аннотация:** С каждым годом мир все больше становится «цифровым» и опасность кибератак увеличивается. Растет и наносимый ими вред. А так как ситуация сама собой не исправится, то можно смело утверждать, что специалисты по информационной безопасности всегда будут востребованы.

**Ключевые слова:** Ботнеты, Эксплойты, Бэкдоры, Компьютерные вирусы, Кибератаки.

## Введение

К вредоносным программам относят любое программное обеспечение, которые несанкционированно проникающее в компьютерное оборудование. Такие продукты как правило используются для нарушения работы компьютера, хищения личных данных и т.д., чтобы в дальнейшем извлечь из этого выгоду, как правило финансовую.

К примеру, злоумышленник получает контроль над управлением компьютером, крадет конфиденциальную или личную информацию и в дальнейшем шантажирует «жертву». Вторая цель не преследует получения материальной выгоды. Использование вредоносного программного обеспечения может быть проявлением желания его создателя утвердиться в своих умениях через обычное хулиганство или шутку.

## 1. Цели атак

Атаки вредоносных программ распространяются практически на всех пользователей Интернета. Немало от вредоносных страдают предприятия и различные компании и организации, например, гостиницы, сети ресторанов. Атакам вредоносных подвергаются не только компьютеры жертв, но и веб-сайты. У них воруют информацию о клиентах и пользователей, включая данные банковских карт, что грозит потерей финансов, баз данных, корпоративной информации. Интерес представляют личные данные, информация об электронных и банковских счетах, электронная почта, пароли доступа к социальным сетям.

Самые опасные и сложные вредоносные программы создаются на заказ государственными спецслужбами или связанными с ними группами киберпреступников. Такие вредоносы имеют ярко выраженную специфику и направлены на конкретную жертву или группу жертв. Они направлены на сбор и кражу секретных данных или прямое вредительство.

## 2. Топ-атак за 2018 год

Самой крупной, по масштабам причиненного ущерба, кибер-атакой в 2018 году был взлом **криптовалютной биржи Coincheck**, в результате которого было украдено больше полумиллиарда долларов. Хакеров так и не нашли, несмотря на то, что следы похищенной криптовалюты были найдены на других криптовалютных биржах, где есть строгие правила верификации пользователей, KYC и AML правила.

Если говорить про вирусы похожие на WannaCry и в том числе по его масштабам и причиненному, то что-то крайне отдаленное случилось в компании **Boeing**. В документе, подписанном главным инженером Boeing Commercial Airplane Майклом Вандервелом, говорится, что вирус может перекинуться на программное обеспечение самолетов, а также производственные системы. Он призвал коллег к осторожности, отметив, что вирус "метастазирует". При этом на странице Boeing в твиттере говорится, что СМИ преувеличили масштабы кибервзлома. Подробности кибератаки, в том числе предполагаемое использование вируса WannaCry или подобного ему, в Boeing пока раскрывать отказались.

Что же касается кражи личных данных, то самым, пожалуй, громким случаем была кража личных данных клиентов сети отелей **Marriott**. Одна из крупнейших в мире сетей отелей, **компания Marriott International**, сообщила об утечке данных 500 млн клиентов. Это крупнейший взлом с 2013 г., когда в распоряжении киберпреступников оказались данные 3 млрд пользователей Yahoo!. В руках злоумышленников оказались сочетания имени, номера телефона, номера паспорта, адреса электронной почты, почтового адреса, даты рождения и пола не менее 327 млн человек. В Marriott не исключают,



что киберпреступники могли завладеть данными о банковских картах, которые хранятся в зашифрованном виде. Там также отмечают, что доступной оказалась информация Starwood Preferred Guest (SPG), а именно данные об аккаунте, дате рождения, поле, времени прибытия и отбытия, резервации и предпочтениях.

Личные данные около 3 млн пользователей **Facebook**, использовавших приложение с психологическими тестами, находились в свободном доступе в течение четырех лет, сообщало издание New Scientist со ссылкой на собственное расследование. Данные собирались с помощью проекта Кембриджского университета — приложения myPersonality. Оно было запущено в 2007 г. и предлагало пользователям пройти психологические тесты и быстро получить результаты. При этом определенное число пользователей соглашалось делиться своими личными данными из профилей Facebook. Результаты психологических тестов использовали академики университета Кембриджа, которые потом хранили эти данные на сайте с "недостаточными мерами предосторожности" в течение четырех лет, говорится в расследовании. На протяжении этих лет доступ к данным пользователей хакеры могли получить "без особых трудностей", отмечает издание.

### **3. Правил сетевой безопасности.**

1. Регулярно проверяйте состояние своих банковских счетов, чтобы убедиться в отсутствии «лишних» и странных операций.

2. Храните номер карточки и ПИН-коды в тайне. Запомните и сотрите/заклейте CVC-код.

3. Будьте осмотрительны в отношении писем со вложенными картинками, поскольку файлы могут содержать вирусы. Открывайте вложения только от известных вам отправителей. И всегда проверяйте вложения на наличие вирусов, если это возможно.

4. Не переходите необдуманно по ссылкам, содержащимся в спам-рассылках. Удостоверьтесь в правильности ссылки, прежде чем переходить по ней из электронного письма.

5. Не заполняйте полученные по электронной почте формы и анкеты. Личные данные безопасно вводить только на защищенных сайтах.

6. Проверяйте запросы персональных данных из каких-либо деловых и финансовых структур. Лучше обратиться в эти структуры по контактам, указанным на официальном сайте, а не в электронном письме.

7. Насторожьтесь, если кроме вас в электронном сообщении указаны другие адресаты. Крайне маловероятно, чтобы при общении с клиентом по поводу личных учетных данных банк ставил кого-то в копию.

### **Вывод**

В заключении хочется сказать, что с момент массового распространения интернета, борьба между хакерами и специалистами по безопасности с каждым годом приобретала все большие и большие масштабы, и вряд ли когда-нибудь закончится. Так как свои методы совершенствует каждая из сторон.

### **Источники:**

1. <https://www.ptsecurity.com/upload/corporate/ru-ru/analytics/Cybersecurity-threatscape-2018-rus.pdf>
2. <https://www.securitylab.ru/news/tags/%EA%E8%E1%E5%F0%E0%F2%E0%EA%E0/>

# EXPUNEREA LA ATACURI A REȚELELOR WIRELESS

Maria CERNEI

Universitatea Tehnică a Moldovei

**Abstract:** Noi posibilități de atac asupra infrastructurii interne a unei rețele de calculatoare au apărut odată cu utilizarea tot mai frecventă a rețelilor fără fir. Sistemele fără fir oferă beneficiul mobilității utilizatorilor și o desfășurare flexibilă a unei rețele într-o anumită arie. Ca orice tehnologie relativ nouă, rețelele fără fir reprezintă un mediu de comunicație susceptibil la amenințări ce țin atât de acțiuni din exteriorul mediului cât și din interiorul lui, ce poate duce ulterior la diverse probleme și breșe de securitate.

**Cuvinte cheie:** Wi-Fi, puncte de acces, protocol, securitate, smishing, grayware, EMI.

## Introducere

Rețelele wireless nu beneficiază de securitate fizică incorporată precum rețelele cu fir, deci sunt mai predispuse atacurilor. Odată obținut accesul în rețea, un intrus poate folosi cu ușurință resursele din cadrul acesteia. O serie de atacuri specifice rețelilor fără fir, pot avea loc, așa ca: atacuri la protocoalele de protecție wireless, instalarea punctelor de acces neautorizate, interferențe electromagnetice, mesaje sms care pot cauza furtul credențialelor sau descărcarea programelor malițioase în dispozitivele mobile ale victimei.

Dispozitivele mobile, smartphone-uri și tabletele, trebuie să îndeplinească anumite cerințe de securitate considerate de bază: confidențialitate, integritate și disponibilitate. Pentru a atinge aceste obiective trebuie intensiv de analizat majoritatea amenințărilor la care acestea sunt susceptibile.

## 1. Atacuri ale protocoalelor de securitate: WEP, WPA, and WPA2

Wired Equivalent Privacy (WEP) este un protocol de securitate care a încercat să furnizeze o rețea locală fără fir (WLAN) cu același nivel de securitate ca o rețea LAN cu fir. Deoarece măsurile de securitate fizică ajută la protejarea unei LAN cu fir, WEP urmărește să asigure o protecție similară pentru datele transmise prin WLAN cu criptare. Adică datele transmise sunt criptate.

WEP folosește o cheie pentru criptare. Nu există nicio prevedere pentru managementul cheilor cu WEP, astfel încât numărul de persoane care împărtășesc cheia va crește în mod constant. Deoarece toți utilizatorii utilizează aceeași cheie, criminalul are acces la o cantitate mare de trafic pentru atacuri analitice.

WEP are, de asemenea, mai multe probleme cu vectorul inițial (IV) al algoritmului RC4, care este una dintre componentele sistemului criptografic:

1. Este un câmp de 24 biți, care este prea mic.
2. Este un text clar, ceea ce înseamnă că este ușor de citit.
3. Este static, astfel încât fluxurile cheie identice se vor repeta într-o rețea ocupată.

Wi-Fi Protected Access (WPA) și apoi WPA2 au fost emise ca protocoale îmbunătățite pentru a înlocui WEP. WPA2 nu are aceleași probleme, deoarece la fiecare sesiune stabilită are loc emiterea unei noi chei de criptare, prin implementarea algoritmului AES și astfel dispare pericolul ca un atacator să poată recupera cheia prin observarea traficului. WPA2 este susceptibil totuși la atac, deoarece criminalii cibernetici pot analiza pachetele dintre punctul de acces și un utilizator legitim. Cyber criminalii utilizează un sniffer de pachete și apoi execută atacuri offline bazate pe fraza de acces (passphrase).

## 2. Puncte de acces Rogue

Un punct de acces rogue este un punct de acces wireless instalat într-o rețea securizată fără cunoștința administratorului de sistem. Dispozitivele fără fir neautorizate pot fi ascunse în interior sau atașate la un computer sau altă componentă a sistemului, sau pot fi atașate direct la un port de rețea, sau la un dispozitiv de rețea, cum ar fi un switch sau un router.

Un punct de acces rogue ar putea fi un mic punct de acces wireless conectat la un firewall sau switch sau într-un conector de rețea etc. Poate fi de asemenea și un dispozitiv mobil atașat la un dispozitiv USB care creează o conexiune wireless, punct de acces sau chiar un card wireless conectat la un server. Deoarece ele sunt instalate în spatele firewall - ului unei organizații, punctele de acces rogue pot fi letale pentru securitate.

Iată trei pericole principale ale unui punct de acces rogue:

1. Cineva autentificat neautorizat poate accesa rețeaua.
2. Punctul de acces nu este monitorizat sau gestionat de administratorul de sistem.

**3. Punctul de acces nu respectă procedurile de securitate ale altor puncte de acces wireless din aceeași rețea.**

Dar, totuși cum reușesc atacatorii, de fapt, să instaleze puncte de acces rogue? Hackerii folosesc puncte de acces rogue ca o modalitate simplă de a obține acces în sistemele de afaceri și pentru a captura datele sensibile și credențialele. O modalitate des implementată de către hackeri este de a utiliza punctele de acces rogue prin așa numitul evil twin. Evil twins sunt puncte de acces wireless configurate să pară identice cu rețeaua fără fir adevărată a unei companii. De ce? Pentru a atrage utilizatorii autorizați să se conecteze la rețeaua falsificată. Dacă punctul de acces fără fir are același nume și un identificator unic de 32 de cifre (SSID) dar și o adresă MAC, atunci dispozitivele angajaților se pot conecta automat la acesta. Dacă un evil twin are succes, un atacator se poate conecta cu ușurință la laptopul utilizatorului pentru a fura credențialele de autentificare și pentru a accesa rețeaua folosind un nume autorizat.

### **3. RF Jamming**

Semnalele wireless sunt susceptibile la interferențe electromagnetice (EMI), interferențe radio-frecvente (RFI) și pot fi chiar susceptibile la lovituri de trăsnet sau la zgomotul luminilor fluorescente. Semnalele wireless sunt, de asemenea, susceptibile la bruij deliberat. Blocarea de radiofrecvență (RF) întrerupe transmiterea unei stații radio sau de satelit, astfel încât semnalul să nu ajungă la postul de recepție.

Frecvența, modularea și puterea blocatorului RF trebuie să fie egale cu cea a dispozitivului pe care criminalul dorește să îl perturbeze pentru a bloca cu succes semnalul wireless.

Fiecare sistem inteligent de securitate DIY trebuie să aibă activată detecția blocajelor RF Honeywell. Dacă ceva sau cineva încearcă să blocheze dispozitivele fără fir, va fi afișat un semnal de eroare.

### **4. Grayware și Smishing**

Grayware-ul devine o problemă în domeniul securității mobile, odată cu popularitatea smartphone-urilor. Software-ul Gray include aplicații care se comportă într-o manieră enervantă sau nedorită. Este posibil ca software-ul Grayware să nu prezinte malware identificabil în interiorul acestuia, dar poate totuși să reprezinte un risc pentru utilizator. De exemplu, programul Grayware poate urmări locația utilizatorului. Autorii de produse grayware, de obicei, păstrează legitimitatea prin includerea capabilităților unei aplicații într-o amprentă redusă a acordului de licență software. Utilizatorii instalează multe aplicații mobile fără a lua în considerare cu adevărat capacitățile lor.

SMiShing este utilizarea tehnicii de phishing prin SMS. Utilizează serviciul de mesaje scurte (SMS) pentru a trimite mesaje text false. Criminalii îi înșală pe utilizatori să viziteze un site web sau să sune un număr de telefon. Astfel, victimele pot furniza apoi informații sensibile, cum ar fi informații despre cărțile de credit. Vizitarea unui site web ar putea duce la descărcarea, fără acordul utilizatorului, a unui program malware care infectează dispozitivul.

### **Bibliografie**

1. Richard A. Stanley, *Wireless LAN Risks and Vulnerabilities*, ISACA Journal, Volume 2, 2002.
2. David B. Jacobs, "Wireless security protocols - How WPA and WPA2 work", March 2008.
3. <https://searchnetworking.techtarget.com/Rogue-access-points-Preventing-detecting-and-handling-best-practices>.
4. <https://www.cybrary.it/0p3n/wifi-and-its-security/>.
5. <https://www.alarmnewengland.com/blog/rf-jamming>.
6. <https://www.comparitech.com/blog/information-security/smishing/>.

# INJECTION ATTACKS: HOW TO PROTECT OUR DATA

Natalia GONCEARU

Universitatea Tehnică a Moldovei

**Abstract:** Injection attacks are amongst the oldest and most dangerous web application attacks. Injection attacks are based on a single problem that persists in many technologies: namely, no strict separation exists between program instructions and user data. There are different kind of injection attacks like HTML Injection, JavaScript Injection and SQL Injection, by far the most dangerous because its affect our personal data. There are different kind of methods to help us to protect our data and check if our data was changed.

**Keywords:** Injection attacks, attacks, data, HTML, JavaScript, SQL.

## Introduction

Injection attacks refer to a broad class of attack vectors that allow an attacker to supply untrusted input to a program, which gets processed by an interpreter as part of a command or query which alters the course of execution of that program.

Injection attacks are amongst the oldest and most dangerous web application attacks. They can result in data theft, data loss, loss of data integrity, denial of service, as well as full system compromise.

Injection attacks are based on a single problem that persists in many technologies: namely, no strict separation exists between program instructions and user data (also referred to as user input). This problem allows for attackers to sneak program instructions into places where the developer expected only benign data. By sneaking in program instructions, the attacker can instruct the program to perform actions of the attacker's choosing.

A successful attack requires three elements:

- *Identifying the technology that the web application is running.* Injection attacks are heavily dependent on the programming language or hardware possessing the problem. This can be accomplished with some reconnaissance or by simply trying all common injection attacks. To identify technologies, an attacker can look at web page footers, view error pages, view page source code, and use tools such as nessus, nmap, THC-amap, and others.
- *Identifying all possible user inputs.* Some user input is obvious, such as HTML forms. However, an attacker can interact with a web application in many ways.
- *Finding the user input that is susceptible to the attack.*

## 1. HTML injection

The essence of this type of injection attack is injecting HTML code through the vulnerable parts of the website. The Malicious user sends HTML code through any vulnerable field with a purpose to change the website's design or any information, that is displayed to the user. This injection attack can be performed with two different purposes: to change displayed website's appearance and to steal other person's identity. Main types are: stored HTML injection and reflected HTML injection.

## 2. JavaScript Injection

JavaScript is one of the most popular technologies and is most widely used for web pages and web applications. It can be used for realizing different website functionalities. However, this technology can bring some security issues, which the developer and tester should be conscious about.

Javascript can be used not only for good purposes but for some malicious attacks too. One among that is Javascript Injection. Injection is to change the website's appearance and manipulate the parameters. Consequences of JS Injection can be very different – from damaging website's design to accessing someone else's account. When you are starting to test against JS Injection, the first thing you should do is to check if JS Injection is possible or not. Checking for this type of Injection possibility is very easy – when navigated to the website, you have to type in the browser's address bar code like this: `javascript:alert('Executed!');`

If a popup window with a message 'Executed!' appears, then the website is vulnerable to JS Injection. Then in the website's address bar, you can try various Javascript commands. It should be mentioned, that JS Injection is not only possible from the website's address bar.

There are various other website's elements, that may be vulnerable to JS Injection. The most important. Thing is to know exactly the parts of the website which can be affected by Javascript Injection and how to check it.

During this injection attack a malicious user can gain parameters information or change any parameters value (Example, cookie settings).

This can cause quite serious risks as a malicious user can gain sensitive content. Such type of injection can be performed using some Javascript commands. Firstly, in order to prevent this attack, every received input should be validated. Input should be validated every time, and not just when the data is initially accepted. It is highly recommended not to rely on the client side validation. Also, it is recommended to perform an important logic in the server side.

### **3. SQL Injection**

SQL Injection (SQLi) is a type of an injection attack that makes it possible to execute malicious SQL statements. These statements control a database server behind a web application. Attackers can use SQL Injection vulnerabilities to bypass application security measures. They can go around authentication and authorization of a web page or web application and retrieve the content of the entire SQL database. They can also use SQL Injection to add, modify, and delete records in the database.

An SQL Injection vulnerability may affect any website or web application that uses an SQL database such as MySQL, Oracle, SQL Server, or others. Criminals may use it to gain unauthorized access to your sensitive data: customer information, personal data, trade secrets, intellectual property, and more. SQL Injection attacks are one of the oldest, most prevalent, and most dangerous web application vulnerabilities. The OWASP organization (Open Web Application Security Project) lists injections in their OWASP Top 10 2017 document as the number one threat to web application security. To make an SQL Injection attack, an attacker must first find vulnerable user inputs within the web page or web application. A web page or web application that has an SQL Injection vulnerability uses such user input directly in an SQL query. The attacker can create input content. Such content is often called a malicious payload and is the key part of the attack. After the attacker sends this content, malicious SQL commands are executed in the database.

SQL is a query language that was designed to manage data stored in relational databases. You can use it to access, modify, and delete data. Many web applications and websites store all the data in SQL databases. In some cases, you can also use SQL commands to run operating system commands. Therefore, a successful SQL Injection attack can have very serious consequences.

The only sure way to prevent SQL Injection attacks is input validation and parametrized queries including prepared statements. The application code should never use the input directly. The developer must sanitize all input, not only web form inputs such as login forms. They must remove potential malicious code elements such as single quotes. It is also a good idea to turn off the visibility of database errors on your production sites. Database errors can be used with SQL Injection to gain information about your database.

### **Bibliografie**

1. Justin Clarke, SQL Injection Attacks and Defense, 2015.
2. <https://www.acunetix.com/websitesecurity/sql-injection2/>
3. <https://www.softwaretestinghelp.com/html-injection-tutorial/>
4. <https://www.softwaretestinghelp.com/javascript-injection-tutorial/>

# PROIECTAREA UNUI WEBSITE COMERCIAL PENTRU ÎNȚIEREA UNEI AFACERI

Angela EMANDEI

Universitatea Tehnică a Moldovei

**Abstract:** Conform Organizației Economice de Cooperare și Dezvoltare (OECD), comerțul electronic (e-commerce) reprezintă desfășurarea unei afaceri prin intermediul rețelei internet, vânzarea de bunuri și servicii având loc offline sau online. Acesta include : poșta electronică, cataloage electronice, sisteme suport pentru comerțul cu mărfuri și servicii, sisteme suport pentru preluarea de comenzi, logistică și tranzacții, sisteme de raportare statistică și informații pentru management. În prezent, și în Republica Moldova, comerțul electronic beneficiază de o poziție strategică în dezvoltarea economiei, atât la nivel național cât și internațional, evidențiind rolul întreprinderilor mici și mijlocii.

**Cuvinte cheie:** E-commerce, website, internet , oportunități , mediul economic.

## 1. Noțiuni generale

### 1.1. Definiții

Un site web este un set de pagini web legate și deservite de un domeniu web unic, care se începe cu „www” și are terminațiile .com, net, md etc. În cazul de față Site-urile de comerț electronic sunt site-uri care sunt utilizate pentru a vinde produse pe Internet. Este o metodă mult simplificată de a intra în posesia unui produs sau serviciu.

### 1.2. Aspecte și caracteristici

Un site web comercial de succes trebuie să dețină următoarele particularități:

- Prezentarea în linii generale a imaginii și politicii companiei, scurt istoric, obiectivelor și misiunii sale;
- Prezentarea catalogului de produse și servicii prestate de entitatea economică, inclusiv descrierea acestora și prețul;
- Prezența rubricii „Noutăți”, pentru a menține activ interesul clienților față de produsele, respectiv serviciile entității;
- Prezența rubricii „Coș de cumpărători” și posibilitatea de selectare în el a produselor/serviciilor dorite;
- Suport / consultanță online oferită clientului;
- Posibilitatea de achitare a produselor selectate prin mai multe metode (card bancar; sistemul de plate electronică, ex. B-Pay ; terminale de plăți electronice, ex. MMPS; numerar – la livrare, etc );
- Actualizarea informației cu privire la noi produse / servicii zilnic, sau măcar o dată în câteva zile.

### 1.3. Tipuri de site-uri comerciale

În funcție de participanții la tranzacția produselor/serviciilor distingem site-uri comerciale de tip:

1. **Business – Client (B2C)**, când o entitate economică vinde un produs sau serviciu către un client individual;
2. **Business – Business(B2B)**, când o entitate economică vinde unei alte întreprindere produse sau servicii;
3. **Client – Client (C2C)**, când un o persoană fizică / client vinde unui alte persoane fizice / client un produs sau serviciu;
4. **Client – Business (C2B)**, când un client / persoană fizică vinde unei entități economice un produs sau serviciu.

## 2. Consolidarea unui site comercial

### 2.1. Etapele realizării unei pagini web

Procesul de realizare a unui site web de tip comercial începe prin definirea strategiei și scopul site-ului, după care stabilirea modului în care va arăta și funcționa. Apoi prin intermediul soft-ului HTML (limbaj de marcare utilizat pentru crearea paginilor web) se scrie și editează pagina web, el este publicat abia după ce s-a testat funcționalitatea sa. După această etapă, se stabilește un program prin care periodic se analizează pagina și se menține continuitatea eficientă a sa. În linii generale, dezvoltarea unei pagini web are următoarele etape: planificarea, designul, dezvoltarea, testarea, publicarea și întreținerea sa.

Pentru un începător în domeniu crearea unui site-web comercial l-ar costa în jur de 133 \$ pe un an, adică aproximativ 11,1 \$ pe lună. Domain Name (numele de domeniu) – 13 \$ pe an. Dar totul este în directă

dependență de: ce produse/servicii urmează să realizeze; cine vor fi clienții principali; care va fi potențialul de clienți estimați; care este mărimea stocurilor; etc

## **2.2. Realizarea content-ului pe pagina electronica**

La etapa de întreținere a site-ului web este necesar de a respecta următoarele puncte:

- Alegem cuvintele cheie SEO (Search Engine Optimization = Optimizare pentru motoare de căutare) potrivite.

- Alegem Unde folosim cuvintele cheie

Densitatea KW ar trebui să fie de 3%, aceasta reprezintă doar o medie recomandată pe toate motoarele de căutare, precum: Google, Bing, Yahoo

- Conținut original

Conținutul SEO este în esență o pagină WEB (text, imagine, video, info-grafice). Astfel datorită cuvintelor cheie relevante utilizate, se va evidenția pagina web prin originalitate, conținut bine explicat cu grafice și imagini cu descrieri.

## **2.3. Avantajele creării unui magazin online**

1. Disponibilitatea și diversitatea extinsă. În loc să construiască un magazin în orașul său, mulți din acei care sunt la începutul activității comerciale, încep cu crearea unui magazin online. Chișinăul este un oraș cu un milion de locuitori.

2. Mai ieftin și rapid. Dezvoltarea unui magazin online este mai ieftină și mai rapidă decât construirea unui magazin obișnuit, comandarea și instalarea panourilor publicitare, precum și promovarea unor puncte de vânzare noi. Indiferent de tipul de bunuri, magazinul online este un instrument minunat de vânzări și publicitate.

3. Nu are program de funcționare limitat. În comparație cu magazinul tradițional, platforma digitală funcționează 24h/7, 365 zile pe an, însă produsele vor fi livrate în decurs de câteva ore sau zile.

4. Nu e nevoie de mulți angajați. Cu un site realizat de o firmă profesionistă, cu experiență, nu e nevoie de mulți angajați, deoarece clienții vor primi toate informațiile necesare despre produsele și serviciile pe care le oferă direct.

5. Clienții pot evalua calitatea serviciilor și produselor comercializate. În cazul în care aceștia nu sunt mulțumiți de ceea ce oferi, vei ști ce să îmbunătățești. Evaluările pozitive vor aduce noi potențiali clienți.

## **2.4. Avantajele magazinelor tradiționale**

Permite clienților să observe produsele îndeaproape. Astfel produsul poate fi analizat mai bine, iar potențialul client își poate face o idee cât mai reală asupra calității acestuia și, respectiv, va avea mai multă încredere în a achiziționa ceva palpabil.

Achiziționarea imediată a produsului. Nu va fi necesar să aștepte câteva ore sau zile pentru a-i fi livrat coletul.

Mersul la cumpărături, pentru unii clienți, este o activitate plăcută și socială. Avantaj oferit doar de magazinele tradiționale

## **Concluzii**

E-commerce-ul, este în continuă perfecționare, iar în viitorul apropiat acesta va schimba conceptul de afaceri. În mod special, în Republica Moldova aceasta va asigura o dezvoltare mai rapidă și eficientă a micilor entități economice. Deja majoritatea noilor întreprinderi se inițializează pe piață prin intermediul unei pagini web.

Raportând avantajele celor două tipuri de comercializare observăm, că comercializarea electronică este mai eficientă și logică de utilizat. Totul se realizează în timp real și clientul dispune de mai multe instrumente de a analiza produsul, de a lăsa recenzii și a-și rambursa banii sau produsul la necesitate. Astfel se realizează o relație mai strânsă, și chiar personală, între client – vânzător, ceea ce reprezintă un avantaj pentru ambele părți.

Analizând tendințele din ultimii ani putem prevedea că, în viitorul apropiat, și acest domeniu va fi rapid acaparat de evoluția digitală. Deci, orice început de afacere poate fi trecut la nivelul mediului online.

## **Bibliografie**

1. Jeffrey Eisenberg, *Fii ca Amazon: chiar și un stand cu limonadă o poate face*, Maria Britanie, 2017
2. Chris Smith, *Conversia codului*, Maria Britanie, Editura Wiley, 2016 , 192 p.
3. Chris Goward, *Ar trebui să încerci asta*, Maria Britanie, Editura Sybex, 2013, 368 p.
4. Eisenberg J. , *Chemarea la acțiune*, Marea Britanie, 2010
5. Avinash Kaushik, *Analitica WEB: Arta de responsabilitate online și știința despre clienți*, 2009 , 475 p.



# REȚELE ȘI TEHNOLOGIILE WIRELESS UTILIZATE ÎN SISTEMELE DE COMUNICAȚII

Elena TROCIN

Universitatea Tehnică a Moldovei

**Abstract.** Comunicarea electronică reprezintă un ansamblu de acțiuni și procese prin care interlocutorii transmit informație sub diferite forme. Proces absolut indispensabil în era apogeei tehnologice în care trăim, în ultimii ani online-ul a început să însemne mai mult decât un web design ci încet încet devine un stil de viață Modul de obținere rapidă a informațiilor, dar și comunicarea între indivizi la distanță a devenit în prezent o normalitate. Actualmente Republica Moldova ocupă printre primele locuri din Europa în ceea ce privește viteza la internet, numărul de companii care prestează astfel de servicii și tehnologiile tot mai noi și inovative ce sunt implementate pe scară largă în toate domeniile de activitate al economiei naționale.

**Cuvinte cheie :** rețea ,tehnologii, internet, wireless, dispozitive, informații, unde, arie de acoperire, zonă geografică, trafic, standard, canale.

## 1. Noțiuni generale

### 1.1. Definiții

Rețelele fără fir sunt rețele de aparate și dispozitive interconectate prin unde radio, infraroșii, optice și alte metode fără fir. Transferarea cât mai rapidă și corectă a informațiilor de la sursă către destinație este unul dintre lucrurile care a preocupat în mod major omenirea în ultimele decenii. Astfel în ultimii ani rețelele fără fir au constituit o soluție alternativă a legăturilor prin fir rezolvându-se în acest mod problemele de conectare dificilă când sunt mai multe fire sau conectarea la internet în zone geografice greu accesibile.

### 1.2. Aspecte și caracteristici

Tehnologiile ce au succes pe piață și în același timp aduc și profituri substanțiale au anumite avantaje:

1. comoditate la conectarea directă la rețelele de wifi, având acces la resursele rețelei indiferent de poziționarea geografică a clienților;
2. mobilitate în procesul de conectare la propria rețea deși nu sunt în locațiile proprii, putând accesa diverse aplicații și documente de care au nevoie;
3. contribuie la creșterea productivității muncii prin faptul că, accesul la informații și aplicații este facil, acesta fiind un ajutor pentru utilizatorii rețelei în desfășurarea activității;
4. configurare facilă rapidă și rentabilă în procesul de instalare a rețelei;
5. stabilitate în procesul de dezvoltare a afacerilor, atunci când este necesar de extins rețeaua acestora;
6. securitate controlată și strict administrată conform politicilor de dezvoltare ce permit accesul la date din rețea;
7. costuri reduse aproape inexistente în procesul de întreținere a acestor tip de rețele.

### 1.3. Tipuri de rețele

În funcție de aria de acoperire și a tipului de tehnologiei utilizate distingem următoarele tipuri de rețele:

1. **Rețele WPAN** (Personal Area Network) - rețea de calculatoare utilizată pentru interconectarea dispozitivelor centrate pe spațiul de lucru a unei persoane individuale, care sunt implementate într-un spațiu de aproximativ 10 metri. Aceste rețele pot fi utilizate pentru conectarea la o rețea de nivel superior atunci când un dispozitiv principal ocupă rolul de gateway. *Ex: Bluetooth.*

2. **Rețele WLAN** (Local Area Network)- aparate și dispozitive interconectate prin unde radio, infraroșii, optice și alte metode fără fir. Aceste rețele devin tot mai cunoscute în rândul utilizatorilor deoarece rezolvă cazurile de conectări a mai multor dispozitive la o singură rețea evitându-se cablurile de orice tip. Echipamentele conectează dispozitive atât la distanțe mici cât și distanțe mari. *Ex: WI-FI.*

3. **Rețelele WMAN** (Metropolitan Area Network) –rețele de mare extindere, un oraș sau o zonă geografică urbană. Folosesc tehnologia wireless sau fibră optică pentru a crea conexiuni optimizate începând cu cartiere de locuințe, zone economice și ajungând până la orașe întregi. *Ex: WiMax.*

4. **Rețelele WAN** ( Wide Area Network)- rețele ce conectează orașe, regiuni sau țări. Acestea includ linii de telecomunicații publice și elemente de legătură conectate necesar. Cel mai elocvent de astfel de rețea extinsă este Internetul.

## 2. Consolidarea unei rețele wireless

### 2.1. Etapele securizării unei rețele wireless

Într-o rețea de telecomunicații trebuie de ținut cont de toate evenimentele participante care pot să amenințe securitatea. În acest sens, pentru utilizatori incidentele de mediu sau erorile umane care pot perturba rețeaua au consecințe la fel de costisitoare similare atacurilor intenționate. Securizarea rețelei presupune

crearea unui sistem de comunicații închis (closed authentication) în care autentificarea se face pe baza listelor de control al accesului, ACL, care conțin adresele MAC autorizate, sau la care accesul este posibil numai pentru acele echipamente care dețin cheia de criptare secretă și aplică mecanismul de criptare acceptat de AP (shared 60 key). Acesta transmite la cerere un text în clar pe care solicitantul îl criptează cu chei secrete și îi returnează AP-ul, care la rândul său îl decriptează și compară textul rezultat cu originalul. Dacă cele două nu coincid, atunci accesul la rețea pentru respectivul utilizator este blocat. În general cheia folosită pentru autentificare este aceeași cu cea folosită ulterior pentru criptarea datelor. Acest fapt poate fi exploatat de eventualii intruși, care pot afla cheia și o pot folosi pentru autentificare și pentru preluarea neautorizată de informații din rețea. De oarece mai mulți utilizatori folosesc aceeași cheie de criptare se poate rezolva o lipsă de confidențialitate față de cei din același grup sau din aceeași rețea locală. Autentificarea extinsă, EAP, reprezintă un protocol de securitate de nivel doi. Atunci când un dispozitiv solicită conectarea la un punct de acces sunt parcurse următoarele etape: a) punctul de acces solicită informații de autentificare; b) clientul oferă informațiile solicitate; c) punctul de acces trimite informațiile primite unui server de autentificare și autorizare (RADIUS standard); d) pe baza autorizării de pe serverul RADIUS, clientul este admis să se conecteze.

## **2.2. Tehnologii utilizate în rețelele de comunicații actuale**

1. Bluetooth - standardul tehnologiei wireless utilizat în cadrul rețelilor WPAN cu scopul schimbului de date între dispozitivele ce se află la distanțe mici. Această tehnologie operează la 2.54 Ghz pe 79 de canale radio între care ele pot comunica aleator.

2. WI-FI(Wireless Fidelity)- tehnologie bazată pe standardele de comunicație în rețele WLAN cu viteze ce pot să fie echivalente cu vitezele de comunicație în rețelele Ethernet. Acest tip de tehnologie are banda de frecvență segmentată în 12 canale care însă nu permit arii de acoperire foarte mari ajungându-se la câteva sute de metri, mobilitatea la aceste rețele este restrânsă.

3. WiMax (Worldwide Interoperability for Microwave Access) tehnologie ce permite conexiunea pe o arie mai vastă de câțiva kilometri- reprezentând soluția optimă de înlocuire a tehnologiilor deja utilizate (Wi-Fi, GSM). Această tehnologie reprezintă o bună alternativă la conectarea prin cablu, permițând transmisiuni de date, telecomunicații și servicii IPTV, făcând parte din continuitatea planului de business al comunicației.

4. GSM( Global System for Mobile Communication)- standardul de telefonie mobilă cel mai răspândit din lume cunoscut și sub denumirea de 2G, 3G, 4G și deja în curs de implementare și 5G. Această tehnologie permite la nivel internațional roving-ul între operatorii de telefonie mobilă, iar utilizatorii nu trebuie să schimbe telefoanele pentru a putea utiliza diferite servicii.

5. GPS(Global Positioning System) sistem de poziționare global, utilizând sistemul de navigație prin satelit. Un astfel de este și cel american de navigație NAVSTAR. Acest dispune de 24 sateliți ce se află la o înălțime >20 km de la suprafața Pământului. Pentru aflarea poziției corecte a unui obiect, acest sistem folosește cel puțin 4 sateliți care calculează: latitudinea, longitudinea și altitudinea.

6. 3G(Third Generation)- ce-a de-a 3 generație de tehnologii de telecomunicații. Specificații tehnice cunoscute sub numele de IMT-2000. Spectrul de frecvență este cuprins între 400MHz și 3GHz, iar viteza este de cel puțin 200 kbit/s. Principalele aplicații ale acestei tehnologii sunt comunicațiile de date și voce, conexiuni la Internet, apeluri video și televiziune.

7. 4G (Forth Generation)- ce-a de-a 4-a generație, succesoare standardului 3G, fiind introdus în 2008. Tehnologie oferă viteză de 100 Mbit/s în cazul dispozitivelor aflate în mișcare, și o viteză de 1 Gbit/s pentru comunicațiile mobile staționare.

## **Concluzii**

Sistemele și rețelele wireless reprezintă actualmente elementele de bază al dezvoltării economiei naționale, dar în același timp acestea sunt elementele principale pe baza cărora se vor fi concepute și dezvoltate mai multe inovații. Republica Moldova este un stat relativ în curs de dezvoltare, iar noutățile tehnologice contribuie la creșterea economiei naționale. Fiind printre primii din Europa la viteza de internet, piața moldovenească în ultimii ani a devenit ținta mai multor investitori.

Raportând avantajele sistemelor wireless ușor poate fi dedus faptul că acestea reprezintă și însăși tehnologiile de viitor ce oferă un grad înalt de eficiență, mobilitate, acces nelimitate la informație și administrare individuale a propriilor rețele.

## SECȚIA ENERGETICĂ ȘI INGINERIE ELECTRICĂ

### Subsecția ENERGETICĂ

Nr.	Autorul, denumirea lucrării	Pagina
1	<b>Ghenadie Oclanschi</b> Eficientizarea funcționării sistemelor centralizate de alimentare cu energie termică prin micșorarea temperaturii agentului termic în conducta retur	60
2	<b>Каролина ЛИПСКАЯ, Наталия ЛИПСКАЯ</b> Потенциал солнечных электрических станий в Республике Молдова	64
3	<b>Apostol Irina</b> Net-zero energy building	67
4	<b>Posmac Nicolai și Posmac Ilia</b> Rețele termice inteligente.	71
5	<b>Gonța Andrei, Târnovan Ilie</b> Experiențele lui Boyle și Mariotte din fizica gazelor	75
6	<b>Efremov Cristina</b> Tranziția energetică și principalele provocări pentru Republica Moldova.	79
7	<b>Negura Călin, Borosan Constantin</b> Cadru de promovare și reglementare a cogenerării energiei și sistemelor de alimentare centralizată cu energie termică în Republica Moldova	83
8	<b>Borosan Constantin</b> Analiza sensibilității gradului optim de cogenerare în acoperirea unei curbe de sarcină termică a consumatorului rezidențial.	87
9	<b>Cobușcean Alexandru</b> Rețele de apă rece	91
10	<b>Golub Irina</b> Режимные характеристик преобразователя частоты на основе ФРТ с круговым вращением фазы, выполненного по схеме треугольника	94
11	<b>Жинган Борис</b> Улучшение режима работы сетей 6-35 кВ посредством выбора способа заземления нейтрали	98
12	<b>Oroșan Pavel</b> Integrarea surselor regenerabile de energie în clădirile cu menire socială	102
13	<b>Postoronca Sveatoslav</b> Tendențe în evoluția infrastructurii sistemelor de alimentare cu energie electrică.	106

# EFICIENTIZAREA FUNCȚIONĂRII SISTEMELOR CENTRALIZATE DE ALIMENTARE CU ENERGIE TERMICĂ PRIN MICȘORAREA TEMPERATURII AGENTULUI TERMIC ÎN CONDUCTA RETUR

Ghenadie OCLANSCHI, Sveatoslav POSTORONCĂ

Universitatea Tehnică a Moldovei, Institutul de Energetică

**Rezumat:** În lucrare sunt prezentate rezultatele studiului privind principiile actuale de funcționare ale Sistemului de Aprovizionare Centralizată cu Energie Termică (SACET) de tip închis, accentul fiind pus pe graficul de temperaturi și, în deosebi, pe temperatura agentului termic în conducta retur, posibilitățile oferite și rezultatele în urma reducerii valorii acesteia.

**Cuvinte cheie:** SACET, cogenerare, conductă retur, grafic de temperaturi.

## Introducere

Un Sistem de Alimentare Centralizată cu Energie Termică (SACET) reprezintă un ansamblu de instalații și construcții destinate producerii, transportului prin rețele termice, transformării, distribuției și utilizării energiei termice sub formă de abur, apă fierbinte sau apă caldă, legate printr-un sistem comun de funcționare (1).

SACET are începutul din perioada Imperiul Roman, aproximativ cu 2000 ani în urmă (2). Acesta, la rândul său, până în prezent este considerat o soluție tehnică, economică, estetică și socială optimă pentru încălzirea zonelor și localităților dens populate.

Pe parcursul secolelor, datorită apariției tehnologiilor noi, au avut loc multe modificări care au permis înlocuirea agentului termic în ordinea aer-apă-abur, utilizarea mai multor tipuri de combustibil primar, precum și utilizarea energiei reziduale rezultate din diferite procese tehnologice. Odată cu apariția echipamentului de reglare, aceasta a permis unificarea și dezvoltarea sistemelor de bloc/casă, cartier, sector cu relief geodezic dificil într-un sistem unic, la nivel de localitate. Măsura respectivă, la rândul său, a permis construcția Centralelor Electrice cu Termoficare (CET) de capacități mari, respectiv utilizarea cogenerării cu eficiență ridicată.

SACET din Republica Moldova, țările CSI și fostele țări socialiste din spațiul european, în structura și forma cunoscută, au fost concepute în anii 1950. Avantajul concepției constă în utilizarea energiei termice reziduale de la producerea energiei electrice, iar alimentarea consumatorilor se bazează pe principiul de reglare calitativă a energiei termice furnizată consumatorilor finali, prin modificarea de la sursa de energie a valorii temperaturii agentului termic în conducta tur în funcție de temperatura medie a aerului ambiant (6-24 ore, în dependență de inerția sistemului), umiditatea relativă a aerului exterior și viteza vântului, debitul de agent termic rămânând constant, Figura 1. Este de menționat, că graficul de temperatură are o importanță majoră în eficiența, fiabilitatea și dimensionarea SACET, deoarece cantitatea de energie livrată consumatorilor precum și debitul de agent termic care circulă în sistem sunt direct dependente de acesta, iar în funcție de debitul calculat se dimensionează buna parte a utilajului termotehnic.

În Republica Moldova prin ordinul 165 din 09.11.2015 al Ministerului Economiei au fost aprobate graficele de temperaturi pentru regimurile de lucru ale sistemelor centralizate de alimentare cu energie termică din municipiile Chișinău și Bălți, graficele menționate sunt diferite pentru fiecare sistem și au valori cuprinse între 95 – 55 °C.

Practic, majoritatea SACET din țările menționate suferă de deficiet de sarcină (debranșări masive), lipsă de investiții timp îndelungat, majorarea pierderilor și fiabilitate scăzută.

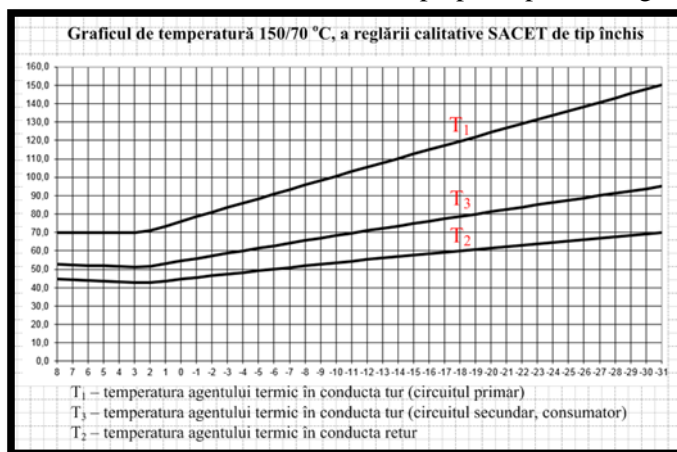


Figura 1. Exemplu grafic de temperatură

## 1. Graficul de temperaturi în funcționarea SACET

De obicei, graficul de temperaturi în sistemul de termoficare se stabilește în baza calculelor tehnico-economice realizate în dependență de puterea sistemului, condițiile climaterice, dimensiunile și localizarea geografică ale acestuia (3). Cel mai des întâlnite grafice de temperaturi în literatura de specialitate (4) sunt: 150-70; 130-70 și 95-70 °C. Se întâlnesc și grafice cu temperaturi superioare valorii de 150 °C, adică 180, 200 °C și mai mult, dar acestea sunt utilizate foarte rar și sunt destinate pentru transportul unor cantități mari de energie termică la distanțe semnificative. Totodată este de menționat că în practică se întâlnesc grafice de temperaturi cu temperaturi inferioare valorii de 70 °C, adică 65, 55 °C ș.a..

Prima valoare din grafic reprezintă temperatura agentului termic în conducta tur  $T_1$  – în SACET cel mai des întâlnită valoare este 150 °C, limita superioară fiind condiționată de parametrii termotehnici ai utilajului tehnologic (schimbătoare de căldură, rețele termice, izolație termică, echipament de pompare și automatizare). Agentul termic cu temperatura de 95 °C se utilizează la încălzirea locuințelor și este limitată de documentația normativă în domeniu, doar în cazuri argumentate și la încălzirea încăperilor cu destinație non locativă se permite majorarea temperaturii agentului termic. Limita inferioară din grafic reprezintă temperatura agentului termic în conducta retur  $T_2$  – în SACET cel mai des întâlnită valoare este 70 °C și este condiționată de parametrii nominali ai echipamentului de încălzire la consumatori. Spre exemplu, producătorii de calorifere garantează puterea declarată a acestora în cazul când sunt respectate următoarele condiții:  $\Delta T$  între temperatura ambiantă (încăpere/cameră) și temperatura agentului termic din aparat trebuie să fie 70 °C (în încăperile de locuit temperatura normată este 20 °C), respectiv, temperatura  $T_1$  este necesar să fie 90 °C, iar la asigurarea debitului nominal prin corpul de încălzire se asigură  $\Delta T_{\text{calorifer}} = 20$  °C, respectiv  $T_2 = 70$  °C [1].  $T_2$  în comparație cu  $T_1$  nu este reglementat spre micșorare, se interzice doar creșterea  $T_2$  funcție de graficul aprobat:

$$T_2 = T_1 - \Delta T_{\text{calorifer}} = 90 - 20 = 70, ^\circ\text{C}. \quad (1)$$

În practică deseori sunt întâlnite exemple când furnizorul de energie termică reduce valorile graficului de temperaturi față de cel proiectat inițial, prin modificarea atât a valorii  $T_1$  cât și a valorii  $T_2$  ale agentului termic livrat. La prima vedere pare că furnizorul, pentru a reduce pierderile de energie în rețelele termice, micșorează volumul de energie livrat consumatorilor și respectiv - temperatura aerului în încăperi. În realitate situația este alta, deoarece, o bună parte din consumatori, pe parcurs au întreprins un șir de măsuri tehnice în locuințe, și anume:

- au înlocuit geamurile și ușile;
- au izolat logia (balconul);
- au anvelopat locuința;
- sistem de ventilație nefuncțional la majoritatea blocurilor de locuit (sau funcționează parțial);
- considerabil s-a majorat cantitatea tehnicii de uz casnic electrificat.

Măsurile enumerate au dus la reducerea considerabilă a pierderilor de energie prin îngrădirile de protecție a locuințelor și la micșorarea sarcinii termice necesare pentru încălzire (până la 50%) (5). Astfel, temperatura aerului în aceste încăperi a început a crește peste 22 °C, acest fapt conduce la reducerea cantității de căldură transmisă de corpurile de încălzire, ceea ce în final duce la majorarea  $T_2$  agentului termic în SACET.

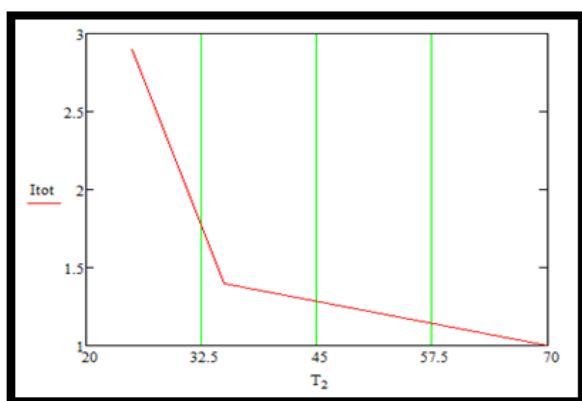


Figura 2. Prezentarea grafică a raportului  $T_2/I_{\text{cost}}$

Este de menționat că cu reducerea sarcinii pentru încălzire și ventilație crește ponderea energiei termice pentru prepararea apei calde menajere (ACM), acest factor reduce considerabil valoarea  $T_2$  agentului termic în SACET.

Reducerea majoră a sarcinii termice datorită debransărilor în masă de la SACET de către populație și sectorul industrial, au lăsat rezerve imense la capitolul transportării agentului termic. Respectiv, având pe de o parte rezerve de debit și pe de altă parte - diminuarea sarcinii termice, au permis reducerea graficului de temperaturi, efectul scontat fiind asigurarea consumatorilor cu confort termic optimal și reducerea pierderilor de energie în rețelele termice (6).

## 2. Unele caracteristici ale echipamentului termotehnic destinat consumului

Condițiile economice actuale impun consumatorii în continuare de a-și micșora consumul de produse energetice.

Condițiile economice actuale impun consumatorii în continuare de a-și micșora consumul de produse energetice. În perioada rece cheltuielile pentru consumul de energie termică predomină semnificativ în facturile pentru serviciile comunale, acest fapt provoacă trecerea consumatorilor la sisteme ce permit reglarea consumului de energie termică în funcție de necesitate și confortul individual. În același timp, este de menționat, că asemenea sisteme au efecte pozitive mai mari în cazul anvelopării clădirii și înlocuirii geamurilor vechi. La această categorie de sisteme pot fi atribuite cele numite „cu distribuție pe orizontală” și care au la bază principiul reglării cantitative a energiei termice consumate, iar în cazul aplicării și varierii temperaturii agentului termic de la sursă, se consideră cu reglare „cantitativ-calitativă” (7). Efectele economice în cazul implementării sistemelor menționate sunt pozitive (reducerea costurilor până la 30 %) (8).

Dezavantajele utilizării acestora sunt: schemă mult mai complicată, imposibilitatea conectării unilaterale (în cazul blocurilor multietajate cu sistem de încălzire cu distribuție pe „verticală”), preț ridicat de proiectare, montare și mentenanță. Caloriferele fiind conectate în paralel la colectorul de intrare în apartament trebuie să asigure o valoare a  $T_2$  de max 70 °C (sau cea contractată), însă reducerea valorii  $T_2$  generează o majorare a suprafeței de încălzire a caloriferelor, ceea ce la rândul său majorează valoarea investiției inițiale (neargumentată pentru consumator).

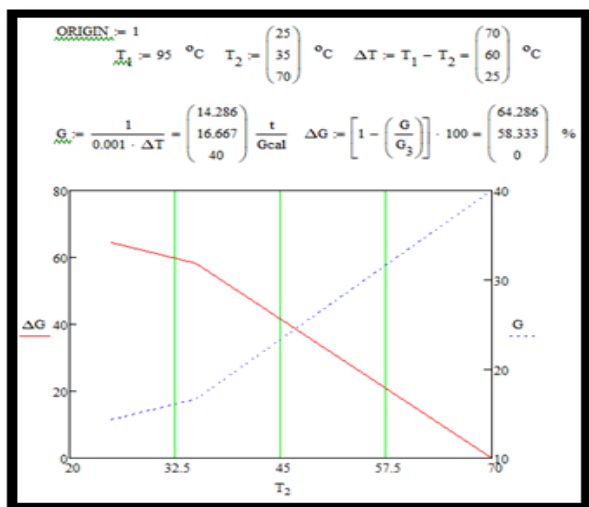
Totodată, se bucură de succes și utilizarea sistemelor de încălzire tip „podea caldă” care, în deosebi, sunt instalate în bucătărie, baie și antreu. Asemenea soluții sunt specifice prin faptul că obligatoriu funcționează cu agent termic la temperaturi reduse ( $\leq 50$  °C).

În Figura 2 este prezentată diferența de cost în funcție de soluția implementată pentru încălzire, informația fiind obținută de la un agent economic specializat în montarea sistemelor de încălzire. Unitatea costului fiind atribuită soluției clasice.

**Tabelul 1.** Variația investițiilor pentru diferite tipuri de corpuri de încălzire

Nr. d/o	Tip corp de încălzire	$T_{2min}$ , °C	$I_{cost}$ , un relative
1	Podea caldă	25	2,9
2	Calorifer cu suprafața mărită	40-30	1,4
3	Calorifer obișnuit	70	1,0

Indiferent de soluția aplicată, este necesar să fie respectat bilanțul energetic  $Q_{sarcină} = Q_{consum}$ , însă, în funcție de soluția selectată, debitul necesar pentru transportarea unei unități de energie va fi diferit. În continuare este prezentată formula de calcul a energiei termice [2].



**Figura 3.** Prezentarea grafică a raportului  $G, \Delta G/T_2$

fi redus până la ~ 60%.

$$Q = G \times C \times (T_1 - T_2) \quad (2)$$

Unde:  $Q$  – energia consumată, Gcal;  $G$  – debitul de agent termic, t;  $C$  – căldura specifică a apei, =0.001 Gcal/(t\* °C);  $T_1, T_2$  – temperatura agentului termic în tur și retur, °C,  $T_1 = 95$  °C.

Din formula [2] deducem  $G = Q / (C \cdot \Delta T)$ , și calculăm diferența procentuală  $\Delta G$ , valoarea de referință se consideră soluția nr. 3 din Tebelul 1.

Prezentăm datele menționate în programul Mathcad și efectuăm calculele pentru toate 3 cazuri conform Tabelului 1.

Rezultatele sunt reflectate în Figura 3, din care se observă că micșorarea  $T_2$  are efect direct asupra reducerii debitului de agent termic, în cazul  $T_1 = 95$  °C debitul agentului termic pentru încălzire poate

## Concluzii

1. Micșorarea valorii  $T_2$  a agentului termic în conducta retur practic totalmente depinde de consumatorii finali.
2. Funcționarea SACET cu un grafic redus de temperaturi (pentru consumatorii existenți) este posibilă.
3. Echipamentul și soluțiile moderne de alimentare a consumatorilor cu energie termică, permit utilizarea agentului termic cu temperaturi reduse (potențial exergetic micșorat), însă lipsește motivarea consumatorilor de a aplica mai intens aceste soluții la efectuarea construcției sau reconstrucției.
4. Reducerea valorii temperaturii  $T_2$  va genera un șir de avantaje pentru funcționarea SACET precum: diminuarea debitelor, reducerea pierderilor de energie termică în conducta retur, reducerea energiei electrice consumate pentru transportul agentului termic, majorarea randamentului termic la CET-uri, majorarea capacității de transport a energiei termice prin rețelele existente sau micșorarea gabaritelor utilajului tehnologic la efectuarea reconstrucțiilor sau reparațiilor capitale, reducerea probabilității apariției rupturilor în rețelele termice în rezultatul loviturilor de berbec ș. a.
5. Este necesară implicarea organelor de reglementare la nivel național pentru crearea stimulentele care vor provoca utilizarea mai intensă a energiei termice cu temperaturi scăzute. Tariful diferențial care este funcție de valoarea  $T_2$  ar fi una din soluții. Efectul scontat este: reducerea intensității energetice la nivel local și național, reducerea semicosturilor pentru energia termică furnizată.

## Bibliografie

1. <http://lex.justice.md/viewdoc.php?action=view&view=doc&id=301985&lang=1>. SACET.
2. [https://ro.wikipedia.org/wiki/%C3%8Enc%C4%83lzure\\_central%C4%83](https://ro.wikipedia.org/wiki/%C3%8Enc%C4%83lzure_central%C4%83).
3. Схема теплоснабжения города Москвы на период до 2030 года с учетом развития присоединенных территорий.
4. В.И Манюк, Я.И.Каплинский, Э.Б.Хиж, А.И.Манюк, В.Ильин., «Наладка и эксплуатация водяных тепловых сетей», 3-е изд., М., Стройиздат, 1988;.
5. Петрущенко В. А., «Обоснование пониженного температурного графика регулирования централизованных систем теплоснабжения», сайт [http://www.rosteplo.ru/Tech\\_stat/stat\\_shablon.php?id=3049](http://www.rosteplo.ru/Tech_stat/stat_shablon.php?id=3049);
6. Д. Турлайс, профессор, А. Сорочинс. Д. Турлайс, профессор, А. Сорочинс, ассистент, кафедра теплоэнергетических систем Рижского технического университета; А. Жигурс, председатель правления, А. Церс, член правления, АО «Ригас Силтумс» г. Рига, Латвия  
Отношение между эффективностью и типом рег. [Interactiv]
7. 11-th International Conference on Electromechanical and Power Systems (SIELMEN 2017), 11 October 2017 Iasi / 12-13 October 2017, Chisinau "Analysis of the state and methods for increasing the efficiency of operation of district heating system in the Chisi.
8. [https://www.termoelectrica.md/ro\\_RO/dezvoltare/pti-distributia-pe-orizontala/](https://www.termoelectrica.md/ro_RO/dezvoltare/pti-distributia-pe-orizontala/).



# ПОТЕНЦИАЛ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ В РЕСПУБЛИКЕ МОЛДОВА

*Каролина ЛИПСКАЯ, Наталия ЛИПСКАЯ*

*Технический Университет Молдовы*

**Резюме:** С каждым годом, мы инженеры наблюдаем глобальную проблему безостановочное использование не возобновляемых источников энергии, что приводит к уменьшению их запасов, а так же мы видим насколько наша природа страдает от вредных выбросов в атмосферу, воду, землю при производстве энергии. Для того, чтобы уменьшить загрязнение окружающей среды, а так же для эффективного использования возобновляемых источников энергии, таких как: солнце, ветер, вода (волны) были разработаны ряд инженерных сооружений. В своей работе я затрону потенциал СЭС в климатических условиях Республики Молдова.

**Ключевые слова:** электроэнергия, генерация, фотоэлементы, солнечная электрическая станция.

В настоящее время Республика Молдова остро испытывает дефицит в производстве собственной электрической энергии; По данным отчета Национального Агентства Урегулирования в Энергетике, 82% электроэнергии потребленной Республикой за 2017гг, в страну было импортировано из-за рубежа [1], и цены на энергоносители для макроэкономического сектора республики, так- же как и для населения находятся в зависимости от курса валюты, цены импортера и других макро и мезоэкономических факторов риска;

В целях обеспечения энергетической безопасности Республика Молдова, руководством страны принята Национальная Программа Энергетической Безопасности, предусматривающая планомерный перевод домохозяйств на энергию, вырабатываемую из альтернативных источников; К 2020г - 20% энергии, потребляемой в стране, должно генерироваться за счет альтернативных возобновляемых источников энергии. [2]

Нехватка электроэнергии провоцирует меры по ее экономии и принудительного уменьшения количества ее потребления, поставщиком производятся плановые отключения электроэнергии, от централизованной системы трансляции, по графику поочередно всех потребителей районов муниципия Кишинэу и Республики. Отключения электроэнергии - очень острая проблема, особенно для районов юга Молдовы, так - как с отключением электроэнергии прерывается работа медицинского оборудования больниц, родильных домов, в том числе аппаратов жизнеобеспечения пациентов операционных и реанимационных отделений; а также оборудование пекарен, столовых, следовательно - детских садов, школ т.п.

Самым большим потребителем электроэнергии в республике является Столица - муниципий Кишинёв, а в ситуации общей нехватки электроэнергии в стране, энергетическая безопасность Молдовы и муниципия Кишинёв напрямую зависят от прихотей импортеров электроэнергии, количества и цены ее импорта, курса валюты и многих других факторов.

В настоящее время учеными разработаны несколько альтернативных экологически чистых методов производства различных видов энергии из возобновляемых источников:

- термическая энергия, вырабатывается посредством использования термальных вод и источников Земли;
- кинетическая энергия воды: водопадов, волн, течений, а также приливов морей и океанов,
- гелиотермическая энергия, вырабатывается преобразованием инфракрасного излучения Солнца;
- генерация электроэнергии, преобразованием кинетической энергии ветра;
- генерация электроэнергии, преобразованием излучения Солнца;

Одним из инновационных методов генерации электрической энергии из возобновляемого источника, доступного на территории Республика Молдова, является технология фотовольтаической электрической станции (СЭС), основанная на эффекте преобразования солнечного излучения в электрическую энергию, открытого Николой Тесла, названного фотовольтаикой. [3]

Солнечная электрическая станция (СЭС) - это инженерное сооружение, служащее преобразованию солнечного излучения в электрическую энергию, посредством использования кремниевых фотоэлементов, консолидируемых в модули. [3] Способы преобразования солнечной радиации различны и зависят от конструкции электростанции. Устанавливаться СЭС могут практически везде, начиная от кровли и фасада здания и сооружений, на специально выделенных

территориях, в т.ч. на воде или в горах; мощности тоже колеблются в широком диапазоне, начиная от снабжения насосов и заканчивая электроснабжением железно - дорожного транспорта.

Технология генерации электрической энергии, посредством использования солнечных фотовольтаических модулей, разработанная испанскими учеными, получила наибольшее распространение в мире, по причине более высокого КПД СЭС по сравнению с другими технологиями, и более низкой себестоимости вырабатываемого 1 kWh электроэнергии; Для повышения КПД установок по генерации энергии из альтернативных источников, учеными разработаны гибридные системы и комбинированные СЭС, в которых объединены 2 или более систем с различными способами генерации энергии; в настоящее время они применяются для энергообеспечения домохозяйств, промышленных объектов, транспортных коммуникаций, зарядки аккумуляторов в уличных фонарях, электромобилях, спутников в космосе, смартфонов.

Из фотовольтаических модулей строят полноценные солнечные электростанции с большими объемами генерации электрического тока для промышленного использования,

Технологии в области генерации электроэнергии посредством СЭС развиваются очень быстро, и солнечные фотовольтаические модули становятся более дешевыми и эффективными. Солнечная фотовольтаическая станция может работать круглогодично: как летом, так и зимой, так - как ей необходимо только световое солнечное излучение, а не тепловое- инфракрасное, чем меньше облачность и ярче светит солнце, тем больше СЭС генерирует электроэнергию.

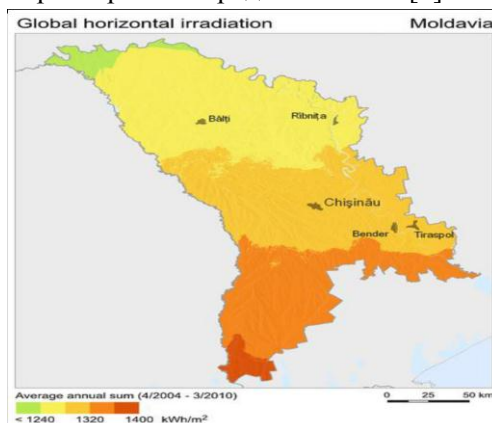
При работе фотоэлемент и весь модуль постепенно нагревается; та энергия, которая не генерируется в электроэнергию, трансформируется в тепловую энергию, и температура на поверхности модуля может достигать 50 – 55°C. Однако, это создает дополнительное сопротивление, и чем температура на поверхности модуля выше, тем менее эффективно работает фотогальванический элемент; По этой причине, солнечный модуль при высокой температуре окружающей среды- летом, генерирует тока меньше, чем зимой в мороз.

Максимальный КПД фотоэлементы показывают в ясный зимний день, так- как складываются два фактора – высокий уровень солнечного излучения и естественное охлаждение наружной среды, если на модуль будет падать снег, то он будет продолжать генерировать электроэнергию, а снежинки тают от тепла нагретых фотоэлементов.

Многолетние научные наблюдения за количеством излучения Солнца на разные зоны поверхности Земли, отображенные в виде карты фотовольтаики, подтверждают что Республика Молдова обладает очень большим потенциалом генерации электроэнергии посредством СЭС [5] так- как высокий уровень фотовольтаики почти на всей территории республики - рисунок № 1.2; а в год большое количество солнечных дней - 294. [4]

**Преимуществами СЭС по сравнению с другими технологиями являются:**

- сравнительно небольшая стоимость оборудования для СЭС и короткого срока окупаемости вложений - 7- 9 лет, в зависимости от комплектации станции; **Рисунок № 1.2 : Карта уровня фотовольтаического излучения Республики Молдова [5]**
- Срок полезного функционирования установленного оборудования фотовольтаической станции- кремниевых фотоэлементов, консолидируемых в модули, более длительный, чем у других технологий - до 25- 30 лет;
- СЭС могут быть встроены в существующий дизайн архитектурных строений: могут быть установлены на крышах зданий, сооружений, парковках автотранспорта, и т.п.



**Недостатками функционирования СЭС являются:**

- неравномерная выработка электроэнергии по часам светового дня, а также при повышенной облачности, дожде - резкое снижение количество выработки электроэнергии;
- производство энергии только в течение светового дня, и пассивное простаивание оборудования ночью, а также использование ночью части выработанной электроэнергии на бесперебойную работу собственного оборудования СЭС;
- неравномерная выработка электроэнергии по временам года: в осеннее- зимний период при повышенной облачности, резко снижается количество ее выработки;

- сложная технология ориентации технических сооружений для улавливания солнечного излучения, вследствие изменения траектории перемещения солнца относительно линии горизонта в разные периоды года;
- постепенная деградация кремниевых фотоэлементов, провоцирующая снижение производительности СЭС, в зависимости от длительности периода ее эксплуатации: к 11-му году эксплуатации СЭС производитель гарантирует деградацию на 10%, то есть производительность составит 90% от производительности 1-го года эксплуатации СЭС.

Последующие 15 лет эксплуатации СЭС, производитель PV- модулей гарантирует деградацию фотоэлементов еще на 10%, то есть к 26-м году производительность СЭС составит 80% от производительности 1-го года эксплуатации СЭС; [4]

При дальнейшей эксплуатации СЭС производительность фотовольтаических модулей будет продолжать снижаться, однако СЭС может генерировать электроэнергию, если финансово будет целесообразно производить ее периодические технические обслуживания с заменой энергооборудования, с истекшим сроком гарантийного использования.

## **БИБЛИОГРАФИЯ**

1. Raportul anual de activitate a ANRE în anul 2017;
2. Programul național pentru Eficiența Energetică; Hotărîre Guvernului RM nr.833 din 10.11.2011
3. Lege cu privire la eficiența energetică; Parlamentul RM 2014 instrumente utilizate în managementul calității, Editura Economică, București 2000.
4. Википедия <https://ru.wikipedia.org/wiki>
5. КлиматКишинь [meteoblue.htmlfile:///C:/Documents%20and%20Settings/20meteoblue.html](file:///C:/Documents%20and%20Settings/20meteoblue.html)
6. SolarGIS. GelioModel Solar s.r.o. 2011  
<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/59/SolarGIS-Solar-map-Europe-en.png>

# NET-ZERO ENERGY BUILDINGS

Irina APOSTOL

Universitatea Tehnică a Moldovei

Facultatea de Energetică și Inginerie Electrică

**Abstract:** Due to the fast speed of global resources depletion there have been world- widely initiated methods of reducing non-renewable resources consumption. Since even renewable resources have harmful side effects - the humanity switched its attention from new ways of producing energy to energy preservation and energy efficiency. Energy efficiency has to be increased at all stages of the energy chain, from generation to final consumption. EU initiatives are therefore focused on areas where the potential for savings is the highest, such as in buildings sector. A significant part of Energy Efficiency is constituted currently by the net-zero energy buildings. These buildings release overall less greenhouse gas to the atmosphere than similar non-ZE buildings. Subsequently by using energy more efficiently, humans can lower their energy bills, reduce their reliance on external suppliers of oil and gas, and help protect the environment.

**Keywords:** Pollution, Energy Efficiency, nZEB, Sustainability, Legislation.

Planet Earth is our home. We, humans, being here for about 4.5 million years were living because of earth resources. But there is a problem- our lovely planet is dying. It's not that it will disappear tomorrow, but it is slowly giving up.

Considering how fast we are destroying the global resources, on worldwide level it had to be put in practice different ways of reducing non-renewable resources consumption. We all have heard about Solar Panels, Wind Turbines, Hydroelectric Power Plant, Biomass and other modern, renewable resources of energy. Of course they have less negative effect on the Earth, although, they are not as harmless as we may think. For example Biomass, Solar Panels and Wind Turbines can cause land erosion and habitat loss, especially for a small agrarian country like Moldova, also Wind Turbines, due to the noise and visual pollution, which occasionally even can lead to physical manifestation of different diseases. Regarding Hydroelectric Power Plants - they require a fast flow of water, which is mostly created by artificial water accumulations, that also cause land loss and floods. Also dams are damaging for underwater ecosystems.

Entirely aware of all mentioned above, the world had turned its attention from new ways of producing energy to energy conservation and efficiency. Energy efficiency has to be increased at all stages of the energy chain, from generation to final consumption. At the same time, the benefits of energy efficiency must outweigh the costs, for instance those that result from carrying out renovations. EU measures therefore focus on sectors where the potential for savings is bigger, such as buildings.

On 30 November 2016 the European Commission proposed an update to the Energy Efficiency Directive including a new 30% energy efficiency target for 2030, and measures to update the Directive to make sure the new target is met.

On 14 June 2018 the Commission, the Parliament and the Council reached a political agreement which includes a binding energy efficiency target for the EU for 2030 of 32.5%, with a clause for an upwards revision by 2023 [5]. It was decided that the political agreement must be translated into all EU languages and formally adopted by the European Parliament and the Council, and then published in the Official Journal of the EU.

It is very important to mention nZEB buildings as a significant part of new constructions with high Energy Efficiency futures. [4].

A zero-energy building, also known as net-zero energy building (NZEB) is a building with zero net energy consumption, meaning that the total amount of energy used by the building on an annual basis is roughly equal to the amount of renewable energy created on the site, or in other definitions by renewable energy sources elsewhere. These buildings consequently release overall less greenhouse gas to the atmosphere than similar non-ZE buildings. They do at times consume non- renewable energy and produce greenhouse gases, but at other times reduce energy consumption and greenhouse gas production elsewhere by the same amount.

A similar concept under the name "Energy Performance of Buildings Directive" from 2010 approved and implemented by the European Union and other agreeing countries is nearly Zero Energy Building (nZEB) [1], with the goal of having all buildings in the region under nZEB standards by 31 December 2020,

beside that after 31 December 2018, new buildings occupied and owned by public authorities are nearly zero-energy buildings. According to this measure it is necessary to increase the number of buildings which not only fulfill current minimum energy performance requirements, but are also more energy efficient, thereby reducing both energy consumption and carbon dioxide emissions. For this purpose Member States should draw up national plans for increasing the number of nearly zero-energy buildings and regularly report such plans to the Commission.

Generally, most zero net energy buildings get half or more of their energy from the grid, and return the same amount at other times. Buildings that produce a surplus of energy over the year may be called "energy-plus buildings" and buildings that consume slightly more energy than they produce are called "near-zero energy buildings", "ultra-low energy houses" or "passive houses".

An **energy-plus house** produces more energy from renewable energy sources, than it imports from external sources. This is achieved using a combination of micro-generation technology and low-energy building techniques. However, many energy-plus houses are almost indistinguishable from traditional ones, preferring to use highly energy-efficient appliances, fixtures, etc., throughout the house.

While **Passive house** is a rigorous, voluntary standard for energy efficiency in a building, which reduces the building's ecological footprint. It results in ultra-low energy buildings that require little energy for space heating or cooling. Passive design is not an attachment, but a design process that integrates with architectural design. Although it is principally applied to new buildings, it has also been used for refurbishments.

Each country is free to establish:

- how much energy the building may consume;
- which renewable energy sources are permitted;
- how close to the building the energy has to be generated.

In August 2010, there were approximately 25,000 such certified structures of all types in Europe. The vast majority of passive structures have been built in German-speaking countries and Scandinavia.

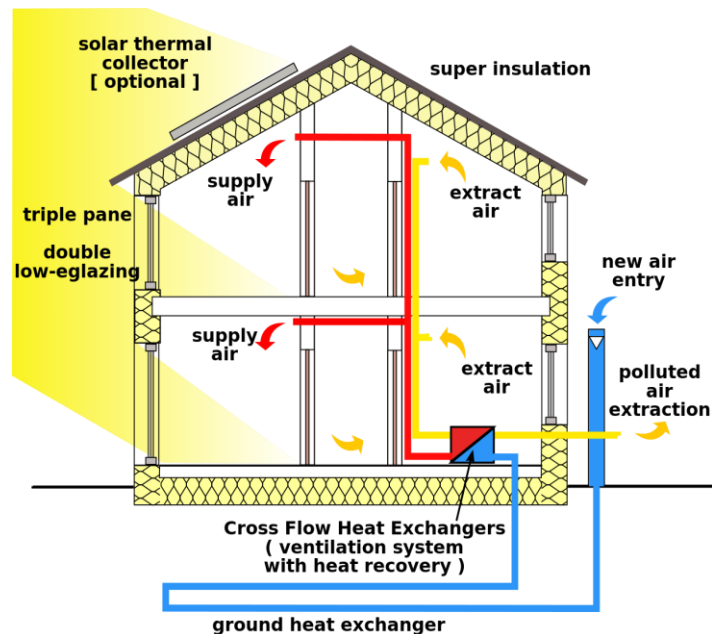
It is very interesting that even our ancestors, without knowing it- contributed to the creation of modern Passive Houses. If somebody remembers their grandparents' houses with: long roofs, that in summer helped to reduce solar radiation in the house and in cold seasons kept the heat inside. Same technologies are used even nowadays in modern buildings.

Traditional buildings consume 40% of the total fossil fuel energy in the US and European Union and are significant contributors of greenhouse gases. For example in Moldova the building sector is the largest energy consumer and the largest contributor to greenhouse gas emissions, accounting for about 47% of total energy consumption.

The low energy performance of existing buildings also has a strong social impact, especially affecting socially vulnerable populations. On average, household heating costs reach a value from 15% to 50% of their income.

In recent years, energy efficiency projects in the Republic of Moldova have demonstrated their viability, becoming partners of all those who value not only the reduction of heating costs but also the protection of the environment.

The legal part of the energy performance of buildings in our country is specified in the Law Nr. 128 from 11.07.2014 [2]. It identifies general provisions, assignments of the administrative authorities public in the field of energy efficiency buildings, energy performance of buildings, certification of energy performance the buildings, periodical inspection of heating systems, and of lemmatization, the national information system in the area building energy efficiency, independent control systems energy performance



**Figure 2.** The Passive house uses a combination of low-energy building techniques and technologies.



certificates and inspection reports. Also following this the government exercises the following tasks in the field of energy efficiency of buildings:

- a) establishes the priority directions of the state policy in the field of energy efficiency of buildings;
- b) approves national action programs and plans for improving the energy performance of buildings, including the National Plan to increase the number of buildings with almost zero energy consumption;
- c) establishes and implements financial incentives for:
  - Measures to improve the energy performance of existing buildings, their units and elements;
  - promoting the construction of new buildings whose energy consumption is almost zero and the conversion of existing buildings into buildings whose energy consumption is almost zero.

They key-responsible organization in Moldova for energy efficiency investments is Energy Efficiency Fund. The Fund was designed to identify, evaluate and finance energy efficiency and renewable energy resources projects that contribute to improving energy consumption and reducing greenhouse gas emissions.

At the moment, the only building in Moldova that is aligned with international energy standards is a kindergarten [3]. In Călărași town, located about 50 km from Chișinău, more than a year ago was started the construction of a kindergarten according to the German "passive house" standard, which means low heat consumption, minimal heat loss and increased methods of conservation. The project, not only for this city, but also for the whole country, has become possible thanks to the support of the Development Bank of one of the EU-Germany members. The Bank has allocated 1 million euros for the construction of the new kindergarten, which was later named "DoReMicii". The investment was made through the project "Social Infrastructure and Energy Efficiency", and implemented by the Social Investment Fund of Moldova.

The concept implies total building energy independence, with heating via three renewable energy types: a biomass boiler, 5 geothermal pumps and 4 PV panels. The institution will accommodate about 100 children. As a result, the maintenance costs of the kindergarten, with an area of 1100 m<sup>2</sup>, will be comparable to those of a three-room apartment. Specialists assure that the bill will not exceed, on average 2,000 lei per month. Currently this is the only completed building of this kind in Moldova, however the City Hall of Chișinău is now responsible for the thermal rehabilitation and renovation of several public buildings in Chișinău.



**Figure 3.** Kindergarten DoReMicii- passive house from Călărași

In 2011, the renewable energy sources in the Republic of Moldova were at the level of 2% of the total energy consumed. Today, this indicator has reached over 15%, of which 90% is biomass-based energy. This result was also ensured through the EU-funded "Energy and Biomass" Project, which promotes energy consumption from biomass and stimulates sustainable energy production and local development.

At present, the use of low energy consumption is no longer a challenge for the Republic of Moldova to overcome. With the help of European funds, alternative energy sources are increasingly safer than traditional ones, contributing both to reducing energy losses and to ensuring the country's energy security.

By using energy more efficiently, humans can lower their energy bills, reduce their reliance on external suppliers of oil and gas, and help protect the environment. The EU has support schemes and initiatives to accelerate energy efficiency investments.

#### **Bibliography:**

1. Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings
2. Law Nr. 128 from 11.07.2014 by the parliament of the Republic of Moldova
3. [http://www.profit.md/articles-ro/number\\_7-8\\_2017/551060/-](http://www.profit.md/articles-ro/number_7-8_2017/551060/)
4. Voss, Karsten; Musall, Eike: "Net zero energy buildings – International projects of carbon neutrality in buildings", Munich, 2011, ISBN 978-3-920034-80-5.
5. <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-efficiency/buildings/nearly-zero-energy-buildings>

# REȚELE TERMICE INTELIGENTE

*Ilia POSMAC, Nicolai POSMAC*

*Universitatea Tehnică a Moldovei*

**Rezumat:** În articol este prezentată motivația aparenței rețelelor termice inteligente, compoziția și avantajele lor. Sunt prezentate un șir de proiecte în derulare în țările Uniunii Europene cu un efect important economie și ecologic. dar și factorii care fac implementarea rețelelor termice inteligente obligatorie și inevitabilă. Acestea contribuie la atingerea scopurilor de eficiență maximă și adoptarea la schimbările climatice, pentru reducerea consumurilor considerabile de combustibili, de energia ș.a. În Republica Moldova, sectorul rezidențial este cel mai mare consumator de energie termică și care are nevoie de a fi eficientizat la maxim.

**Cuvinte cheie:** rețele inteligente, sectorul rezidențial, eficiența energetică, schimbări climatice, surse regenerabile de energie.

## 1. Noțiuni generale

**Smart Grid( Rețeaua inteligentă)** –este o rețea electrică care include o varietate de măsuri de operare, inclusiv contoare inteligente, aparate inteligente, surse regenerabile de energie și surse eficiente din punct de vedere energetic. Condiționarea electronică a energiei și controlul producției și distribuției de energie sunt aspecte importante ale rețelei inteligente.

**Sistem de încălzire centralizat** - un sistem, de [încălzire](#) simultană, de la o singură sursă, a mai multor încăperi dintr-una sau mai multe clădiri, folosind în acest scop un agent termic ([apă](#) fierbinte, [abur](#) sau [aer](#)).

**Prosumer** - este o persoană (o casă, o clădire) care consumă și produce energia. Cuvântul este derivat din "prosumption", care înseamnă "producția de către consumatori"

**Energii regenerabile** - sunt considerate în practică, energiile ce provin din surse care fie că regenerează de la sine în scurt timp, fie sunt surse practic inepuizabili.

## 2. Introducere

Schimbările climatice și dependența energetică în condițiile creșterii continue a consumului de combustibil necesită măsuri urgente pentru îmbunătățirea eficienței energetice în toate domeniile. Sistemele de încălzire și răcire centralizată se confruntă cu noi provocări, precum măsurile de economisire a energiei la toate categoriile de consumatori și cerințele de utilizare a surselor regenerabile de energie. Îndeplinirea acestor provocări cere schimbarea structurii sistemelor centralizate de alimentare cu energie termică în toate componentele acestora: producere, transport și distribuție.

În sectorul de producere a energiei termice crește numărul de surse în sistem și, mai ales, diversitatea lor. Pe lângă sursele clasice CET și Centrale Termice pe combustibili convenționali apar Centralele pe biomasă, instalațiile recuperatoare a resurselor energetice secundare combustibile și termice, instalațiile solare, pompele de căldură. În urma variației surselor, a volumului consumului la diferiți consumatori apare necesitatea stocării energiei termice, a schimbării direcției fluxurilor de energie – unele rețele unidireționale se transformă în rețele bidireționale.

De asemenea, se schimbă și cerințele înaintate acestor surse: accentul trece de la cele economice spre cele ecologice. Funcțiile de selectare a surselor în sistem, de optimizare a regimurilor de funcționare, de asigurare a alimentării calitative cu energie termică a consumatorilor revin Rețelelor Termice. Aceste funcții pot fi îndeplinite de un sistem inteligent de rețele termice (Thermal smart grid), similar conceptului de „rețele electrice inteligente”.

Ambele concepte se concentrează pe integrarea eficientă a surselor de energie regenerabile, generarea de energie distribuită și implicarea interacțiunii dintre consumatori de nou tip – prosumatori [1]. Această abordare permite utilizarea oricăror surse de căldură disponibile.

Principalul avantaj al rețelelor termice inteligente este flexibilitatea acestora, capacitatea lor de a se adapta la orice schimbare care apare în oferta și cererea de necesități termice pe termen scurt, mediu și lung. În acest fel, rețelele existente bazate pe cerere vor trebui să se schimbe și să fie determinate atât de cerere, cât și de ofertă.

Rețelele termice inteligente au următoarele avantaje:

- clădiri cu performanță energetică ridicată,
- încălzire la temperatură joasă, răcire la temperaturi înalte,



- integrarea surselor de energie regenerabile locale sau distribuite,
- unii consumatori de căldură devin și producători de căldură,
- utilizarea cogenerării și a căldurii reziduale,
- utilizarea în cascadă pentru a permite exploatarea maximă a resurselor energetice disponibile[2],
- trecerea de la rețeaua orientată pe cerere la o combinație a rețelei bazate pe cerere și ofertă[3],
- rețele interactive flexibile,
- stocarea căldurii,
- integrarea contoarelor inteligente de căldură și a sistemelor de control mai complexe
- niveluri multiple de temperatură
- rețelele termice inteligente, integrate în sisteme inteligente de energie (gaz, electricitate),
- politica energetică națională: cadrul juridic și instituțional pentru impunerea tranziției și asigurarea finanțării.

### 3. Proiecte de rețele termice inteligente în derulare

În 2014, SETIS (Strategic Energy Information Technologies System) a publicat o listă de proiecte reprezentative UE și naționale finanțate în domeniul rețelelor termice inteligente, care oferă o imagine de ansamblu asupra situației actuale [4]. Obiectivele proiectelor de cercetare actuale privind rețelele termice inteligente includ estimarea potențialului de integrare a SRE în sistemele DHC la nivel național, regional sau local, dezvoltarea de soluții pentru această integrare în sistemele DHC existente sau noi și studii de fezabilitate care compară diferite tehnologii și costurile acestora. Deși în acest moment nu există rețele de operare termice inteligente la scară largă, au fost realizate studii și au fost deja demarate proiectele demonstrative. Proiectele pilot inteligente pentru rețelele termice inteligente, care stau la baza Inovației-cheie, includ rețeaua termică din Heerlen, Olanda, demonstrația Sunstore4 din Marstal, Danemarca, rețeaua termică inteligentă din Nidherlands și sistemul de încălzire centrală geotermală în bazinul de la Paris. Se consideră că rețelele termice inteligente vor juca un rol important în viitorul sistemelor energetice urbane. Rețelele termice inteligente au nevoie de capacități suplimentare de măsurare și control pentru a se potrivi la cerere și ofertă. Deoarece generarea de căldură din surse regenerabile este variabilă și fluctuantă, energia termică trebuie stocată pentru a fi disponibilă atunci când este necesară. În funcție de mărimea și complexitatea rețelei, rețeaua poate fi utilizată numai pentru stocarea termică sau sunt necesare unități suplimentare de stocare. Depozitarea sezonieră este necesară în unele sisteme, astfel încât să se dezvolte o nouă soluție pentru stocarea subterană a energiei termice, folosind două tehnologii diferite: stocarea energiei termice în puțuri (BTES) și stocarea energiei termice în acvifer (ATES). Soluțiile integrate (rețele electrice inteligente electrice și termice) sunt acum considerate soluții viabile pentru a asigura o eficiență maximă în utilizarea viitoare a energiei.

Un raport publicat în 2016, comandat de la Ministerul Olandez de Infrastructură și Mediu, propune o nouă strategie pentru aprovizionarea cu căldură durabilă a diferitelor regiuni ale Olanda. În prezent, sarcina termică a clădirilor din Olanda este în cea mai mare parte acoperită de arderea gazelor naturale. Pentru a deveni independent de gazele naturale și pentru a atenua schimbările climatice au fost analizate mai multe scenarii pentru aprovizionarea cu energie durabilă. Au fost luate în considerare două opțiuni: instalații locale la scară mică (cum ar fi pompele de căldură și încălzitoarele solară de apă) și rețelele de căldură colectivă pentru producerea, stocarea, transportul și distribuția căldurii.

Acordul semnat de guvernul olandez și Olanda de Sud în 2011 prevede că până în 2020, 14% din cererea de căldură va fi acoperită de căldură reziduală și energie geotermală. Pentru a atinge acest obiectiv, căldura reziduală neexploatăată trebuie transferată în zonele cu o cerere mare de căldură, cum ar fi orașele Hague, Delft și Rotterdam. Energia geotermală va fi, de asemenea, introdusă în rețea. Ea va asigura încălzirea a 350.000 de clădiri și a 1000 de hectare de agricultura până în 2020. Costurile de capital ale rețelei sunt estimate la 4,5 miliarde de euro, adică 520 milioane de euro pentru conducta principală, 3,3 miliarde de euro revin rețelelor de distribuție. Deoarece proiectul este fezabil din punct de vedere tehnic și economic, "girul circular de căldură" este în prezent în construcție. Sistemele de cogenerare vor fi conectate la rețeaua de încălzire, dar vor funcționa pe biogaz în loc de gaz natural. Până în 2035, se așteaptă ca toate serele din Olanda de Sud să fie încălzite pe baza căldurii reziduale și a energiei geotermale. În 2050, se așteaptă ca rețeaua să se extindă și mai mult și zonele mari vor fi conectate la încălzirea urbană. Rețeaua viitoare va fi deschisă tuturor furnizorilor de căldură și va fi utilizată de producătorii de energie pentru a transporta și livra căldură către clienți. Un operator de rețea independent este necesar pentru atingerea acestui obiectiv. Un sistem district de răcire ar putea fi dezvoltat, de asemenea, ca parte a rețelei. Rețelele termice inteligente vor include funcții avansate de control pentru a asigura atât securitatea alimentării, cât și

eficiența energetică maximă a sistemului. Tehnologiile informaționale și comunicațiile vor fi utilizate pentru o integrare optimă a surselor de energie, funcționarea la nivel înalt a sistemului și comunicarea cu consumatorii.

Proiectul LowExTra, finanțat de Ministerul Federal al Economiei și Energiei din Germania [5], analizează soluțiile pe termen mediu și lung pentru încălzirea spațiilor în clădiri. Ca urmare a cerinței de construire a clădirilor cu eficiență energetică apropiată de zero (NZEB), proiectul introduce noul concept de rețea de încălzire LowEx, ca sistem flexibil care permite clădirilor să fie consumatori de căldură și producători de căldură în același timp. Noua rețea de termoficare poate absorbi sau livra energie termică, în funcție de circumstanțe; poate furniza energie consumatorilor în funcție de nevoile lor și, în același timp, este capabil să integreze căldura pe care consumatorii o alimentează în rețea: solară, geotermală, căldură reziduală sau căldură recuperată din diverse procese[8]. Căldura livrată de diverse surse, inclusiv din suAvanrse de energie regenerabile, are nivele diferite de temperatură, iar temperatura necesară încălzirii diferitelor spații și pentru prepararea apei calde menajere este de asemenea diferită, astfel încât rețelele LowEx vor avea nivele de temperatură multiple pe mai multe linii, încălzirea într-o singură rețea de distribuție. De asemenea, rețeaua este capabilă să stocheze energia produsă atunci când oferta depășește consumul. LowEx-grids funcționează ca instrument de stocare a energiei similare rezervoarelor de depozitare stratificate vertical, cu intrări și ieșiri la temperaturi diferite. Ca urmare, rețelele LowEx vor putea furniza energie termică la diferite temperaturi, în funcție de nevoile clientului (15°C, 30°C, 45°C, 60°C, etc.) [6]. Pentru a îndeplini toate aceste cerințe, rețelele inteligente LowEx necesită sisteme complexe de control și management al proceselor. Partenerii proiectului LowExTra sunt: Universitatea Tehnică din Berlin, Institutul Hermann Reitschel și Institutul pentru Științe Politice și Administrative.

Trei rețele termice inteligente sunt în curs de construcție în Zurich, Elveția: rețeaua Campus Höggerberg (Institutul Federal de Tehnologie din Elveția), rețeaua Friesenberg și rețeaua Richti Areal.

Rețeaua Friesenberg (Familienheim-Genossenschaft) va deservi 2.300 de apartamente și case (5.700 locuitori) cu 35.000 MWh pentru încălzire și 80.000 MWh pentru răcire. O parte din sarcina termică este acoperită de căldură reziduală. Unele clădiri au colectoare solare și există trei pompe de căldură incluse și în sistem. Rețeaua este prevăzută cu 280 sonde de 225 m adâncime și 152 de 250 m) pentru stocarea termică sezonieră.

Sistemele de control sofisticate vor fi implementate pentru a asigura atât confortul termic cât și eficiența maximă a sistemului. Schimbul de energie (atât căldura cât și frigul) va avea loc între clădirile din aceeași rețea și, de asemenea, prin intermediul apei de mină, între rețele situate în diferite zone. Sistemul este complet automatizat și are 3 niveluri de control: nivelul clădirii (pe baza temperaturii), nivelul clusterului (pe baza debitului) și nivelul sondei (bazat pe presiune). Se va implementa un sistem complex de monitorizare, control și dispecerizare. O parte a rețelei este în funcțiune din noiembrie 2014 și a avut un impact important asupra emisiilor de CO<sub>2</sub> asociate cu încălzirea clădirilor (de la 9.500 t / an în 2011 la 7.500 t / an în 2015). Emisiile de CO<sub>2</sub> vor continua să scadă, ajungând la mai puțin de 1000 t / an în 2050). Ponderea combustibililor fosili din mixul energetic pentru încălzirea și răcirea clădirilor a scăzut de la 100% (2011) la 80% în 2015 și va continua să scadă până în 2050.

## Concluzii

În sistemele contemporane de alimentare cu energie termică funcțiile de selectare a surselor de energie, de optimizare a regimurilor de funcționare, de asigurare a alimentării calitative cu energie termică a consumatorilor pot fi îndeplinite numai de un sistem inteligent de rețele termice.

Proiectele de Rețele Termice Inteligente, în derulare într-un șir de țări ale Uniunii Europene, din primii ani de implementare au arătat un impact important asupra economiei de energie și, mai ales, asupra emisiilor de gaze cu efect de seră.

Trecerea la următoarea generație de sisteme de termoficare și punerea în aplicare a rețelelor termice inteligente este inevitabilă. Rețelele urbane (rețelele electrice, rețelele de gaze, rețelele termice, rețeaua de apă reziduală) vor interacționa în viitor pentru a asigura o alimentare fiabilă și o eficiență energetică maximă [7]. Numai astfel putem asigura un nivel ridicat de trai, siguranța alimentării cu căldură, adoptarea la schimbările climatice.

## Bibliografie

1. European Commission - Energy Research Knowledge Centre, Smart District Heating and Cooling, 2014
2. [https://setis.ec.europa.eu/energy-research/sites/default/files/library/ERKC\\_TRS\\_Smart\\_District\\_HC.pdf](https://setis.ec.europa.eu/energy-research/sites/default/files/library/ERKC_TRS_Smart_District_HC.pdf)

3. E.H.A. Van Vliet, Flexibility in heat demand at the TU Delft campus smart thermal grid with phasechange materials, Master of Science Thesis, Process & Energy Department, Mechanical, Maritime and Materials Engineering, Delft University of Technology, 2013 [http://repository.tudelft.nl/assets/uuid:727209bf-](http://repository.tudelft.nl/assets/uuid:727209bf-8f38-4914-a9d8-0dc68ee38acb/Thesis_Edwin_van_Vliet_2013_.pdf)
4. [8f38-4914-a9d8-0dc68ee38acb/Thesis\\_Edwin\\_van\\_Vliet\\_2013\\_.pdf](http://repository.tudelft.nl/assets/uuid:727209bf-8f38-4914-a9d8-0dc68ee38acb/Thesis_Edwin_van_Vliet_2013_.pdf)
5. Ralf-Roman Schmidt, Nicolas Fevrier, Philippe DUMAS, Key to Innovation Integrated Solution. Smart Thermal Grids, November, 2013, Version 2: - Smart Cities Stakeholder Platform [https://eusmartcities.eu/sites/all/files/Smart%20Thermal%20Grids%20-%20Smart%20Cities%20Stakeholder %20Platform.pdf](https://eusmartcities.eu/sites/all/files/Smart%20Thermal%20Grids%20-%20Smart%20Cities%20Stakeholder%20Platform.pdf)
6. European Commission - Energy Research Knowledge Centre, Smart District Heating and Cooling, 2014
7. <https://setis.ec.europa.eu/energy-research/sites/default/files/library/ERKC %20TRS Smart District HC.pdf>
8. EnEff:Wärme – LowExTra, Low-exergy transmission pipes for storing and distributing heat <http://www.eneff-stadt.info/en/heatingcooling-networks/project/details/lowextra-low-exergy-transmission-pipes-for-storing-and-distributing-heat/>
9. IÖW, LowExTra – Low-Exergy-Grids for Storing and Distributing Heat at Different Temperature Levels,
10. [https://www.ioew.de/en/projectsingle/lowextra\\_low\\_exergy\\_grids\\_for\\_storing\\_and\\_distributing\\_heat\\_at\\_different\\_temperature\\_levels/](https://www.ioew.de/en/projectsingle/lowextra_low_exergy_grids_for_storing_and_distributing_heat_at_different_temperature_levels/)
11. R.R. Schmidt, O. Pol, D. Basciotti, J. Page, Smart thermal networks for smart cities – Introduction of
12. concepts and measures, EPJ Web of Conferences 33 04002 (2012), EDP Sciences, 2012 <http://www.epj-conferences.org> <http://dx.doi.org/10.1051/epjconf/20123304002>

# EXPERIENȚELE LUI BOYLE ȘI MARIOTTE DIN FIZICA GAZELOR

Andrei GONȚA, Ilie TÂRNOVAN

Universitatea Tehnică a Moldovei

**Rezumat:** Se descriu experiențele istorice ale lui Robert Boyle și Edmé Mariotte, care au dus la descoperirea primei legi a gazelor. Se sugerează ideea precum că folosirea pompei de aer pentru producerea vidului, dar mai ales efortul fizic care trebuia depus de om la pomparea aerului, l-a îndemnat pe Boyle să studieze comportarea aerului rarefiat, cât și comprimat. Spre deosebire de Boyle, Mariotte a ajuns la această lege, studiind fenomenul de condensare a aerului atmosferic. Experiențele au fost bazate pe măsurarea presiunii atmosferice. Legea Boyle-Mariotte este exactă pentru gazul ideal, dar poate fi aplicată cu o anumită aproximație și gazelor reale.

**Cuvinte cheie:** lege, Boyle, Mariotte, aer, mercur, tub, elasticitate, compresibilitate presiune, volum

## Introducere. Formularea problemei

Pe la mijlocul secolului al XVII-lea se știa foarte puțin despre proprietățile fizico-mecanice ale aerului, considerat element canonic, alături de foc, apă și pământ. Până atunci, fusese descoperite doar greutatea aerului (Galileo Galilei, 1612), presiunea atmosferică și vidul (Evangelista Torricelli, 1643), și inventată pompa de aer (Otto von Guericke, 1654). Următorul pas înainte în domeniul dezvoltării științelor naturii l-au făcut fizicienii Robert Boyle (1627-1691), în Anglia, și Edmé Mariotte (1620-1684), în Franța, care au studiat experimental dependența dintre presiunea gazului și volumul său. Ei au descoperit prima dintre legile științifice, care depășesc cadrul mecanicii elementare. Legea se referă la compresibilitatea (elasticitatea) gazelor și se numește *legea lui Boyle*, în țările anglo-saxone, și *legea Boyle-Mariotte*, în țările francophone. La noi ea este cunoscută sub numele de *legea Boyle-Mariotte*.

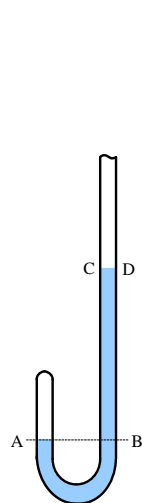
Cu toate că legii Boyle-Mariotte i-au fost consacrate numeroase studii, totuși actul de descoperire al acestei legi continuă să impresioneze și să prezinte în sine un interes destul de puternic.

## Experiențele lui Robert Boyle

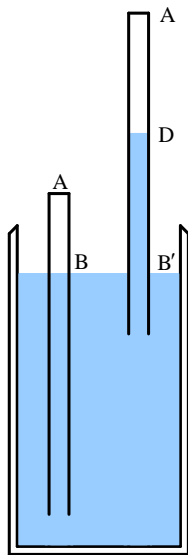
În 1657, Robert Boyle află de experimentul emisferelor al lui Otto von Guericke (1602-1686 și cu ajutorul lui Robert Hooke (1635-1703), care era un mecanic ingenios, construiește între anii 1658-1659 un model îmbunătățit al pompei de aer, pe care-o aplică la studierea proprietăților fizico-mecanice ale aerului atmosferic. Peste un an își publică rezultatele cercetărilor sub titlul „*New experiments physico-mechanical, touching the spring of the air and its effects*”, adică „*Noi experimente fizico-mecanice privind arcul aerului și efectele sale*” [1]. Pe atunci fenomenele naturale erau puțin cunoscute și de aceea experiențele descrise de el cu suficientă exactitate și minuțiozitate au jucat un rol important în dezvoltarea fizicii și chimiei chiar și dacă nu au fost generalizate și explicate întotdeauna corect. El a descoperit că aerul este un mediu *elastic*, adică rezistent la comprimare, care se extinde pentru a ocupa tot spațiul disponibil. Pentru a clarifica noile proprietăți ale aerului atmosferic, elasticitatea și compresibilitatea, el deseori compara acest fluid cu un burete, care își putea modifica dimensiunile și implicit volumul sub efectul forței exterioare. Tot el a sugerat ideea că greutatea corpurilor se modifică în funcție de portanța atmosferei, comparând straturile inferioare ale atmosferei cu arcuri mici, care sunt comprimate de greutatea straturilor superioare. Repetând experiențele lui Torricelli și Pascale cu privire la presiunea atmosferică, Boyle a constatat că aerul conținut într-un vas poate echilibra o coloană de mercur de 28 țoli înălțime, ceea ce este echivalent cu 711,2 mm. Cu curajul omului de știință el a dat explicația reală a acestui fenomen: „*masa de aer din vas a avut, în momentul în care a fost închis, aceeași densitate și aceeași elasticitate ca și aerul atmosferic*” [1].

Lucrarea lui Boyle „*New experiments physico-mechanical, touching the spring of the air and its effects*” a fost întâmpinată cu ostilitate de comunitatea științifică de atunci. Printre criticii ideilor sale îl găsim pe cunoscutul filozof-materialist Thomas Hobbes (1588-1679), dar mai ales pe profesorul de fizică și matematică din Liège Francis Line (1595–1675). Ultimul nu recunoștea că aerul, care este o substanță ușoară și fluidă, ar fi capabil să echilibreze greutatea coloanei de mercur din tubul barometric, deși Evangelista Torricelli (1608–1647) demonstrase deja că cauza acestui fenomen este presiunea atmosferică. Pe atunci afirmația dogmatică a lui Aristotel că „*apa se ridică după pistonul pompei datorită sentimentului de frică al naturii față de vid*” („horror vacui”) era ridicată de biserică la rang de canon, care nu putea fi contrazis de nimeni. În opinia scolasticilor, spațiul gol al tuburilor ar trebui să se umple cu mercur, apă și alte lichide.

Când s-a dovedit că apa în tub urcă după piston până la o înălțime de numai 18 coate sau 33 de picioare, genialul om de știință florentin *Galileo Galilei* (1564–1642) a admis ipoteza, conform căreia „*natura nu are oroare de vid decât numai până la înălțimea de 18 coate*” [2], ceea ce înseamnă că „*forța de oroare a vidului*” este limitată. Line a explicat menținerea mercurului în tub datorită existenței unor fire invizibile, numite de el *funiculus*, pe care le-ar fi simțit atunci când închidea cu degetul partea de sus a tubului, umplut cu mercur și inversat într-un vas cu mercur; mercurul din tubul suficient de lung cobora, dar de fiecare dată se oprea la o anumită înălțime. Evident, explicația lui Line nu l-a mulțumit pe Boyle, determinându-l să efectueze între anii 1660-1661 noi experiențe, pe care le-a descris în anexa „*A defence of the authors explication of the experiments, against the obiections of Franciscus Linus and Thomas Hobbes*” („*O apărare a explicațiilor autorilor despre experimente, împotriva obiecțiilor lui Francis Line și Thomas Hobbes*”) a lucrării „*New experiments physico-mechanical, touching the spring of the air and its effects*”, reeditată în anul 1662 [1]. Pentru a demonstra capacitatea aerului de a opune rezistență, Boyle a folosit un tub cilindric în formă de J, închis la brațul scurt, construit de Robert Hooke (fig. 1). Atunci când în brațul lung se turna mercur, acesta comprima aerul din brațul scurt cu atât mai consistent, cu cât mai mult mercur se turna. Altfel spus, dacă mercurul din brațul scurt era la nivelul AB, iar mercurul din brațul lung la nivelul CD, atunci elasticitatea aerului comprimat era de așa mărime încât putea să echilibreze presiunea coloanei de mercur conținută între cele două nivele. Astfel, se demonstra că coloana de mercur se menține în barometru datorită presiunii aerului atmosferic. Turnând în brațul lung al tubului în formă de J cantități de mercur din ce în ce mai mari, Boyle nota înălțimile coloanei de mercur și volumele corespunzătoare de aer comprimat, fără să atragă atenția la valorile rapoartelor dintre ele. Elevul său Richard Townley, studiind jurnalul de experiențe, a observat că volumul ocupat de aer se află în raport invers cu presiunea exercitată asupra lui. Atunci când mercurul în cele două brațe ale barometrului a fost la aceeași înălțime, aerul ocupând un spațiu de 12 țoli lungime, și în brațul lung s-a turnat o cantitate de mercur astfel încât aerul să ocupe un spațiu de numai 6 țoli lungime, s-a constatat că înălțimea coloanei de mercur a fost de 29 țoli, adică presiunea totală fiind de  $29 \times 2$  țoli, ceea ce înseamnă că volumul ocupat de aer s-a redus de două ori, iar elasticitatea lui s-a mărit tot de atâtea ori. În așa fel, a fost descoperită prima lege a fizicii gazelor.



**Figura 1.**  
Barometru în formă de J.



**Figura 2.** Barometru în formă de I.

extremitatea A și ridica tubul pentru ca volumul AB să crească, devenind în final volumul AD – de două ori mai mare decât cel inițial, în timp ce mercurul se ridica la înălțimea B'D =  $29\frac{3}{4}$  țoli, care era practic de două mai mică decât înălțimea inițială a mercurului în barometru. Era evident că aerul conținut în volumul AD nu avea elasticitatea suficientă pentru a acționa asupra suprafeței D cu aceeași forță cum acționase anterior asupra suprafeței B. Diferența dintre elasticitatea aerului în cele două poziții ale tubului are drept măsură coloana DB' cu lungimea  $15\frac{3}{8}$  țoli. Elasticitatea aerului în volumul dublat AD este  $29\frac{3}{4} - 15\frac{3}{8} = 14\frac{3}{8}$  țoli, adică aproape jumătate din valoarea precedentă. Dacă tubul s-ar ridica într-atât, încât volumul AD să corespundă unei lungimi de 10 țoli, atunci înălțimea coloanei de mercur DB' s-ar fi dovedit egală cu  $26\frac{3}{4}$  țoli, în timp ce elasticitatea aerului a măsurat  $29\frac{3}{4} - 26\frac{3}{4} = 3$  țoli, ceea ce constituie a zecea parte din elasticitatea inițială. În așa fel, Boyle a descoperit că, la temperatură constantă, produsul dintre presiunea și volumul unei anumite mase de aer este constant, denumind-o *elasticitatea aerului*. A fost prima dintre legile științifice, care depășesc cadrul mecanicii elementare.

### Ipoteza lui Power

Tot de la Boyle aflăm că legea care-i poartă astăzi numele îi era cunoscută după lucrarea „*Experimental philosophy, in three books ...*” („*Filozofia experimentală, în trei cărți*”) a lui Henry Power [3]. Într-adevăr, în 1661, Power enunță evaziv o ipoteză, potrivit căreia dacă se cunoaște volumul  $V_1$  („Ayr”) al unei cantități date de aer la presiunea  $p_1$  („standardul Mercurial”, adică presiunea atmosferică la altitudine joasă), atunci se poate prezice volumul  $V_2$  („Ayr dilatate”) al aceleiași cantități de aer la presiunea  $p_2$  („complementul Mercurial”, adică presiunea atmosferică la o altitudine mai mare) cu ajutorul unei proporții, deoarece

$$p_1 V_1 = p_2 V_2. \quad (1)$$

Dar Power nu s-a gândit să verifice experimental ipoteza pe care o înaintase.

### Experiențele lui Mariotte

Fizicianul francez *Edmé Mariotte* (1620-1684) a descoperit aceeași lege independent de Boyle în anul 1676 [4]. În lucrarea „*De la nature de l'air*”, adică „*Natura aerului*”, publicată la Paris în anul 1676, el descrie mai multe experimente efectuate, în care a studiat comportarea aerului și anume, dacă acesta se condensează exact în funcție de proporția greutatea cu care este încărcat sau dacă fenomenul de condensare se supune altor legi și proporții. Altfel spus, Mariotte a studiat pe cale experimentală influența presiunii asupra volumului ocupat de aer.

În experimentele sale, Mariotte, ca și Boyle, a folosit un barometru cu mercur. Pentru a măsura presiunea atmosferică  $H$ , el a repetat mai întâi experimentul lui Torricelli, folosind un tub cilindric în formă de I, închis la o singură extremitate (fig. 3). Ca unitate de lungime, el a folosit țolul (degetul francez), numit în limba franceză „pouce” și notat cu simbolul  $po$ . Pe vremea sa 1  $po$  era echivalent cu 1 țol englezesc, adică cu 25,4 mm. Presiunea atmosferică  $H$ , găsită prin măsurări, a fost de 28  $po$  coloană de mercur sau 711,2 mm.

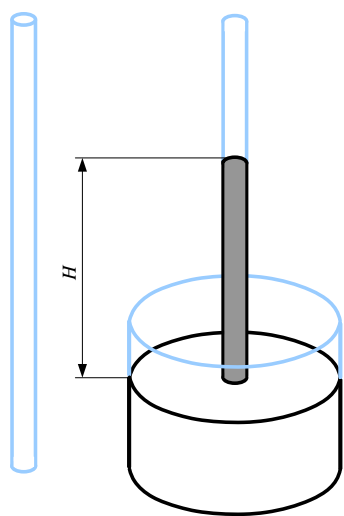


Figura 3. Măsurarea presiunii atmosferice.

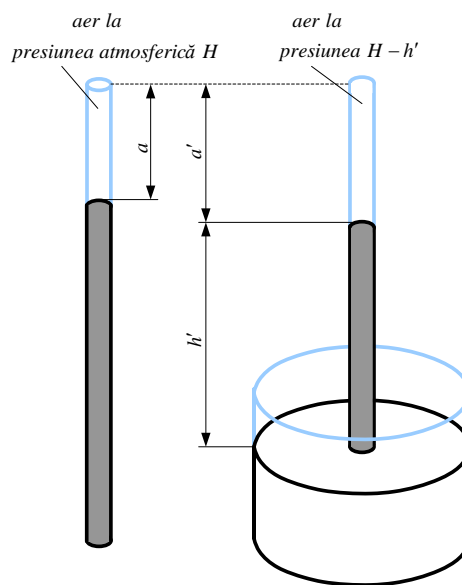


Figura 4. Experiențele lui Mariotte.

După ce s-a încredințat că presiunea atmosferică a fost măsurată corect, Mariotte a aplicat degetul peste capătul deschis și a inversat tubul cu 180°, scufundându-l cu capătul deschis într-un rezervor cu mercur (fig. 4). El a observat că nivelul mercurului în tubul inversat a scăzut, iar aerul din interiorul lui s-a extins. Repetând experimentul de mai multe ori, el a constatat că de fiecare dată raportul dintre înălțimea coloanei de aer extins după inversarea tubului barometric ( $a'$ ) și înălțimea coloanei de aer aflată deasupra mercurului până la inversarea tubului ( $a$ ) a fost egal cu raportul dintre înălțimea coloanei de mercur corespunzătoare presiunii atmosferice ( $H$ ) și înălțimea barometrică minus înălțimea mercurului din barometru ( $H-h'$ ), determinându-l să formuleze următoarea „lege a naturii”: *aerul se condensează proporțional cu greutatea cu care este încărcat*. Astfel,

$$a'/a = H/(H-h') \text{ sau } Ha = (H-h')a'. \quad (2)$$

Dar relația obținută de Mariotte nu prea este înțeleasă de contemporani. Pentru a înlătura acest inconvenient, vom aduce relația lui Mariotte la o formă mai acceptată în fizica de astăzi și anume vom exprima înălțimile  $a$  și  $a'$  prin volumele ocupate de aer până și după inversarea tubului, obținând

$$a = V_1/A \text{ și } a' = V_2/A, \quad (3)$$

unde  $A$  este aria secțiunii transversale a tubului cilindric. La fel exprimăm înălțimile  $h$  și  $h'$  ale coloanei de mercur prin presiunile exercitate  $p_1$  și  $p_2$ , folosind ecuația de bază a hidrostaticii,

$$H = p_1/\rho g \text{ și } H-h' = p_2/\rho g. \quad (4)$$

Prin substituția relațiilor (3) și (4) în a doua ecuație (2), rezultă  $p_1 V_1 = p_2 V_2$ .

După descrierea experiențelor lui Mariotte și analiza lor, în mod firesc apare întrebarea: știa oare Mariotte de experiențele lui Boyle? Un răspuns afirmativ la această întrebare nu se poate da, cu toate că Mariotte era în relații amicale cu mulți oameni de știință englezi încă din anul 1668. Datorită lui Mariotte legea devine larg cunoscută în Europa continentală. Tot el a mai descoperit că volumul de aer variază cu temperatura. Tubul din figura 1 a fost numit mult timp *tubul lui Mariotte*, iar legea descoperită de el *legea lui Mariotte*, și numai de la un timp s-a numit corect *legea Boyle-Mariotte*. Mariotte și-a făcut un nume în fizica gazelor anume prin lucrările sale și de aceea este greu de bănuț de plagiat. Istoria fizicii arată că multe legi foarte importante descoperite într-o țară, puteau să rămână timp îndelungat necunoscute în ale țări. Probabil că această teză este mai aproape de adevăr.

### **Domeniul de aplicabilitate al legii Boyle-Mariotte**

Cât de banal nu ar părea, dar primul care a pus sub semnul întrebării justetea legii Boyle-Mariotte a fost chiar Boyle. De aceea, după descoperirea ei, au fost efectuate un șir de studii experimentale, în care s-a urmărit, în principal, determinarea domeniului de aplicabilitate al acesteia. Dar numai în anii 1840-1842 au apărut primele indicații cu privire la multiplele abateri de la această lege [5, 6]. Astfel s-a demonstrat că legea Boyle-Mariotte este riguros valabilă numai pentru gazul ideal, dar poate fi aplicată cu suficientă exactitate și gazelor reale, dacă acestea se află la presiuni nu prea mari (peste 7...8 bar).

### **Concluzii**

1. Mariotte a efectuat aceleași experiențe și măsurări, ca și Boyle, numai că cu o precizie mai mare.
2. Această lege, descoperită în anul 1662 de fizicianul englez Robert Boyle și mai târziu, independent de el, de fizicianul francez Edmé Mariotte, prin simplitatea și corectitudinea ei, ocupă un loc de seamă în fizica gazelor, cu toate că studiile ulterioare au arătat existența unor multiple abateri de la ea și că legea însăși se referă la așa-numitul gaz perfect sau ideal.

### **Bibliografie**

1. Boyle, R., New experiments physico-mechanicall, touching the spring of the air, and its effects, 1660. London, Printed by Miles Flesber for Richard Davis, Oxford, 1682, 224 p.
2. Galilei, G., Discorsi e dimostrazione matematiche intorno a due nuove scienze attenenti all meccanica and i movimenti locali. Leida, Appresso gli Elsevirii, 1638, p. 15.
3. Power, H., Experimental philosophy, in three books. London, Printed by T. Roycroft for John Martin and James Allestry, 1663, pp. 126-130.
4. Mariotte, E., De la nature de l'air, in Oeuvres de MR. Mariotte, de l'Académie Royale des Sciences, tome premier. A Leide: Chez Pierre Vandu Aa, 1717, pp. 151-153.
5. Magnus, H. G., Ueber die ausdehnung der gase durch die wärme, Poggendorffs Annalen, 1842, LV, S. 1.
6. Regnault, H. V., Untersuchungen über die ausdehnung der gase, ebend. 1842, LV, S. 391, und 1842, LVII, S. 115 (nach Annales de chimie et de physique 1842, IV, S. 5, und 1842, V, S. 52).

# TRANZIȚIA ENERGETICĂ ȘI PRINCIPALELE PROVOCĂRI PENTRU REPUBLICA MOLDOVA

Cristina EFREMOV

Universitatea Tehnică a Moldovei - Chișinău

**Rezumat:** În ultimul deceniu omenirea a trecut într-o nouă epocă de tranziție a dezvoltării sale, care presupune o abordare total diferită față de mediu, față de viață și față de modul în care gândim, producem și utilizăm energia. Energia devine treptat, cheia tuturor problemelor, atât din punct de vedere politic, economic, cât și social, și tot energia este soluția. Asigurarea tranziției către decarbonare și înlocuirea treptată a cărbunelui cu sursele regenerabile de energie pentru producerea energiei electrice este extrem de importantă, în contextul în care este deja acceptat faptul că dezvoltarea și integrarea surselor regenerabile este condiționată de creșterea flexibilității sistemului energetic. Creșterea ponderii surselor regenerabile de energie este necesară pentru limitarea poluării mediului ambiant și a necesarului de energie electrică a țării, prin reducerea ponderii energiei obținută din surse fosile.

**Cuvinte cheie:** tranziție energetică; flexibilitatea sistemului energetic; energie regenerabilă.

## 1. Tranziția energetică și adaptarea la efectele schimbărilor climatice

Tranziția energetică se referă la trecerea de la alimentarea cu energie din combustibili fosili și nucleari la cea din surse regenerabile de energie, cu scopul de a crea un sistem energetic nou, durabil, cu emisii aproape nule de CO<sub>2</sub>. Din anul 2011, an în care guvernul german a decis să elimine treptat energia nucleară până în 2022, tranziția energetică reprezintă una dintre principalele provocări ale guvernului. Germania trebuie să se transforme într-una dintre economiile cele mai ecologice și eficiente energetic din lume și în același timp, trebuie să asigure prețuri competitive la energie.

Tranziția energetică reprezintă o transformare fundamentală a societăților noastre și afectează viața de zi cu zi a tuturor [1]. Nu este vorba doar despre schimbările climatice, reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră și utilizarea noilor tehnologii. Ea reprezintă o oportunitate de schimbare structurală, în cadrul căreia cetățenii trebuie să joace un rol esențial. Participarea cetățenilor este deosebit de importantă. Tranziția energetică nu poate avea succes dacă nu sunt implicate toate părțile interesate – trebuie să ținem seama de nevoile tuturor actorilor implicați [2]. Energia servește unui scop final, acela de a simplifica viața cetățenilor, inclusiv a familiilor și a întreprinderilor. Fără energie, nevoile noastre de bază nu sunt satisfăcute: nu există învățământ, sistem de sănătate sau transport.

O decarbonizare completă a sectorului energiei electrice până în 2050 este fezabilă și mai eficientă din punct de vedere al costurilor decât sistemul actual de energie electrică. Tranziția energetică nu mai este o chestiune de fezabilitate tehnologică sau profitabilitate economică, ci o chestiune de voință politică [3].

Scenariul Revoluției Energetice 2015 [4], demonstrează că omenirea poate face tranziția către 100% energie din surse regenerabile, până în anul 2050. Statul moldovean trebuie să fie bine informat și pregătit să reacționeze la evoluțiile de pe plan regional, european și internațional, atât din punct de vedere politic, cât și economic și tehnologic.

## 2. Energiile regenerabile – domeniu prioritar al tranziției energetice

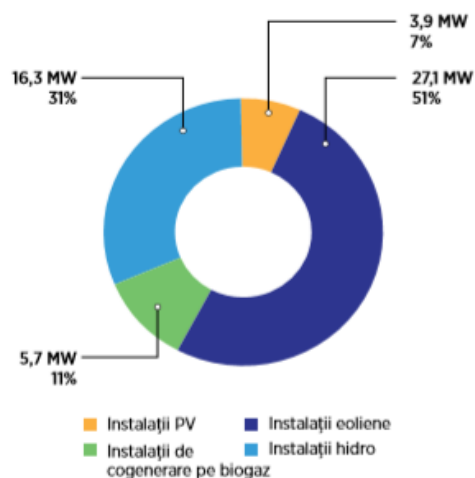
Confruntată în ultimii ani cu un consum energetic crescut și cu crize ale alimentării cu resurse energetice, pe de o parte, și jucând rolul de actor verde la nivel internațional care dorește să impună un model economic competitiv, dar mai ales sustenabil ecologic, Uniunea Europeană are ca obiectiv central al strategiilor sale actuale de dezvoltare tranziția energetică către un sistem inteligent, flexibil și just față de consumator atât ca preț, cât și ca surse.

În acest sens au fost elaborate o serie de direcții strategice și proiectate o serie de sinergii politice, inclusiv la nivelul mijloacelor de finanțare, care au în vedere transformarea sistemului energetic european prin inovare, reflectată în primul rând prin dezvoltarea sectorului energiilor din surse regenerabile.

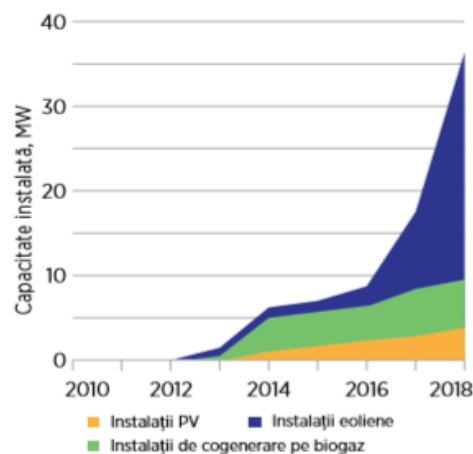
Deși sursele regenerabile de energie au redus dependența de combustibili fosili - cărbune și petrol, se constată o creștere masivă a dependenței de gaze naturale care asigură tranziția spre energetica viitorului cu emisii zero [6]. În Republica Moldova, cu toate succesele obținute în dezvoltarea surselor regenerabile de energie, există noi posibilități de creștere a ponderii acestora, în special prin dezvoltarea microrețelelor și a prosumatorilor.



Republica Moldova are un potențial tehnic considerabil de resurse de energie regenerabilă. Până în prezent, deși energia regenerabilă s-a dezvoltat rapid în întreaga lume în ultimul deceniu și este cea mai competitivă soluție din punct de vedere al costurilor în tot mai multe țări, această tendință nu a fost observată încă în Republica Moldova. În 2017, ponderea surselor regenerabile din consumul energetic final brut al Republicii Moldova a fost de 27,8%.



**Figura 1.** Capacitatea instalată a energiei regenerabile, după sursă (în martie 2018) [7]



**Figura 2.** Dinamica creșterii capacității de generare a energiei electrice din surse regenerabile [7]

În sectorul energiei, cea mai utilizată tehnologie de energie regenerabilă este energia eoliană, cu o capacitate instalată de 27 MW, urmată de centralele de cogenerare pe biogaz și aproape 4 MW în energia fotovoltaică solară (Figura 1). De asemenea, Republica Moldova are o centrală hidroelectrică de 16 MW, construită la sfârșitul anilor '70. Exploatarea surselor regenerabile exceptând energia hidroelectrică, s-a dezvoltat lent începând cu anul 2012, dar creșterea a accelerat semnificativ în 2016 (Figura 2).

### 3. Creșterea substanțială a flexibilității în mișcarea către 100 % ser

Actualitatea temei, este subliniată de situația conjuncturală din prezent, dar și de tendințele de viitor cu privire la evoluția surselor regenerabile de energie. Este binecunoscut, că pe plan național, preocupările în această direcție sunt în concordanță cu politicile la nivelul întregii Uniuni Europene.

În cadrul efectuării studiului de cercetare privind abordarea flexibilității sistemului energetic în vederea integrării surselor regenerabile de energie, s-a ajuns la concluzia că: flexibilitatea este o calitate globală a rețelelor interconectate, ce combină atât posibilitățile tehnice ale tuturor dispozitivelor conectate, cât și capacitatea sistemului de a le coordona eficient.

Provocări legate de integrarea energiei electrice din surse regenerabile pe piață [8] constată că prețul scăzut preconizat al energiei electrice nu oferă suficiente stimulente pentru ca piața energiei să investească în capacitatea necesară pentru a echilibra ponderea tot mai mare a energiei din surse regenerabile intermitente în rețea. Astfel, s-au semnalat probleme legate de obținerea de autorizații de conectare la rețea pentru producătorii de energie din surse regenerabile, precum și o necesitate de îmbunătățire a flexibilității sistemului energetic.

Piețele sunt instrumente puternice pentru găsirea de resurse cu costuri reduse, astfel încât să întrunească necesitățile rețelei fizice, însă în general piața are tendința de a favoriza sursele tradiționale, mai degrabă decât resursele alternative și flexibile, care au la bază cererea și oferta. Este timpul ca piețele să evolueze.

Flexibilitatea reprezintă capacitatea rețelei de a ajusta generarea de energie electrică, de a reconfigura sistemele de transmisie și de distribuție și de a ține seama de balanțele previzibile și imprevizibile dintre ofertă și cerere.

Concluzia se rezumă la oportunitățile de a crea flexibilitate există peste tot: centrale noi și mai flexibile pe gaz, depozitare la orice scară, stocare dispozitive electronice pentru reglarea producției de energie solară și eoliană și o constelație de dispozitive interconectate gata să consume electricitate într-un mod mai inteligent. Astfel, flexibilitatea este ingredientul cheie pentru gestionarea fiecăreia dintre aceste

provocări, acordând piețelor de en-gros capacitatea de a se adapta la variații în moduri cât mai eficiente din punct de vedere al costului și cât mai fiabile.

#### 4. Rolul deosebit al consumatorului

Rolul cetățenilor și integrarea acestora în tranziția energetică este considerată în prezent esențială, atât pentru înțelegerea, acceptarea și finanțarea tranzițiilor necesare, cât și pentru încurajarea participării active. Acest lucru va necesita schimbări de comportament, de exemplu în modul în care energia este produsă și consumată. Cetățenii UE, precum și cei din statele membre pot contribui în mod direct la reducerea emisiilor de carbon în Uniune, de exemplu prin achiziționarea de case eficiente din punct de vedere energetic, prin utilizarea de dispozitive eficiente din punct de vedere energetic, prin producerea de energie din surse regenerabile și prin utilizarea unor moduri de transport sustenabile.

Pachetul „Energie curată pentru toți europenii” [9] a fost primul care i-a plasat pe consumatori în centrul tranziției energetice. Un exemplu concret este informarea consumatorilor: opțiunea de a schimba furnizorul de energie electrică în termen de 24 de ore, cel târziu începând din 2026, accesul gratuit la cel puțin un instrument de comparare a prețurilor la energie și facturi mai clare și mai ușor de utilizat.

Este necesară o schimbare fundamentală a rolului pe care îl au consumatorii pe piață. Trebuie să le oferim acestora posibilitatea de a-și adapta consumul de energie pentru a profita de modificarea în timp real a cererii și a ofertei [10]. Consumatorii trebuie să poată acționa în calitate de cumpărători și vânzători, iar întreprinderile inovatoare trebuie să le ofere noi servicii pe baza unor norme de facturare și de publicitate mai clare și comparabile, care să faciliteze schimbarea furnizorului. O importanță similară are accesul la instrumente de comparare a prețurilor fiabile și relevante și creșterea puterii de negociere a consumatorilor prin scheme colective (de exemplu, trecerea colectivă la un alt furnizor, cooperativele energetice) [11].

Consumatorii trebuie să aibă libertatea de a produce și de a consuma propria energie în condiții echitabile pentru a economisi bani, a proteja mediul, precum și pentru a asigura securitatea aprovizionării. În consecință, consumatorii în situații de vulnerabilitate sau sărăcie energetică și gospodăriile care nu sunt în măsură să își modifice cererea sau să devină „prosumatori” (producători-consumatori) trebuie să beneficieze de o protecție efectivă în cursul acestei tranziții; de asemenea, este necesar să li se ofere asistență specifică pentru a-și îmbunătăți eficiența energetică [11].

#### 5. Tranziția energetică – marea provocare a republicii moldova

Tranziția energetică înseamnă mult mai mult decât trecerea de la o sursă de energie la alta. Este drumul către un sistem bazat pe folosirea limitată a resurselor, înaltă eficiență energetică și surse de energie regenerabile. Dintr-o perspectivă europeană, această tranziție energetică reprezintă trecerea de la un sistem dominat de energie epuizabilă (fosilă și de fisie) la un sistem bazat pe fluxul energetic (regenerabil). Pe lângă aspectele energiei pure, o astfel de tranziție este conectată direct cu alte aspecte sociale precum prosperitatea economică, locuri de muncă și condiții de muncă, precum și calitatea vieții.

Preponderent pentru Republica Moldova, tranziția energetică se adresează diverselor disfuncții ale societății noastre, în zonele urbane și rurale. Piața muncii, economia, sărăcia, inegalitatea socială, folosirea resurselor naturale, calitatea aerului, hrana, stilul de viață și modelele de consum au toate legături directe sau indirecte cu sistemul de energie. Astfel, provocările cheie ale tranziției energetice pentru Republica Moldova se manifestă prin:

- Intensitatea energetică estimată semnificativ mai mare decât media pe UE.
- Nivel redus al surselor regenerabile în mixul energetic.
- Barierele în calea investițiilor în economia verde se datorează accesului scăzut la finanțare, profitabilității scăzute a proiectelor verzi.
- Prevalența construcțiilor din perioada sovietică împiedică eficiența energetică.
- Tehnologiile eficiente din punct de vedere al resurselor lipsesc.

În consecință, tranziția energetică este condusă de necesitatea scăderii vulnerabilității energetice a orașelor și a locuitorilor. Aceasta cere o transformare fundamentală a societății noastre; de fapt, o nouă civilizație. Abordarea problemelor energetice la toate nivelele va transforma constrângerile în mult mai multe oportunități. Vor trebui găsite noi activități economice pentru a crea noi locuri de muncă și reduce sărăcia, de exemplu prin eficiența energetică și dezvoltarea producției locale de energie.

#### Concluzii

Tranziția către un sistem energetic durabil, inteligent și responsabil față de locuitori, bazat pe sursele de energie regenerabile care să plaseze beneficiarii, inclusiv cetățenii, între actorii-cheie ai pieței energiei și

care să ofere un preț suportabil pentru aceștia, precum și uniunea energetică sunt priorități strategice ale Uniunii Europene.

Accelerarea tranziției către o economie competitivă cu emisii scăzute de dioxid de carbon reprezintă atât o necesitate urgentă, cât și o șansă enormă pentru Republica Moldova. Aceasta este primordiala provocare a timpurilor noastre. Eșecul ne-ar putea pune în pericol prosperitatea și bunăstarea. Succesul va oferi oportunități economice fără precedent și noi căi spre prosperitate, bunăstare și creștere.

Mai important este faptul că tranziția către o economie cu emisii scăzute de dioxid de carbon, eficientă din punct de vedere energetic și rezistentă la schimbările climatice, necesită un sistem mai descentralizat și mai deschis, care să implice întreaga societate rezilientă.

#### **Bibliografie:**

1. Armaroli N., Balzani V., Energy for a sustainable world. From the oil age to a sun- powered future, Editura Wiley-VCH, Weinheim, 2011.
2. Al treilea raport privind starea uniunii energetice COM (2017) Bruxelles, 23.11.2017 688 Final.
3. Comunicarea „Energie curată pentru toți europenii” (COM (2016) 860.
4. Dr. Sven Teske, Steve Sawyer, Energy Revolution 2015 a sustainable world energy outlook 2015 - 100% renewable energy for all. Edition World Energy Scenario, 2015, 364 pages.
5. Communication on strengthening Europe's energy networks, COM (2017) Brussels, 23.11.2017.
6. IRENA (Agenția Internațională pentru Energie Regenerabilă) (2019), Costul normalizat global al energiei electrice produse de tehnologiile de producție a energiei regenerabile la nivel de utilități, rezultate preliminare pentru 2018, Baza de date IRENA privind costul energiei regenerabile, nepublicat.
7. MEI (2018d), Informații furnizate de către Ministerul Economiei și Infrastructurii, decembrie 2018, nepublicat.
8. Conditions for secure power transmission – Governance of Svenska Kraftnät in implementing the energy transition, Riksdagen, Suedia, 2016.
9. Communication on strengthening Europe's energy networks, COM(2017) Brussels, 23.11.2017.
10. Conditions for access to the network for cross-border exchanges in electricity [SEC (2009) 642]. Energy prices and costs in Europe [COM (2014) 21/2].
11. Delivering the internal electricity market and making the most of public intervention [COM (2013) 7243].

# CADRUL DE PROMOVARE ȘI REGLEMENTARE A COGENERĂRII ENERGIEI ȘI SISTEMELOR DE ALIMENTARE CENTRALIZATĂ CU ENERGIE TERMICĂ ÎN REPUBLICA MOLDOVA

Călin NEGURA, Constantin BOROSAN

Universitatea Tehnică a Moldovei

**Rezumat:** În lucrare este efectuată o analiză a situației privind stadiul actual de dezvoltare a cogenerării energiei în Republica Moldova în comparație cu statele membre a Uniunii Europene. Este stabilit faptul că actele normative de reglementare a sectorului energetic formează condiții favorabile pentru dezvoltarea cogenerării energiei. Instrumentele de sprijin în vigoare se referă la facilitarea procedurilor administrative destinate operatorilor de instalații de cogenerare.

**Cuvinte cheie:** politici energetice, eficiență energetică, promovarea cogenerării, sistem de alimentare centralizată cu energie termică, scheme de sprijin

## Introducere

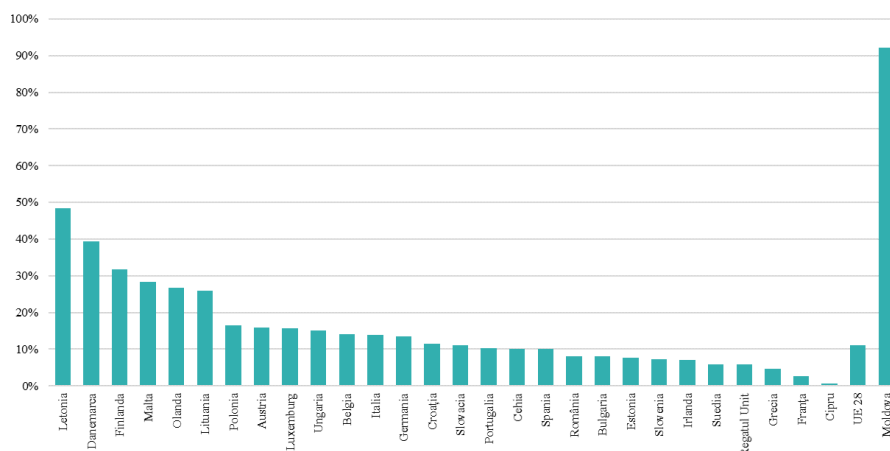
Republica Moldova a aderat la Tratatul de instituire a Comunității Energetice în decembrie 2009 și a devenind astfel Parte Contractantă în cadrul organizației [1]. În cadrul acordului, Republica Moldova și-a asumat angajamentul transpunerii aquis-ului comunitar în domeniul energiei în legislația națională.

Aquis-ul Comunității Energetice include ariile energiei electrice, gazelor naturale, securitatea alimentării cu energie, produse petroliere, infrastructură energetică, protecția mediului, energia regenerabilă, eficiența energetică, concurența, statistica energetică și combaterea schimbărilor climatice. Calendarul de armonizare a legislației naționale este stipulat în Acordul de Asociere a Republicii Moldova cu Uniunea Europeană [2].

Aria de lucru referitoare la eficiența energetică vizează mai multe Directive și Regulamente ale Uniunii Europene, inclusiv Directiva 2012/27/UE a Parlamentului European și a Consiliului din 25 octombrie 2012 privind eficiența energetică și actele subsecvente de punere în aplicare a acestora [3]. Directiva 2012/27/UE reprezintă documentul de referință pentru implementarea schemelor de sprijin în vederea promovării de energie produsă în regim de cogenerare.

## Importanța promovării cogenerării energiei în Republica Moldova

Cogenerarea energiei electrice și termice contribuie la obținerea economiilor de energie primară și respectiv conduce la reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră. În conformitate cu Directiva 2012/27/UE, statele membre ale Uniunii Europene și Republica Moldova în calitate de Parte Contractantă la Comunitatea Energetică, au obligația să adopte politici de încurajare a valorificării potențialului de cogenerare de înaltă eficiență.

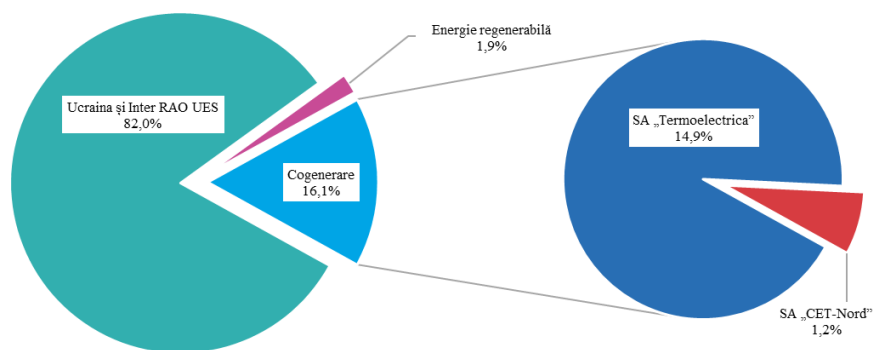


**Figura 1.** Ponderea energiei electrice produse în regim de cogenerare în țările UE și Moldova [4, 5]

Ponderea energiei electrice produse în regim de cogenerare în statele membre ale Uniunii Europene a constituit în anul 2016 puțin peste 10% din toată energia electrică produsă. În Letonia gradul de cogenerare

(ponderea energiei electrice produse în cogenerare) constituie aproape 50%, în Danemarca circa 40%, iar în Finlanda, Malta, Olanda și Lituania peste 25% (figura 1).

În Republica Moldova gradul de cogenerare constituie peste 90%, însă trebuie de remarcat faptul că energia electrică produsă local acoperă mai puțin de 20% din necesarul de consum al țării (figura 2).



**Figura 2.** Structura surselor de aprovizionare cu energie electrică în Republica Moldova [6]

Tehnologia de cogenerare exploatată în cadrul surselor de generare existente se bazează pe instalații de turbine cu abur cu condensare și instalații de turbine cu abur cu contrapresiune, care au un raport dintre energia electrică produsă către energia termică utilă consumată ( $W/Q$ ) foarte scăzut (tabelul 1).

**Tabelul 1.** Cantitatea de energie electrică produsă și energie termică utilă livrată de centralele de cogenerare [6]

Întreprinderea de termoficare	Producția de energie electrică, mil. kWh/an	Energia termică livrată în rețea		Raportul $W/Q$
		mii Gcal/an	mil. kWh/an	
SA „Termoelectrică” mun. Chișinău	619,3	1 635,8	1 902,4	0,33
SA „CET-Nord” mun. Bălți	48,4	192,9	224,3	0,22

În sistemul de alimentare centralizată cu energie termică (SACET) Chișinău valoarea raportului  $W/Q$  este puțin supraestimată din cauza considerării și a energiei termice produse de cazanele de apă fierbinte.

În situația în care Republica Moldova este puternic dependentă de sursele de energie electrică din exterior, la proiectarea surselor noi și re tehnologizarea celor existente devine un imperativ alegerea tehnologiilor de cogenerare care posedă valoarea raportului  $W/Q$  cât mai mare. Utilizarea cogenerării bazată pe utilizarea motorului cu ardere internă poate oferi valori ale raportului  $W/Q$  aproape de „1” și mai mare.

Exemplu de utilizare a tehnologiei de cogenerare bazate pe motorul cu ardere internă servește întreprinderea de termoficare SA „CET-Nord” din mun. Bălți, unde în cadrul proiectului de modernizare a SACET Bălți au fost instalate patru motoare termice pe bază de gaze naturale a producătorului austriac GE Jenbacher (tabelul 2).

**Tabelul 2.** Specificații tehnice motor GE Jenbacher J 620 GS-J01 [7]

Caracteristică tehnică	Unitate de măsură	Valoare
Puterea electrică generată	$kW_e$	3 352
Puterea termică totală	$kW_t$	3 392
Eficiența electrică	%	43,5
Eficiența termică	%	44,0
Randament global	%	87,5
Raport $W/Q$	-	$\approx 1,0$

Raportul  $W/Q$  aproape egal „1” este considerat în ipoteza că funcționarea instalației de cogenerare este ghidată de sarcina termică a consumatorilor.

#### Instrumente de sprijin a energiei produse în regim de cogenerare

În partea ce ține de promovarea cogenerării de înaltă eficiență, stipulată în Directiva 2012/27/UE, în Republica Moldova a fost adoptată Legea nr. 92 din 29.05.2014 cu privire la energia termică și promovarea

cogenerării [8]. În conformitate cu dispozițiile legii, unul din obiectivele ei de bază constă în *promovarea producerii de energie termică în regim de cogenerare*.

Politica de stat în sectorul termoeenergetic se bazează pe *promovarea eficienței energetice, a producerii energiei termice din surse regenerabile și a producerii energiei termice prin cogenerare, inclusiv prin procurarea prioritară a energiei termice produse de centralele electrice de termoficare și de centralele de producere a energiei electrice și termice în regim de cogenerare de înaltă eficiență*.

**Cogenerare de înaltă eficiență** - producția de energie în regim de cogenerare care asigură economii de energie primară de cel puțin 10%, comparativ cu valorile de referință pentru producerea separată de energie electrică și termică, iar în cazul unităților de microcogenerare și de mică putere producția care asigură economii de energie primară comparativ cu producerea separată.

Legea nr. 92/2014 prevede că Guvernul, asistat de organul central de specialitate al administrației publice în domeniul energetic, *stabilește mecanisme, scheme de sprijin și stimulente pentru îndeplinirea obiectivelor politicii de stat privind promovarea cogenerării*. În activitatea de reglementare a sectorului termoeenergetic, Agenția Națională pentru Reglementare în Energetică aplică **principiul procurării prioritare a energiei termice produse de centralele de producere a energiei electrice și termice în regim de cogenerare de înaltă eficiență**.

Conform dispozițiilor legii, furnizorii de energie termică **achiziționează în mod obligatoriu energia termică produsă în regim de cogenerare de înaltă eficiență**, iar în cazul în care distribuția căldurii este efectuată de către altă întreprindere termoeenergetică, aceasta are obligația să **acorde prioritate energiei termice produse de centralele de producere a energiei electrice și termice în regim de cogenerare de înaltă eficiență**.

Concomitent cu mecanismele de suport acordate pentru energia termică produsă în regim de cogenerare, cadrul normativ național prevede și scheme de sprijin pentru energia electrică produse în cogenerare. Actul normativ de bază care reglementează domeniul energiei electrice este Legea nr. 107 din 27.05.2016 cu privire la energia electrică [9].

În conformitate cu această lege, unul din obiectivele de reglementare a ei constă în *promovarea utilizării tehnologiilor moderne, inteligente și ecologice, a producerii energiei electrice din surse regenerabile de energie și a producerii energiei electrice și termice în regim de cogenerare de înaltă eficiență*. În activitatea de reglementare a domeniului dat, Agenția Națională pentru Reglementare în Energetică aplică **principiul procurării obligatorii a energiei electrice produse de centralele electrice de termoficare urbane, precum și principiul dispecerizării prioritare a centralelor electrice de termoficare urbane**.

**Centrală electrică de termoficare urbană** - centrală electrică de termoficare sau centrală electrică de cogenerare de înaltă eficiență, care livrează energie termică în sistemul de alimentare centralizată cu energie termică.

Operatorul sistemului de transport și operatorii sistemelor de distribuție, la dispecerizare trebuie să **acorde prioritate energiei electrice produse de centralele electrice de termoficare urbane**.

De asemenea, în conformitate cu Legea nr. 107/2016, operatorii de sistem sunt obligați să **acorde acces la rețelele electrice de transport și de distribuție tuturor utilizatorilor de sistem, existenți sau potențiali, în mod transparent, obiectiv și fără discriminare, ținând cont de prioritatea dispecerizării centralelor electrice de termoficare urbane**.

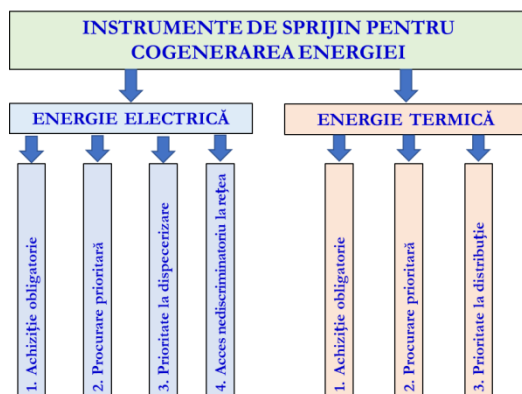
În ceea ce privește procurarea energiei electrice, actul legislativ prevede că *furnizorul central de energie electrică achiziționează pe piață energia electrică produsă de centralele electrice de termoficare urbane și revinde energia electrică respectivă furnizorilor la prețuri reglementate aprobate de Agenția Națională pentru Reglementare în Energetică*.

Prevederea care vizează dispecerizare prioritară a energiei electrice produse în regim de cogenerare este stipulată și în Regulile pieței energiei electrice aprobate prin Hotărârea Consiliului de Administrație al Agenției Naționale pentru Reglementare în Energetică nr. 212 din 09.10.2015.

Potrivit actului normativ secundar, este menționat că dirijarea operativ-tehnologică a fluxurilor de energie electrică de la centralele electrice dispecerizabile se efectuează de către operatorul rețelei de transport

și de sistem luându-se în considerare tehnologia de producere a energiei electrice și acordându-se **prioritate energiei electrice produsă de centralele electrice de termoficare în regim de cogenerare**.

În baza analizei cadrului normativ aferent reglementării domeniului cogenerării, rezultă că instrumentele de sprijin se referă atât la promovarea energiei electrice, cât și pentru energie termică (figura 3).



**Figura 3.** Instrumente de sprijin a energiei electrice și termice produse în regim de cogenerare

Instrumentele de suport în vigoare în Republica Moldova se referă la facilitarea procedurilor administrative acordate producătorilor de energie în regim de cogenerare și nu cuprinde scheme de sprijin de tip bonus financiar după modelul „certificatelor albe”.

## Concluzii

Promovarea cogenerării energiei electrice și termice este de mare actualitate pentru Republica Moldova în condițiile în care peste 80% din energie electrică este achiziționată din exterior. Cadrul politic și de reglementare existent în domeniul energetic formează condiții favorabile pentru promovarea utilizării tehnologiilor de cogenerare a energiei în Republica Moldova.

Edificarea capacităților noi de generare a energiei electrice sau re tehnologizarea celor existente trebuie să se bazeze pe tehnologii moderne, care asigură un raport W/Q mai aproape de „1” și mai mare, cum ar fi de exemplu motoarele cu ardere internă instalate în cadrul SACET Bălți. În contextul promovării centralelor electrice noi, o atenție sporită urmează a fi acordată tipului de combustibil care urmează a fi utilizat, în vederea minimizării dependenței energetice față de furnizorii externi.

## Bibliografie

1. Decision of the Ministerial Council of the Energy Community D/2009/MC-EnC on the accession of the Republic of Moldova to the Energy Community Treaty;
2. Acordul de Asociere între Republica Moldova și Uniunea Europeană;
3. Directiva 2012/27/UE a Parlamentului European și a Consiliului din 25.10.2012 privind eficiența energetică;
4. Combined Heat and Power generation data 2005-2016, Eurostat;
5. Raport privind activitatea Agenției Naționale pentru Reglementare în Energetică în anul 2015;
6. Raport privind activitatea Agenției Naționale pentru Reglementare în Energetică în anul 2017;
7. Jenbacher gas engines. Technical Specification. GE Jenbacher GmbH & Co OHG;
8. Legea nr. 92 din 29.05.2014 cu privire la energia termică și promovarea cogenerării;
9. Legea nr. 107 din 27.05.2016 cu privire la energia electrică.



# ANALIZA SENSIBILITĂȚII COTEI OPTIME DE COGENERARE ÎN ACOPERIREA UNEI CURBE DE SARCINĂ TERMICĂ A CONSUMATORULUI REZIDENȚIAL

Constantin BOROSAN

Universitatea Tehnică a Moldova

**Rezumat:** În lucrare este evaluată cota optimă de cogenerare pentru acoperirea unei curbe de sarcină termică a consumatorului de tip rezidențial în condițiile Republicii Moldova. La baza determinării cotei optime de cogenerare este selectat criteriul economic cheltuieli totale actualizate minime. Pentru consumatorii cu regimul de consum considerat a fost dezvoltat modelul de calcul și determinate valorile cheltuielilor totale. S-au efectuat calcule pentru două scenarii demonstrează atractivitatea cogenerării numai până la un anumit nivel, care este influențat de diverși factori variabili externi.

**Cuvinte cheie:** cogenerare de înaltă eficiență, consumator rezidențial, curba de sarcină termică, cota optimă de cogenerare, analiza sensibilității

## Introducere

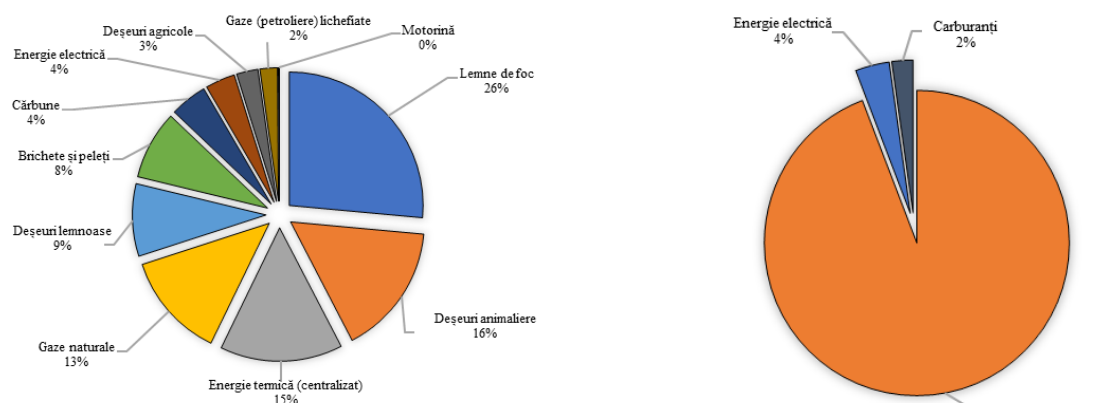
Arderea combustibililor fosili generează emisii de gaze cu efect de seră care stau la baza fenomenului încălzirii globale. Statele membre ale Uniunii Europene, și Republica Moldova în calitate de parte contractantă la Tratatul Comunității Energetice, au obligația să promoveze eficiența energetică ca măsură de reducere a emisiilor de gaze cu efect de seră și combaterea schimbărilor climatice.

Cogenerarea energiei electrice și termice reprezintă o modalitate eficientă de utilizare a resurselor energetice primare și de micșorare a impactului negativ asupra mediului. În cazul Republicii Moldova utilizarea cogenerării pentru producerea energiei contribuie la reducerea dependenței energetice față de furnizorii externi și mărește gradul de securitate energetică a țării. În această lucrare este analizată influența factorilor variabili externi asupra atractivității economice a cogenerării și identificarea cotei optime de cogenerare pentru diferite regimuri de consum caracteristice consumatorilor de tip rezidențial.

## Actualitatea promovării cogenerării energiei electrice și termice

În mod generalizat, în activitatea cotidiană consumatorii rezidențiali au nevoie de trei forme de energie pentru satisfacerea necesităților sale: energie electrică pentru aparate electrice; energie termică pentru gătit și încălzire; carburanți pentru transport.

În structura consumului de energie în sectorul rezidențial, ponderea cea mai mare în revine consumului de energie termică 94%, fiind urmat de consumul de energie electrică 4% și carburanți 2% (figura 1).



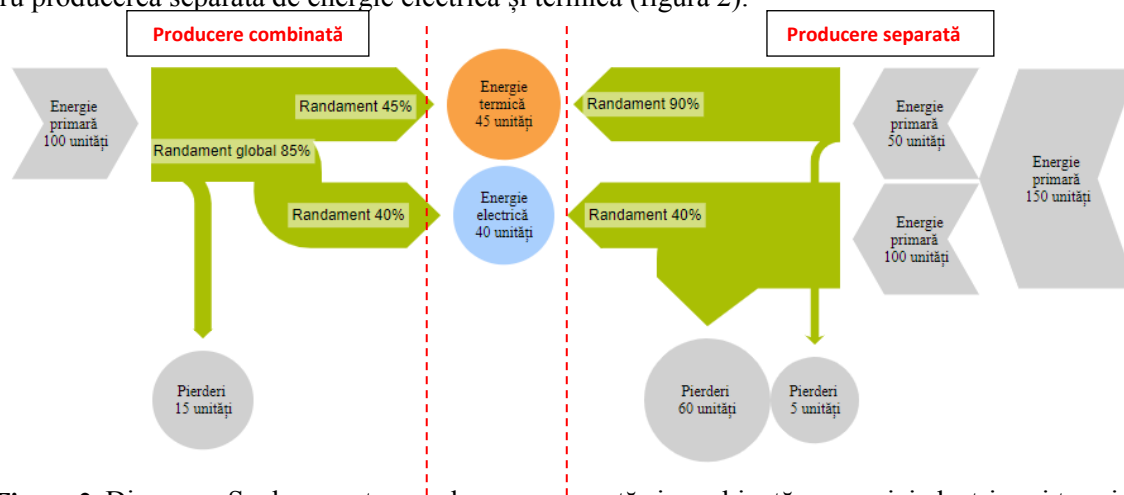
**Figura 1.** Structura consumului mediu de resurse energetice și energie într-o gospodărie [1]

Tehnologiile moderne de producere separată a energiei termice sunt ușor accesibile din punct de vedere al costurilor investiționale și au atins deja un nivel înalt de maturitate pe piață. Costurile specifice de capital pentru achiziționarea cazanelor de apă fierbinte pe bază de gaze naturale variază în limitele 10÷50



€/kW. Cazanele moderne care funcționează pe bază de combustibil gazos sau lichid pot asigura funcționarea la un randament de 85÷95%.

În conformitate cu Directiva 2012/27/UE a Parlamentului European și a Consiliului din 25 octombrie 2012 privind eficiența energetică, în statele membre și în țările părți contractante a Comunității Energetice este indicată promovarea tehnologiilor de cogenerare de înaltă eficiență [2]. Se consideră cogenerare de înaltă eficiență producția de energie prin instalații de microcogenerare (< 50 kW<sub>e</sub>) și unități de cogenerare de putere mică (< 1 MW<sub>e</sub>), care rezultă în economii de energie primară comparativ cu valorile de referință pentru producerea separată de energie electrică și termică (figura 2).



**Figura 2.** Diagrama Sankey pentru producerea separată și combinată a energiei electrice și termice [3]

Spre deosebire de tehnologiile de producere separată a căldurii, investiția specifică pentru achiziția și punerea în funcțiune a instalațiilor de cogenerare este mai mare comparativ cu instalațiile de cazane și poate avea valori cuprinse între 500÷1500 €/kW în cazul tehnologiei bazată pe motorul cu ardere internă. Randamentul global al instalațiilor de cogenerare moderne variază între 85÷90%.

O caracteristică importantă a tehnologiei de cogenerare este raportul dintre energia electrică produsă către energia termică utilă consumată (W/Q). Valoarea raportului W/Q egală cu „1” are semnificația că la fiecare unitate de energie termică consumată este produsă o unitate de energie electrică. Cogenerarea bazată pe motorul cu ardere internă, în baza turbinei cu gaze și a ciclului combinat gaze-abur poate să asigure acest raport W/Q în jur de „1” sau mai mare. În situația Republicii Moldova, unde energia electrică produsă de centralele electrice proprii constituie doar aproximativ 20% din consum, restul fiind achiziționat din afară, trebuie să fie promovate tehnologiile de cogenerare a căror raport W/Q este mai aproape de valoarea „1” și mai mare.

**Tabelul 1.** Caracteristici tehnice ale diferitor tehnologii de cogenerare a energiei [4]

Caracteristici	Tehnologii de cogenerare				
	Motor cu ardere internă	Turbină cu gaze	Microturbină (cu gaze)	Pile de combustie	Turbină cu abur
Diapazon putere	10 kW÷10 MW	1 MW÷300 MW	30 kW÷330 kW	5 kW÷2,8 MW	100 kW÷250 MW
Randament electric	30÷42%	24÷36%	25÷29%	38÷42%	5÷7%
Randament global	77÷83%	65÷71%	64÷72%	62÷75%	80%
Raport W/Q	0,6÷1,2	0,6÷1,0	0,5÷0,8	1,3÷1,6	0,07÷0,10

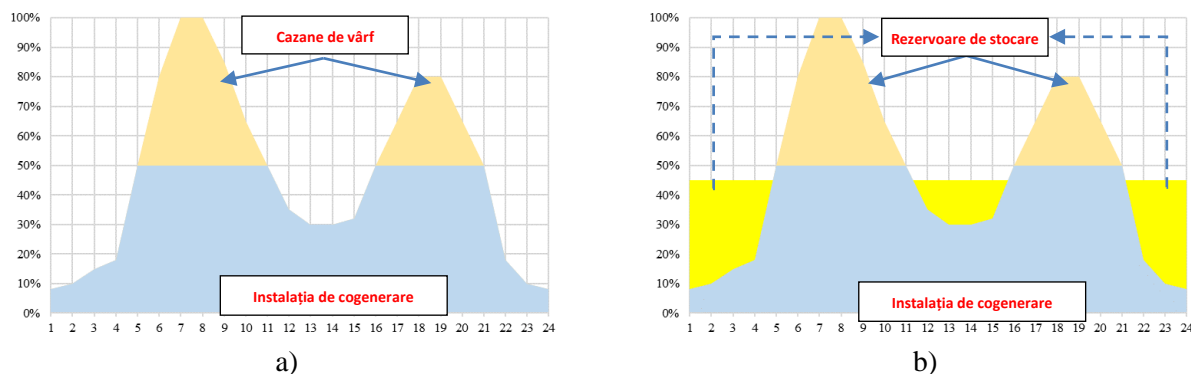
Ușor de observat că tehnologia bazată pe motorul cu ardere internă reprezintă varianta optimă în cazul sistemelor de generare distribuită, având valoarea cea mai mare a randamentului și a raportului W/Q.

#### Cota optimă de cogenerare în sectorul rezidențial

În procesul de proiectare a surselor de generare și alimentare cu energie termică se impune analiza tehnico-economică a cel puțin două variante de proiect.

În localitățile urbane, de obicei, în calitate de surse de generare a energiei termice sunt proiectate instalații de cogenerare. În acest caz, funcționarea centralelor electrice cu termoficare este ghidată de curba de sarcină termică a consumatorilor rezidențiali.

Pentru acoperirea sarcinilor de vârf, de obicei se utilizează cazane de apă fierbinte, care sunt puse în funcțiune în orele de vârf. În sistemele de alimentare centralizată cu energie termică moderne, pentru acoperirea sarcinii termice în orele de vârf se utilizează energia termică stocată în rezervoare de apă fierbinte (figura 3).



**Figura 3.** Opțiuni de acoperirea a vârfurilor unei curbe de sarcină: cu cazane (a) și boilere de stocare (b)

Dimensionarea puterii instalației de cogenerare, de obicei, se efectuează având la bază funcționarea instalației la o sarcină termică aproximativ constantă pe o durată cât mai mare de timp pe parcursul anului. O abordare obiectivă de identificare a cotei optime de cogenerare în acoperirea unei curbe de sarcină rezultă din evaluarea tehnico-economică a variantelor de proiect, prin substituirea treptată a factorilor variabili externi aflați în relație cu regimul de consum. Criteriul de identificare a cotei optime de cogenerare este cheltuieli totale actualizate minime (CTA  $\rightarrow$  minimum). La calcularea componentei CTA aferentă funcționării instalației de cogenerare trebuie de luat în considerare și venitul obținut de la comercializarea energiei electrice produse. Regimul de consum al consumatorului rezidențial este determinat de cuba de sarcină zilnică și de cea anuală, care este caracterizată prin sarcina termică minimă ( $q_{\min}$ ), maximă și medie. Sarcina medie poate fi exprimată prin durata de utilizare a puterii maxime ( $T_M$ ).

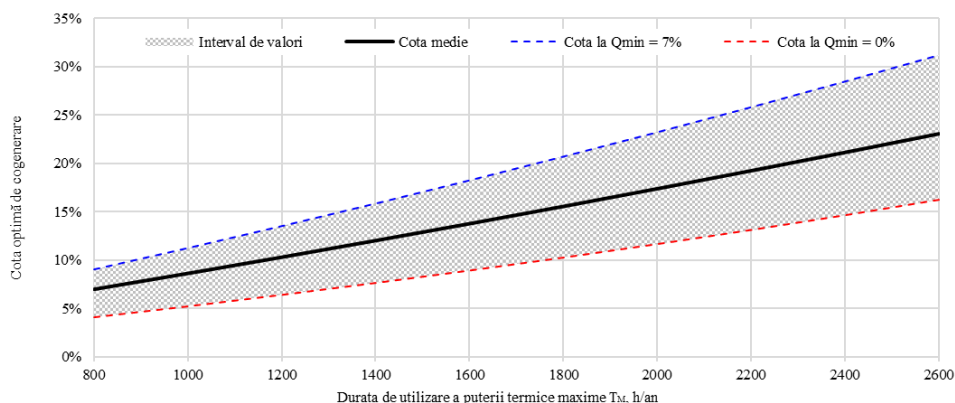
În lucrare sunt analizate șapte regimuri de consum cărora le corespund anumite valori  $T_M$  și  $q_{\min}$ . Calculele sunt efectuate pentru două scenarii: care conduc către un rezultat conservativ și respectiv optimist.

**Tabelul 2.** Factorii variabili externi care influențează asupra cotei optime de cogenerare [5]

Parametru variabil	Unitate de măsură	Scenariu	Factori variabili externi							
			$T_M = 800$	$T_M = 1000$	$T_M = 1200$	$T_M = 1400$	$T_M = 1600$	$T_M = 1800$	$T_M = 2000$	$T_M = 2600$
Sarcina termică minimă	%	Conservativ	0	0	0	0	0	0	0	0
		Optimist	7	7	7	7	7	7	7	7
Cost inițial gaze naturale	\$/mie m <sup>3</sup>	Conservativ	300	300	300	300	300	300	300	300
		Optimist	275	275	275	275	275	275	275	275
Rată creștere a cost gaze	%/an	Conservativ	5	5	5	5	5	5	5	5
		Optimist	3	3	3	3	3	3	3	3
Rată creștere cheltuieli O&M	%/an	Conservativ	5	5	5	5	5	5	5	5
		Optimist	3	3	3	3	3	3	3	3
Cost energie electrică vândută	c€/kWh	Conservativ	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
		Optimist	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5
Rată creștere cost electricitate	%/an	Conservativ	3	3	3	3	3	3	3	3
		Optimist	5	5	5	5	5	5	5	5
Cotă optimă de cogenerare	%	Conservativ	4,1	5,3	6,4	7,7	8,9	10,3	11,7	16,2
		Optimist	9,0	11,2	13,5	15,8	18,2	20,7	23,2	31,2

Cheltuielile de operare și mentenanță (O&M) includ costul serviciilor de întreținere (materiale consumabile, piese de schimb, servicii de reparație etc.) și nu cuprind costul combustibilului, care este calculat ca componentă separată. Durata perioadei de studiu pentru care este efectuată modelarea constituie 10 ani, rata

de actualizare a fluxurilor de numerar este de 10%/an. Durata de utilizare a puterii electrice maxime este ghidată de durata de utilizare a sarcinii termice maxime. Valoarea investiției specifice fost considerată pentru instalația de cogenerare egală cu 1000 €/kW, iar pentru centrala termică de 20 €/kW. Cota cheltuielilor de operare și mentenanță a fost considerată 3%/an din investiție pentru cazane și de 4%/an din investiție pentru instalația de cogenerare. În baza calculelor a rezultat că cota optimă de cogenerare este mai mare în scenariile de calcul în care sarcina termică minimă are o valoare mai înaltă ( $q_{\min} = 7\%$ ). Având în vedere incertitudinea cu privire la evoluția unor parametri variabili în timp, rezultatele căutării cotei optime de cogenerare este prezentat sub forma unui interval de valori (figura 4).



**Figura 4.** Cota optimă de cogenerare pentru diferite valori a duratei de utilizare a puterii termice maxime

Cota optimă de cogenerare în acoperirea unei curbe de sarcină a unui consumator de tip rezidențial, variază de la circa 7% până la aproximativ 22%. În scenariul de calcul cu durata de utilizare a puterii termice maxime egală cu 800 h/an, cota optimă de cogenerare (valoarea medie), este la nivelul sarcinii termice minime. Majorarea duratei de utilizare a puterii termice maxime conduce către creșterea cotei optime de cogenerare.

## Concluzii

Consumatorii de energie termică de tip rezidențial se caracterizează prin valori reduse a duratei de utilizare a sarcinii termice maxime. În contextul politicilor de combatere a schimbărilor climatice, promovarea cogenerării ca măsură de eficiență energetică reprezintă o prioritate a autorităților statului. În condițiile Republicii Moldova merită să fie promovate tehnologiile de cogenerare a căror raport W/Q este aproape de „1” sau mai mare. Fundamentarea cotei optime a cogenerării în acoperirea sarcinii termice maxime urmează a fi realizată în baza criteriului economic CTA → minimum. La calculul CTA aferent instalației de cogenerare urmează a fi deduse veniturile obținute de la comercializarea energiei electrice produse.

Cota optimă de cogenerare depinde de mai mulți factori variabili externi, inclusiv: sarcina termică minimă, costul combustibilului, ratele de creștere a cheltuielilor anuale, durata de utilizare a puterii termice maxime și prețul de achiziție a energiei electrice. Prețul de achiziție a energiei electrice produse de instalația de cogenerare are o influență puternică asupra cotei optime de cogenerare.

## Bibliografie

1. *Consumul de energie în gospodăriile casnice*, Nov. 2016, Biroul Național de Statistică, Chișinău;
2. Directiva 2012/27/UE a Parlamentului European și a Consiliului din 25.10.2012 privind eficiența energetică;
3. Sankey Flow Show, Sankey Diagram Web App, <https://www.sankeyflowshow.com/>;
4. *Overview of CHP Technologies*, CHP Technology Fact Sheet Series, Dec. 2016, US Department of Energy;
5. Valentin ARION, Călin NEGURA. *Îmbunătățirea modelului curbei clasate a sarcinii termice*. Forumul Regional al Energiei pentru Europa Centrală și de Est, 10-14 iunie 2018, Costinești, România.

# REȚELE DE APĂ RĂCITĂ

Alexandru COBUȘCEAN

Universitatea Tehnică a Moldovei

**Rezumat:** În articol este prezentată motivația aparenței rețelilor de apă răcită, compoziția și avantajele lor în ce prevede climatizarea. Tot aici este descrisă structura acestor rețele și modul în care ele funcționează. Sunt descrise diferite modalitățile de obținere a apei reci, cea mai desfășurată expusă fiind, cea cu ajutorul instalațiilor frigorifice cu absorbție, care poate funcționa pe bază de energie termică reziduală de la centrale termice. În lucrare sunt descrise numeroasele avantaje a acesteia, dar și câteva probleme cu care putem să ne întâlnim în exploatare. De asemenea în lucrare am descris avantajele rețelilor centralizate în comparație cu sistemele de climatizare locală, și am adus exemplu de un sistem de acest tip deja funcțional, care se află pe teritoriul Franței.

**Cuvinte cheie:** rețele de apă răcită, climatizare, eficiența energetică, instalații frigorifice cu absorbție, sistem de răcire centralizat.

Ca urmare a creșterii continue a spațiilor climatizate, existente sau nou construite, deci și a numărului mare de echipamente de climatizare acționate în general cu ajutorul energiei electrice, este necesar de a dezvolta un nou sistem, mai avantajos, care va alimenta centralizat cu frig majoritatea locuințelor, întreprinderilor și instituțiilor publice.

Rețele de apă răcită folosite în prezent de multe țări atât în Europa cât și în America și Asia pot cu exactitate să ne permită înlocuirea sistemelor de climatizare locale, care în multe cazuri determină un consum ridicat de energie electrică și au un impact considerabil asupra mediului, deoarece în funcționarea unora sunt utilizați agenți frigorifici ce au o acțiune nocivă asupra mediului înconjurător, îndeosebi asupra stratului de ozon.

Adică scopul principal a acestor rețele este climatizarea, sau alt fel spus urmărirea și menținerea constantă a 3 factori: temperatura, umiditatea și calitatea aerului interior. Aceste sisteme sunt binevenite și foarte eficiente în situația când sunt multe camere individuale ce necesită controlul separat a climatizării, ca exemple pot servi hotelurile, clădirile de birouri, spațiile industriale și comerciale etc.[1]

Dar necesitatea acestor sisteme nu se oprește doar la climatizare, ele pot fi folosite de multe întreprinderi în procese tehnologice și pentru răcirea diferitor echipamente și instalații care în proces de lucru emană multă căldură și pentru ca să mențină bunul regim de funcționare aceste utilaje trebuie să fie răcite, ca exemple pot servi întreprinderile cum ar fi: cele de injecție de masă plastică, turnătoriile, tipografiile, fabrici de băuturi și cele de tăiere cu încălzire LASER, din aceste considerente aceste rețele au o utilitate publică foarte mare.[2]

Răcirea prin așa mod nu este foarte diferită de aerul condiționat tipic rezidențial în care apa este pompată de la răcitorul de lichid la unitatea de tratare a aerului pentru al răci. Indiferent de cine o oferă, apa răcită (între 4 ° și 7 ° C (39-44 ° F)) este pompată printr-un dispozitiv de tratare a aerului, care captează căldura din interior, apoi dispersează aerul rece în zona care trebuie să fie climatizată. [2]

## Avantajele rețelilor cu apă răcită în comparație cu sistemele de climatizare locală.

- Economia de scară. O utilitate poate opera un sistem mare mult mai econom decât un client poate gestiona un sistem separat într-o singură clădire.
- Asigurare. Sistemul utilitar are, de asemenea, capacitatea de rezervă pentru a proteja împotriva întreruperilor bruște. Costul unei astfel de "asigurări" este, de asemenea, semnificativ mai mic decât ceea ce ar fi pentru o structură individuală.
- Reducerea consumului de energie de acționare și reducerea impactului negativ asupra mediului.
- Sporirea factorului estetic a infrastructurii orașelor, deoarece sistemele de climatizare locale sunt frecvent întâlnite și contribuie major la degradarea fațadelor clădirilor.

## Sistemul de răcire centralizat.

Acestea sunt utilizate încă de la sfârșitul anilor 1800 când s-a realizat distribuția unui debit de aer răcit în interiorul clădirilor utilizându-se un sistem de conducte subterane. [1]

În 1960 a fost instalată în USA prima instalație centralizată într-o zonă comercială. În Europa astfel de instalații apar în ultimii 50 de ani, astfel în Franța climatizarea complexului de birouri La Defence se realizează cu acest sistem, care apoi a fost dezvoltat și în alte țări din Europa și în special în cele nordice: Danemarca, Suedia, Norvegia. [R1]

Un sistem de răcire centralizată cuprinde 3 componente principale:

- Instalația frigorifică centrală, reprezentată de răcitorul de lichid;
- Rețeaua de distribuție reprezentată de sistemul de conducte;
- Unitățile terminale, reprezentate de ventiloconvectoare.

### **Funcționarea acestor sisteme centralizate.**

Apa rece ce circulă prin rețele, poate fi refrigerată prin mai multe metode:

Prima, prin utilizarea turnului de răcire, un dispozitiv de schimb de căldură utilizat pentru a transfera căldură reziduală în atmosferă. Măsura în care turnul de răcire scade temperatura depinde de temperatura exterioară, de umiditatea relativă și de presiunea atmosferică, o eficiență mai mare în acest caz poate fi obținută pe timp de noapte.

Temperatura apei din circuit va fi coborâtă până la valori între 4 ° și 7 ° C și apoi pompată mai departe la dispozitivul de tratare a aerului, apoi ciclul este repetat. Echipamentul necesar include răcitoare, turnuri de răcire, pompe și echipamente de comandă electrică.

Dar modalitatea expusă mai sus nu este atât de eficientă deoarece nu poate deservi un număr mare de clienți și de aceea în prezent tot mai mult se vorbește despre instalațiile frigorifice acționate electric (instalație frigorifică cu comprimare mecanică) sau acționate cu energie termică (instalație frigorifică cu absorbție). [R2]

A doua este mai eficientă, deoarece disponibilitatea apei calde de la CTE în sezonul cald, când se prepară doar apă caldă menajeră, poate conduce la alimentarea în condiții foarte economice a unor instalații frigorifice de acest fel, ce vor produce centralizat apă rece pentru climatizare. [R1]

### **Producerea apei reci cu ajutorul instalațiilor frigorifice cu absorbție, avantajele lor.**

Cele mai uzuale sisteme cu absorbție sunt dezvoltate pentru 2 fluide de lucru:

- Instalație cu absorbție în soluție apă-amoniac;
- Instalație cu absorbție în soluție LiBr-apă;

A doua fiind mai rentabilă în ce prevede climatizarea, deoarece temperaturile în comparație cu prima sunt mai ridicate și mai optime.

Primele instalații cu absorbție utilizate au fost cele cu soluție hidroamoniacală ( $\text{NH}_3\text{-H}_2\text{O}$ ) începând cu 1810. Având un cost ridicat și dimensiuni mai mari în comparație cu instalația cu compresie mecanică de vapori au fost utilizate mai puțin, în special în aplicații industriale. Din 1945 au fost introduse instalațiile cu  $\text{BrLi-H}_2\text{O}$  pentru climatizarea aerului, astăzi ele ocupând 5% din producția de frig necesară în SUA și 50% în Japonia, Korea și China. Sistemele frigorifice cu absorbție devin rentabile față de cele cu compresie mecanică când energia de acționare este obținută din recuperări energetice sau din surse regenerabile. [R1]

Când energia termică necesară acționării instalației provine din recuperări energetice, instalația devine deosebit de rentabilă deoarece energia primară poate avea un pret foarte redus. Se obțin astfel, numeroase avantaje:

- se utilizează în sezonul cald căldura produsă de centrala termoelectrică CTE, care oricum funcționează pentru a produce în mod special energie electrică, reducând cedarea de căldură în mediul ambiant care însoțește funcționarea sistemului;
- se reduce consumul de energie electrică (pentru climatizarea locuințelor) și a sistemul energetic național;
- se ridică eficiența frigorifică a sistemului global de climatizare, energia termică consumată pentru acționare fiind mai ieftină decât cea electrică;
- prin utilizarea spațiilor disponibile din punctele termice modernizate și a rețelei primare existente costurile de exploatare sunt reduse;
- se poate utiliza același sistem de contorizare a energiei livrate consumatorilor;
- se reduc costurile pentru investiție, întreținere și servicii aferente consumatorilor;
- necesită un personal redus pentru întreținerea instalației centrale în comparație cu sistemele de climatizare locale care solicitau echipe multiple de oameni.
- se reduce factura energetică aferentă climatizării;

- se reduce poluarea termică a mediului înconjurător, atât prin reducerea consumului total de energie pentru acționarea sistemului de climatizare (deci a emisiilor de CO<sub>2</sub> la producerea acestei energii) cât și prin neutilizarea fluidelor cu efect de sera (freoni), deoarece instalațiile cu absorbție care prepara apa rece nu conțin fluide care distrug stratul de ozon sau care contribuie la încălzirea atmosferei;
- nivelul de zgomot este aproape inexistent fiind eliminate și vibrațiile transmise prin intermediul părților componente;
- durata de viață este mult mai mare (între 25...30 de ani) decât a unui sistem bazat pe un compresor (maxim 10 ani);
- se ameliorează arhitectura clădirilor prin eliberarea fațadelor de unitățile exterioare ale instalațiilor de climatizare locală; [R1]

Însă această modalitate are și dezavantajele sale. Dezavantajele sistemelor de producere a apei reci cu instalații frigorifice cu absorbție sunt:

- în sezonul cald temperatura agentului termic furnizat de centrala termoelectrică punctului termic este scăzut necesarului preparării apei calde menajer; aceasta nu este suficientă pentru funcționarea continuă a instalației frigorifice cu absorbție. Ca urmare trebuie ridicată temperatura apei calde livrate încât să se asigure nivelul termic corespunzător funcționării instalației frigorifice cu absorbție asociate;
- debitul de apă de răcire necesar instalațiilor frigorifice cu absorbție este mai mare decât cel pentru instalațiile cu compresie mecanică de vapori; impunând sisteme de evacuare a căldurii (turn de răcire) mai mari. [R1]

Alte modalități de obținere a apei reci pot fi : apele subterane, pompele de căldură, stocarea de gheață, răcirea naturală.

### **Rețelele de apă rece în lume.**

Un exemplu foarte bun poate fi Franța, aici în anul 2002 a fost pusă în funcțiune o instalație frigorifică cu o putere de 52 MW. Centrala frigorifică este realizată subteran la o adâncime de 30m, sub PLACE du CANADA.

Instalația este de tip cu compresie mecanică cu turbocompressoare funcționând cu agent frigorific r134a și realizând răcirea unui debit de apă de 5600 m<sup>3</sup> /h în 2 trepte: de la 10/6°C și ulterior de la 6/2°C. Condensatoarele sunt răcite cu apa cu temperatura 27/32°C, evacuând căldura în râul Sena.[R1]

O dată cu răspândirea acestor rețele, se pune problema monitorizării, și acum tot mai mult se vorbește despre implementarea unui sistem inteligent, care se va ocupa cu monitorizarea și reglarea automată a parametrilor, acest proces se va simplifica dacă aceste rețele vor fi legate de rețelele termice și electrice, deoarece se reduc costurile și deoarece doar așa vom putea vorbi despre un sistem comun, ușor de verificat și sigur.

### **Bibliografie**

1. Teza de doctor “CONTRIBUTII LA PRODUCEREA CENTRALIZATA A FRIGULUI PENTRU CLIMATIZAREA CLADIRILOR”, autor Sef lucr. ing. Alina PIRVAN
2. Chilled Water System Basics <https://highperformancehvac.com/chilled-water-systembasics>

# РЕЖИМНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ НА ОСНОВЕ ФРТ С КРУГОВЫМ ВРАЩЕНИЕМ ФАЗЫ, ВЫПОЛНЕННОГО ПО СХЕМЕ ТРЕУГОЛЬНИКА

Ирина ГОЛУБ

*Institutul de Energetică, MECC*

**Аннотация:** Работа посвящена исследованию характеристик преобразователя частоты на основе фазорегулирующего трансформатора (ФРТ) с круговым вращением фазы, управляемого средствами силовой электроники, с точки зрения совместимости предлагаемого технического решения с требованиями, предъявляемыми к преобразовательным устройствам подобного назначения. Результаты исследований будут способствовать определению, целесообразности и технической эффективности применения новых видов преобразователей для объединения, асинхронно работающих энергосистем.

**Ключевые слова:** фазоповоротный трансформатор, силовая электроника, регулирование мощности, преобразование частоты.

**Введение.** Наметившийся в последнее время интерес к разработке частотно регулируемых электрических связей [1,2,3,4,5] стимулирует также и появление новых технических решений, обеспечивающих реализацию соответствующих управляющих воздействий. Традиционно, при рассмотрении подобного рода задач, в качестве основных средств управления применяются поворотные трансформаторы типа VFT (Variable Frequency Transformers), а также преобразователи типа HVDC (High Voltage Direct Current). Каждое из указанных устройств имеет свои достоинства и недостатки.

Основное достоинство поворотного трансформатора VFT состоит в том, что при любой заданной частоте рабочее напряжение на его выходных клеммах всегда сохраняет синусоидальную форму.

Недостатками этого устройства являются:

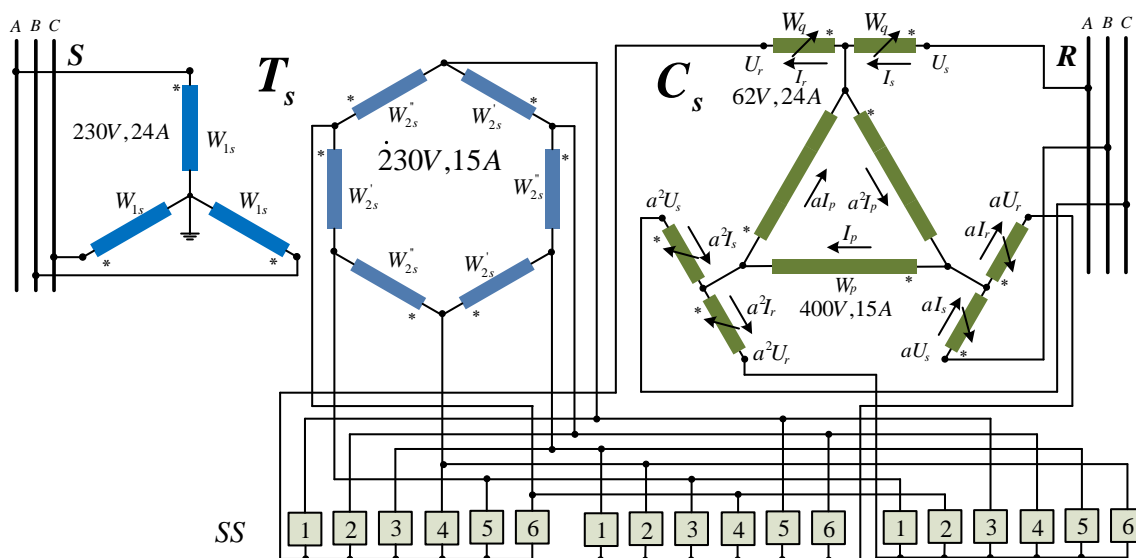
- -вынужденное применения трущихся токоъемных контактов, что приводит к снижению надежности функционирования установки;
- -дополнительное (помимо собственных электрических потерь) расходование энергии на управление связанное с необходимостью поддержания задаваемого уровня передаваемой мощности за счет создания соответствующего вращающего момента сервомотора;
- -наличие механической инерционности ротора, ведущее к появлению электромеханических переходных процессов;
- -наличие воздушного зазора между обмотками статора и ротора, что сопровождается существенным повышением тока холостого хода устройства до величины соизмеримой с током нагрузки.

Следует также отметить, что использование VFT сопровождается значительным увеличением продольного индуктивного сопротивления соответствующего тракта электропередачи и необходимостью применения дополнительных компенсирующих устройств.

Основным достоинством преобразователя типа HVDC является его универсальность и быстродействие. При этом наиболее существенный недостаток данного технического решения состоит в том, что оно основывается на принципе двойного преобразования энергии (выпрямление и инвертирование) как на передающей, так и на приемной стороне. При этом имеют место существенные искажения синусоидальной формы рабочих напряжений и токов, требующих применения специальных гармонических фильтров.

Разработка альтернативных, относительно VFT и HVDC, технических средств преобразования частоты для электрических систем позволит повысить степень управляемости транспортных и распределительных сетей, что является характерной тенденцией современного этапа развития электроэнергетики. В данной работе предложен вариант устройства, которое может быть принято в качестве рабочей модели для реализации принципа прямого преобразования частоты [6,7,8], не связанного с двойным преобразованием энергии и не имеющего недостатков, свойственных VFT

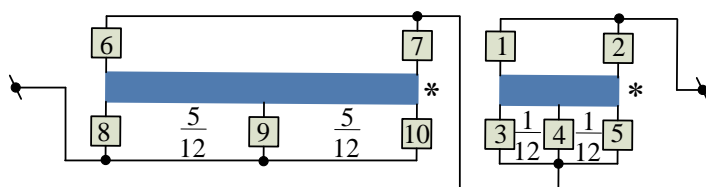
**1. Принципиальная схема и закон управления одноканальным преобразователем** Схема одноканального преобразователя приведена на рис.1. Основным элементом преобразователя, определяющим его отличие от других технических решений, является фазорегулирующий трансформатор ( $C_s$ ), образованный соединенными в треугольник нерегулируемыми обмотками ( $W_p$ ) и примыкающими к вершинам этого треугольника регулируемыми обмотками ( $W_q$ ).



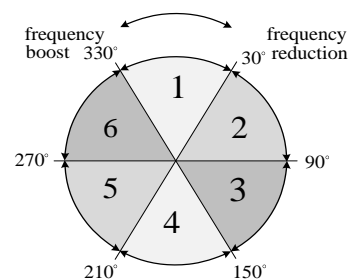
**Рис.1** Схема одноканального преобразователя частоты

При этом каждая присоединенная к конкретной вершине треугольника регулируемая обмотка принадлежит фазе соответствующей нерегулируемой обмотки, которая противолежит данной вершине. Все регулируемые обмотки выполнены по схеме, представленной на рис.2.

Каждая регулируемая обмотка разделена на две секции, имеющие промежуточные ответвления которые, также как и концевые выводы секций этих обмоток, присоединены к силовым электронным коммутаторам. Собственно коммутаторы условно изображены в виде квадратов, пронумерованных цифрами от 1 до 10. Дробные арифметические соотношения характеризуют принцип секционирования регулируемых обмоток, обеспечивающий при данных условиях 12 дискретных значений снимаемого с них напряжения (как условно положительного, так и противоположного ему знака при реверсировании). Совокупность, представляемая фазорегулирующим трансформатором и силовыми электронными коммутаторами регулируемых обмоток, образует блок тонкого регулирования преобразовательного устройства и предусматривает возможность регулирования фазового сдвига выходного напряжения относительно приложенного в диапазоне  $\pm 30^\circ$ .



**Рис.2** Обмотка управления преобразователя секционированная под 24 позиции переключения



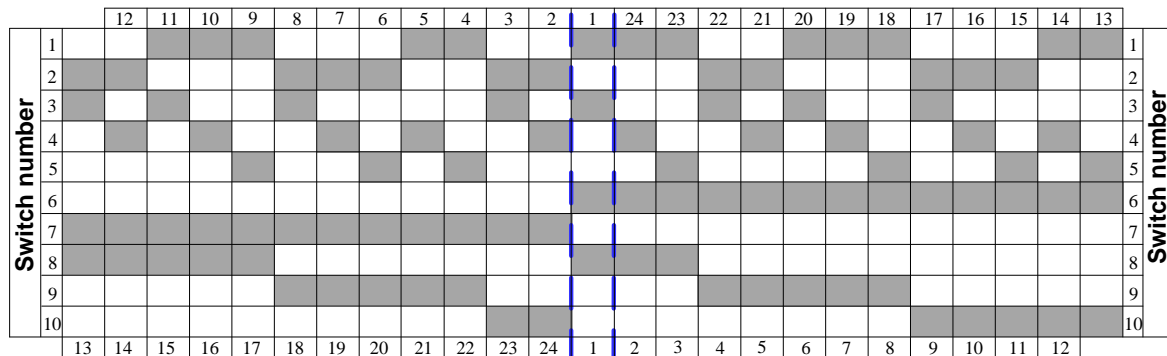
**Рис.3** Сектора грубого регулирования устройства.

Полная окружность регулирования, как показано на рис.3, может быть разделена на 6 отдельных секторов, по  $60^\circ$  каждый, в рамках которых осуществляется процедура тонкого регулирования, обеспечиваемая секционированными обмотками управления рис.2. Переключение секторов обеспечивается с помощью силовых полупроводниковых коммутаторов  $SS$ , которые,



совместно с силовым трансформатором  $T_s$ , образуют блок грубого регулирования. Вторичная обмотка трансформатора  $T_s$  выполнена по схеме правильного шестиугольника, вершины которого являются опорными точками соответствующих секторов. Первичная обмотка силового трансформатора  $T_s$  подключена к питающей сети. К выходным клеммам фазорегулирующего трансформатора  $C_s$  подключена нагрузка.

При симметричном (одновременном) переключении обмоток управления степень дискретности одной ступени составляет -  $2.5^\circ$ . Таким образом, каждый сектор грубого регулирования содержит 24, а вся окружность содержит 150 фиксированных позиций значений угла фазового сдвига. Стратегию управления для данных условий отражает диаграмма переключения, представленная на рис.4.



**Рис.4** Стратегия управления преобразователем при симметричном переключении с дискретностью ступени  $2.5^\circ$

**2 Режимы работы одноканального преобразователя частоты.** На основе структурно-имитационной модели по схеме рис.1 были проведены расчетные эксперименты для следующих ситуаций:

- работа преобразователя на активную нагрузку ;
- работа преобразователя на приемную систему;
- работа преобразователя на приемную систему через ЛЭП  $15^\circ$  ;
- работа преобразователя на приемную систему через ЛЭП  $15^\circ$  и реактор;

Режимные параметры преобразователя частоты анализировались при разнице частот 10 Гц, 5 Гц и 1 Гц. Результаты всех расчетных экспериментов приведены в табл.1.

Таблица № 1.

Характеристики работы преобразователя при различных частотах скольжения.

Режим работы	Частоты, Гц	$\partial P_s, \%$	$\partial P_r, \%$	$THD(I_s), \%$	$THD(I_r), \%$
На активную нагрузку	60/50	0.33	0.98	0.67	2.39
	60/55	0.47	0.99	0.51	2.54
	60/59	0.49	1.37	0.25	1.54
На систему	60/50	7.1	25.75	92.56	40
	60/55	14.64	31.25	18.82	13.2
	60/59	23.97	25.46	14.72	14.99
На систему через ЛЭП $15^\circ$	60/50	1.54	5.55	27.84	9.81
	60/55	2.91	3.93	9.23	11.35
	60/59	3.27	3.92	7.18	7.9
На систему через ЛЭП $15^\circ$ и реактор	60/50	0.7	3.51	8.92	3.29
	60/55	1.77	2.49	2.72	5.25
	60/59	2.22	2.82	1.85	3.15

На рис. 5.а,б для сравнения приведены осциллограммы мощностей и токов, а также характеристики 24-позиционного преобразования для варианта передачи 60/50 Гц, включении устройства на систему и увеличении магнитной индукции в стержне.

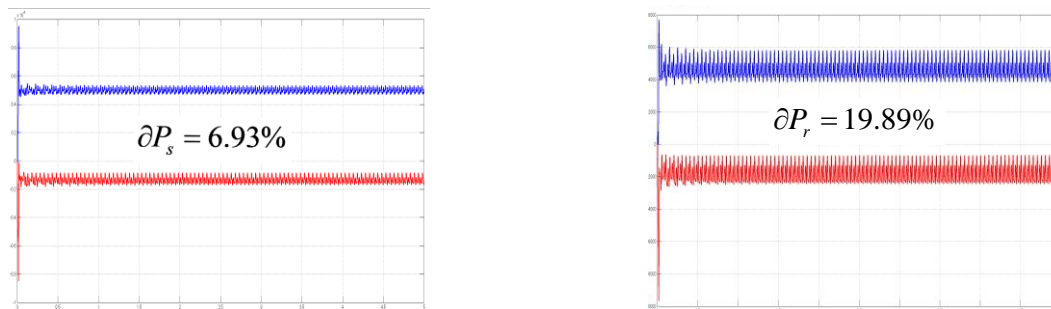


Рис. 5.а Активная и реактивная мощность на передающей  $P_s$  и приемной  $P_r$  системах при преобразовании 60/50 и работе на приемную систему.

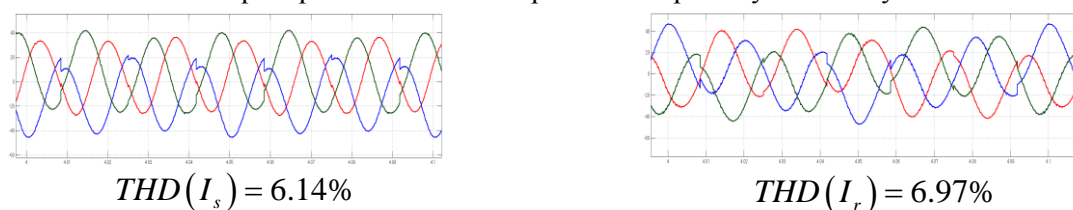


Рис. 5.б. Осциллограммы токов на передающей  $I_s$  и приемной  $I_r$  системах при преобразовании 60/50 и работе на приемную систему.

**Заключение.** В результате проделанной работы можно сделать следующие выводы:

Предложен схемный вариант одноканального преобразователя частоты на базе фазоворотного трансформатора с круговым вращением фазы выходного напряжения. Разработана обмотка управления и стратегия регулирования, обеспечивающая 24 позиции переключения в каждом  $60^\circ$ -ом секторе грубого регулирования с дискретностью  $2.5^\circ$ . Построена структурно-имитационная модель одноканального конвертора с 24-мя позициями переключения, на основе которого проведены расчетные эксперименты. Результаты проиллюстрировали реализуемость идеи построения преобразователя частоты на основе статического трансформатора с круговым вращением фазы. Была проведена оценка качества преобразования при различных частотах скольжения между передающей и приемной системами при различных условиях подключения устройства.

## Литература

1. **Dan Wang, Chengxiong Mao, Jiming Lu, Huibo Lou**, General Aspects and Fundament of Variable Frequency Electric Power Transmission Part I: Theory, PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY (Electrical Review), ISSN 0033-2097, R. 88 NR 8/2012
2. **Dan Wang, Chengxiong Mao, Jiming Lu, Huibo Lou**, General Aspects and Fundament of Variable Frequency Electric Power Transmission Part II: Study Case, PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY (Electrical Review), ISSN 0033-2097, R. 88 NR 8/2012
3. **A. Merkhoul, P. Doyon, S. Upadhyay**, Variable Frequency Transformer-Concept and Electromagnetic Design Evaluation, *IEEE Trans Energy Conversion*, vol. 23 n. 4, April 2008, pp. 989-996.
4. **X.F. Wang, C.J. Cao, Z.C. Zhou**, Experiment on fractional frequency transmission system, *IEEE Trans. Power Syst.*, vol. 21 n. 1, January 2006, pp. 372-377.
5. **T. Funaki, K. Matsuura**, Feasibility of the low frequency AC transmission. Proc. *IEEE Power Engineering Society Winter Meeting*, Singapore, Jan. 2000. pp. 2693-2698.
6. **L.Calinin, D.Zaitsev, M.Tirşu**, Application of the Phase Shift Transformer as Frequency Converter, International Conference on Modern Power Systems MPS2011, May, 2011, Cluj-Napoca, Romania, p.99-102.
7. **Kalinin L., Zaitsev D., Tyrshu M.** Innovative variant of phase shifting transformer (PST), International World Energy System Conference, Iasi, Romania, 30 Iunie-2 July, 2008/ Session I – Transmission and distribution system analysis, planning and operation. -4 p.
8. **Tirshu M., Kalinin L., Zaitsev D., Golub I., Spivak V.**, The model and characteristics of circular phase convertor, SIELMEN 2015, 10<sup>th</sup> International Conference and Exhibition on Electromechanical and Power Systems p.180-184.

# УЛУЧШЕНИЕ РЕЖИМА РАБОТЫ СЕТЕЙ 6-35 кВ ПОСРЕДСТВОМ ВЫБОРА СПОСОБА ЗАЗЕМЛЕНИЯ НЕЙТРАЛИ

Борис ЖИНГАН

Технический Университет Молдовы

**Rezumat:** Режим изолированной нейтрали достаточно широко применяется в России, странах СНГ и в Молдове. При этом способе заземления нейтральная точка источника (генератора или трансформатора) не присоединена к контуру заземления. Одними из главных преимуществ данных сетей является относительно малые токи замыкания на землю и в отсутствие необходимости в немедленном отключении потребителей при замыкании фазы на землю. Но данные преимущества относительно в том плане, что при определенных параметрах сети при достаточных фазных емкостях емкостной ток замыкания принимает большие значения. При этом может наблюдаться перемежающаяся дуга, которая вызывает многократные перенапряжения. Как следствие, срок эксплуатации изоляции снижается, а при ослабленной изоляции это ведет к многофазному короткому замыканию и отключению потребителей. По этой причине необходимо компенсировать емкостные токи и применять резистивное заземление нейтрали для ограничения перенапряжений.

**Cuvinte cheie:** Изолированная нейтраль, компенсированная, перемежающаяся дуга, перенапряжение.

Каждый режим работы нейтрали характеризуется своими параметрами и электрическими величинами. От способа заземления нейтрали зависят токи и напряжения на поврежденной и неповрежденных фазах, уровень изоляции сетей, настройка релейной защиты и уровень перенапряжений, возникаемые при аварийном режиме. Для оценки уровня перенапряжений для разного способа заземления нейтрали необходимо представить математические выражения, описывающие максимальную величину перенапряжений в электросетях.

**1.Изолированная нейтраль.** При нормальном режиме фазные напряжения симметричны, геометрическая сумма емкостных токов равна нулю. В случае однофазного короткого замыкания на землю фазы С при пренебрежении активным сопротивлением дуги ( $R_d = 0$ ), емкость этой фазы шунтируется, а напряжение в поврежденной фазе уменьшается до нуля. В неповрежденных фазах напряжение возрастает до линейного, т.е. увеличивается в  $\sqrt{3}$  раз. В этом случае геометрическая сумма векторов  $\bar{U}_B$  и  $\bar{U}_{ON}$ ;  $\bar{U}_A$  и  $\bar{U}_{ON}$  будет равна  $\bar{U}'_A = \bar{U}_A + \bar{U}_{ON}$  и  $\bar{U}'_B = \bar{U}_B + \bar{U}_{ON}$ , т.е.  $\bar{U}'_A = \sqrt{3} \cdot \bar{U}_A$   $\bar{U}'_B = \sqrt{3} \cdot \bar{U}_B$ . Суммарный емкостной ток уже не равен нулю, а равен утроенному значению емкостному току фазы в нормальном режиме. ( $I_3 = 3 \cdot I_C$ ). При определенных значениях может возникнуть электрическая дуга. Тогда переходное сопротивление в месте замыкания отлично от нуля ( $R_n \neq 0$ ), что ведет к разогреву изоляции, что чревато переходом простого замыкания на землю в междуфазное короткое замыкание. В момент прохождения тока через ноль, дуга может погаснуть. А затем вновь загореться. Это так называемая перемежающаяся электрическая дуга. С перемежающейся дугой связаны перенапряжения, которые могут достигать многократного порядка. Кроме этого при замыкании фазы на землю возможно возникновение феррорезонансных перенапряжений в цепи намагничивания измерительных трансформаторов напряжения, возникающих при взаимодействии емкостей сети относительно земли с их индуктивностями. Существуют несколько теорий формирования перенапряжений.

**1.1.Теория Петерсена.** Характерной особенностью теории является предположение о том, что после каждого зажигания дуги она гаснет при первом прохождении тока замыкания через ноль. В момент погасания дуги принужденное значение напряжения на поврежденной фазе не равно нулю. Предполагается, что электрическая прочность дугового промежутка нарастает быстрее, чем останавливающееся напряжение с частотой  $\omega_2$  на поврежденной фазе. По теории Петерсена каждый последующий пробой изоляции происходит с интервалом в половину периода промышленной частоты на максимуме напряжения поврежденной фазы.

$$U_{\max} = E_{\text{фм}} \frac{1.5 + (1 - k_c)(1 - k_{\sigma 1})}{1 - \frac{2}{3}(1 - k_c)(1 - k_{\sigma 1})}$$

где  $U_{\max}$  – максимальное перенапряжение на неповрежденной фазе;

$k_c$ –коэффициент, определяющий влияние междуфазных емкостей на начальные перенапряжения на неповрежденных фазах при зажигании дуги. Обычно  $k_c = 0.2$ ;

$k_{\sigma 1}$ –коэффициент снижения амплитуды свободных колебаний за половину периода переходного процесса накопления избыточных зарядов на емкостях неповрежденных фаз при зажигании дуги.  $k_{\sigma 1}$  зависит от параметров и конфигурации сети и принимает практические значения  $k_{\sigma 1} = 0.2 - 0.8$ . Для расчета максимально возможных перенапряжений принимают  $k_{\sigma 1} = 0.1$ ;

$E_{\text{фм}}$  –амплитудное значение фазной ЭДС.

Практически  $k_{\sigma 1}$  рассчитывается по следующим выражениям:

$$k_{\sigma 1} = \frac{\sigma_1}{\omega_1} \cdot \pi; \quad \sigma_1 = \frac{R_{\text{ЭКВ}}}{2 \cdot L_{\text{ЭКВ}}}; \quad \omega_1 = \frac{1}{\sqrt{2L_{\text{ЭКВ}} \cdot (C_{\Phi} + C_{\text{МФ}})}}, \quad \text{где } R_{\text{ЭКВ}}, L_{\text{ЭКВ}} - \text{эквивалентные активные и}$$

индуктивные сопротивления сети,  $C_{\Phi}, C_{\text{МФ}}$  –фазная и межфазная емкость.

При вышеперечисленных принятых значений,  $U_{\max} = 4.2E_{\text{фм}}$ . Но так как  $k_{\sigma 1}$  брали с запасом, то на практике возможные перенапряжение меньше, чем  $4.2E_{\text{фм}}$ . Ниже приводится таблица возможных перенапряжений, в зависимости от  $k_{\sigma 1}$ .

$k_{\sigma 1}$	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8
$U_{\max}$	4.2	3.7	3.28	2.9	2.59	2.3	2.05	1.85

**1.2.Теория Петерса и Слепяна.** По теории Петерса и Слепяна максимальные перенапряжения определяются при условии, когда после очередного зажигания дуги гаснет при первом прохождении через ноль принужденной составляющей тока замыкания. Остальные допущения остаются такими же, как и в теории Петерсена.

$$U_{\max} = 1.5E_{\text{фм}} + 2E_{\text{фм}}(1 - k_c)(1 - k_{\sigma 1}).$$

Следует дополнить, что при горении дуги по теории Петерса и Слепяна переходный процесс восстановления напряжения на поврежденной фазе после гашения дуги отсутствует. Это объясняется тем, что в момент гашения дуги принужденное напряжение на поврежденной фазе равно нулю, так как в этот момент мгновенное значение ЭДС источника равно и противоположно по знаку напряжению на нейтрали. При вышеперечисленных принятых значений,  $U_{\max} = 2.94E_{\text{фм}}$ . Ниже приводится таблица возможных перенапряжений, в зависимости от  $k_{\sigma 1}$ .

$k_{\sigma 1}$	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8
$U_{\max}$	2.94	2.78	2.62	2.46	2.3	2.14	1.98	1.82

**1.3.Теория Белякова.** Согласно теории Белякова предполагается, что дуга может погаснуть как при первом, так и любом последующем переходе через ноль свободной составляющей тока замыкания. Если дуга гаснет при каком-либо прохождении через ноль свободной составляющей тока замыкания, при предшествующем ее зажигании вблизи максимума ЭДС поврежденной фазы, то знаки напряжения на нейтрали и ЭДС поврежденной фазы различны и можно допустить что ЭДС не изменяется за время горения дуги. Беляковым было установлено, что следующее зажигание дуги происходит, если  $U_n \leq 0.4E_{\text{фм}}$ . Было экспериментально установлено, что наибольшее перенапряжение возникает на отстающей фазе по отношению к поврежденной фазе и при зажигании дуги не на максимуме ЭДС поврежденной фазы, а с некоторым опережением этого момента времени. Этому моменту времени соответствует некоторый фазовый угол( $\phi_3$ ).

Тангенс угла  $\phi_3$  может быть найден из выражения:

$$\tan \varphi_3 = \frac{2}{\sqrt{3}} (1 - k_c)(1 - k_{\sigma 1}) + \sqrt{3}$$

Как было выше сказано, при  $k_c = 0.2$  и  $k_{\sigma 1} = 0.1$ , угол  $\varphi_3 = 68.7^\circ$ .

Напряжение на нейтрали, сформировавшееся в предшествующем цикле зажигания и гашения дуги равно:  $U_N = 1.2E_{\phi M}$ . Максимальное перенапряжение равно:

$$U_{\max} = \sqrt{3}E_{\phi M} \sin(\varphi_3 + 210^\circ) + [\sqrt{3}E_{\phi M} \sin(\varphi_3 + 210^\circ) - E_{\phi M} \sin(\varphi_3 + 240^\circ) - U_N] \cdot (1 - k_c)(1 - k_{\sigma 1}).$$

При вышеперечисленных значениях  $k_c$ ,  $k_{\sigma 1}$ ,  $\varphi_3$ ,  $U_{\max} = 3.24E_{\phi M}$ . Если принять, что очередной пробой изоляции происходит не при  $\varphi_3 = 68.7^\circ$ , а при максимуме ЭДС поврежденной фазы, то перенапряжение на неповрежденной фазе:

$$U_{\max} = 1.5 \cdot E_{\phi M} + (E_{\phi M} + U_N)(1 - k_c)(1 - k_{\sigma 1}) = 1.5 \cdot E_{\phi M} + (1.2E_{\phi M} + E_{\phi M}) \cdot 0.8 \cdot 0.9 = 3.08E_{\phi M}.$$

Делая выводы, можно заключить, что при изолированной нейтрали какой бы теорией не руководствовались при расчете максимальных перенапряжений, перенапряжения достигают по крайней мере трехкратного значения, что существенно повышает риск пробоя изоляции и переход простого замыкания на землю в многофазное к.з., а также снижает срок службы изоляции. Поэтому стоит задача ограничения перенапряжений несколькими способами: 1. применение компенсированной нейтрали, благодаря чему существенно снижается риск появления дуги; 2. применение резистивного заземления нейтрали, при котором даже при появлении дуги обеспечивается существенное снижение максимальных перенапряжений в электросети; 3. применение комбинированной нейтрали.

**2. Компенсированная нейтраль.** При относительно небольших токах замыкания дуга может принять перемежающийся характер, а при больших токах значительное тепловыделение разрушает изоляцию и приводит к междуфазному к.з. Для ограничения тока замыкания применяется дугогасящая катушка. Известно, что индуктивный ток находится в противофазе с емкостным током. Если дугогасящую катушку настроить таким образом, чтобы по модулю индуктивный ток катушки равнялся бы емкостному току, то они компенсируются, и в месте замыкания ток не протекает. Другими словами при  $I_c = I_L$  имеет место резонанс токов и при симметрии сети ток замыкания  $I_3 = 0$ . На практике достичь полной компенсации тока практически невозможно, так как конфигурация и параметры сети постоянно меняются, значит изменяется и значение емкостного тока замыкания. Необходимо ввести параметр, который бы определял степень компенсации емкостного тока. Так  $v = 1 - \frac{I_c}{I_L}$  – степень компенсации. При точной компенсации  $v = 0$ , при  $I_L > I_c$  имеет место перекомпенсация ( $v < 0$ ), а при  $I_L < I_c$  имеет место недокомпенсация ( $v > 0$ ). Для расчета перенапряжений необходимо определить  $d$  – коэффициент демпфирования или коэффициент затухания.  $d = \frac{I_{1a}}{I_c} = \frac{3G_{\phi} + G_L}{3\omega C_{\phi}}$ , где

$I_{1a}$

– активная составляющая тока, обусловленная утечками изоляции сети и потерями в реакторе;

$G_L$  – активная проводимость дугогасящего реактора, учитывающая потери в катушке;

$G_{\phi}$  – активная проводимость фазы;  $C_{\phi}$  – фазная емкость;

$\omega = 2\pi f$  – циклическая частота тока промышленной частоты  $f = 50$  Гц.

$$U_{\max} = 1.5 \cdot E_{\phi M} + \left[ E_{\phi M} + U_{N\max} \cdot e^{\frac{-d\pi}{2|1-\sqrt{1-v}|}} \right] (1 - k_c)(1 - k_{\sigma 1}).$$

$U_{N\max} = 1.48E_{\phi M}$  – максимальное напряжение на нейтрали.

При неизменных параметрах, степень компенсации существенно влияет на перенапряжения. Так при  $v = 0.01$ ,  $U_{\max} = 2.22E_{\phi M}$ , а при  $v = 0.1$   $U_{\max} = 2.45E_{\phi M}$ . Как видно дугогасящая катушка может снижать перенапряжения до безопасных величин, но при условии точной компенсации. Статистика показывает, что примерно 70 % всех замыканий на землю в компенсированных сетях не сопровождается развитием в междуфазные КЗ. При наличии автоматической настройки эта цифра



повышается до 80-90 % . Из-за невозможности оперативного обеспечения резонансной настройки реактора не представляется возможным полностью устранить дуговые замыкания и перенапряжения. Кроме этого, в сети с компенсированной нейтралью весьма опасны неполнофазные режимы в условиях недокомпенсации емкостного тока. В этом случае реактор является источником перенапряжений с очень большой кратностью (3-15)  $E_{\phi m}$  из-за определенных параметров реактора (добротность, индуктивность, R).

**3. Резистивное заземление нейтрали.** Данный способ заземления нейтрали создает путь для стекания избыточных зарядов с помощью заземления нейтрали через резистор с таким сопротивлением, при котором практически полное стекание избыточных зарядов обеспечивается к моменту возможного повторного зажигания дуги. При этом ток замыкания будет иметь не только емкостную составляющую, но и активную составляющую. Таким образом ток замыкания при резистивном заземлении примерно в 1.5 раза больше чем при режиме работы изолированной нейтрали. Принимают допущения согласно которым активный резистивный ток должен быть в пределах 30-60 А. В этом случае сеть должна быть оснащена быстродействующей защитой от замыканий на землю, действующей на отключение, так как длительное протекание таких токов в месте замыкания недопустимо.

Максимальные перенапряжения при резистивном заземлении по теории Петерсена:

$$U_{\max} = 1.5 \cdot E_{\phi m} + (1.2 \cdot E_{\phi m} \cdot e^{-\pi(d+G_N)} + E_{\phi m}) \cdot (1 - k_C)(1 - k_{\sigma 1}).$$

Максимальные перенапряжения при резистивном заземлении по теории Петерса и Слепьяна:

$$U_{\max} = E_{\phi m} \cdot \frac{1.5 + (1 - k_C)(1 - k_{\sigma 1})}{1 - \frac{2}{3} \cdot (1 - k_C)(1 - k_{\sigma 1}) \cdot e^{-\pi(d+G_N)}}$$

Обе формулы дают практически идентичные значения  $U_{\max} = (2.0 - 2.1)E_{\phi m}$ . Достигается значительное уменьшение перенапряжений. Основным достоинством резонансно-заземленных сетей является то, что наиболее вероятные виды нарушения изоляции – замыкание фаз на землю – не развиваются в междофазные КЗ, что позволяет оставить поврежденный участок сети на время, достаточное для его отыскания и отключения без перерыва питания потребителей. Повышение надежности сети достигается за счет снижения кратности и продолжительности дуговых перенапряжений, что предотвращает появление двойных замыканий на землю, феррорезонансных колебаний в цепи измерительных трансформаторов напряжений и развития многофазных коротких замыканий по всей сети, отходящей от данной секции шин центра питания. Наличие резистора в нейтрали сети обеспечивает снижение напряжения смещения нейтрали, в то время как дугогасящий реактор приводит к увеличению напряжения на нейтрали. Другой немаловажный фактор, требующий перехода от изолированной нейтрали к резистивному заземлению—это опасность поражения людей и животных электрическим током. Заземление нейтрали через резистор приводит к появлению активной составляющей тока, что благоприятно может быть использовано для обеспечения чувствительности и надежности работы релейной защиты, которая может действовать на отключение повреждаемой линии. Таким образом аварийный режим сохраняется не пару часов, а несколько секунд, что во много раз снижает риск попадания человека под шаговое напряжение.

## Библиография

1. Вайнштейн Р.А. Режимы заземления нетрали в электрических системах: учебное пособие / Р.А. Вайнштейн, Н.В. Коломиец, В.В.Шестакова. – Томск: Изд-во ТПУ, 2006. – 118с.
2. Перенапряжения в электрических системах и защита от них/ В.В. Базуткин, К.П. Кадомская, М.В. Костенко, Ю.А. Михайлов. – Санкт-Петербург: Энергоатомиздат, 1995. 320 с.
3. Рожкова Л.Д. Электрооборудование электрических станций и подстанций: Учебник для сред.проф. образования / Л.Д. Рожкова, Л.К. Карнеева, Т.А. Чиркова. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 448 с.
4. ПУЭ 2003г, 7 издание.
5. Основные направления совершенствования эксплуатации электрических сетей/ М. А. Короткевич.-Мн.:ЗАО “Техноперспектива”, 2003.-373 с.

# INTEGRAREA SURSELOR REGENERABILE DE ENERGIE ÎN CLĂDIRILE CU MENIRE SOCIALĂ

Pavel OROȘAN

Universitatea Tehnică a Moldovei

**Rezumat:** În această lucrare se analizează posibilitatea de alimentare a clădirilor sociale cu energie produsă din sursele regenerabile de energie, așa numita energie verde. Sunt prezentate tehnologii pentru obținerea energiei verzi și măsuri de majorare a eficienței utilizării energiei cu scopul reducerii consumului global de energie în aceste clădiri. Sunt exemplificate scheme alternative pentru alimenarea clădirilor cu energie obținută din diferite tipuri de surse regenerabile.

**Cuvinte cheie:** Surse regenerabile de energie (SRE), energie geotermală, performanță energetică, energie solară, panouri solare, sursă convențională, clădiri sociale.

## 1. Generalități

În prezent, consumul de combustibili convenționali este tot mai mare, iar rezervele acestora se micșorează, ceea ce conduce la creșterea prețului pentru aceștia. Cea mai potrivită alternativă, este substituirea combustibililor fosili cu sursele regenerabile de energie (SRE), care sunt prezente în abundență și răspândite geografic.

Majoritatea surselor regenerabile de energie au un caracter intermitent, și nu întotdeauna curba de sarcină coincide cu disponibilitatea de producere a energiei din SRE. Astfel, pot apărea situații în care se va crea deficit sau surplus de energie produsă din SRE. Stocarea energiei este o abordare care ar putea depăși această problemă. Astfel, energia va fi produsă atunci când sunt condiții favorabile, iar surplusul poate fi stocat și folosit îndată ce cererea va depăși producerea acesteia.

Cele mai importante tipuri de SRE sunt biocombustibilii, energia hidroelectrică, energia solară, energia eoliană și energia geotermală. Dintre formele de energie cel mai des utilizate este cea electrică, care poate fi obținută cu panourilor fotoelectrice.

O altă formă de energie pe larg utilizată, este energia termică, utilizată pentru crearea condițiilor de confort în clădiri. Rolul de bază al instalațiilor de încălzire este de a asigura, în perioada rece a anului, o temperatură optimă în încăperi, atât în cele de locuit, sociale, cât și în cele în care se efectuează o activitate de producere. Energia termică se poate obține nu numai din surse convenționale dar și din SRE, pentru obținerea energiei termice cel mai des se folosește energia solară.

## 2. Surse regenerabile de energie

Utilizarea unui anumit tip de energie regenerabilă depinde de poziția geografică, de disponibilitate și de spațiu care îl necesită anumite instalații de obținere a energiei din SRE. Fiecare tip de instalație pe bază de SRE are avantaje și dezavantaje. Spre exemplu, un grup generator eolian are nevoie de o anumită viteză a vântului, dar și spațiu pentru a fi instalat. Pentru clădiri care se află în oraș cea mai eficientă ieșire din situație este instalarea colectoarelor solare și panourilor fotoelectrice, din motivul, că amplasarea lor nu este obligatorie la sol, ele pot fi instalate și pe acoperiș.

Alimentare cu energie termică poate fi atât, centralizată cât și autonomă. Cât într-un caz, cât și în altul alimentarea se poate face pe baza SRE cum ar fi:

- energia solară,
- energia geotermală (pompe de căldură), energie câștigată din căldura din adâncimea Pământului,
- energie de biomasă: biodiesel, bioetanol, biogaz.

Toate aceste forme de energie sunt, în mod tehnic, valorificabile putând servi la producerea apei calde de consum, etc. Transformarea sau conversia energiei solare în energie termică este realizată în colectoare solare, având funcționarea bazată pe diverse principii constructive. Indiferent de tipul colectoarelor solare, pentru ca randamentul conversiei energiei solare în energie termică să fie ridicat, este important ca orientarea colectoarelor spre Soare, să fie cât mai corectă.

**Energia solară.** Energia radiației solare se poate converti direct în energie termică (căldură) sau cea electrică. Radiația solară poate fi convertită direct în electricitate, folosind modulele fotoelectrice, sau indirect, concentrând puterea solară, ceea ce în mod normal se axează pe energia Soarelui de a fierbe apa,



care este apoi folosită pentru a produce aburi utilizați în centralele termosolare ce produc energie electrică, precum și alte tehnologii.

Celule și modulele fotoelectrice au fost inițial folosite pentru a alimenta aplicații mici și mijlocii ca mărime, de la calculatoare alimentate de o singură celulă solară la rețelele de case alimentate de o serie de panouri fotovoltaice. Singura problemă semnificativă este costul de instalare. Însă, pentru a furniza permanent energie, energia solară poate fi combinată cu alte surse de energie.

*Energia geotermală* reprezintă diverse categorii particulare de energie termică, pe care le conține scoarța terestră. Cu cât mai adânc se coboară în interiorul scoarței terestre, temperatura crește și teoretic energia geotermală poate fi utilizată tot mai eficient. Singura problemă fiind reprezentată de adâncimea la care este disponibilă această energie. Evident, temperatura Pământului crește dinspre suprafață spre centru, unde atinge valori de circa 6000 °C, care însă nu a fost încă precis determinată de oamenii de știință. Energia geotermală este adesea asociată cu izvoarele fierbinți, gheizerele și cu activitatea vulcanică, de exemplu în Islanda sau Noua Zeelandă.[1]

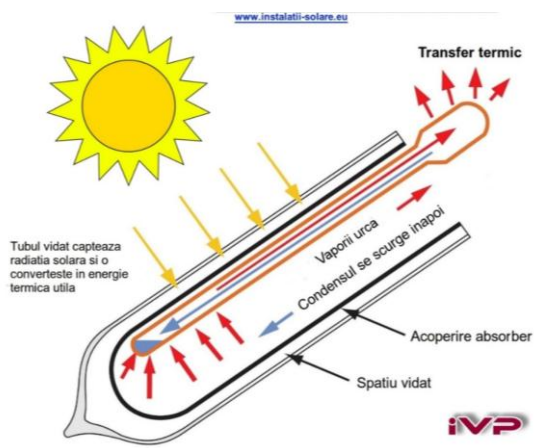
*Biomasa* reprezintă componentul vegetal al naturii. Biomasa este partea biodegradabilă a produselor, deșeurilor și reziduurilor din agricultură, inclusiv substanțele vegetale și animale, din silvicultură și industriile conexe, precum și partea biodegradabilă a deșeurilor industriale și urbane. Biomasa reprezintă resursa regenerabilă cea mai abundentă de pe planetă incluzând absolut toată materia organică produsă prin procesele metabolice ale organismelor vii. Conservând energia Soarelui în forma chimică, biomasa este unul dintre cele mai populare și răspândite resurse de pe Pământ. Ea asigură populația nu doar cu hrană, ci și cu energie, materiale de construcție, hârtie, țesături, medicamente și substanțe chimice. Biomasa este utilizată în scopuri energetice din momentul descoperirii de către om a focului. Astăzi combustibilul din biomasă poate fi utilizat în diferite scopuri: de la încălzirea încăperilor până la producerea energiei electrice și a combustibililor pentru automobile.

### 3. SRE în clădiri sociale

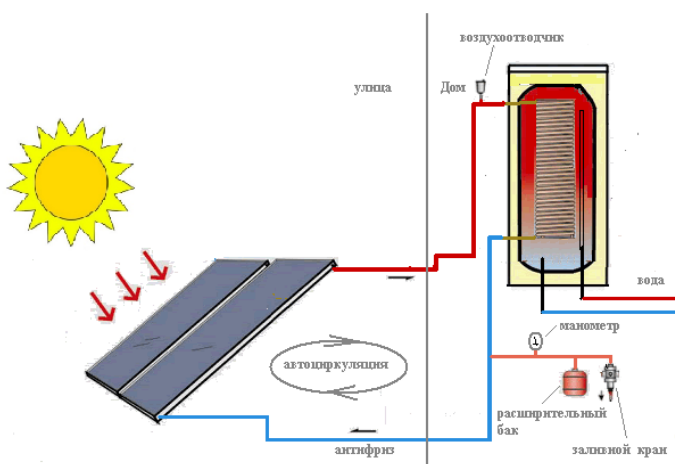
Pentru obținerea energiei din SRE sunt folosite instalații pentru anumite surse. Astfel, pentru clădirile cu menire socială pentru obținerea energiei electrice se pot folosi panouri fotoelectrice care la rândul său sunt de trei tipuri (monocristaline, policristaline, amorf); pentru preparare apei calde de consum și pentru încălzirea aerului din încăpere se poate folosi energia obținută atât cu ajutorul colectoare solare, cât și pompe de căldură.

În cazul în care este o rețea de termoficare se poate de reprofilat punctul termic astfel ca în calitate de combustibil să fie folosit biocombustibilul sub formă solidă (peleți, brichete).

În cazul dat pentru producerea energiei termice se vor folosi colectoare solare plane sau cu tuburi vidate. Conform unui articol dedicat panourilor solare pe [solarpower.rocks.com](http://solarpower.rocks.com), cantitatea de energie produsă de un colector solar depinde de 3 factori: dimensiunea colectorului, eficiența de captare și cantitatea de radiație solară la care este expus. În figura 1 este prezentat principiul de funcționare a unui panou solar cu tub vidat.



**Figura 1.** Principiul de funcționare a panoului solar cu tub vidat heat-pipe. [4]



**Figura 2.** Principiul de preparare a apei calde de consum (agentului de încălzire) [3]

În ceea ce privește dimensiunea panoului, matematica este simplă: cu cât mai multe celule solare lucrează în tandem, cu atât mai multă energie se produce. Un panou de aproximativ 1 m<sup>2</sup> produce anual în medie 120 kWh pe an. Iar în privința celor termice, agentul termic din instalația solară poate atinge 120 °C, iar temperatura apei din acumulatorul termic poate atinge 90°C, însă este recomandată limita de 55, pentru a nu cauza depuneri de calcar.

Pentru a avea în stoc energie fie electrică, fie cea termică, în perioada când nu este soare se folosesc acumulatori de energie, care acumulează energia pe durata întregii zile, care la rândul său poate fi folosit în perioada când nu este soare. În figura 2 este reprezentat schematic încadrarea acumulatorului de căldură în instalația de captare a energiei solare.

În cazul energiei geotermale variațiile sezoniere ale temperaturii dispar la adâncimi cuprinse între 7 și 12 m datorită inerției termice a acestuia. Solul este folosit ca rezervor de căldură, astfel încât vara, aceste sisteme pot evacua căldura din clădiri cedând-o solului, iar în timpul iernii căldura din sol este preluată, amplificată și “pompată” în clădiri.

Agentul intermediar utilizat pentru transferul căldurii este apa în amestec cu un antigel, care circulă printr-un sistem de conducte cu rol de schimbător de căldură, îngropat de obicei la câțiva metri în sol. Utilizând același principiu de funcționare, pompele de căldură pot fi utilizate și pentru prepararea apei calde.

Pompele de căldură pot fi proiectate să lucreze nu doar cu solul, ci și cu apele freatice, apele de suprafață și cu aerul. În prezent există patru soluții constructive de bază pentru pompele de căldură, dar și combinații ale acestora care sunt prezentate în figura 3.

Conductele amplasate în apropierea suprafeței absorb, în mod indirect, mai multă căldură de la soare, ceea ce se dovedește a fi un avantaj în special atunci când solul este încă rece după o iarnă prelungită. Pe de altă parte însă, temperaturile la adâncimi mici scad relativ rapid odată cu răcirea vremii, conducând la scăderea eficienței sistemului în perioadele de iarnă, ceea ce se reflectă în creșterea costurilor de operare. Evitarea acestor dezavantaje se poate face prin creșterea adâncimii de amplasare și a lungimii conductei, însă cu prețul unei investiții inițiale mai mare.

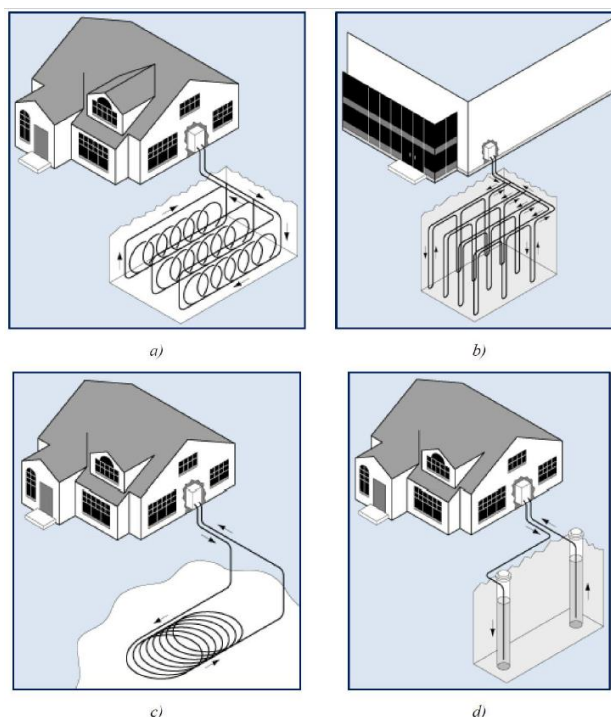
Utilizarea energiei geotermale este posibilă în cazul în care în preajma clădirii nu trec căi de comunicare subterane sau în cazul în care este teren adiacent clădirii care poate permite instalarea pompelor de căldură.

Pompele de căldură și colectoarele solare se pot folosi și pentru încălzirea aerului cu ajutorul unor aeroterme. Astfel, în canalul de ventilație este instalat un schimbător de căldură prin care va circula agentul termic încălzit de colectorul solar sau pompa de căldură. Pompele de căldură pot fi folosite nu doar pentru încălzire, dar și pentru răcirea aerului, ce se poate considera un avantaj.

*Biocombustibilii solizi* produși prin metode indirecte sunt combustibilii comprimați forțat care obțin forma finală grație unui șir de operații suplimentare. Acești biocombustibili au formă de brichete, peleți sau paie balotate. La producerea lor, numărul de operații tehnologice și itinerarul acestora depinde de tipul produsului finit solicitat, de natura, forma, dimensiunile și umiditatea biomasei.

Principalele avantaje ale biocombustibililor solizi obținuți prin metoda indirectă, în raport cu biocombustibilii obținuți prin metoda directă, sunt:

- folosirea eficientă a resurselor locale de reziduuri, multe dintre care nu se folosesc sau se folosesc neefectiv;
- sporirea densității produsului finit în comparație cu biomasa în formă inițială;
- comoditate la transportare, stocare și utilizare;
- căldură de ardere mai mare, structură omogenă;



**Figura 3.** Soluții constructive de bază pentru pompele de căldură: a) cu buclă închisă orizontală, b) verticală, c) în ape de suprafață, d) cu buclă deschisă [3]

- conținut redus de umiditate;
- posibilitatea folosirii atât în focare tradiționale, cât și în instalații cu ciclu automat de lucru.

Pentru a folosi biocombustibilul solid este posibil de utilizat centrala termică pe combustibil solid automatizată care este prezentată în figura 4. Unitatea de bază a cazanelor automate este schimbatorul de caldură, camera de ardere, rezervorul de combustibil, sistemul de transmitere a combustibilului, coșul de fum. La cea mai mare parte de modele sunt prezente ventilatoarele gonflabile și arzătorul automat.

Prețul la centrale termice automatizate pe combustibil solid în Moldova depinde direct de parametrii tehnici a aparatului de încălzire:

- acumulator de gaze;
- combustibilul utilizat;
- consumul de energie;
- materialul carcasei;
- puterea nominală.



**Figura 4** Centrala termică pe combustibil solid automatizată.

### Concluzii:

Energia regenerabilă se referă la forme de energie produse prin transferul energetic al energiei rezultate din procese naturale regenerabile. Astfel, energia luminii solare, a vânturilor, a apelor curgătoare, a proceselor biologice și a căldurii geotermale pot fi captate de către oameni utilizând diferite procedee.

Este evident că izolarea reduce pierderile de căldură, și prin urmare scade consumul de energie, dar în cazul utilizării energiilor regenerabile, scopul izolării este de a reduce cât mai mult posibil, necesarul de energie care trebuie asigurat.

SRE pot contribui la satisfacerea nevoilor curente de încălzire în anumite zone (rurale) defavorizate (exemplu, biomasă). Pentru valorificarea potențialului economic al surselor regenerabile de energie, în condiții concurențiale ale pieței de energie, este necesară adoptarea și punerea în practică a unor politici, instrumente și resurse specifice.

### Bibliografie:

1. Victoria COTOROBAI, Ioan-Cristian COTOROBAI, *Sisteme de valorificare a resurselor energetice regenerabile & recuperabile*. Editura "TEHNICA", București, 2010, 181p
2. Guțu AUREL, *Curs conservarea energiei*, 2018
3. Efremov CRISTINA, *Curs conservarea energiei*, 2018
4. <https://www.panourisolare365.ro/cumpara/panou-colector-solar-termic-cu-18-tuburi-vidate-tehnologie-heat-pipe-414>

# TENDINȚE ÎN EVOLUȚIA INFRASTRUCTURII SISTEMELOR DE ALIMENTARE CU ENERGIE ELECTRICĂ

*Sveatoslav POSTORONCĂ*

*Institutul de Energetică, MECC*

**Rezumat:** *Tranziția energetică de pe continentul European, proces lansat în contextul celor mai ambițioase obiective mondiale pe dimensiunea valorificării noilor surse întru sporirea nivelului aprovizionării cu energie și a reducerii emisiilor poluante se reflectă direct asupra Republicii Moldova. Angajamentul asumat de statul moldovenesc în 2012 pentru ponderea de 17% surse regenerabile din consumul final brut de energie până în 2020 a fost îndeplinit la 27,8%. Se dorește utilizării combustibilului din biomasă pentru încălzire, atestând o creștere în urma proiectului Energie și biomasă prin instalarea a celor circa 250 cazane pe biomasă în clădiri. Rămâne a fi modestă producerea energiei electrice din surse regenerabile. Succesul unor realizări ar fi într-un set de soluții, ce presupune implementarea tehnologiilor inovative în sistemul electroenergetic în baza concepției de generare distribuită. Microrețelele inteligente, proiecte energetice la scară mică și-au demonstrat abilitatea de a contribui la sporirea nivelului de aprovizionare cu energie. În acest sens există premise de a promova aceste acțiuni*

**Cuvinte cheie:** *generare distribuită; micro rețele energetice, surse regenerabile.*

## Introducere

În comparație cu alte forme de energie, electricitatea și-a demonstrat avantajul printr-o serie de particularități caracteristice, așa ca viteza de vehiculare a fluxurilor de energie, flexibilitatea distribuției și contorizarea energiei livrate. Urmare a acestora, electroenergetica a devenit o ramură de bază a economiei în toate țările. Ca orice alt domeniu, energetica a trecut prin mai multe faze de dezvoltare. Realizările erau determinate de mai mulți factori, inclusiv, nivelul de cunoaștere al fenomenului electricității, dezvoltarea echipamentelor și a tehnologiilor bazate pe utilizarea electricității, iar în ultima perioadă, și a tehnologiilor informaționale și a proceselor electrice [1]. Către sfârșitul sec. XX sistemul electroenergetic în sensul global a început să nu mai satisfacă rigorilor timpului. Crește cota surselor de generare de putere mică, cea ce este asemănător cu perioada inițială de dezvoltare. Totuși, aici mai apar și aspecte, ce se referă la necesitatea integrării surselor, preponderent, bazate pe conversia energiilor regenerabile în sistemele electroenergetice centralizate cu distribuție arborescentă a energiei - de la surse de generare de putere mare spre consumatorii dispersați spațial. Promovarea conceptului de generare distribuită conduce la apariția unor dificultăți în funcționarea sistemelor electroenergetice centralizate de mare putere. Ca o particularitate esențială, ce caracterizează schimbările nu doar a topologiei sistemelor contemporane, dar și ale regimurilor de funcționare ale acestora se poate indica faptul, că creșterea cotei surselor de generare distribuită conduce la fenomenul schimbului direcției fluxurilor de energie, mai pronunțat în rețelele de joasă și medie tensiune. Aceasta generează probleme privind funcționarea sistemelor existente de protecție ale rețelelor electrice, precum și elaborarea unor noi abordări conceptuale de proiectare ale sistemelor de protecție întru asigurarea fiabilității de funcționare și a calității energiei electrice furnizate. Creșterea puterii instalate de generare distribuită și centralizată creează probleme privind stabilitatea funcționării sistemelor electroenergetice, condiționate de caracterul intermitent al surselor regenerabile. De aici apare necesitatea de a dezvolta tehnologii noi în electroenergetică, dispozitive ale electronicii de putere cu indici înalți de performanță, care concomitent posedă și particularități de inteligență [2]. Stocarea energiei electrice a acumulatorilor Li-ion astăzi a devenit deja o realitate cu tendințe în ascendență [3]. Implementarea complexă a tehnologiilor de producere, stocare, conversie a energiei electrice și termice permite sporirea eficienței și siguranței alimentării consumatorilor cu energie. Tratarea în acest mod a dezvoltării sistemelor de alimentare cu energie electrică se prezintă ca o tendință relativ nouă și are o dezvoltare intensă în lume. Acest segment al energeticii a primit denumirea de „microrețea”. Cercetarea microrețelelor se axează în special pe selectarea topologiei și a componentelor funcționale ale echipamentelor, care pot asigura cele mai avantajoase regimuri de furnizare sigură cu energie consumatorilor la prețuri rezonabile. Se prezintă esențială și problema integrării acestor noi infrastructuri funcționale în topologia sistemelor electroenergetice centralizate, precum și elaborarea soluțiilor de management energetic al infrastructurii fizice. Microrețelele se caracterizează printr-un grad sporit de vulnerabilitate privind siguranța alimentării cu energie în cazul funcționării lor ca structuri autonome de generare și distribuție a energiei electrice. Aceasta dictează argumentarea elaborării și utilizării unor tehnici și instrumente de modelare dedicate studierii particularităților de funcționare. Asupra

regimurilor au impact și particularitățile climaterice ale zonei de exploatare, precum și starea tehnică și topologia sistemelor centralizate. Ca prim pas în direcția asigurării siguranței alimentării cu energie electrică la modificarea infrastructurii și a surselor de generare se poate considera studiarea particularităților locale și ale caracteristicilor principale ale microrețelelor, care trebuie să devină parte a sistemului de alimentare cu energie a consumatorilor. Cu cât mai bine este cunoscută starea la zi a sistemului electroenergetic, mai precis formulată sarcina tehnică în sensul realizării dezideratelor menționate, cu atât mai rezultative vor fi soluțiile inovatoare elaborate.

## 1. Complexului energetic național și promovarea surselor de energie regenerabilă.

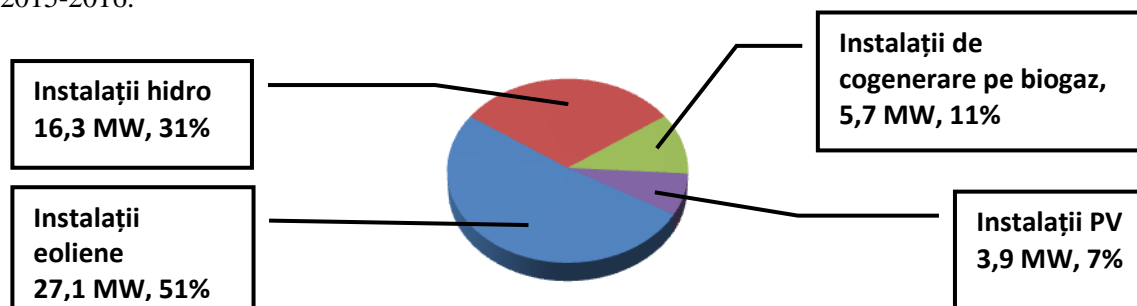
Până în prezent în Republica Moldova există potențial nevalorificat de energie regenerabilă. În contextul transpunerii Aquis-ului comunitar în domeniul energiei și a alinierii la ținta lansată de Uniunea Europeană de 20% energie regenerabilă în consumul energetic brut până în 2020, țara noastră în 2012 și-a asumat angajamentul de a atinge ponderea de 17%, ca apoi în 2017, revizuirea datele statistice în sector, să fie obținută cifra de 27,8% [4]. Realizarea se datorește consumului de combustibili în baza biomasei pentru încălzire, care reprezintă 98% din această pondere, în urma implementării proiectului ”Energie și biomasă”. Însă, după cum s-a recunoscut și la nivelul autorităților, nu este atât de promițătoare dezvoltarea în continuare a acestui sector, având și el o limită de resurse primare. Prin urmare, rămâne a analiza, prin efectuarea căror acțiuni vom asigura creșterea ponderii de energie regenerabilă în țară. Luând în considerație, că Ministerul Economiei și Infrastructurii a exprimat inițiative în adresa Comunității Energetice de a discuta un obiectiv nou privind consumul de energie regenerabilă pentru 2030, va fi necesară identificarea rezervelor din segmentele mai slab valorificate în sector. Conform datelor tabelului de mai jos, următorul efort ar fi direcționat către valorificarea surselor regenerabile pentru două sectoare: energie electrică și transport.

**Tabelul 1.** Ponderea energiei regenerabile în consumul energetic final brut, după sector (%)

Ani	2013	2014	2015	2016	2017	Obiectiv
Energie electrică	1.7	1.9	2.0	2.0	2.2	10
Încălzire și răcire	39.9	43.6	44.5	45.5	46.1	27
Transporturi	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	10
Total energie regenerabilă	24.4	26.1	26.2	26.9	27.8	17

Sursa: Ministerul Economiei și Infrastructurii.

La capitolul energie electrică cel mai dezvoltat segment de energie regenerabilă este energia eoliană, urmată de centrala hidro electrică de pe râul Prut și apoi centralele de cogenerare pe biogaz și cea mai mică cotă - energia fotovoltaică solară, după cum este prezentat în figura de mai jos. Aici se observă o coerență cu specificările din Raportul IRENA pentru 2017: „potențial în Europa de Sud-Est, a constatat că energia eoliană ar putea furniza până la 21 GW capacitate energetică, marea parte din aceasta putând fi utilizată la costul nominalizat al energiei electrice (LCOE) sub 90 EUR/MWh - nivelul maxim la care raportul consideră respectivul potențial competitiv din punct de vedere al costurilor, iar energia fotovoltaică solară poate fi furnizată până la 4,5 GW capacitate”. Datorită măsurilor întreprinse de către autoritățile statului moldovenesc în vederea dezvoltării acestui sector, prin încurajarea participării mediului de afaceri și a actorilor din complexul energetic al țării, acești indici au cunoscut o dinamică rapidă începând cu perioada anilor 2015-2016.



**Figura1.** Capacitatea instalată a energiei regenerabile după sursă, martie 2018.

## 2. Sistemul electroenergetic și necesitățile evoluției în procesul de tranziție.

Tranziția energetică este un proces lansat la scară largă, în urma căruia domeniul energiei va căpăta conținut și formă nouă. Dezideratul primordial pornește de la paradigmele prioritare, expuse în programele

de dezvoltare durabilă, ce constau în reducerea emisiilor poluante în mediu prin valorificarea unor noi surse de energie, totodată asigurând un nivel sporit de aprovizionare cu energie al consumatorului final. Soluția în ramura electroenergeticii, care permite conformarea la aceste rigori este rețeaua inteligentă, cunoscută pe larg ca Smart Grid, un caz particular fiind realizare practică răspândită în cooperativele energetice prin construcția micrețelilor. Termenul SG devine cunoscut în a. 2003 cu publicarea articolului lui Maikl T. Burr „Cererea fiabilității va dirija cu investițiile” cu listarea unor avantaje, definiții funcționale și tehnologice ale rețelei inteligente, este abordată prelucrarea digitală a datelor și comanda torentului informațional, ce descriu parametrii colectați din măsurătorile efectuate. În toate țările lumii, la nivel de politici în dezvoltarea tehnologică a electroenergeticii și a surselor de energie electrică ale viitorului, SG este recunoscută ca concepție forte. Întrunind un set întreg de tehnologii, ea se bazează pe integrarea mai multor direcții inovaționale la toate etapele, pornind de la generare și ajungând la consumul final de energie electrică [5]. În sens oficial, noțiunea SG a fost pentru prima dată documentată în a. 2007 în "Actul despre suveranitatea și securitatea energetică a SUA". Așa a fost definită tehnologia de modernizare a sistemului energetic național cu scopul protecției, controlului și optimizării consumului de energie calitativă în regim neîntrerupt. Din a. 2012 domeniul SG a fost plasat pe etapa trecerii de la elaborări a concepției principiale la proiectarea și crearea standardelor naționale și internaționale, realizarea a unui șir de proiecte-pilot și cele industriale. Ca segment în cadrul concepției SG, o micrețea este o "insulă energetică", sau un cluster energetic, alcătuit dintr-un număr stabilit de consumatori. În definiția dată de Comisia Europeană numărul este până la 500, sau cu puterea maximă de până la 40 MW, în mod obligatoriu sunt incluse surse de energie regenerabilă, sisteme de stocare și de comandă inteligentă [6]. Sau definiția dată de Departamentul Energetic al SUA: „Grup de sarcini interconectate și surse energetice distribuite cu comportare clar definită care operează ca o entitate unică controlabilă în cadrul unei rețele, se pot conecta și deconecta de la rețea pentru a permite funcționarea în ambele regimuri: de „insulă” și în sistem”.

### **3. Prevederi în legislația țării la capitolul modernizării sistemului electroenergetic.**

Strategia energetică a Republicii Moldova până în 2030, document primordial asupra căilor de dezvoltare a domeniului pentru perioada indicată stipulează viabilitatea economică a tehnologiilor și echipamentelor de rețea inteligentă, care va deveni un standard pentru industria energiei electrice. În acest sens vor fi supuse unor schimbări radicale abordările existente ale topologiilor, echilibrării, măsurării, monitorizării și mix-ului energetic al întregului sistem. Întreg setul acestor acțiuni va fi îndreptat spre valorificarea unor cote în creștere de energie electrică din surse regenerabile. Obiectivele specifice ale Republicii Moldova pentru perioada 2021-2030, ce țin de dezvoltarea sistemului electroenergetic sunt următoarele:

1) asigurarea creșterii utilizării surselor regenerabile de energie. Scenarii privind disponibilitatea pe termen lung a tehnologiei de captare și stocare a carbonului; 3) introducerea rețelelor electrice inteligente.

În dezvoltarea ultimului Obiectiv (3) din conținutul Strategiei sunt prevederi asupra rolului principal al consumatorului casnic, încurajarea dezvoltării sectorului businessului mic și mijlociu la instalarea unităților de generare de mică intensitate și un control mai bun asupra consumului de energie. Rețeaua inteligentă permite satisfacerea acestor cerințe, cu condiția introducerii elementelor de suport al tehnologiilor informaționale și de comunicații. Tot în acest context, sunt enumerate un set întreg de beneficii, așa ca dezvoltarea economică, crearea locurilor noi de muncă, reducerea emisiilor poluante în mediu, sporirea nivelului de aprovizionare cu energie a consumatorului. Va mai urma perfecționarea cadrului legal, identificarea resurselor regenerabile distribuite, ale surselor financiare pentru efectuarea investițiilor, suportul tehnic, altele [9].

### **4. Premise întru motivarea promovării concepției micrețelilor energetice inteligente.**

Pentru sistemul electroenergetic din Republica Moldova nu ar fi suficientă soluționarea problemelor doar prin măsuri de extindere a pieței. Există mai multe condiții și argumente, care ar motiva introducerea unor modificări și reconfigurări de sistem la nivelul rețelelor de distribuție în contextul planurile de dezvoltare strategică pentru viitor. Ar putea să se întâmple în diferite cazuri în mod diferit. Principalele motive la macro-nivel, care ar condiționa implicarea tehnologiilor micrețelilor pot fi:

- ajustarea topologiei sistemului electroenergetic la schimbările macro-economice în declinul industriei, în al sectorului agrar, și ca consecință, a profilului de consum;
- redimensionarea puterii nodurilor de transformare ale sistemului, unele din ele devenite supradimensionate considerabil, fapt ce conduce la pierderi de energie la mersul în gol;



- tendințe de promovare a generării distribuite, valorificării surselor regenerabile și cogenerare la scară mică;
- sporirea capacității de absorbție și soluționarea problemelor de stabilizare a sistemului, apărute la creșterea volumului de energie injectat din surse regenerabile și cauzate de natura intermitentă a acestora;
- flexibilitate sporită pentru recomutări operative în urma unor avarii din localități, cauzate de calamități naturale (vânturi, ploi, grindină, furtuni, lovituri de fulger), devenite tot mai frecvente pretutindeni;
- prin intermediul microrețelelor inteligente devine mai simplu transpunerea managementului de sarcina, cu diferențierea regională și temporală a tarifului achitat, măsuri deja sugerate de părțile furnizoare de energie electrică din exterior, care ar avea avantaje de economii și pentru consumatorii finali;
- altele...

## Concluzii.

Tranziția energetică este un proces global, realizarea căruia va conduce la modificarea temeinică după conținut și după formă a întreg complexului energetic pentru viitor. Pentru a asimila energia generată din sursele regenerabile, caracterizate de intensitate mică, intermitență pronunțată și arii extinse de amplasare, sistemul electroenergetic va parcurge de asemenea calea unei evoluții sub aspectele menționate, acțiuni ce ar trebui să aibă la început cercetări asupra:

- studierii concepției generare distribuită ce ține de posibilitățile de implementare a microrețelelor;
- studierii particularităților sistemului electroenergetic național în vederea aplicabilității și adaptabilității tehnologiilor microrețelelor electroenergetice inteligente;
- descrierii unor pachete de criterii, care ar permite evidențierea beneficiilor și a dezavantajelor în urma implementărilor acestor proiecte;
- modelării în scopul identificării posibilităților de încadrare a microrețelelor în sistemul electroenergetic;
- argumentării soluțiilor propuse pentru posibilitatea construcției microrețelelor în condițiile RM.

Setul acestor subiecte reprezintă obiectul de cercetare în continuare în cadrul studiilor doctorale.

## Bibliografie

1. V. BERZAN. Electrofizica și energetica. Universitatea Academiei de Științe a Moldovei; IE AȘM. – Chișinău, 2014. – 262p. ISBN 978-99-75-62.
2. V. Berzan; Iu. Ermurachi; Sv. Postoronica and C. Radu. Micro-inverter for photovoltaic modules. Proceedings of the 2016 International Conference and Exposition on Electrical and Power Engineering, EPE 2016, 20-22 October, Iasi, Romania.
3. Аккумуляторная станция от Tesla сэкономила Австралии уже \$30 млн. <https://habr.com/ru/post/371503/> (accesat 15.03.2019)
4. IRENA (2019), Renewables Readiness Assessment: Republic of Moldova, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi. ISBN: 978-92-9260-109-6.
5. [www.smartgrid.ieee.org](http://www.smartgrid.ieee.org).
6. Jurnalul Oficial al Uniunii Europene, Directiva 2009/28/CE a Parlamentului European și a Consiliului privind promovarea utilizării energiei din surse regenerabile și de modificare și ulterior, de abrogare a Directivelor 2001/77/CE și 2003/30/CE, Belgia, 2009
7. European Commission, 2003, New ERA for electricity in Europe, Directorate General for Research.
8. "DOE-MICROGRID." <https://building-microgrid.lbl.gov/microgrid-definitions>.
9. Strategia energetică a Republicii Moldova până în 2030. (Capitol III, Art. 45, Alin. 2); (Capitol. V, Art. 130). Art. 149. Art. 150. Art. 151. (Capitol. V, Obiectivele specifice ale strategiei pentru perioada 2021-2030 și măsurile aferente. Obiectivul 3, Art. 149-151).s



## Subsecția INGINERIE ELECTRICĂ

Nr.	Autorul, denumirea lucrării	Pagina
1	<b>Adrian Țurcanu</b> Metode de eficientizare al proceselor tehnologice în instalații usuale	111
2	<b>Guțu Grigore, Mitioglo Ilia, Mardare Marcu</b> Analiza potențialului solar energetic al clădirii blocului II UTM	115
3	<b>Sabadaș Anna, Pianih Alexei</b> Procese în vederea asigurării trasabilității metrologice a unităților de măsură.	119
4	<b>Smântână Bogdan-Ionuț</b> Aplicație cu automat programabil pentru controlul temperaturii	121
5	<b>David-Daniel Bojan</b> Sistem de comunicație utilizând rețeaua GSM	126
6	<b>Puiu Octavian, Grusac Lucian</b> Braț robotic cu regim repetitiv	130
7	<b>Vasile-Eusebiu Toader, Mihaela Poienar, Dumitru Cernușcă</b> Study of smart materials used in the development of new types of electro and thermomechanical actuators	134
8	<b>Mangos Octavian</b> Studiul caracteristicilor experimentale ale colectoarelor solare termice.	138
9	<b>Denis Dună, Alin Goanță</b> Sistem de siguranță realizat cu ARDUINO	143
10	<b>Madonici Nicolae</b> Sisteme de securitate pe baza senzorilor magnetici autonomi de proximitate, Ercon.	147
11	<b>Alexandru Moldovan, Iosif Zaharia</b> Sistem de monitorizare senzori utilizând android	150
12	<b>Mircea Negru</b> Monitorizarea temperaturii și umidității utilizând Arduino și APP inventor	154
13	<b>Dragoș Gheorghe Valentin, Dobra Bianca Izabela</b> Robot autonom cu opțiune de evitare a obstacolelor	158
14	<b>Guțu Mihai, Pleșca Ion, Proca Adrian</b> Sistem inteligent de securitate cu acționare electrică.	162
15	<b>Holman George Eduard</b> Studiul dispozitivelor de încălzire cu dispozitive de Inducție	164

# METODE DE EFICIENTIZARE AL PROCESELOR TEHNOLOGICE ÎN INSTALAȚIILE USUALE

Adrian ȚURCANU

Universitatea Tehnică a Moldovei

**Rezumat:** *Lucrarea se referă la echipamentul pentru procesul de producție a cafelei de tip espresso și unele posibilități de a crește eficiența energetică al instalațiile tehnologice uzuale. În urma cercetărilor s-a scos în evidență faptul că o mare parte al consumului de energie, de circa 97%, îi revine sistemului de preparare a apei, care în multe cazuri au un grad de protecție termică insuficient pentru diminuarea pierderilor termice în aceste sisteme. Punerea în aplicare a sistemului de protecție termică precum și implementarea sistemelor de reglare a turațiilor pompelor cu comandă numerică va spori eficiența energetică în procesele tehnologic uzuale.*

**Cuvinte cheie:** *Aparat de cafea, sistem hidraulic, eficiența energetică, transfer termic, control numeric.*

## Introducere

În conformitate cu angajamentele luate de Republica Moldova să atingă obiectivul “20/20/20 către 2020”, care este parte a Comunității Energetice (CnE) din anul 2010 și conform Tratatului CnE (semnat și ratificat) implementarea noilor metode și procedee de sporire al eficienței energetice a devenit nu doar o dorință, dar și o necesitate stringentă. Ca efect al nivelului scăzut de industrializare al Republicii Moldova circa 75% din consumul de energie electrică îi revin consumatorilor casnic, ceea ce denotă importanța și potențialul implementării sistemelor electromecanice cu eficiență energetică majorată. În această ordine de idei cercetarea metodelor de eficientizare al proceselor tehnologice în instalațiile uzuale are o importanță deosebită.

Ca exemplu al unui astfel de instalație tehnologice uzuală poate servi instalațiile de producere al băuturilor din cafea boabe, altfel numite și aparate de cafea. Acest exemplu este binevenit datorită faptului că în cadrul funcționării respectivelor aparate energie electrică consumată de acestea este transformată în alte forme de energii.

În lucrare sunt prezentate cercetările metodelor de eficientizare a consumul de energie electrică în sistemele tehnologice uzuală în cadrul căruia s-a realizat o analiză a consumului de energie în instalațiile menționate mai sus evidențiind sistemele cărora le revin o mare parte din consumul total.

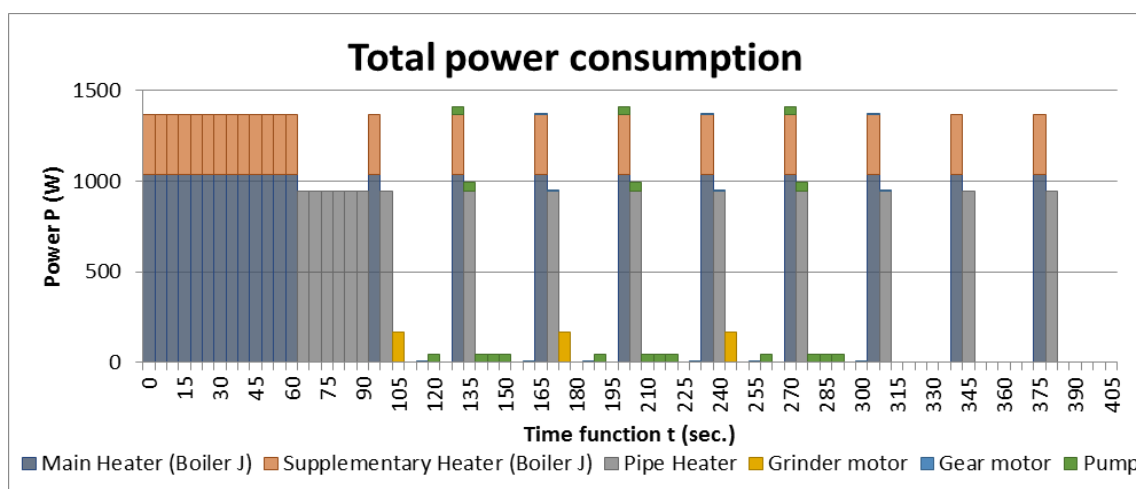
## 1. Evaluarea consumului de energie și structura electromecanică al aparatului de cafea automat

Luând în considerație multitudinea și complicitatea proceselor industriale în care sunt utilizate instalații tehnologice uzuale, vom examina funcționarea și consumul de energie electrică al unui aparat de cafea de tip automatizat în care au loc diverse procese de transformare al energiei dintr-o formă în alte, printre care sunt: râșnirea boabelor de cafea; încălzirea apei; pomparea apei la parametrii necesari procesului de extracție; extracția propriu zisă și aruncarea deșeurilor procesului de extracție. Pentru efectuarea pașilor descriși aparatele de cafea de clasa automat au un șir de subsisteme pentru realizarea acestora cum ar fi: [1]:

- **Sistemul hidraulic** – care schimbă proprietățile lichidului, în cazul respectiv este apă, din parametrii inițiali în apă cu caracteristici necesare pentru procesul în cauză
- **Sistemul de râșnire** – care realizează râșnirea (mărunțirea) boabelor de cafea la fracția necesară;
- **Sistemul de extracție** – care primește materia primă de la sistemele menționate mai sus la parametrii optimi și realizează extracția cafelei prin procesul de percolație și presiune înaltă;
- **Sistemul de comandă** – asigură derularea procesului în conformitate cu cerințele procesului tehnologic.

Pentru evaluarea consumului de energie electrică al respectivei instalații și consumul de energie electrică neuniform pe durata procesului vom face o evaluare al unui proces cu o încărcătură medie al procesului în care vor fi incluse toate etapele standard într-un proces de acest tip.

Acest proces presupune realizarea următoarelor etape: încălzirea instalației până la parametrii de lucru; trei procese de extracție; și un timp de pauză de circa 105 secunde Figura 1.



**Figura 1** Histograma distribuției consumului total de energie pentru trei procese de extracție inclusiv și o pauză de 105 sec.

În rezultatul încercărilor și măsurărilor realizate au fost colectate un șir de date cu privire la consumul de energie care au fost incluse în tabelul 1.

**Tabelul 1** Tabelul consumului de energie al aparatului de cafea

ELEMENTELE SISTEMULUI ELECTROMECHANIC	PUTEREA NOMINALĂ, $P_n$ (W)	TIMPUL DE FUNCȚIONARE, $t$ (sec.)	CONSUMUL DE ENERGIE, $E$ (Wh)	CONSUMUL DE ENERGIE, $E$ (%)
1. Încălzitorul principal	1034	105	33,51	49,04
2. Încălzitorul adăugător	330	105	10,69	15,65
3. Încălzitorul tubular	946	75	21,90	32,05
4. Râșnița de cafea	168	15	0,78	1,14
5. Motorul de acționare a unității de preparare	6	60	0,11	0,16
6. Pompa	48	90	1,33	1,95
<b>CONSUMUL TOTAL DE ENERGIE</b>			<b>68,32</b>	<b>100,00</b>

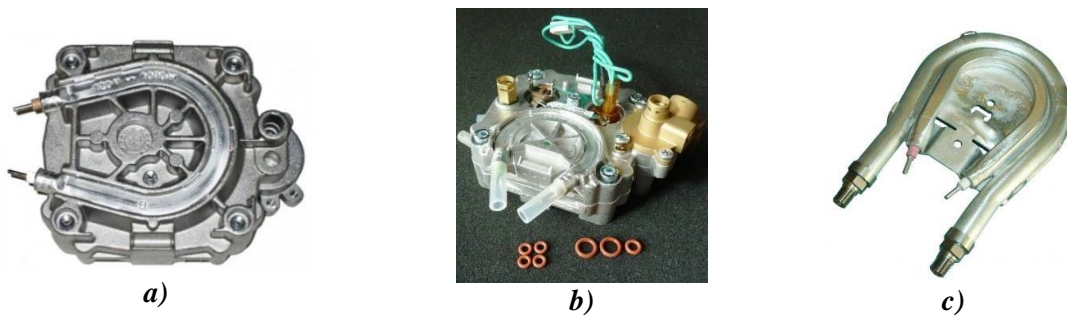
Datele obținute arată că circa 99% din consumul total de energie îi revine sistemului hidraulic, dintre care 97% pentru încălzirea apei și 2% pentru pomparea ei, ceea ce va servi drept temelie pentru concentrarea cercetărilor în vederea eficientizării procesului de extracție a cafelei asupra optimizării funcționării sistemului hidraulic

## 2. Descrierea sistemului hidraulic al aparatului de cafea

După cum s-a menționat mai sus, sistemul hidraulic realizează două funcții foarte importante: de încălzire a apei asigurată de boiler instantane și pomparea acesteia realizate de pompe de diverse tipuri.

### 2.1. Sistemul de încălzire a apei

În dependență de cantitățile de apă și abur necesare pentru procesul de producere, care este cauzată de frecvența proceselor de extracție, aceste sisteme au mai multe modalități de realizare și principii de funcționare. În cadrul cercetărilor realizată au fost studiate sistemele de încălzire ce se utilizează în instalațiile pentru procese cu o productivitate mică și medie de circa 50-70 extracții pe durata unei zile. Aceste sisteme sunt alcătuite din două elemente de încălzire: boilerul J - pentru încălzirea apei pentru procesul de extracție și a boilerului de tip tubular - pentru încălzirea ulterioară a apei calde în abur. Beneficiile unui astfel de sistem, alcătuit din două încălzitoare, constau în posibilitatea de a ajunge de la stadiul de fabricație al aburului la stadiul de încălzire a apei pentru extracție într-un timp minim (figura 2.). În sistemele care utilizează un singur încălzitor pentru ambele procese de preparare a apei, procesul de tranziție de la un stadiu la altul sunt însoțite de procese tranzitorii de o durată mai îndelungată de până la 15-20 secunde.



**Figura 2** Încălzitoarele instantane ale aparatului de cafea SAECO [5]: *a* – Boilerul J pentru încălzirea apei pentru extracție și livrarea apei fierbinți; *b* – încălzitorul suplimentar al boilerului J; *c* – Boilerul tubular pentru livrarea aburului.

În majoritatea cazurilor aceste încălzitoare nu au izolație termică și sunt expuse în interiorul corpului instalației și fluxul termic de pierderi convective ne fiind nici de cum controlat, care urmează a fi cuantificate în continuarea prezentei cercetări.

## 2.2. Sistemul de pompare a apei

Există o multitudine de pompe pentru utilizarea în sistemele de producere a cafelei, dar cele mai răspândite sunt următoarele două tipuri:

- **Pompă electromagnetică** – care, în mod obișnuit, se găsește în majoritatea aparatelor cu rezervor. În câteva cazuri mici, acestea se găsesc în mașinile de espresso cu o legătură directă cu racordul la apă. Pompele care sunt conectate la o conductă de apă trebuie să aibă o supapă electromagnetică și / sau o supapă de protecție de presiune a apei amplasate înaintea pompei, astfel încât să nu se deterioreze pompa de la presiunea de apă în procesul funcționării, datorită presiunii scăzute a apei de intrare. Selectarea pompei de acest tip se realizează astfel încât parametrii externi ai pompei să asigure parametrii de lucru pentru funcționarea sistemului hidraulic.

- **Ventil rotativ / pompă de deplasare permanentă (pompă cu vane)**- care se găsesc în aparatele de cafea cu conexiune directă la apă. La fel ca și la pompele electromagnetice cu racorduri directe de apă, există câteva excepții în care o pompă rotativă cu vane poate fi găsită într-un aparat de cafea cu rezervor. O pompă de acest tip constă doar din partea hidraulică, care în cele din urmă trebuie cuplată la un motor electric, care de obicei este un motor asincron monofazat. Spre deosebire de pompele electromagnetice, care se selectează exact pentru parametrii necesari sistemului hidraulic, pompele cu vane asigură un debit și o presiune al apei mult mai mare decât este necesari sistemului hidraulic al aparatului de cafea, din aceste motive pompele cu vane sunt dotate cu un ventil de reglaj prin intermediul căruia se setează parametrii externi ai pompei.

## 3. Cercetări numerice

În cadrul cercetării numerice ale sistemelor descrise mai sus vor fi prezentate formulele care au fost utilizate în prezenta cercetare și rezultatele obținute în urma utilizării acestora.

### 3.1. Sistemul de încălzire [8]

Pentru determinarea puterii necesare pentru încălzirea apei (debitul de căldură) au fost utilizate următoarele date inițiale care sunt prezentate în Tabelul 2.

**Tabelul 2** Datele inițiale pentru efectuarea calculelor

$\theta_i = 10^\circ C; \theta_f = 95^\circ C$	Temperaturile inițială și finală al apei;
$\gamma_{ap} = 997 kg / m^3$	Densitatea apei
$c_{ap} = 4180 J / kgC$	Capacitatea termică masică (căldura specifică) al apei
$c_{al} = 900 J / kgC$	Capacitatea termică masică al aluminiului
$q_{ap} = 3,06 \times 10^{-6} m^3 / s$	Debitul apei necesar pentru încălzitor
$m_i = 0,683 kg$	Masa încălzitorului principal

În tabelul de mai jos sunt incluse formulele de calcul al procesului de transfer termic în încălzitorul principal.

**Tabelul 3** Formulele utilizate în calculul procesului de transfer termic

$P_{i.ap} = q_{ap} \cdot c_{ap} \cdot \gamma_{ap} \cdot (\theta_f - \theta_i)$	Puterea necesară pentru încălzirea apei
$\theta_{s.i} = \frac{P_{i.ap}}{m_i \cdot c_{al}} \cdot 60$	Temperatura necesară a suprafeței de încălzit
$\Delta\theta_{s.i} = \frac{P_{i.princ} + P_{i.su}}{m_i \cdot c_{al}} \cdot 60 + \theta_{s.i}$	Pierderile de temperatură prin transfer termic convectiv prin suprafața exterioară al încălzitorului principal

În rezultatul cercetărilor efectuate s-a obținut următoarele rezultate:

- $\theta_{s.i} = 106^\circ C$ ;
- $\Delta\theta_{s.i} = 37^\circ C = 34,9\%$

Din rezultatele obținute se poate concluziona că pierderile de căldură la procesul de transfer termic de la încălzitor la apă pierderile constituie circa 35%

### Concluzii și recomandări

În rezultatul cercetărilor realizate au fost analizate problemele consumului de energie electrică și sporirii eficienței energetice ale proceselor tehnologice cu utilizarea instalațiilor uzuale și se pot concluziona următoarele:

- Utilizarea izolației termice a componentelor sistemelor de transformare al energiei electrice în energie termică în vederea diminuării pierderilor de energie termică și respectiv, electrică prin pierderile transferului termic convectiv put aduce o economie de până la 35% în procesele respective;
- Implementarea acționărilor electrice reglabile în diverse sisteme și mecanisme cu utilizează motoarele electrice permit eficientizarea instalațiilor de peste 40%;
- În rezultatul implementării schimbărilor descrise mai sus putem spori economia energiei în instalațiilor uzuale, și în special în instalațiile de producere al băuturilor de cafea, de peste 37%. La nivel de o singură instalație această cifră nu pare mare, dar dacă vom încerca să facem un calcul la nivel de localitate sau țară această cifră devine mult mai semnificativă

### Bibliografie

1. Barista Technique: Dose, Distribute, Tamp. Repeat, <https://www.home-barista.com/espresso-guide-dose-distribute-tamp.html>
2. Certified Italian Espresso and Cappuccino. [http://www.espressoitaliano.org/files/File/istituzionale\\_iniei\\_hq\\_en.pdf](http://www.espressoitaliano.org/files/File/istituzionale_iniei_hq_en.pdf)
3. Dynetic Systems, DC Brushed motors catalogue. MS/MR series, <http://www.dynetic.com/pdfs/Brushed/Section%20A/Dynetic%20Systems%20Catalog.pdf>
4. Ilie Nuca. Modelarea Matematică a Sistemelor Electromecanice, Note de curs. <http://elearning.utm.md/moodle/course/view.php?id=67>
5. Ilie Nuca. Acționări Electrice, Note de curs. <http://elearning.utm.md/moodle/course/view.php?id=68>
6. Hughes A., Electric Motors and Drives. Fundamentals, Types and Applications, third edition, Published by Elsevier Ltd, 2006. 431 pages.
7. Saeco technical support, [www.saeco.co.uk/espresso-machine-support](http://www.saeco.co.uk/espresso-machine-support)
8. D. Montone. How to pick motors for linear motion, Sensing and control technology guide, Harleisville, Pa., p.50-58
9. Bezzer technical support, [http://www.bezzer.it/index.php?option=com\\_content&view=article&id=9&Itemid=107&lang=en](http://www.bezzer.it/index.php?option=com_content&view=article&id=9&Itemid=107&lang=en) (accesat 23.06.2014)
10. Adrian Țurcanu, Ilie Nuca, Utilizarea tehnologiilor informaționale în analiza și controlul calității procesului de producție a cafelei „espresso”, ICTEI Proceeding, 5th edition, p. 111-113.
11. Adrian Țurcanu, Ilie Nuca, Modernization of the Grinding System of the Automated Coffee Machine, Proceeding CNAE-2014, XXI edition, p 251-262.

# ANALIZA POTENȚIALULUI SOLAR ENERGETIC AL CLĂDIRII BLOCULUI II UTM

Grigore GUȚU, Ilia MITIOGLO, Marcu MARDARE

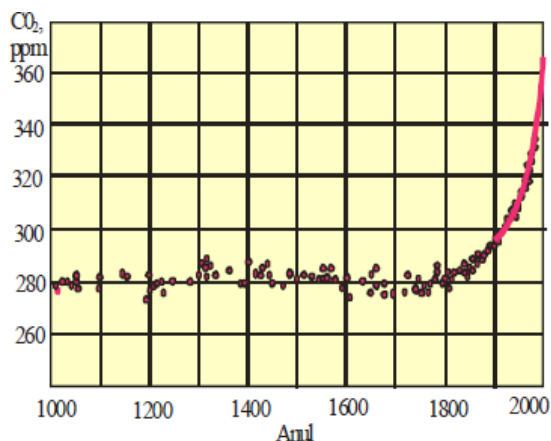
Universitatea Tehnică a Moldovei

**Rezumat:** Scopul acestei lucrări constă în familiarizarea cu resursele regenerabile de energie, și în special cea solară. Transformarea radiației solare în energie electrică este o metodă eficientă și nepoluantă de dobândire a electricității. Această sursă de energie trebuie valorificată din plin.

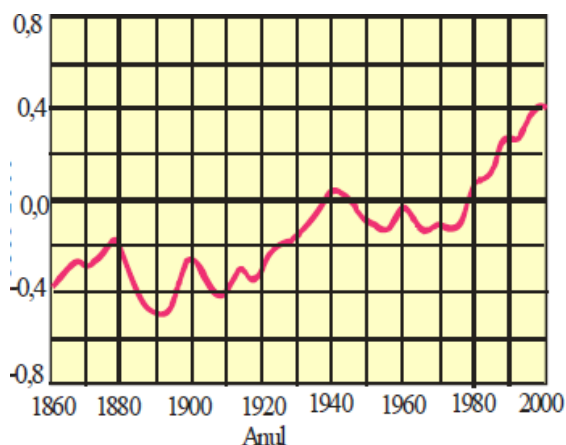
**Cuvinte cheie:** Panou fotovoltaic; Surse regenerabile de energie; Poluarea mediului; Invertor MPPT;

## Introducere

Problema energetică este tema principală în lume la ziua de azi. Producerea energiei are un impact negativ asupra planetei. Această problemă este importantă dat fiind faptul că nivelul de poluare al atmosferei depășește nivelul de acum 1000 de ani de 100 de ori (fig.1). Respectiv odată cu creșterea CO<sub>2</sub>-ului se formează efectul de seră care ridică temperatura în atmosferă (fig.2). Aceste schimbări duc la dereglări ecologice și economice severe. Conform studiului IPCC una din cauzele principale a încălzirii globale este poluarea atmosferei cu gaze cu efect de seră. Dacă acest proces nu va fi stopat către sf. sec. XXI concentrația CO<sub>2</sub> va crește atât de mult încât temperatura va crește cu 5,8 °C.



**Figura.1** Variația concentrației de CO<sub>2</sub> în atmosferă, perioada 1000-2000



**Figura.2** Variația temperaturii în perioada 1861-2000

O soluție a acestei probleme este trecerea la metodele netradiționale de dobândire a energiei, la sursele regenerabile de energie. SRE sunt obținute din fluxurile existente în mediul ambiant care au un caracter continuu și repetitiv. Ele deja sunt pe larg utilizate în întreaga lume. Energia regenerabilă ocupă 2.5% din totalul energetic.

O sursă accesibilă și eficientă este energia solară. Soarele este o sursă permanentă și nepoluantă de energie. O metodă de utilizare a acestei energii este conversia radiației solare în energie electrică cu ajutorul panourilor fotovoltaice.

## 1. Tendințe actuale în tehnologiile PV

Panourile fotovoltaice sunt formate din celule fotovoltaice. O celulă fotovoltaică este alcătuită din două sau mai multe straturi de material semiconductor, cel mai întâlnit fiind siliciul. Când stratul de siliciu este expus la lumină se va produce o „agitație” a electronilor din material și va fi generat un curent electric.

La momentul actual distingem 3 tipuri de celule fotovoltaice cele mai răspândite:

- Celula PV c-Pi: sunt primele celule disponibile în comerț, fabricate din siliciu monocristalin,

care este o formă extrem de pură a siliciului. Celulele de siliciu monocristalin sunt foarte eficiente, dar procesul lor de producție este lent și intensiv, ceea ce le face mai scumpe decât omologii lor policristali sau subțiri.

- Celula PV p-Si: Celula de siliciu policristalin conține multe granule mici de cristale. Reprezintă o alternativă mai ieftină, dar mai puțin eficientă, celulele PV de siliciu policristalin domină piața mondială, reprezentând aproximativ 70% din producția PV globală în 2015.
- Celula PV a-Si: este produs prin depunerea straturilor subțiri de siliciu pe un substrat de sticlă. Datorită acestei reduceri a materiei prime și a unui proces de fabricație mai puțin intensivă, celulele de siliciu amorfe sunt mult mai ieftine pentru a fi produse. Aceste celule, de asemenea, suferă o scădere a eficienței cu 20% în primele câteva luni de funcționare înainte de stabilizare și prin urmare, sunt vândute cu ratinguri de putere pe baza producției lor degradate.

Au fost dezvoltate alte tehnologii celulare care funcționează cu eficiență mult mai ridicată decât cele menționate mai sus, însă costurile lor materiale și de producție mai ridicate în prezent interzic utilizarea comercială larg răspândită. Așa panouri se folosesc pentru aplicații extraterestre cum ar fi panourile Gallium Arsenid. Celulele GaAs sunt produse prin depunerea straturilor de galiu și arsenic pe o bază de GaAs de cristal unic, care definește orientarea creșterii noi a cristalelor.

Constructiv sistemele PV pot fi împărțite în 2 categorii:

- Sistem On-Grid: acest sistem fotovoltaic este conectat și la rețeaua electrică. Surplusul de energie este vândut în această rețea și nu necesită un sistem de stocare a energiei.
- Sistem Off-Grid: acest sistem este independent de alți furnizori electrici, energia electrică este produsă și stocată în acumulatori. Este o soluție bună pentru gospodăriile îndepărtate de rețeaua electrică.[2]

Panourile PV pot fi amplasate în câmp deschis, cât și pe acoperișurile clădirilor. Amplasarea pe acoperișurile spațiilor locative în zonele urbane permit păstrarea terenurilor agricole libere. Instalarea panourilor solare fotovoltaice pe acoperiș poate fi utilizată și pentru reducerea costurilor pentru factura de energie dar și independența energetică mult dorită. Fiind instalate pe clădiri, costurile se recuperează în decurs de 7-10 ani. Din acest motiv s-a făcut analiza tehnică și financiară a montării unui sistem PV conectat la rețea, pe acoperișul corpului 2 UTM – al Facultății de Energetică și Inginerie Electrică.

## 2. Dimensionare sistemului fotovoltaic On-Grid pe acoperișul clădirii blocului II UTM.

Pentru a analiza potențialul solar energetic a blocului II UTM folosim platforma online <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php>, [1] oferită gratis de către Comisia Europeană. Cu ajutorul acestei platforme putem calcula radiația solară în poziția geografică a clădirii date (fig.3). Platforma PVGIS permite determinarea radiației în diferite regimuri. Noi am selectat regimul radiației diurne, din care am făcut media lunară a valorilor de iradiație solară (fig.4).

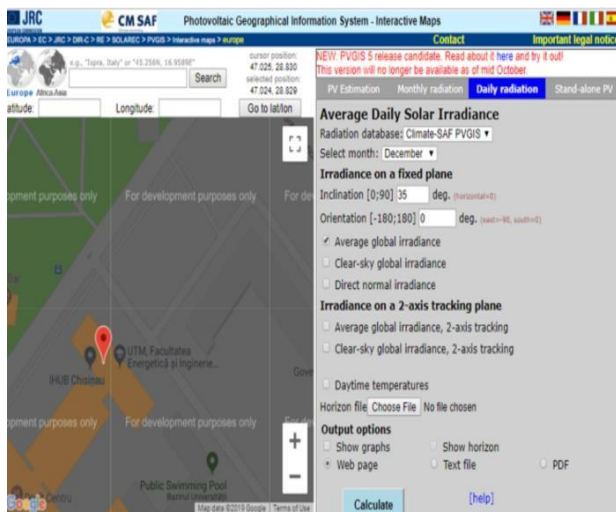
Pentru instalarea panourilor vom analiza partea clădirii ce este în paralel cu str. Bănulescu Bodoni, ce ne oferă 1000 m pe acoperișul clădirii. Dimensiunile panourilor alese sunt: 1.25x0.8m. Suprafața unui panou calculată este 1m. Pentru a lua în considerare spațiul necesar mentenanței și specific de montare al panoului, vom considera un factor de umplere al suprafeței  $k=0.8$ .

$$N = S_{cl} / S_p * k \quad (1)$$

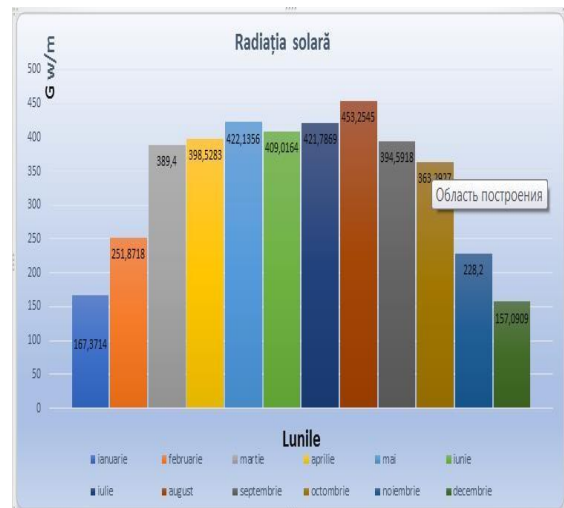
$$N = (1000/1) * 0.8 = 800 \text{ (panouri)}$$

Unde  $S_{cl}$  este suprafața clădirii,  $S_p$ -suprafața panelului iar  $k$  reprezintă factorul spațiului tehnic dintre panouri.





**Figura.3** Fereastra de comandă a platformei PVGIS selectat



**Figura.4** Radiația medie lunară în punctul

Aflăm suprafața totală a panourilor:

$$\begin{aligned} \mathbf{Stot} &= \mathbf{N} * \\ \mathbf{Stot} &= 800 * 1 = 800(\text{m}^2) \end{aligned} \quad (2)$$

Aflăm puterea maximă a generatorului fotovoltaic:

$$\mathbf{N} * \mathbf{Ppan} = \mathbf{Ptot}, \quad (3)$$

unde  $\mathbf{N}$ - numărul de panouri,  $\mathbf{Ppan}$  - puterea unui panou.

$$\mathbf{Ptot} = 800 * 135 = 108000(\text{W}).$$

Următorul pas de calcul îl constă alegerea invertorului cu MPPT(maximum power point tracking). Invertorul are scopul conversiei energiei generate în curent continuu și o transformă în curent alternativ, în același timp urmărind eficiența maximă a panourilor PV. O condiție în alegerea invertorului este un coeficient de supradimensionare de 10%. Astfel vom avea puterea invertorului

$$\begin{aligned} \mathbf{Pinv} &= 120000(\text{W}) \\ \mathbf{Plun}, \mathbf{W} &= \mathbf{Ppan}, \mathbf{W}(\mathbf{G}_{lun}/\mathbf{G}_{st}) \end{aligned} \quad (4)$$

Unde  $\mathbf{Plun}$  -puterea lunară,  $\mathbf{Ppan}$  -puterea panoului,  $\mathbf{G}_{lun}$  - radiația timp de o lună.

**Tab.1** Puterea panoului raportată la radiația medie lunară

Luna	Ianuarie	Februarie	Martie	Aprilie	Mai	Iunie
Puterea	22,W	33,W	52,W	53,W	57,W	55,W
Luna	Iulie	August	Septembrie	Octombrie	Noiembrie	Decembrie
Puterea	56,W	61,W	53,W	49,W	30,W	22,W
Puterea medie anuală, Pma		45,25W				

Calculăm puterea medie anuală a instalației:

$$\mathbf{Pai} = \mathbf{Ppan} * \mathbf{N}(\text{W}) \quad (5)$$

unde  $\mathbf{Pai}$  este puterea anuală a instalației,  $\mathbf{Ppan}$  este puterea unui panou și  $\mathbf{N}$  numărul de panouri.

$$\mathbf{Pai} = 45,25 * 800 = 36\,200, \text{W}$$

Analiza financiară a sistemului PV On-Grid se determină ca raportul între costul de investiție și mentenanță și venitul anual. De regulă analiza financiară a unui sistem SRE se reprezintă în forma perioadei de răscumpărare a investiției.

Panou solar fotovoltaic SOLARPOWER HD 135W-12V XUNZEL cu cablu 3+3M

SPHD13512 Preț 486 € x 800= 388800 €. Invertoarele alese vor fi dimensionat pe 4 subsisteme solare SolarLake 30000 TL-PM,3ph Preț 4104 € x 4 =16416 €[3]

Prețul unui kWh îl considerăm de 1,6 lei. Acesta e un preț mediu oferit de ANRE pentru producători de SRE. Energia electrică într-un an se va calcula fiind produsul dintre puterea medie anuală a sistemului și perioada de ore cu soare.

$$W = P_{ai} * t \quad (6)$$

$$W_{an}=36\,200*14h/zi*365zile=184\,892, kWh$$

Suma totală cheltuită este de 405 216€, suma venitului anual a instalației este de 18 498€, respectiv perioada aproximativă de răscumpărare a instalației este de 21,5 ani

### Concluzii

Reieșind din datele de mai sus deducem că un sistem fotovoltaic este o investiție durabilă, adică o investiție care satisface necesitățile prezentului fără a compromite viitoarelor generații să-și satisfacă propriile necesități. Prin implementarea proiectelor asemănătoare Republica Moldova poate să-și asigure un viitor energetic. Este important să menționăm că cu toate că dispunem de multe SRE țara noastră importă 81,6% din energia electrică și doar 18,4% o produce.

Practica mondială arată succesul implementării în masă a SRE când proiectele de acest tip sunt susținute de către instituțiile de stat, pentru a reduce perioada de răscumpărare la 7-10 ani.[4]

### Bibliografie

1. [http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.phphttps://energyeducation.ca/encyclopedia/Types\\_of\\_photovoltaic\\_cells](http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.phphttps://energyeducation.ca/encyclopedia/Types_of_photovoltaic_cells)
2. [http://opalsucces.md/solar\\_heating/](http://opalsucces.md/solar_heating/)
3. <https://www.romstal.ro/blog/tipuri-de-panouri-solare-avantajele-si-dezavantajele-acestora/>
4. "Surse Regenerabile de Energie". Sobor Ion. Editura UTM. Chișinău 2007

# PROCESE ÎN VEDEREA ASIGURĂRII TRASABILITĂȚII METROLOGICE A UNITĂȚILOR DE MĂSURĂ

Anna SABADAȘ, Alexei PIANÎH

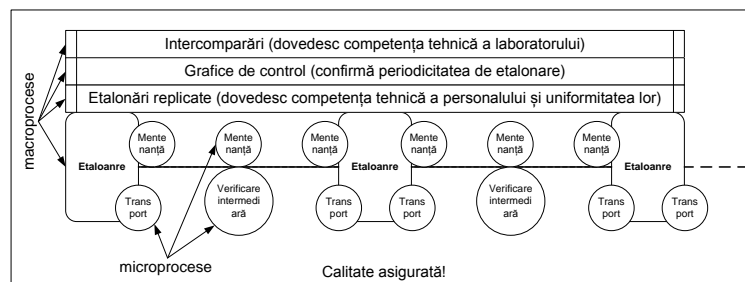
Universitatea Tehnică a Moldovei

**Rezumat:** Prezenta lucrare caracterizează procesele logice ce trebuie efectuate cu un mijloc de măsurare pentru a asigura trasabilitatea sa metrologică. Ca exemplu se vor analiza mijloacele de măsurare a volumului și presiunii. Se urmărește confirmarea încrederii în capabilitățile sale de măsurare și, respectiv, în relevanța lor. Astfel, un accent deosebit se pune pe descrierea proceselor necesare a fi menținute asupra echipamentelor.

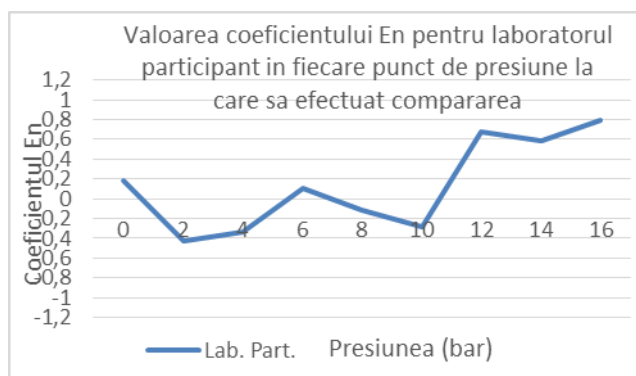
**Cuvinte cheie:** procese, trasabilitatea metrologică, grafic de control, competență, etalonare, mentenanță, verificare intermediară, interval de etalonare

Sistemul Internațional de Unități (SI) permite înlăturarea tuturor barierelor de măsurare din lumea întreagă [1], acesta este un fel de limbaj internațional al cercetătorilor, suplimentar matematicii. În Republica Moldova responsabil de transmiterea și asigurarea reproducerii unităților SI este Institutul Național de Metrologie (INM). În continuare se vor alege două exemple pentru a caracteriza procesele interne ce necesită a fi asigurate ca o unitate de măsură să fie transmisă de la unitățile de bază către beneficiarul final.

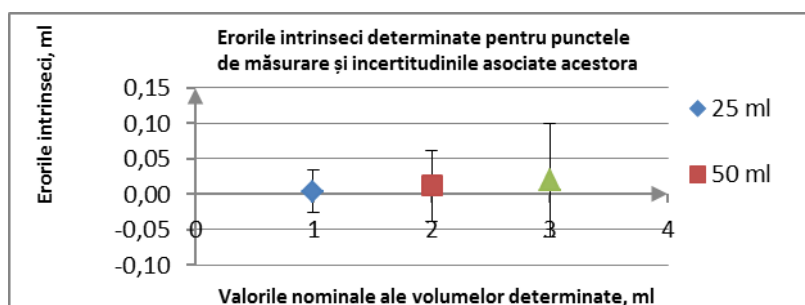
Astfel, sistemul de etaloane de la INM își confirmă utilitatea formării sale. Scopul de bază constând în preluarea unității de măsură, conservarea și transmiterea ei la etaloanele de referință, respectiv asigurarea uniformității măsurărilor efectuate pe întreg teritoriul Republicii Moldova, inclusiv în relațiile economice și tehnico-științifice cu alte țări. Capabilitățile de măsurare ale INM acoperă majoritatea cerințelor metrologice ale mijloacelor de măsurare (MM) utilizate pe teritoriul Republicii Moldova. Sistemul de management al calității (SMC) presupune analiza tuturor componentelor ce pot influența procesul de măsurare [2]. Filosofia acestor procese este gândită în așa mod încât să asigure la ieșire siguranța și calitatea procesului de trasabilitate metrologică, încât atât în industrie, cât și la un simplu utilizator, să fie asigurat procesul corect de cuantizare a unități de măsură. Procesele se monitorizează în așa mod, încât rezultatul procesului de măsurare să fie cuprins în limitele așteptărilor rezonabile și satisfăcătoare, sau cel puțin clare, pentru beneficiarul de servicii. Totuși cum arată practica, pentru personalul din laboratoare e dificil să structureze periodicitatea proceselor necesare de efectuat asupra/cu etalonul, cât și dovezile relevante că ele sunt suficiente pentru un audit. Astfel articolul dat va prezenta un exemplu de monitorizare a intervențiilor obiective pentru a asigura calitatea rezultatelor reproduse de un etalon. În dependență de impactul proceselor ce influențează rezultatele finale, se diferențiază următoarele categorii (figura 1): Macroprocesele – intercomparări, etalonări, grafice de control, etalonări replicate. Macroprocesele sunt acțiuni menite să monitorizeze starea etalonului în continuu și pe termen lung. Sunt axate în special pe asigurarea dovezilor de competență și necesită o conformare cu ghiduri/standarde conexe, precum și o cooperare cu alte instituții. Microprocesele – verificare intermediară, mentenanță, inspecție de până și după transportare. Microprocesele sunt acțiuni menite să monitorizeze starea etalonului instantaneu și în urma fiecărei modificări de stare. Sunt axate în special pe confirmarea recomandărilor de la producător, cerințelor din SMC și necesită o înaltă calificare a personalului antrenat în lucru. Intercompararea are ca scop confirmarea capabilităților de măsurare a laboratoarelor de încercări/etalonări și verificări metrologice. Laboratoarele ce își dovedesc capabilitățile de măsurare pentru etalonări (figura 2), vor avea automat asigurată încrederea pentru competența măsurărilor de încercări și de verificări metrologice. Iar în figura 3 sunt prezentate diferențele dintre rezultatele obținute la o intercomparare internațională dintre RM și România (pilot). Sunt prezentate diferențele dintre laborator participant și valorile de referință, unde pe axa x este valoare de referință a laboratorului pilot



**Figura 1.** Repartizarea optimă a proceselor pentru asigurarea calității



**Figura 2** Rezultatele reale obținute de INM la o intercompararea pe presiuni Clab 11:2016

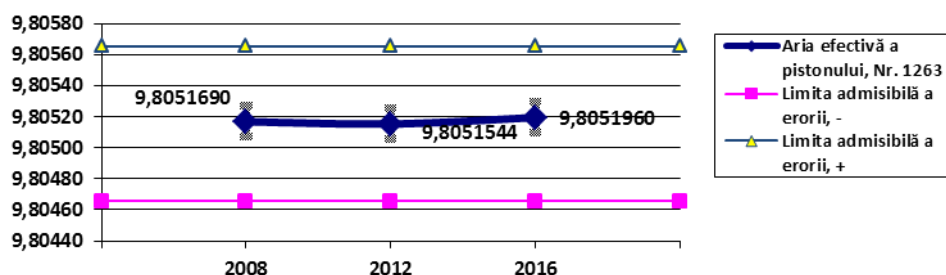


**Figura 3** Rezultatele reale obținute de INM la o intercompararea pe volume Clab 10:2016

Operație care, în condiții specificate, stabilește: - în prima etapă o relație între valorile și incertitudinile de măsurare asociate care sunt furnizate de etaloane și de indicațiile corespunzătoare cu incertitudinile de măsurare asociate; - în a doua etapă, este utilizată această informație pentru stabilirea unei relații care să permită obținerea unui rezultat de măsurare pornind de la o indicație [3]. Doar prin procesul de etalonare se confirmă trasabilitatea metrologică a rezultatului unei măsurări.

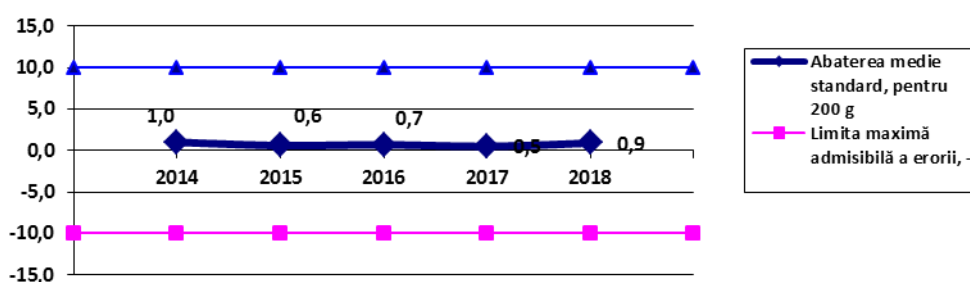
Graficele de control ca și diverse rezultate ale cercetărilor asupra riscurilor de exploatare, reetalonare a MM, precum și îmbunătățiri sau/și tendințe observate în timp, se introduc sub formă de raport de cercetare în fișele tehnice ale MM. Analizele efectuate pot să conțină informații despre definirea perioadei de etalonare, periodicitatea intervențiilor asupra etalonului, driftul unității de măsură, descrieri ale observațiilor sau îmbunătățirilor. Rezultatele constatate pot servi ca bază de argumentare pentru modificarea programului de mentenanță și etalonare al Biroului Național de Etaloane. În figura 4 este prezentat un exemplu de grafic de control al unui Manometru cu Piston și Greutăți care are trei etalonări efectuate deja. Se observă, că principala caracteristică metrologică – aria efectivă a pistonului, are o stabilitate rectilinie în timp și se încadrează în limitele admisibile a erorii. Se confirmă stabilitatea și frecvența de etalonare a ER 04:2014 de cinci ani [4].

În figura 5 este prezentat graficul de control al unui aparat de cântărit cu funcționare neautomată (ACFN), tip M1203i cu limita maximă admisibilă (LMA) a erorii posibile pentru aceste echipamente de  $e=10 \cdot d=10 \cdot 1 \text{ mg}=10 \text{ mg}$ , în conformitate cu OIML R 76. În LMMD se va accepta o limită pentru acest echipament  $LMA=10 \text{ mg}$ .



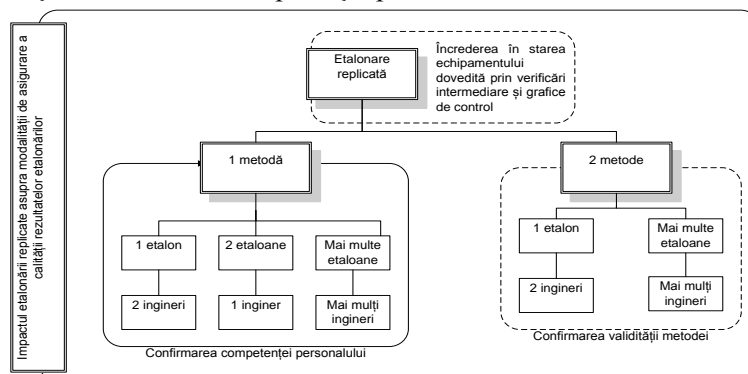
**Figura 4.** Grafic de control ce prezintă stabilitatea ariei efective a pistonului Nr. 1263 (x – ani, y – cm<sup>2</sup>) din componența manometrului cu piston și greutateți tip PG 7601 Nr. 663

Pe grafic se monitorizează dacă abaterea medie standard (s) se încadrează în limitele de control ale acestui. Se observă că s are o stabilitate rectilinie și se încadrează în LMA și confirmă perioada de etalonare de 12 luni [5].



**Figura 5.** Grafic de control ce prezintă abaterea medie standard pentru 200 g al ACFN din componența etalonului de referință al volumului (x – ani, y – mg)

Etalonarea replicată este menită să confirme validitatea unei metode de etalonare folosite de laborator sau competența personalului de a utiliza o procedură de etalonare, încât rezultatul să fie omogen și uniform. Pentru o prezentare mai clară, în figura 6 sunt indicate tipurile de etalonare replicată. Când se etalonează un MM prin două metode diferite, se urmărește validarea unei metode de măsurare descrise într-o procedură de etalonare. Când se etalonează un MM printr-o singură metodă, dar de doi ingineri diferiți sau cu două etaloane diferite se urmărește confirmarea competenței personalului antrenat în măsurări.



**Figura 6.** Schema bloc de efectuare a etalonării replicată

De exemplu, indicatorul de presiune RPM4 A350Ks BA100Ks din dotarea Laboratorului Mase și Mărimi Derivate, care a fost etalonat la Metas, Elveția în 2016 cu un etalon PG 7601 similar, de care dispune INM, în Republica Moldova s-au repetat măsurările la aceleași puncte, prin aceeași metodă. Astfel, în tabelul 1 sunt prezentate rezultatele măsurărilor.

Din motiv că erorile normalizate pentru INM sunt < 1,0 se confirmă că calitatea măsurărilor obținute de către indicatorul de presiune RPM4 A350Ks BA100Ks, Nr. 920 și manometrul cu piston și greutateți PG 7601, Nr. 1263 sunt compatibile cu cele reproduse de inginerii din Elveția, ca și competența personalului.

**Tabelul 1.** Valorile obținute din certificatul de etalonare Nr. 133-07555/2016, emis de METAS, Elveția din 15.06.2016 și etalonarea replicată Nr. 024-3.2/2016, emis de LMMD, INM din 07.09.2016

Valoarea convențională kPa	Indicația, kPa		Incertitudinea extinsă, kPa		En
	METAS	INM	METAS	INM	
100	-0,002	-0,006	0,0050	0,06	0,08
125	-0,001	-0,014	0,0075	0,06	0,21
150	0,000	-0,010	0,0075	0,06	0,16
200	0,000	-0,013	0,0075	0,06	0,20
250	0,000	-0,013	0,0075	0,06	0,21
300	0,001	-0,007	0,0075	0,06	0,13
350	0,005	-0,008	0,0075	0,06	0,21

Acest proces are ca scop inspecția imediată a MM de până și după transportare, atunci când etalonul este mutat. Prin această operație se asigură lipsa dereglărilor de la starea normală. Condițiile ce trebuie îndeplinite la transportarea unui MM, de regulă, sunt descrise în instrucțiuni sau manuale ale echipamentului de la producător. În lipsa acestor instrucțiuni la transportare se aplică regulile generale de securitate, descrise în manualele tehnice, ce țin de aceste tipuri de MM. Acțiunile generale ce trebuie îndeplinite la transportarea aparatelor mecanice și electronice de măsurare a presiunii: Corectitudinea funcționării MM la conectarea și deconectarea MM de la sursa de curent electric; Controlul prezenței tuturor pieselor din componența echipamentului și manipularea lor cu grijă (la necesitate cu mănuși speciale). Verificarea intermediară este menită să mențină încrederea în statutul etaloanelor sau starea de etalonare a echipamentului. Se urmărește confirmarea sau infirmarea validității ultimului certificat de etalonare deținut de etalon. Această monitorizare presupune inspecția stării fizice a etalonului, echivalentă cu controlul aspectului exterior (lipsa dereglărilor de la starea anterioară). Uneori se merge mai departe, chiar până la analiza concordanței unei caracteristici tehnice/metrologice de bază a etalonului cu limitele alese în laborator. Menținerea este menită să păstreze MM în stare bună de funcționare, prin urmărirea comportamentului în timp al etalonului și asigurarea stabilității acestuia, prin efectuarea unor intervenții specifice descrise de producător. Procese reale ce reprezintă mentenanța sunt: curățare și/sau spălarea unor suprafețe de praf, ulei, murdărie (curățarea uleiului se face cu alcool etilic, se curăță toate detaliile din componența echipamentului); monitorizarea prezenței lubrefianților, nivelul satisfăcător de lichide, gaze sau materiale de referință; schimbarea mediului de lucru; ajustarea la reperul de zero, verticalității sau alte condiții tehnice; lustruirea suprafețelor metalice; aplicarea vopselei; eliminarea/introducerea unui gaz/lichid în sistem; prelucrarea unor suprafețe cu vaselină tehnică, etc. Cercetarea din lucrare reprezintă un exemplu de monitorizare a încrederii în calitatea rezultatelor unui etalon care participă în lanțul neîntrerupt și documentat al trasabilității metrologice. Astfel dacă la fiecare etalon în parte se vor asigura aceste micro și macro procese, în rezultat va fi asigurată și însuși trasabilitatea metrologică. Totodată, ordonarea proceselor de lucru cu un etalon, reprezintă o sarcină dificilă dar, importantă. Ele par întortocheate la prima vedere, dar după o analiză profundă și profesionistă pot fi aranjate corespunzător și logic. Odată ce procesele sunt sistematizate, ele nu mai prezintă un disconfort pentru inginer și sunt efectuate mai eficient. În baza echipamentului din dotarea INM s-au prezentat exemple relevante, cum este necesar de îndeplinit și apreciat procesele menite să asigure calitatea rezultatelor măsurării. Dar, trebuie de ținut cont că exemplele date nu sunt reglementate de nici un standard, ci reprezintă produsul cercetărilor efectuate de INM. Totuși, ele pot fi folosite ca pilon de pornire sau bune practici pentru laboratoarele din domeniul infrastructurii calității, ce optează pentru constituirea unui SMC viabil.

## Bibliografie

1. <http://www.bipm.org/en/measurement-units/base-units.html>
2. SM SR EN ISO/CEI 17025:2006 „Cerințe generale pentru competența laboratoarelor de încercări și etalonări”
3. pct. 2.39 SM SR Ghid ISO/CEI 99:2012 ”Vocabular internațional de metrologie. Concepte fundamentale și generale și termeni asociați (VIM)”
4. Guideline DKD-R 6-1 „Calibration of Pressure Gauges”
5. OIML D 10 2007/ ILAC-G24 2007 „Linii directoare pentru determinarea intervalului de etalonare a aparatelor de măsurare” <http://www.iec-ilac-iaf.org/doc/1007a.pdf>

# APLICAȚIE CU AUTOMAT PROGRAMABIL PENTRU CONTROLUL TEMPERATURII

*Bogdan-Ionuț SMÂNTÂNĂ*

*Universitatea "Ștefan cel Mare" Suceava*

**Rezumat** - În cadrul acestei lucrări am realizat o aplicație de control al temperaturii prin intermediul unui program implementat pe hardul unui PLC SIEMENS S7-1200 CPU 1214 DC/DC/DC ce comunică prin protocolul de comunicație PROFINET cu un HMI KTP 600 basic color și un modul de intrări/ieșiri ET200S.

Cu ajutorul modului ET200S am reușit să citesc valoarea termorezistenței PT100 și să o prelucrez în dezvoltarea programului pentru a avea un control de temperatură controlat.

**Cuvinte cheie** - PLC, HMI, modul de I/O ET200S, PROFINET, termorezistență PT100

## Introducere

Apariția PLC-urilor au avut un impact major asupra facilitării automatizărilor industriale cât și a muncii factorului uman. Cu ajutorul PLC-urilor, operatorul trebuie doar să asiste la buna funcționare a întregului proces. Un alt avantaj al PLC-urilor îl reprezintă reducerea dimensiunilor de gabarit a instalațiilor și reducerea costurilor de producție.

## I. PLC-ul SIEMENS S7-1200

Denumirea de PLC provine din limba engleză programmable logic controller și reprezintă un computer digital utilizat în realizarea automatizărilor. În realizarea acestei lucrări am folosit un automat de la firma SIEMENS din gama S7-1200 ce are CPU 1214C DC/DC/DC 6ES7214-1AG40-0XB0 ce conține intrări digitale/analogice și ieșiri digitale. Intrările digitale sunt în număr de 14, ieșirile digitale de 2 și intrările analogice în număr de 10.

Avantajele pe care le oferă PLC-urilor la beneficiari:

- program de automatizare pentru control și vizualizare;
- spațiul de instalare și necesarul de cabluri pentru realizarea automatizării sunt reduse;
- creșterea capacității folosind "signal board" fără a crește dimensiunea sistemului;
- se adresează funcțiilor simple de control / funcțiilor simple de control al mișcării;
- înlocuiește componentele convenționale precum elementele de control
- se utilizează programul software pentru a configura funcțiile în locul metodei de cablare;

PLC-urile pot să comunice cu alte dispozitive prin diferite protocoale de comunicații, de exemplu: PROFINET, PROFIBUS, CAN, RS-232C, RS422 și RS485.

Modulele de comunicație sunt în număr de 3, au o viteză de execuție booleană de 0.08 μs/instrucțiune și matematică de 2.3 μs/instrucțiune.

Intrările digitale(ID) și ieșirile digitale(QD) ale automatului S7-1200, funcționează cu o tensiune de 24 V în curent continuu și curent de ieșire 0.5 A.

## II. HMI-ul KTP 600 basic color

Termenul de HMI provine din limba engleză de la cuvântul Human Machine Interface și reprezintă o interfață om-mașină ușor de utilizat în cadrul automatizărilor, se poate urmări și controla cu ușurință procesele industriale cu ajutorul acestuia.

HMI-ul comunică cu PLC-ul S7-1200 CPU 1214C DC/DC/DC prin protocolul de comunicație PROFINET.

## III. Modulul de I/O ET200S SIEMENS

SIMATIC ET 200S reprezintă un sistem de I/O multifuncțional pentru o gamă largă de aplicații ce se poate face cu ajutorul acestora. Datorită designului său scalabil, puteți regla stația I/O exact la cerințele de la fața locului.

Sistemul I/O, cu design compact, garantează cea mai economică utilizare a dulapului de comandă. Viteza sa ridicată și transferul de date au ca rezultat o performanță semnificativ mai mare.

Avantajele utilizării ET 200SP:

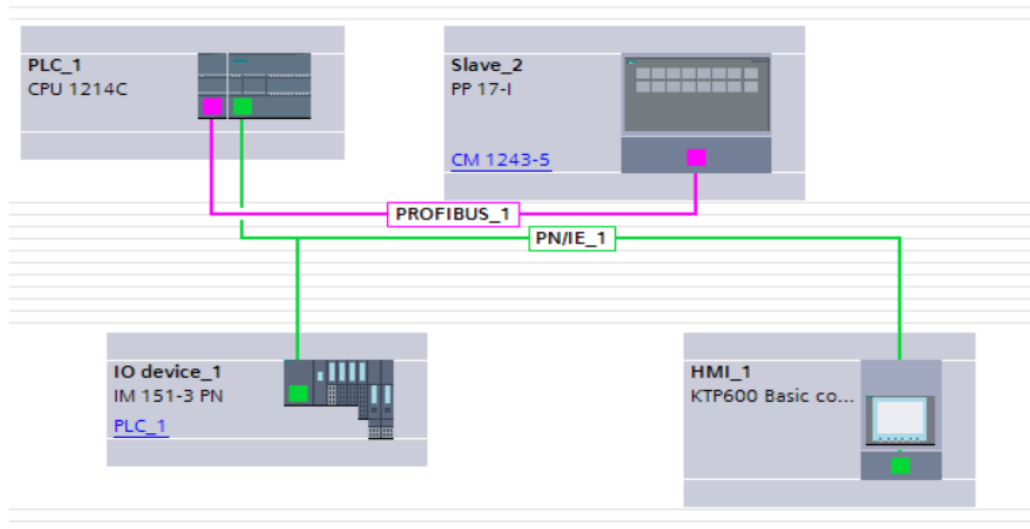


- reducerea spațiului
- cablare simplă prin simpla împingere a modulelor
- comunicație ușor de realizat la distanță prin modulul de PROFINET ce face ca sa nu mai avem nevoie de PLC și de I/O acestuia lângă stand.

În lucrare am utilizat un modul de 2AI x RTD HF\_1 ce a fost atașat lui ET200S prin care am putut să citesc valoarea temperaturii de la termorezistența PT100.

Termorezistența PT100 are o rezistență internă de 100 de ohmi la 0 grade Celsius și un coeficient de variație de 0,003851 ohmi la fiecare grad Celsius.

Configurația lui PT100 poate să fie cu 2, 3 sau fire. Este indicat a se folosi varianta cu 3 fire deoarece dispar astfel efectele nedorite ale rezistenței firelor de conectare, sunt reduse în acest tip de configurație. Cele trei fire au o rezistență identică. Dezavantajul la configurația cu 2 fire este că se pierde semnalul și se pierde compensarea temperaturii.

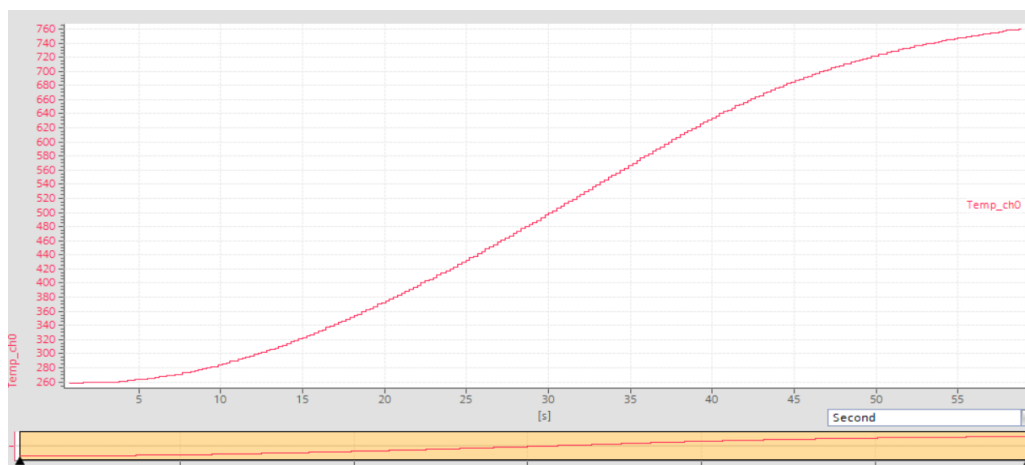


**Figura 1.** Configurația hardware a aplicației

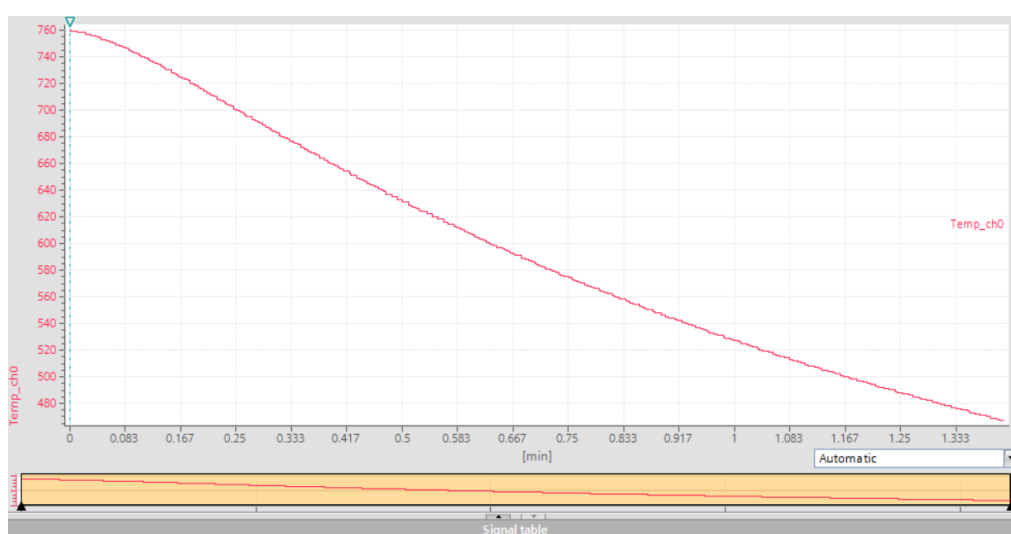
Această configurație hardware este formată dintr-un automat PLC S7-1200 CPU 1214 DC/DC/DC ce comunică prin protocolul de comunicație PROFIBUS cu un dispozitiv PP17-I. Prin protocolul PROFINET comunică cu un HMI(KTP600 Basic color PN) și un dispozitiv de I/O ET200S care are conectate 4 module.. Acest configurație comunică foarte bine și precis, PLC-ul este care dă comenzi și culege toate informațiile într-un final necesare unei bune funcționări a aplicației.

#### IV. Date experimentale

Am reușit să prelucrez valoarea temperaturii de la termorezistență și să o utilizez în partea de soft a aplicației. Am realizat încălzirea/răcirea un material din aluminiu și am prelucrat grafic această creștere/scădere a temperaturii cu ajutorul funcției traces din softul de programare a PLC-ului și anume TIA V15 utilizat în cadrul acestei aplicații. Se poate observa în Figura 2, de mai jos, cum creșterea de temperatură se realizează exponențial în timp cu o pantă mare de creștere. În Figura 3 se întâmplă scăderea temperaturii tot exponențial în timp, această scădere este realizată prin folosirea unui sistem de răcire extern ce funcționează pe bază de apă și cu ajutorul unei pompe și a doua coolere ce realizează circulația apei, apă care ajută la răcirea temperaturii.



**Figura 2. Creșterea temperaturii**



**Figura3. Scăderea temperaturii**

### Referințe bibliografice

1. <https://support.industry.siemens.com/cs/pd/255094?pdtd=td&dl=en&lc=en-VN>
2. [http://www.indis.ro/newsletter/Simatic\\_S7.pdf](http://www.indis.ro/newsletter/Simatic_S7.pdf)
3. [https://support.industry.siemens.com/cs/attachments/1144348/et200S\\_operating\\_instructions\\_en\\_US\\_en-US.pdf?download=true](https://support.industry.siemens.com/cs/attachments/1144348/et200S_operating_instructions_en_US_en-US.pdf?download=true)
4. [http://www.moodle2.tfe.umu.se/pluginfile.php/41127/mod\\_resource/content/1/Pt100.pdf](http://www.moodle2.tfe.umu.se/pluginfile.php/41127/mod_resource/content/1/Pt100.pdf)
5. [https://mctr.mec.upt.ro/wp-content/uploads/2017/12/Curs\\_AP\\_2017.pdf](https://mctr.mec.upt.ro/wp-content/uploads/2017/12/Curs_AP_2017.pdf)
6. [https://www.automatyka.siemens.pl/docs/docs\\_ia/HMI\\_KTP400\\_KTP600\\_KTP1000\\_TP1500.pdf](https://www.automatyka.siemens.pl/docs/docs_ia/HMI_KTP400_KTP600_KTP1000_TP1500.pdf)

# SISTEM DE COMUNICAȚIE UTILIZÂND REȚEAUA GSM

David-Daniel BOJAN

Facultatea de Inginerie Hunedoara, Universitatea Politehnica Timișoara, Romania

**Rezumat:** Aplicația prezentată în această lucrare descrie un sistem de achiziție în timp real a informațiilor provenite de la un senzor de temperatură și umiditate DHT-22 conectat la o placă de dezvoltare Arduino. Datele măsurate se transmit la distanță prin intermediul unui modul GSM GPRS către un telefon mobil.

**Cuvinte cheie:** Senzor temperatură DHT-22, Arduino, modul GSM GPRS, display LCD 16x02.

## Introducere

Aplicația de față permite utilizatorului să monitorizeze temperatura și umiditatea în timp real pe un display LCD dar și de pe telefon printr-un SMS trimis de modul GSM, la solicitarea acestuia. Aplicația este extrem de utilă pentru transmiterea de informații în locuri în care comunicația prin wi-fi, bluetooth sau internet nu este posibilă. Singura condiție pentru funcționarea aplicației este existența unei rețele de telefonie mobilă.

## 1. Descrierea părții hardware a aplicației

Schema bloc a aplicației hardware este prezentată în Figura 1. În continuare sunt prezentate caracteristicile tehnice și modul de funcționare a componentelor aplicației.

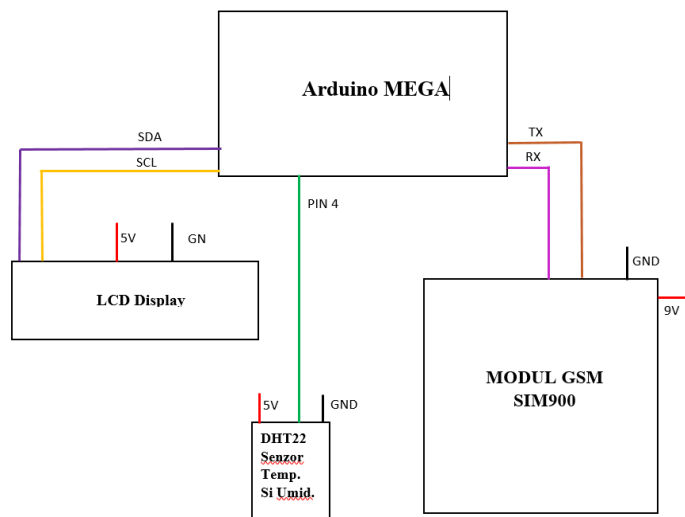


Figura 1. Schema bloc a aplicației hardware.

### 1.1. Placă de dezvoltare Arduino

Arduino permite funcționarea aplicațiilor în timp real datorită microcontrolerului conectat pe placă. Placa de dezvoltare conține pini analogici de intrare și pini digitali ce pot fi configurați de intrare/ieșire. Placa de dezvoltare Arduino Mega dispune de pini specifici magistrelor seriale I2C și UART (Figura 2).



Figura 2. Placă de dezvoltare Arduino Mega

### 1.2. Display LCD

Display-ul (Fig.3) este folosit pentru proiecte de electronica ce trebuie sa afișeze informații către exterior, rapid si simplu. Un LCD 16x2, poate afișa 32 de caractere pe 2 linii si 16 coloane, fiecare caracter fiind afișat într-o matrice de 5x7 pixeli. Dispozitivul de afișare comunică cu sistemul prin magistrala serială I2C.

Specificații:

- Tensiune de alimentare: 5V;
- Curent: 1.1mA;
- Tensiune de alimentare backlight: 4.2V;
- Curent backlight 100mA.

#### Magistrala I2C

Principalele caracteristici ale acestei magistrale sunt:

- este o magistrală serială, bidirecțională, alcătuită doar din 2 linii: SDA (Serial Data) și SCL (Serial Clock);
- un modul compatibil I<sup>2</sup>C are înglobată o interfață care îi permite conectarea directă la cele 2 linii ale interfeței; astfel, la nivelul magistralei nu vor mai fi necesare nici un fel de circuite pentru funcționarea corectă a sistemului;
- fiecare modul conectat la magistrală este adresabil prin program printr-o singură adresă;
- modulele pot fi transmițătoare sau receptoare;

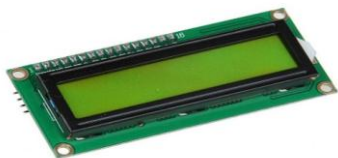


Figura 3. LCD 2x16 caractere

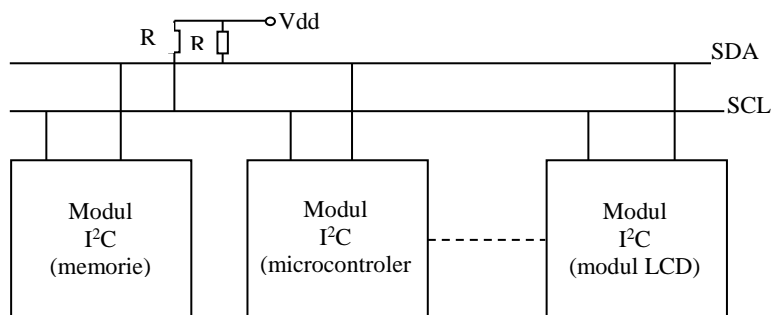


Figura 4. Conectarea mai multor module la magistrala I<sup>2</sup>C

### 1.3. Modulul SIM900 GSM GPRS

Transmiterea informațiilor de temperatură și umiditate provenite de la senzorul DHT-11 se face cu ajutorul unui modul de comunicație GSM GPRS SIM900 (Figura 5) conectat la placa Arduino. El va trimite datele prin SMS unui telefon mobil. **GSM** este acronim pentru **G**lobal **S**ystem for **M**obile **C**omunication si este standardul global pentru comunicatiile telefonice. **GPRS** este acronim pentru **G**eneral **P**acket **R**adio **S**ervice. GPRS este serviciu telefonic pentru comunicatiile 2G si 3G.

Specificații:

- Power supply : 9 to 12V DC
- Baud rate 9600 - 115200 bps
- Quad-Band GSM/GPRS 850/ 900/ 1800/ 1900 MHz

Modulul folosește o magistrala serială asincronă UART ce conține doar 2 fire – unul pentru trimiterea datelor, iar celălalt pentru recepția lor. Așadar componentele care doresc sa comunice serial vor trebui sa aibă 2 pini: pinul de recepție (**RX**), si pinul de transmisie (**TX**), așa cum se poate observa și în Figura 6.



Figura 5. Modul GSM GPRS SIM900

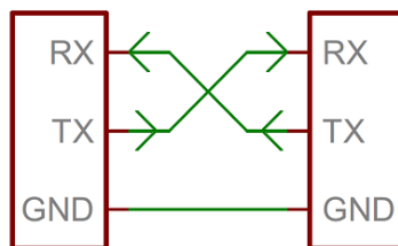


Figura 6. Schema de conexiune serială UART

Toate plăcile Arduino conțin cel puțin un port **Serial** (cunoscut ca și UART sau USART). Comunicarea serială se poate realiza prin pinii 0 (RX) și 1 (TX), dar și prin USB (interfața USB comunică cu microcontrollerul prin pinii RX0 și TX0).

#### 1.4. Senzor DHT-22

DHT-22 (Fig. 7) este un senzor digital de temperatură și umiditate, care are încorporat un senzor de umiditate capacitiv și un termistor, pentru a măsura aerul din jur și a da un semnal digital pe pinul de date.

Specificații:

- Alimentare: 3-5V
- Curent maxim: 2.5mA
- Raza temperaturii: -40 - 125°C; eroare:  $\leq \pm 0.5^\circ\text{C}$
- Raza umidității: 0-100%; eroare  $\pm 2\%$
- Marime: 38 x 20mm



Figura 7. Senzor DHT-22

## 2. Descrierea părții software a aplicației

Codul sursă include librăriile *Wire.h* pentru utilizarea magistralei I2C, *LiquidCrystal\_I2C.h* pentru funcționarea dispozitivului de afișare.

```
#include <DHT.h>
#include <Wire.h>
#include <LCD.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <Adafruit_Sensor.h>
#include <SoftwareSerial.h>
#define SIM900 Serial1
#define DHTPIN 4
#define DHTTYPE DHT22
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 2, 1, 0, 4, 5, 6, 7, 3, POSITIVE);
#define I2C_ADDR 0x3F
#define BACKLIGHT_PIN 3
float t;
float f;
float h;
char incomingChar;
void setup() {
    dht.begin();
    Serial.begin(19200);
    SIM900.begin(19200);
    delay(20000);
    Serial.print("SIM900 ready...");
    SIM900.print("AT+CMGF=1\r");
    delay(100);
    SIM900.print("AT+CNMI=2,2,0,0,0\r");
    dht.begin();
    lcd.begin(16,2);
    lcd.setBacklightPin(BACKLIGHT_PIN, POSITIVE);
    lcd.setBacklight(HIGH);
    delay(100);
}
```

1

```
void loop() {
    if (SMSRequest()) {
        if (readData()) {
            delay(10);
            SIM900.println("AT + CMGS = \"+40761030754\"");
            delay(100);
            String dataMessage = ("Temperatura: " + String(t) + "°C " + " Umiditate: " + String(h) + "%");
            SIM900.print(dataMessage);
            delay(100);
            SIM900.println((char)26);
            delay(100);
            SIM900.println();
            delay(5000);
        }
    }
    delay(150);
    h = dht.readHumidity();
    t = dht.readTemperature();
    Serial.print("Humidity: ");
    Serial.print(h);
    Serial.print("°C, Temp: ");
    Serial.print(t);
    Serial.println(" Celsius");
}
```

2

```
lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("Temp:");
lcd.print(t);
lcd.print((char)223);
lcd.print("C");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("Umid:");
lcd.print(h);
lcd.print("%");
}

boolean readData() {
    h = dht.readHumidity();
    t = dht.readTemperature();
    f = dht.readTemperature(true);
    t = dht.computeHeatIndex(t,h,false);
    if (isnan(h) || isnan(t) || isnan(f)) {
        Serial.println("Failed to read from DHT sensor!");
        return false;
    }
    Serial.print("Umiditate: ");
    Serial.print(h);
    Serial.print(" %\t");
    Serial.print("Temperatura: ");
    Serial.print(t);
    Serial.print(" °C ");
    return true;
}
```

3

```
boolean SMSRequest() {
    if (SIM900.available() > 0) {
        incomingChar = SIM900.read();
        if (incomingChar == 'S') {
            delay(10);
            Serial.print(incomingChar);
            incomingChar = SIM900.read();
            if (incomingChar == 'T') {
                delay(10);
                Serial.print(incomingChar);
                incomingChar = SIM900.read();
                if (incomingChar == 'A') {
                    delay(10);
                    Serial.print(incomingChar);
                    incomingChar = SIM900.read();
                    if (incomingChar == 'E') {
                        delay(10);
                        Serial.print(incomingChar);
                        Serial.print("...Request Received \n");
                        return true;
                    }
                }
            }
        }
    }
    return false;
}
```

4

## **Concluzii**

Această aplicație descrie o posibilitate de comunicație la distanță prin intermediul unui dispozitiv GSM. Astfel, este necesar un telefon mobil conectat la rețeaua de telefonie în cauză. Aplicația permite transmiterea de date prin SMS din locuri unde alte tipuri de comunicație nu sunt posibile.

## **Bibliografie**

1. <https://www.electroschematics.com/11293/am2302-dht22-datasheet/>
2. <https://www.engineersgarage.com/electronic-components/16x2-lcd-module-datasheet>
3. <https://www.tinyosshop.com/datasheet/GSM%20Shield%20Datasheet.pdf>

# BRAȚ ROBOTIC CU REGIM REPETITIV

Octavian PUIU, Lucian GRUSAC

Universitatea Tehnică a Moldovei

**Rezumat:** În lucrarea prezentată se expune material scurt istoric, referitor la producerea primului robot (mecanism) și explicarea lui. În continuare este descrisă structura unui robot industrial inteligent, cinematica, gradele de libertate, articulațiile. Problema brațului robotic din cadrul universității a apărut din cauza părții de comandă și cea de forță. Am elaborat schema electrică, și schema bloc al mecanismului. Sunt descrise componentele ce descriu partea de comandă și partea de forță. Următorul capitol este concluzia, în ea am introdus toate componentele a brațului robotic cit și soluționarea finală a problemei.

**Cuvinte cheie:** Braț robotic, microcontroler, regim repetitiv, semnal, grad de libertate.

## 1. Introducere

### 1.1. Robotul în societatea umană modernă

Robotul este un sistem compus din mai multe elemente: mecanică, senzori și actuatori precum și un mecanism de direcționare. Cuvântul robot este de origine slavă și se poate traduce prin: muncă clacă sau muncă silnică, care provine din opera lui [Josef Čapek](#) și [Karel Čapek](#) din anul 1921, pe care-i numea: muncitori de asemănare umană, care sunt crescuți în rezervoare. Primul mecanism propulsat de aburi a fost construit de către matematicianul grec Arhitas din Tarent. Dispozitivul lui Architas semăna cu o pasăre. De altfel, el a numit creația "Porumbelul" și mulți oameni de știință din secolele care au urmat l-au considerat prototipul aparatului zburător.

Roboții au devenit în numai jumătate de secol, ceva obișnuit, roboții în ziua de azi se folosesc peste tot, în orice ramură a industriei. Dacă cu un secol în urmă cuvântul robot nu însemna nimic și nu se asocia în imaginația omului cu un obiect sau măcar cu o idee, astăzi, ideea de robot care face anumite operațiuni nu mai sperie pe nimeni. Roboții casnici ai zilelor noastre tund gazonul, aspiră, ba chiar spală ferestre. Sigur, nu s-a ajuns încă la robotul care să-ți facă toată treaba, dar se pare că nu mai este prea mult. Roboții industriali nu au fost instalați pentru a lua locul oamenilor, ci pentru a îndeplini sarcini care ar putea fi periculoase. Treptat, aceștia s-au transformat din opțiune în necesitate, iar astăzi sunt nelipsiți din orice domeniu care implică inginerie. Sânt folosiți în militarie, pentru a îndeplini unele misiuni periculoase, în astronomie pentru a descoperi spațiul cosmic, Astăzi, roboții sunt folosiți pentru anumite intervenții chirurgicale, medicul putând să controleze robotul de la distanță pentru a realiza operația. Este un avantaj atât pentru pacient, cât și pentru doctor. O operație de câteva ore îl poate obosi până și pe cel mai experimentat medic, însă cu un robot se va opera lin și încet. ABB, unul dintre cei mai importanți jucători la nivel global pe piața de echipamente și servicii energetice, l-a creat pe YuMi, un robot destinat asamblării pieselor mici. Acesta a fost optimizat pentru a lucra în medii care până acum au depășit abilitățile roboților. Are capacitatea de a simți, de a vedea, iar brațele sale au căptușeală moale și sunt făcute în așa fel încât să nu rănească oamenii care lucrează în preajma sa.

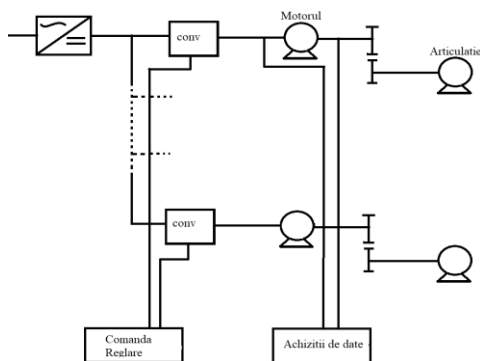


Figura. 1 Schema structurală a unui robot.



Figura. 2 Robotul YuMi

Structura generală a unui robot (fig.1) este constituită din: partea electrică de forță, partea de comandă, și partea mecanică.



- Partea de forță o constituie: motorul electric și convertorul de putere. De regula se folosesc motoarele electrice de curent continuu, cu magneți permanenți, sincrone, pas cu pas. Convertoarele de putere se pot folosi: redresor, invertor, VTC și altele pe bază de semiconductor.
- Partea de comandă o constituie un circuit electronic pe baza de microprocesor. Microprocesorul poate fi comandat prin, module WI-FI, Bluetooth, cu ajutorul potențiometrelor sau prin soft, cu ajutorul calculatorului, poate fi și automatizat pentru ca să efectueze unele mișcări singur necomandat de cineva.
- Partea mecanică o formează mașina de lucru, și transmisia.

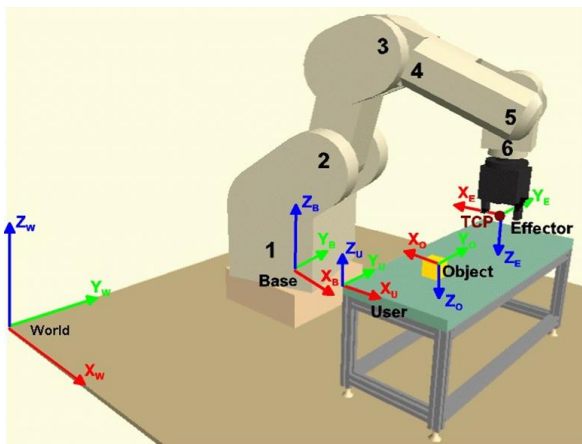
Mașina de lucru transformă o formă de energie în alta formă de energie sau în lucru mecanic util. De ce e nevoie de a face mentenanță, reparare și Reverse engineering. Scopul acestei lucrări „Braț robotic cu regim repetitiv” este procesul de „Reverse Engineering”. Vom elabora schema electrică.

## 2. Structura unui sistem inteligent

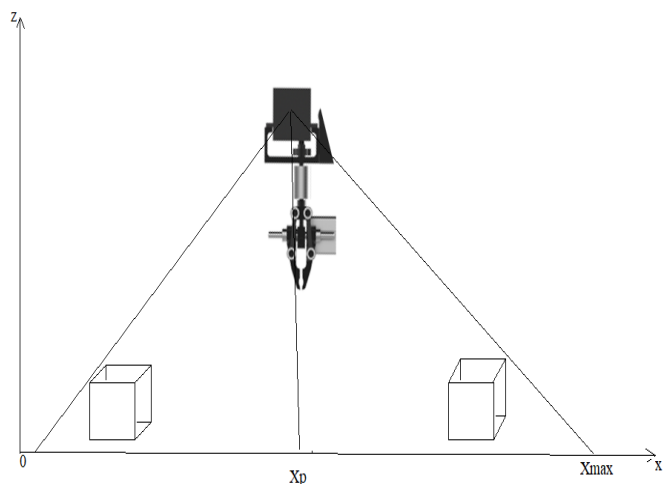
### 2.1 Cinematica.

Cinematica (în lb. greacă a se mișca) este o ramură a mecanicii clasice ce se ocupă cu studiul mișcării obiectelor fără a lua în considerație cauza ce duce la această mișcare.

În robotică, pe lângă sistemele de coordonate carteziane, se folosește frecvent Sistemul de Coordonate al Articulațiilor (sau Sistemul de Coordonate Robot). În acest sistem, pentru un robot cu 6 articulații, o poziție din spațiu este definită de 6 valori ale articulațiilor robotului. Panoul de comandă al robotului (teach panel) este gândit să poată utiliza toate aceste sisteme de coordonate. Se poate comanda robotul să realizeze mișcări în sistemul de coordonate cartezian sau în sistemul de coordonate al articulațiilor. La o mișcare în sistem de coordonate cartezian sunt implicate toate articulațiile robotului. Primele trei articulații, față de baza robotului, sunt denumite articulații principale. Aceste articulații determină spațiul de lucru al end-efector-ului robotului. Ultimele articulații, spre una la robotului, mai sunt numite și articulațiile mâinii robotului. Ele realizează mobilitatea încheieturii mâinii robotului. Permit în primul rând orientarea uneii în spațiul de lucru. Pentru articulațiile secundare se folosesc numai articulații de rotație.



**Figura 3.** Gradele de libertate a unui braț robotic

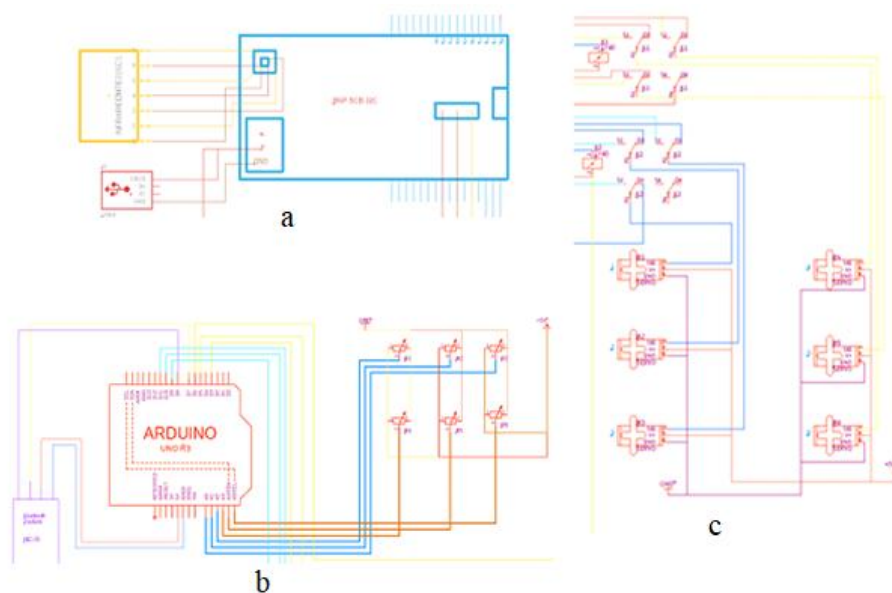


**Figura 4.** Schema principală de funcționare

În general, prin grade de libertate înțelegem posibilități de mișcare. O mulțime de sisteme fizice nu se pot mișca decât de-a lungul unei curbe, traiectoria care poate fi plană sau spațială. Gradele de libertate se obțin din articulații adică câte articulații avem atâtea grade de libertate vom avea în cazul nostru avem 6 grade de libertate.

Gradul de libertate este o noțiune specifică unui element, unei cuple cinematice sau unui lanț cinematic și reprezintă numărul de parametri geometrici independenți (coordinate generalizate) care determină complet poziția sa sau la o cuplă, numărul de mișcări relative permise.

Schema electrică de forță a brațului electric



**Figura 5.** Schema electrica a bratului robotic

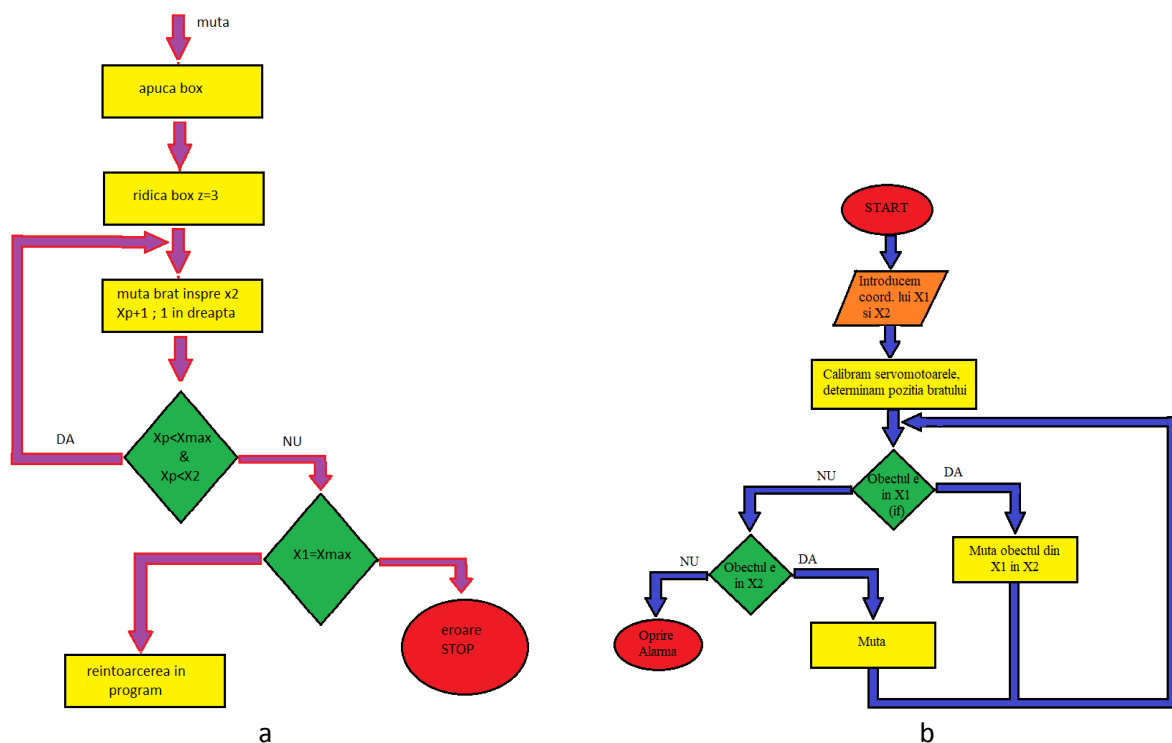
a - placa Arduino cu 32 de canale de comanda a servomotoarelor, la care este conectat un modul infraroșu HTE015C1 prin 7 canale datorita căruia joystick putem comanda brațul și un port USB prin care la fel putem comanda brațul dar cu ajutorul unui soft de pe calculator. În fig.5b vedem o placa arduino R3 la care se conectează cele 6 potențiometre care sunt încă o metodă de comandă a servomotoarelor și un modul Bluetooth HC-05 datorita căruia cu ajutorul oricărui telefon putem să comandăm aceste servomotoare. În fig.5c sunt prezente 6 servomotoare conectate la 2 relee prin care trec nu doar canalele de alimentare dar și canalele de comandă la care la fel sunt conectate și canalele de comandă de pe placa Arduino RKP-SCB-32C, deci releele au funcția de a schimba canalul de comandă de la o placă la alta.

### 2.1.1 Partea de comanda.

Algoritmul de control al robotului este prezentat în fig.6 Comanda începe cu schema de comandă, introducem coordonatele lui  $x_1$  și  $x_2$  pentru ca brațul să cunoască unde se afla obiectul. După care calibram servomotoarele și determinăm poziția inițială a brațului. Introducem „if” dacă boxa se va afla în punctul  $x_1$ , atunci brațul va muta boxa în punctul  $x_2$ , iar dacă boxa deja se afla în punctul  $x_2$ , atunci brațul va muta boxa în punctul  $x_1$ , iar dacă boxa nu se va afla nici în unul dintre punctele „ $x_2$  sau  $x_1$ ” brațul se va opri și se va porni alarma, deoarece s-a produs o eroare.

### 3. Soluționarea problemei:

Pentru soluționarea problemei am implementat un sistem de protecție care nu permite mișcarea brațului nu mai mult de cît limita pe care o introducem noi. Conform fig.3 Brațul se mișcă cîte un grad în stînga sau în dreapta  $X_p+1$ .  $X_{max}$  este limita care noi o introducem maximă. În caz de  $X_p$  depășește limita maximă, brațul se oprește și ne arată eroare, iar dacă nu depășește limita maximă, se reîntoarce în program și își continuă funcționarea.



*Figura 6. Algoritmul de control al robotului*

## Concluzii

A fost elaborat sistemului de control al brațului robotic cu acționare electrică cu controlerul RKP-SCB-32C. Controlerul conține : programatorul de tip FT232RL , microcontroler ATmega168, 32 canale de ieșire, interfața de comunicare - USB , memorie flash:-Flash ROM 512 KB , suport pentru transmisie Bluetooth și APC220. Pentru controlul brațului robotic a fost utilizat soft specializat - Arduino Servo Control. A fost elaborat sistemul haotic (regim repetitiv) al brațului robotic cu 6 grade de libertate format din sursa de alimentare Bestec ATX-300-12Z, 6 servomotoare de tip MG996R, 6 potențiometre de tip 10K și placă de dezvoltare Arduino Uno R3. A fost elaborat sistemul Bluetooth al brațului robotic cu 6 grade de libertate format din sursa de alimentare Bestec ATX-300-12Z, 6 servomotoare de tip MG996R, modul Bluetooth HC-06 și placă de dezvoltare Arduino Uno R3. Brațul robotic mulți-comandabil a fost modernizat iar încercările experimentale au demonstrat funcționalitatea lui mulți-comandabilă.

## Bibliografie

1. Curs la „Acționari Electrice”-conf.univ.dr Ilie Nuca
2. Curs la „Automate si Controlere Programabile” asistent.univ Iurie Nuca
3. [https://www.osha.gov/dts/osta/otm/otm\\_iv/otm\\_iv\\_4.html](https://www.osha.gov/dts/osta/otm/otm_iv/otm_iv_4.html)<https://jurnalul.antena3.ro/it/stiinta/robotul-modern-317935.html><http://ziarulumina.ro/expansiunea-robotilor-sanse-si-provocari-pentru-viitor-55604.html>
4. <http://www.rasfoiesc.com/educatie/fizica/Grade-de-libertate31.php>
5. <http://www.creeaza.com/tehnologie/tehnica-mecanica/Analiza-structurala-a-mecanism894.php>
6. <https://www.autodesk.com/redshift/collaborative-robots/>

# STUDY OF SMART MATERIALS USED IN THE DEVELOPMENT OF NEW TYPES OF ELECTRO AND THERMOMECHANICAL ACTUATORS

Vasile-Eusebiu TOADER<sup>1</sup>, Mihaela POIENAR<sup>1</sup>, Dumitru CERNUȘCA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>"Ștefan cel Mare" University of Suceava, Romania

**Abstract:** The paper presents some of the most used intelligent materials used in the development of electro and thermomechanical actuators. Smart materials incorporate adaptability and versatility characteristics, being able to process information using only the intrinsic characteristics of the materials. These features provide many possible applications for these materials and structures in the industrial environment, civilian infrastructure systems and biomechanisms.

**Keywords:** smart material, Nitinol, polymers, actuator, piezoelectric

## Introduction

Smart materials are part of the cutting edge of discoveries in materials science, engineering applications, biomechanical systems as well as infrastructure, and more.

Smart materials incorporate adaptability and versatility characteristics, being able to process information using only the intrinsic characteristics of the materials.

These features provide many possible applications for these materials and structures in the industrial environment, civilian infrastructure systems and biomechanisms. System integration, power and mass reduction, moving parts from the drive system, the expression between the drive and the touch system are some of the benefits of using smart materials [1], [2].

## 1. Alloys with shape memory based on Nickel - titanium

The Ni-Ti alloy has the shape memory capability but also has a high damping and super-plasticity capability, these properties being based on the composition of the two metals as well as the mechanical and thermal treatments to which it is subjected.

Superelastic behavior occurs when it is deformed at a temperature slightly higher than the transformation temperature, the elasticity being 10 to 30 times higher than at the usual material [3], [4], [5].

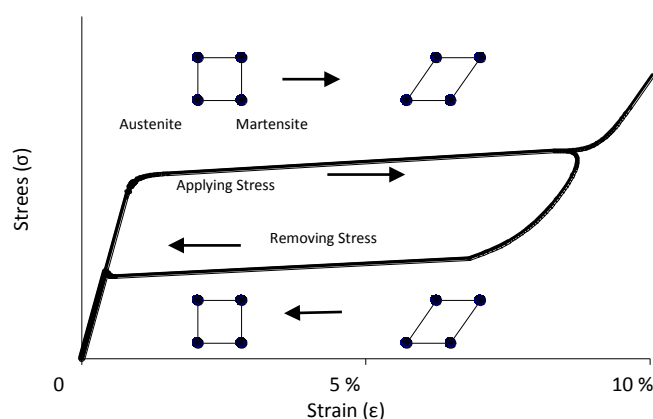


Figure 1. Superelastic Ni-Ti transformation [1]

At different temperatures a series of transformations occur on the alloy, which is a molecular transformation called martensite, corresponding to low and austenitic temperatures, at high temperatures. Between the two phases, the transformation is accompanied by thermal hysteresis, this being done in a temperature range. After the cooling process, martensitic transformation begins at  $M_s$  (martensite start) and complete transformation of the material structure takes place at  $A_f$  (austenite finite) [1], [2].

Aplicațiile ce utilizează materialele din Ni-Ti au exclusiv funcția de a produce mișcare de deformare și se pot regăsi într-o serie de domenii de aplicabilitate practică precum: medicină (filtre sanguine ce depărtează pereții venelor, oprind formarea unor cheaguri de sânge, proteze pentru membre superioare și inferioare, plăgi osoase, ramele ochelarilor de vedere), artă (statui compuse din părți mișcătoare, flori

artificiale ce se deschid sau se închid la radiația solară sau la căldură, sculpturi mișcătoare), obiecte de uz casnic (scrumiere care ridică marginile și sting țigările care ard până la capăt), jucării (roboți în miniatură, jucării acvatic), aplicații tehnice (actuatoare cu mișcări circulare sau liniare, supape hidraulice de sens, motoare solare și acvatic) [5], [6]. Applications that use Ni-Ti materials have the function of producing deformation and can be found in a number of areas of practical applicability such as medicine (blood filters that eloin the veins walls, stoping the blood clots, upper and lower limbs, bone wounds, eyeglasses frames), art (statues composed of moving parts, artificial flowers that open or close to sunlight or heat, moving sculptures), household objects (ashtrays that raise the edges and quench the cigarettes that burn to the end), toys (miniature robots, aquatic toys), technical applications (actuators with circular or linear movements, sensing hydraulic valves, solar and aquatic motors)[7].

## 2. Non-metallic shape memory materials

### Conductive polymers

Conductive polymers are also called organic composites. They have an orbital p extended system through which the electrons have freedom of movement from one end to the other of the polymer

The most commonly used are polyaniline (PAni) and polypyrrole (PPY). From a constructive point of view, thin films of polyaniline are used, between which is placed a conductive ionic layer

Passing a current causes the reduction to one side and the oxidation to the other, the ions are transferred, so one part expands, the other contracts, causing the whole structure to bend.

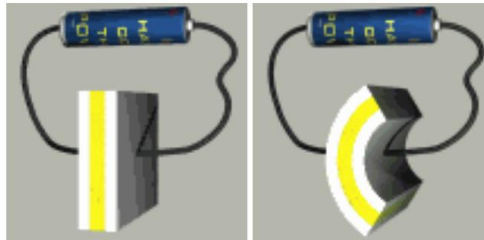


Figure2. Explanatory to the operating principle of conductors based on conductive polymers

In this way, both electric and chemical energy are transformed into mechanical energy. Conductive polymers are simpler to obtain than the polymeric gels shown above. The most used active elements of this type are laminated, unimorphic structures.

### Polimeri electrostrictivi

Electrostatic polymers are also called dielectric elastomers. When placed in an electric field, it undergoes a mechanical deformation. Their striction capacity is much higher than piezoelectric materials (10-30% versus 0.1-0.3%).

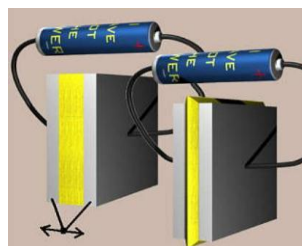


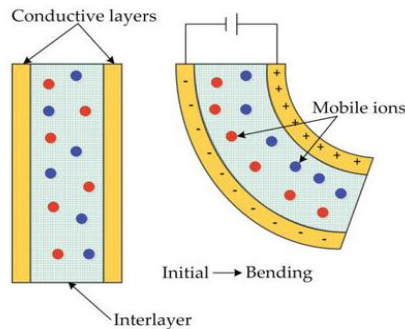
Figure 3. Explanatory to the principle of operation of actuators based on electrostrictive polymers

The most commonly used materials in this category are polymers based on polymethylmethacrylate (PMMA). Due to their electrostrictive deformation, they can be placed between two electrodes, thus reproducing the operation of the muscles. The expansion takes place in the plane of the electrodes, the developed force being proportional to the electric charge from the electrodes (Figure 3).

When applying voltage across electrodes, the different charges on each electrode are attracted, while the tasks of the same sign are rejected. The resulting forces compress the polymer and increase its area. They can be used as linear actuators without additional amplifiers. In addition to the film-like active elements, electrostatic polymers actuators are used stacked elements, recessed, bimorph shaped, tubular and / or cylindrical, generally like piezoelectric actuators.

### Polimeri ionici

Ionic polymers (with ions exchange), if are introduced into wet environments, act as polyelectrolytes. Polyelectrolytes contain, on their main chains, ionic groups capable of developing electric fields with intensities of up to  $10^{10} \text{ V / m}$ . When an external electric field is applied, it interacts with the electric field of the polymer, producing electromechanical deformation.

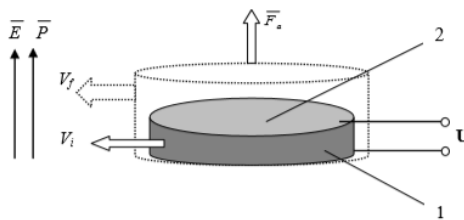


**Figure 4.** Explanatory to the operating principle of actuators based in ionic polymers

### **3. Piezoelectric materials**

The discovery of the piezoelectric effect was preceded and even favored by the pyroelectric effect, known since the seventeenth century, on the tourmaline crystal. The pyroelectric effect is manifested in 10 classes of crystals which - because of the asymmetric mode in which electric loads are distributed - show the phenomenon of spontaneous polarization. In a normal atmosphere, spontaneous polarization goes unnoticed, because the environment contains enough free ions to neutralize superficial tasks. With the rise in temperature, the free neutralizing ions in the atmosphere are removed and the crystal "seems" to have been electrically charged during heating [1].

Piezoelectricity occurs only in certain insulating materials and is manifested by the occurrence of electrical charges on the surfaces of a monocrystal which is mechanically deformed. By applying the mechanical tension, a separation of the weight centers of the electric, negative and positive loads is produced, which gives rise to an electrical dipole, characterized by a dipole electric moment. So the direct piezoelectric effect consists of producing the electric current through deformation and is determined by the asymmetric distribution of electrical loads (there is no center of symmetry). Electric voltage, generated by direct piezoelectric effect, is directly proportional to the applied mechanical stress and to each other (in the case of the piezoelectric inverse effect) [5], [6].



**Figure 5.** Deformation of a piezoceramic pill in c.c.: 1 - piezoceramic pill; 2 - disc electrode

Piezoelectric actuators exert mechanical forces as the effect of the applied electrical voltage, by piezoelectric effect. Typical deformation is in the order of 2 - 3 ‰ but current research is directed to obtaining a 1% deformation. For these materials, the energy converted to the volume unit is in the order of  $(0.18 - 120) \cdot 10^3 \text{ J/m}^3$ . The main qualities of piezoceramic actuators are reduced reaction times and elevated piezoelectric coupling coefficients. They are divided into three classes: monocrystals, polarized ceramic materials and piezoelectric composites.

Quartz is, historically, the first piezoelectric material. It is naturally in the form of large monocrystals. The silica is melted at  $1710^\circ \text{ C}$  and, if it is cooled very slowly, crystalline symmetry of high crystalline symmetry is formed. At crystallization rates higher than  $2.2 \cdot 10^{-7} \text{ cm / s}$ , vitreous (amorphous) quartz is obtained. Under  $T_C = 573^\circ \text{ C}$ , quartz  $\alpha$  is obtained with less crystalline symmetry due to a triple helical crystal lattice. Artificial quartz monocrystals obtained by guided solidification are used in electronic oscillators. If it is cut into thin plates, according to certain directions and very accurate thicknesses, the quartz acquires highly resonant frequency, depending on the dimensions of the plate. Under the effect of an alternating current, an electronic oscillator with a very high frequency (about 20 GHz) and precise, able to provide clock pulsing in quartz computers or clocks or to control the frequencies of radio transmitters is

obtained. The most widespread piezoelectric actuators are ceramic. They are able to generate large forces at very low times, being used for: vibration control, matrix printer heads and piezoelectric motors.

*Lead Titanate Zirconate* (PZT), with the stoichiometric formula  $\text{PbTi}_{1-z}\text{Zr}_z\text{O}_3$  ( $z \approx 0.52$ ), was discovered in 1954 and now holds the largest percentage of the world market for electromechanical transducers. The direct piezoelectric effect of PZT can be more accurately appreciated if one bar of this material with a cross-section of  $1 \text{ mm}^2$  and  $1 \text{ cm}$  length is hit by an ordinary hammer (a mass of  $1 \text{ kg}$  develops a force of about  $10 \text{ N}$ ) generates a potential difference of  $1550 \text{ V}$  at its ends [2], [3]. Another piezoceramic material, used as actuator, is obtained from PZT by "doping" it with lanthanum. It results in titanate zirconate of lanthanum and lead (PLZT), "an extraordinary electrooptic material", with a piezoelectric coupling coefficient greater than three times the PZT. The above-mentioned material, commonly noted 8/65/35 PLZT, has a typical  $5 \mu\text{m}$  granulation and exhibits a martensite transformation of the trapezoidal type which promotes electromechanical coupling. The threshold voltage over which the depolarization can occur is  $5 \text{ MPa}$  although the material has a modulus of longitudinal elasticity of  $80 \text{ GPa}$  at the combined load consisting of mechanical and electrical loading produces a nonlinear behavior closer to the electrostrictive materials than of piezoelectric ones [2], [3].

### Acknowledgment

Infrastructure was partly supported by project Integrated Center for Research, Development and Innovation in Advanced Materials, Nanotechnologies, and Distributed Systems for Fabrication and Control, Contract No. 671/09.04.2015, Sectoral Operational Program for Increase of the Economic Competitiveness co-funded from the European Regional Development Fund.

### Bibliografie

1. Necib B., Gharbi A., Lebied A., Sahli M., *The smart materials and their applications in the engineering fields*, 5th National Symposium on Information Technology: Towards New Smart World, 2005,
2. F. Auzanneau ; R.W. Ziolkowski, *Artificial composite materials consisting of nonlinearly loaded electrically small antennas: operational-amplifier-based circuits with applications to smart skins*. In: IEEE Transactions on Antennas and Propagation, volume 47, 1999.
3. Bujoreanu, L.G., *Materiale inteligente*. Editura Junimea, Iași, 2002,
4. Călugaru, G., Bujoreanu, L.G., Stanciu, S., s.a. *Memoria formei. Fenomene și aplicații în știința materialelor*, Editura „Plumb”, Bacău, 1995,
5. Cernușcă D., Milici L.D., Poienar M., *Development of special actuators using smart materials*. In: 2016 International Conference and Exposition on Electrical and Power Engineering, Iasi, Romania, pag. 567 – 570.
6. Romanescu, A. N.; Poienar, M.; Nițan, I. Performance Analysis of an Autonomous System Used to Guide the Solar Panels. In: The 10th International Symposium on Advanced Topics in Electrical Engineering, 23-25 March 2017, Bucharest, Romania.
7. Cernușcă, D. ; Milici, L. D. ; Poienar, M. Researches on the realization of a Electromechanical Micropump. In: 2018 International Conference and Exposition on Electrical And Power Engineering (EPE), 18-19 octombrie 2018, p. 270-273, DOI: 10.1109/ICEPE.2018.8559774.



# STUDIUL CARACTERISTICILOR EXPERIMENTALE ALE COLECTOARELOR SOLARE TERMICE

Octavian MANGOS

Universitatea Tehnică a Moldovei

**Abstract:** Studiarea și implementarea surselor regenerabile de energie trebuie să fie prioritate stringentă, mai ales în contextul creșterii consumului de energie pe bază de combustibili fosili, majorării cantităților de gaze cu efect de seră emise în atmosferă, care duc la consecințe negative pentru mediul ambiant. În lucrare se prezintă rezultatele obținute pe cale experimentală în condiții de laborator, privind caracteristicile colectoarelor cu suprafață absorbantă selectivă și suprafață absorbantă neagră. S-au determinat dependențele randamentului colectorului de debitul circuitului solar și unghiul de înclinare al colectorului.

**Cuvinte cheie:** surse regenerabile de energie, energie solară termică, radiație solară, randament, colector solar, curba de încălzire, suprafață absorbantă

## Introducere

Energia solară, raportată la scară umană, este nelimitată și se clasifică ca energie regenerabilă și provine din reacțiile de fuziune nucleară care se produc pe soare. Pe parcursul timpului această energie a devenit una dintre principalele surse de energie regenerabilă alături de biomasă, energie hidroelectrică și energie eoliană. Utilizarea energiei solare este încă destul de scăzută în comparație cu alte surse de energie. Chiar și în rândul energiilor regenerabile, aceasta este încă o minoritate și este o problemă paradoxală, deoarece radiația solară primită pe suprafața pământului este cea mai abundentă dintre toate celelalte.

În prezent, există două modalități principale de exploatare a energiei solare:

- energia solară fotovoltaică, care este rezultatul transformării radiației direct în electricitate;
- energia solară termică, care este rezultatul transformării radiației direct în căldură.

Comisia Europeană pentru energia regenerabilă a stabilit un obiectiv de creștere a ponderii energiei solare până la 20 % în mixtul de energie din surse regenerabile, care la rândul său vor contribui cu 20 % din consumul de energie în anul 2020 și 50 % în 2040 [1]. Energia solară nu poluează aerul prin eliberarea de gaze cu efect de seră – impactul asupra mediului este aproape zero, este o alternativă combustibililor fosili, o alternativă curată, ne poluantă și stabilă. Energia solară poate fi folosită în locații izolate, unde racordarea la rețea ar fi complicată și costisitoare. Energia solară este în plină expansiune la nivel mondial. În unele țări precum Spania, Italia, Japonia și în special Germania, energia solară a atins un nivel remarcabil, în sensul de calitate (tehnologie), cantitate și eficiență. Viitorul energiei solare și la general a surselor regenerabile este promițător, astfel, la scară mondială investițiile în „energia verde” sunt practic în creștere continuă [1, 2].

## 1. Radiația solară disponibilă pe teritoriul Republicii Moldova

Radiația de pe suprafața pământului este variabilă și are loc din cauza mișcării pământului în raport cu soarele: pe de o parte rotația în jurul axei sale, care conduce la ciclurile zilnice și, pe de altă parte, rotația sa în jurul Soarelui, care datorită înclinării axei de rotație, duce la cicluri sezoniere.

Radiația globală se referă la cantitatea totală de radiație solară incidentă pe o suprafață. Acesta este compusă din radiații directe și difuze [2, 3]. Republica Moldova nu în zădar este numită „însorită”. Astfel, durata de insolație teoretică pe parcursul anului este de 4445 – 4452 h/an, durata reală pe teritoriul țării variază de la 2100 până la 2400 ore, vara constituie 60-70 %, iar iarna 30-40 %. Densitatea energiei solare, în condiții de nebulozitate medie, constituie circa 4911 MJ/m<sup>2</sup> pe an [4].

În Figura 1 este prezentat graficul radiației globale pe plan orizontal (GHI) pentru perioada noiembrie 2017 – octombrie 2018 [4]. Pentru aprecierea radiației solare disponibile, pe teritoriul Republicii Moldova, este suficient de a lua în calcul radiația solară globală pe o suprafață orizontală, care prin definiție este suma radiației difuze și radiației directe.

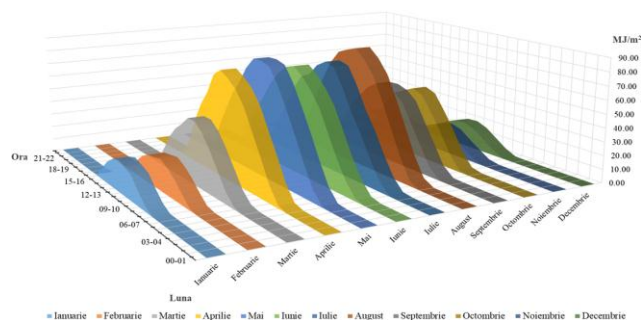


Figura 1. Reprezentarea distribuției lunare a iradierii solare globale, pe o suprafață orizontală, nebulozitate medie, stația Institutului de Fizică Aplicată a AȘM din Chișinău

$$G = B + D \quad (1)$$

unde:  $G$  – radiația globală;  
 $B$  – radiația directă;  
 $D$  – radiația difuză [5].

În acest caz toate trei componente sunt măsurate pe aceeași suprafață (orizontală), însă măsurările făcute pentru radiația solară directă, la stația IFA, sunt pe suprafață normală, adică unghiul de incidență a razelor solare pe elementul sensibil este de  $90^\circ$ , deci unghiul de înălțare a soarelui  $\alpha_s$  în sumă cu unghiul de înclinare a elementului sensibil  $\beta$  este de  $90^\circ$ . Astfel, pentru calcularea valorilor radiației solare directe pe o suprafață normală, valoarea radiației solare directe pe suprafață normală se înmulțește cu cosinusul unghiului de înălțare a soarelui  $\alpha_s$  sau cu sinusul unghiului de înclinare a elementului sensibil  $\beta$ .

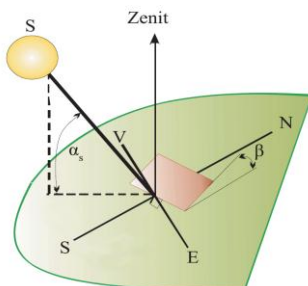


Figura 2. Unghiul de înclinare a elementului sensibil  $\beta$  și unghiul de înălțare a soarelui  $\alpha_s$

$$GHI = DHI + \cos(\alpha_s) \cdot DNI \quad (2)$$

unde:  $GHI$  – radiația globală pe suprafață orizontală;  
 $DHI$  – radiația difuză pe suprafață orizontală;  
 $DNI$  – radiația directă pe suprafață normală;  
 $\alpha_s$  – unghiul de înălțare a soarelui.

Pentru Republica Moldova unghiul de înălțare a soarelui este aproximativ de  $55^\circ$ , astfel calculul radiației globale, conform datelor, devine:

$$GHI = 1869,53 + \cos(55) \cdot 5261,61 = 4887,47 \text{ MJ/m}^2 \quad (3)$$

## 2. Studii experimentale a conversiei termice a radiației solare

Funcția unui colector solar termic, este de a folosi radiația solară disponibilă, într-o manieră optimă, pentru generarea căldurii și furnizarea acesteia pentru consumul ulterior. În colectorul solar apar pierderi inevitabile și care determină eficacitatea acestui sistem sau determină randamentul colectorului. În mare măsură pierderile în colector sunt determinate de materialele folosite în construcția acestuia. În figura 3, sunt indicate cele mai importante fluxuri de energie ale unui colector solar plan.

Studiile experimentale sunt realizate folosind echipamentul didactic ET – 202 „Principiile conversiei termice a energiei solare”. Pentru efectuarea experiențelor este utilizat software-ul ET – 202 în scop de

achiziție a datelor măsurate și vizualizarea acestora sub formă grafică. În toate experimentele s-a folosit radiația artificială de la unitatea de iluminat din instalație.

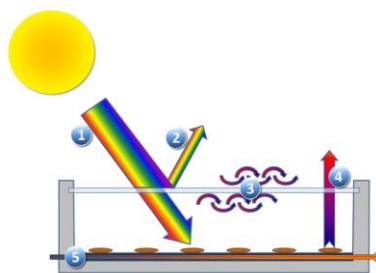


Figura 3. Balanța energetică a unui colector solar plan

1	Radiația solară
2	Pierderi prin reflecție
3	Pierderi prin convecție
4	Pierderi prin radiații
5	Puterea utilă

## 2.1. Caracteristica colectorului la variația debitului

Obiectivul acestui experiment este studierea modificării caracteristicilor sistemului în dependență de variația debitului în circuitul solar. S-a examinat influențele asupra diferenței de temperatură între fluxul de intrare și ieșire din colector, precum și efectul asupra randamentului colectorului și puterii termice utile. În Figura 5 este prezentată diagrama variației temperaturii T2 la ieșire și a debitului. Diagrama evidențiază punctele în care debitul a fost modificat și măsurările au fost efectuate. Se constată că odată cu micșorarea debitului crește temperatura T2 a lichidului.



Figura 4. Echipamentul didactic ET 202

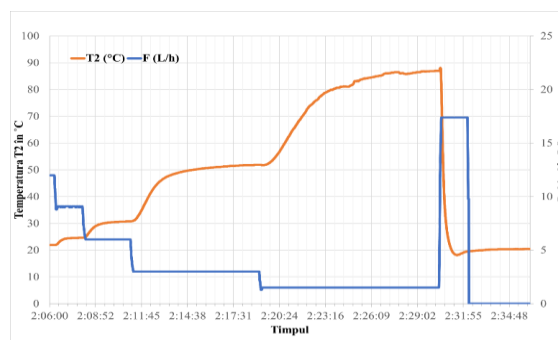


Figura 5. Variației temperaturii T2 și debitului

În conformitate cu obiectivele experimentului s-a trasat caracteristica diferenței de temperatură T2-T1 și puterii utile în funcție de debit, prezentate în figurile 6 și 7, unde T1 este temperatura lichidului la intrare în colector. Din aceste caracteristici se observă scăderea valorii diferenței de temperatură dintre fluxul de intrare și celui de ieșire din colector odată cu creșterea debitului în circuitul solar. Aceasta are loc datorită faptului că la debit mare lichidul caloportor nu reușește să se încălzească.

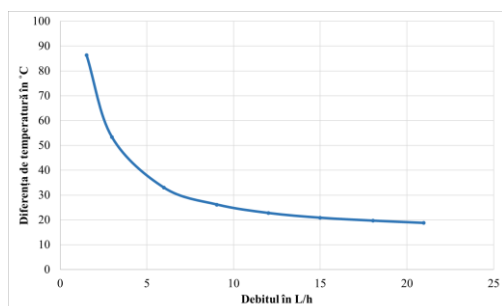


Figura 6. Diferența de temperatură (T2- T1) în funcție de debit

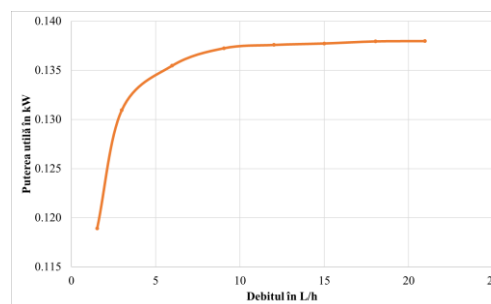


Figura 7. Puterea utilă  $P_N$  în funcție de debit

Puterea utilă demonstrează o creștere semnificativă la creșterea debitului în intervalul 1-5 l/h, datorită faptului că lichidul caloportor transmite o cantitate de căldură maxim posibilă către rezervor, respectiv temperatura fluxului la intrare în colector scade. Astfel, puterea utilă este direct proporțională cu debitul, iar diferența de temperatură este invers proporțională cu acesta. În condițiile radiației constante, s-a observat

micșorarea eficienței colectorului odată cu creșterea diferenței de temperatură dintre colector și mediul ambiant. Caracteristica respectivă este prezentată în Figura 8.

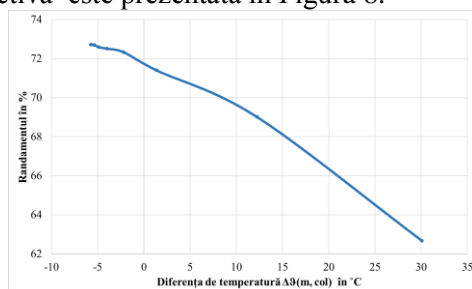


Figura 8. Randamentul colectorului în funcție de diferența de temperatură

La trasarea curbei teoretice a randamentului în funcție de diferența de temperatură între colector și mediu au fost determinați coeficienții de pierderi termice  $k_1$  și  $k_2$ , precum și randamentul optic al colectorului:  $k_1 = 1,45 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ ;  $k_2 = 0,064 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^2$ ;  $\eta_o = 72 \%$ .

## 2.2. Caracteristicile colectoarelor cu diferite suprafețe absorbante

Puterea utilă furnizată de colectorul plan este determinată de pierderile termice. Obiectivul acestui experiment constă în determinarea curbelor de eficiență a colectoarelor cu diferite suprafețe absorbante, prin compararea măsurătorilor efectuate. Curbele tipice a variației în timp a temperaturilor T1, T2 și T3 sunt prezentate în figura 9 pentru suprafața absorbantă neagră și în figura 10 pentru suprafața absorbantă selectivă, unde T3 este temperatura mediului ambiant.

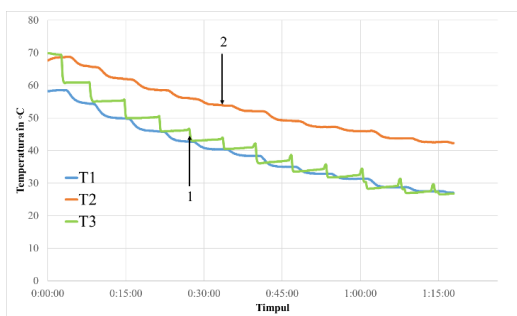


Figura 9. Variația temperaturilor pentru suprafața absorbantă neagră

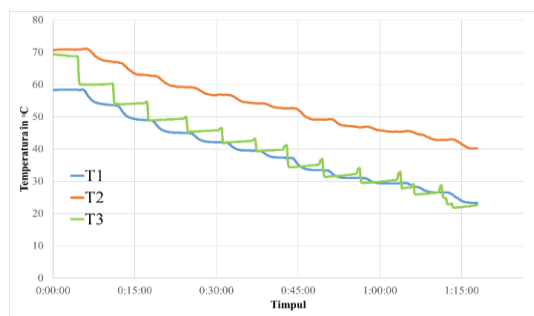


Figura 10. Variația temperaturilor pentru suprafața absorbantă selectivă

Experimentul este efectuat de două ori, mai întâi cu suprafața absorbantă neagră, apoi cu suprafața absorbantă selectivă. Ambele experimente sunt realizate în aceleași condiții de iluminare, temperatura ambiantă, debit și unghi de înclinare a colectorului. În baza măsurărilor efectuate, sunt trasate curbele de eficiență pentru ambele tipuri de suprafețe absorbante, prezentate în Figura 11.

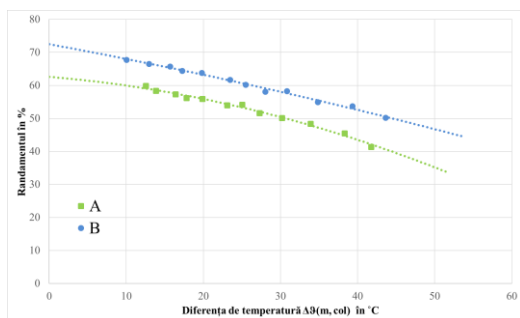


Figura 11. Curba de eficiență pentru diferite suprafețe absorbante a colectorului

A	Colector cu suprafață absorbantă neagră
B	Colector cu suprafață absorbantă selectivă

Comparând cele două serii de măsurători, se observă diferența clară între curbele de eficiență. Astfel, eficiența colectorului cu suprafață absorbantă selectivă (B) este considerabil mai mare decât a colectorului cu

suprafață absorbantă neagră (A). Pentru trasarea curbelor de eficiență, au fost determinați coeficienții de pierderi termice  $k_1$  și  $k_2$ , precum și randamentul optic pentru ambele tipuri suprafețe absorbante:

- $k_1 = 1,30 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ ;  $k_2 = 0,07 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^2$ ;  $\eta_o = 68 \%$  - pentru suprafață absorbantă selectivă;
- $k_1 = 0,98 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ ;  $k_2 = 0,11 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^2$ ;  $\eta_o = 60 \%$  - pentru suprafață absorbantă neagră.

### Bibliografie

1. KIENZ, V., Énergie solaire (exploitation), <https://www.connaissancedesenergies.org/fiche-pedagogique/energie-solaire-exploitation>
2. JOLY, J., Énergie solaire les bases théoriques pour la comprendre, <https://www.encyclopedie-energie.org/energie-solaire-les-bases-theoriques-pour-la-comprendre/>
3. Principles of solar thermal energy, <https://gunt.de/en/products/2e-energy/solar-energy/solar-thermal-energy/principles-of-solar-thermal-energy/061.20200/et202/glct-1:pa-148:ca-670:pr-182>
4. World Radiation Data Centre, [http://wrdc.mgo.rssi.ru/wrdccgi/protect.exe?GAW\\_DATA/2018/kishinev\\_2018\\_glo\\_h.htm](http://wrdc.mgo.rssi.ru/wrdccgi/protect.exe?GAW_DATA/2018/kishinev_2018_glo_h.htm)
5. Sisteme de conversie a energiilor regenerabile, I. Bostan, V. Dulgheru, I. Sobor, V. Bostan, A. Sochirean, Univ. Tehn. a Moldovei. - Ch.: „Tehnica-Info”, 2007, - 592 p. ISBN978-995-63-076-4.

# SISTEM DE SIGURANȚĂ REALIZAT CU ARDUINO

Denis DUNĂ, Alin GOANȚĂ

Facultatea de Inginerie Hunedoara, Universitatea Politehnică Timișoara, Romania

**Rezumat:** Aplicația prezentată în această lucrare descrie funcționarea un sistem de siguranță care permite utilizatorului să fie avertizat la introducerea unei parole greșite utilizând o tastatură cu 4x4 butoane și o placă de dezvoltare Arduino.

**Cuvinte cheie:** cod parolă, keypad 4x4, LCD display, Arduino

## Introducere

Sistemele embedded au devenit omniprezente în activitățile cotidiene. Plăci de dezvoltare atât de populare ca Arduino sunt disponibile pe piață în diverse tehnologii. Cu ajutorul lor și a unor compilatoare adecvate, este la îndemână pentru pasionați să își urmeze un hobby în electronică sau programare.

### 1. Descrierea părții hardware a aplicației

Schema bloc a aplicației hardware este prezentată în Figura 1. În continuare sunt prezentate caracteristicile tehnice și modul de funcționare a componentelor aplicației.

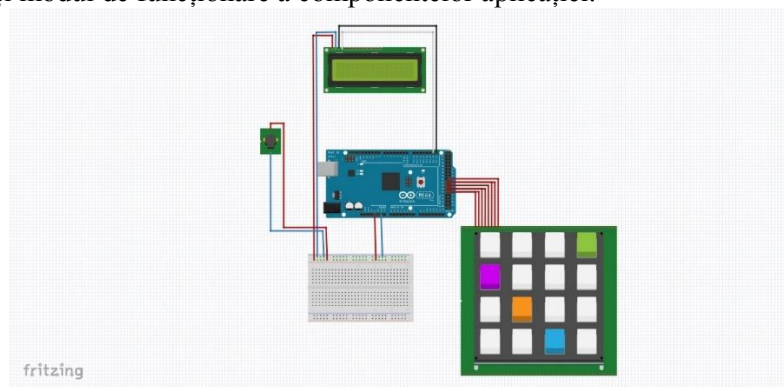


Figura 1. Schema bloc a aplicației hardware.

#### 1.1. Placa de dezvoltare Arduino

Arduino este un microcontroler open-source format dintr-o singură placă, proiectată să faciliteze crearea aplicațiilor în diverse proiecte din diferite domenii. Partea hardware constă dintr-un design simplu cu un microcontroler Atmel AVR și porturi I/O încorporate (Figura 2). Software-ul de programare este bazat pe un compilator standard al limbajului de programare C++.

Arduino este bazat pe procesoarele Atmega de la Atmel și poate fi programat foarte ușor folosind IDE-ul oferit.



Figura 2. Placă de dezvoltare Arduino.

#### 1.2. Keypad 4x4

Tastatura keypad 4x4 are 16 taste conectate matricial. Are o mufă cu 8 pini care se conectează la sistemul de dezvoltare. După cum se vede în Figura 3, cei 8 pini reprezintă semnalele digitale aplicate liniilor și coloanelor matricii. Tastatura este utilizată pentru introducerea codului de acces.

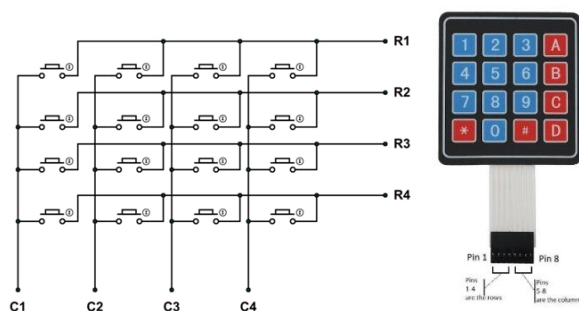


Figura 3. Keypad 4x4.

### 1.3. Dispozitiv de afișare LCD alfanumeric

În vederea afișării parolei și pentru avertizarea cu privire la corectitudinea acesteia, se utilizează un dispozitiv de afișare alfanumeric cu 2x16 caractere (Figura 4). Acest modul este conectat la sistem la magistrala I2C utilizând pinii SCL și SDA ai plăcii de dezvoltare Arduino. Principalele caracteristici ale magistralei I2C sunt:

- este o magistrală serială, bidirecțională, alcătuită doar din 2 linii: SDA (Serial Data) și SCL (Serial Clock);
- un modul compatibil I<sup>2</sup>C are înglobată o interfață care îi permite conectarea directă la cele 2 linii ale interfeței; astfel, la nivelul magistralei nu vor mai fi necesare nici un fel de circuite pentru funcționarea corectă a sistemului;
- fiecare modul conectat la magistrală este adresabil prin program printr-o singură adresă;
- modulele pot fi transmițătoare sau receptoare;



Figura 4. LCD alfanumeric

### 1.4. Alarmă auditivă piezobuzzer

Alarma auditivă la tastarea incorectă a parolei este realizată cu modul piezobuzzer (Figura 5). Acest dispozitiv se alimentează cu un semnal dreptunghiular cu lățime de puls variabilă. Prin variația lățimii pulsului se poate varia volumul sunetului, iar prin variația frecvenței se variază tonalitatea.

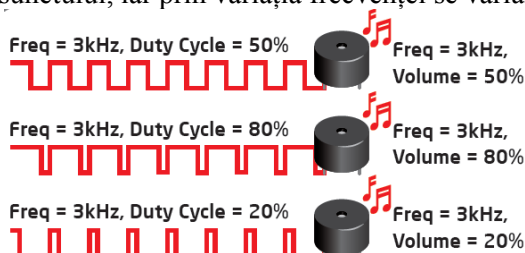


Figura 5. Piezobuzzer – diagrama de timp a generării sunetelor.

## 2. Descrierea părții software a aplicației

Codul sursă include librăriile *Wire.h* pentru utilizarea magistralei I2C, *LiquidCrystal\_I2C.h* pentru funcționarea dispozitivului de afișare și *Keypad.h* pentru funcționarea tastaturii.

```
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <Keypad.h>
```



```

#define Password_Length 8
int signalPin = 12;
char Data[Password_Length];
char Master[Password_Length] = "123A456";
byte data_count = 0, master_count = 0;
bool Pass_is_good;
char customKey;
const byte ROWS = 4;
const byte COLS = 4;
char hexaKeys[ROWS][COLS] = {
  {'1', '2', '3', 'A'},
  {'4', '5', '6', 'B'},
  {'7', '8', '9', 'C'},
  {'*', '0', '#', 'D'}
};

byte rowPins[ROWS] = {2,3,4,5}; //rand 0-3
byte colPins[COLS] = {6,7,8,9}; //col 0-3

Keypad customKeypad = Keypad(makeKeymap(hexaKeys), rowPins, colPins, ROWS, COLS);

LiquidCrystal_I2C lcd(0x3F, 16, 2);

void setup(){
  lcd.begin();
  lcd.backlight();
  pinMode(signalPin, OUTPUT);
}

void loop(){

  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("Introduceti parola:");

  customKey = customKeypad.getKey();
  if (customKey){
    Data[data_count] = customKey;
    lcd.setCursor(data_count,1);
    lcd.print(Data[data_count]);
    data_count++;
  }

  if(data_count == Password_Length-1){
    lcd.clear();

    if(!strcmp(Data, Master)){
      lcd.print("Corect");
      digitalWrite(signalPin, HIGH);
      delay(5000);
      digitalWrite(signalPin, LOW);
    }
    else{
      lcd.print("Incorect");
      delay(1000);
    }
  }
}

```

```

    lcd.clear();
    clearData();
}
}

void clearData(){
    while(data_count !=0){
        Data[data_count--] = 0;
    }
    return;
}

```

### **Concluzii**

Aplicația prezentată este un sistem de siguranță foarte des întâlnit. În acest caz sistemul presupune programarea unei plăci de dezvoltare Arduino. Avantajul față de un sistem clasic îl constituie posibilitatea de îmbunătățire din punct de vedere al componentelor și al securității. Utilizatorul poate oricând să reprogrameze sistemul, adăugând diverse facilități.

### **Bibliografie**

1. <https://www.instructables.com/id/Arduino-Keypad-4x4-Tutorial/>
2. <https://www.openhacks.com/uploadsproductos/eone-1602a1.pdf>

# SISTEME DE SECURITATE PE BAZA SENZORILOR MAGNETICI AUTONOMI DE PROXIMITATE, ERCON

Nicolae MADONICI

Universitatea Tehnică a Moldovei

**Rezumat:** În lucrarea prezentată se expune material destinat sistemelor de securitate pe baza senzorilor magnetici autonomi de proximitate, Ercon. Descrierea succintă a sistemului de securitate. Explicare pe larg a senzorului magnetic Ercon, componența sa, principiul de funcționare, procesul tranzitoriu de stabilizare la comutarea contactelor. Principiul de funcționare a întregului sistem.

**Cuvinte cheie:** senzor, câmp magnetic, contacte, lamele, magnet permanent.

## Introducere

Un sistem de securitate este necesar locuinței, pentru asigurarea protecției împotriva furturilor de bunuri sau a altor obiecte prețioase din această locuință. Aceste sisteme sunt recomandate tuturor proprietarilor, cu scopul descurajării infractorilor și avertizarea pătrunderii persoanelor neautorizate în spațiul protejat. Sistemele de securitate sunt necesare atât pentru locuințe cât și pentru spații comerciale. Ele sunt bazate pe produsele IP, combinate cu hardware și software care permit conectarea sistemului de securitate cu dispeceratul de intervenție și monitorizare rapidă.

### 1. Sistem de securitate

Sistemul de securitate reprezintă un ansamblu din mai multe componente electronice, integrate care comunică între ele și sunt dirijate de un panou central de control. Toate acestea asigură securitatea punctelor de intrare a încăperilor de protejat, cum ar fi geamuri, uși și altele.

Sistemul de Securitate în componența sa include:

- Panou central de control;
- Senzori ercon;
- Camere de supraveghere;
- Sirena sau alarma cu un număr ridicat de dB;

### 2. Principiul de funcționare a sistemului de securitate pe baza senzorilor magnetici autonomi de proximitate

Erconul reprezintă un contact simplu Normal-Deschis (NO) (figura 1) sau un comutator Normal-Închis (NC)/Normal-Deschis (NO) (figura 2), ermitizat într-un balonaș de sticlă sau masă plastică. Lamelele contactului electric din balonaș sunt confecționate dintr-un material feromagnetic special (Iridiu și Rodiu având o rezistență mare la eroziune), care conduce atât curentul electric, cât și fluxul magnetic cu o zonă lărgită de histerezis în caracteristica sa magnetică. Această zonă este necesară pentru a exclude vibrațiile contactului la comutare. Lamelele sunt ermetizate în balonașul închis de sticlă, în care se află vacuum sau un gaz inert (azot), pentru a exclude influența exterioară a aerului și a minimiza arcul electric la deconectarea contactului și apariția tensiunii de inducție.

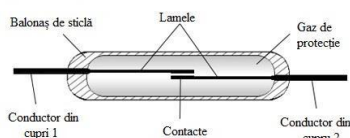


Figura 1 Senzor ercon de tip SPST-NO

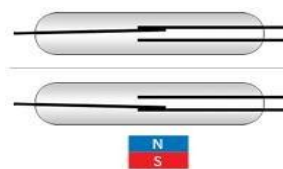


Figura 2 Senzor ercon de tip SPDT-CO

#### 2.1 Principiul de funcționare a senzorilor magnetici autonomi de proximitate, Ercon

La baza funcționării senzorului magnetic autonom de proximitate ercon stă câmpul magnetic constant de comandă, creat de un magnet permanent (MP) bipolar (N-S). Datorită câmpului magnetic de comandă emis de MP comutarea contactelor are loc la distanță, adică se efectuează fără contact direct (ceea ce este un avantaj mare). Când magnetul permanent din exterior, fixat de un anumit obiect controlat, apropiindu-se

în poziție coaxială cu balonașul la o distanță de 1-30 mm de acesta (figura 3), datorită proprietății lamelelor de a conduce fluxul magnetic și totodată și curentul electric, fluxul magnetic din exterior se închide prin lamelele contactului interior, formând la capete doi polo mici (N-S) care înving rezistența lamelelor și polarizează-le (le magnetizează), fiind atrase contactele. Ca urmare, contactele din poziție NO trec în poziție NC ce permite generarea unui semnal de comandă sau invers, iar la comutator contactul NC se deschide și contactul NO se închide (figura 2). Din momentul în care MP aflat în exterior iese din zona de control a balonașului (figura 4), rezistența câmpului magnetic creat de MP scade și rezistența lamelelor crește, ca urmare contactele revin în poziția sa inițială.

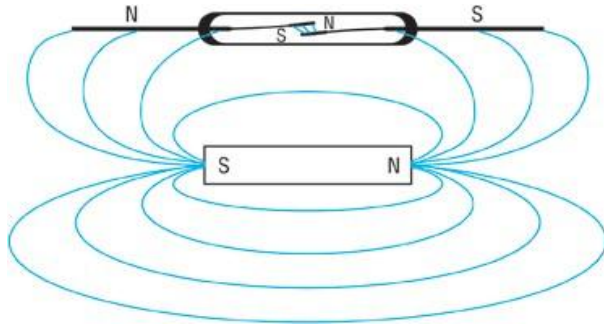


Figura 3 Momentul de acționare a contactelor

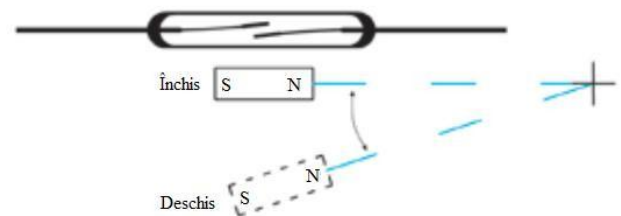


Figura 4 Poziții de funcționare a contactelor

## 2.2. Procesul tranzitoriu de stabilizare la comutarea contactelor

În poziția neacționată a contactelor, adică Normal-Deschise rezistența contactelor este infinit de mare, ceea ce blochează trecerea semnalului de comandă. Atunci când în zona de control are loc apariția unui câmp magnetic creat de un MP, contactele NO trec în poziție NC.

Din momentul închiderii contactelor, are loc un proces tranzitoriu de stabilizare a contactelor care este urmat de un zgomet dinamic (figura 5). Acest zgomet dinamic reprezintă oscilațiile de stabilizare care au loc într-o perioadă scurtă de timp 2,5 ms, din momentul închiderii contactelor până la sfârșitul procesului tranzitoriu de stabilizare. Totodată în această perioadă de timp are loc și stabilizarea rezistenței contactelor, adică de la o rezistență infinit de mare, ajunge la rezistența de lucru a contactelor în jur la 50-100 ms. Acest proces de stabilizare este reprezentat în figura 5.

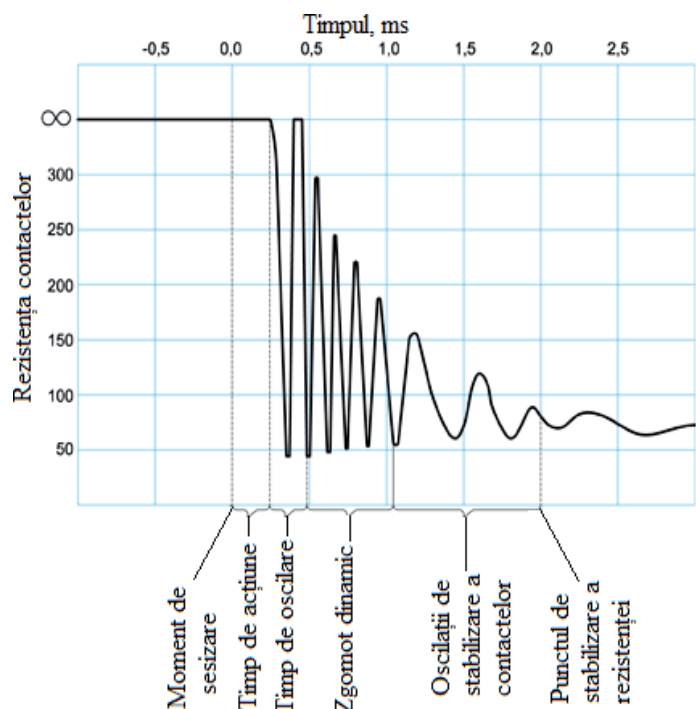


Figura 5 Procesul de stabilizare la comutarea contactelor

## 2.3. Comunicarea senzorilor magnetici autonomi de proximitate, Ercon cu sistemul de securitate

Datorită avantajelor sale, senzori magnetici și-au găsit o largă răspândire în sistemele de securitate, în deosebi pentru controlul punctelor de intrare, adică stării ușilor și geamurilor. În acest caz MP cu polaritățile N-S se fixează la marginea părții mobile a ușii, sau a geamului, iar pe carcasa ușii se fixează senzorul magnetic (figura 6).



Figura 6 Modul de comandă a senzorului magnetic: a) în poziție de control; b) în poziția activă;

Figura 6 Modul de comandă a senzorului magnetic: a) în poziție de control; b) în poziția activă;

Alarma de semnalizare a stării uşii poate fi activată de un tranzistor de amplificare KT815 cu joncţiunea Bază - Emitor (B-E) care este comandat de contactul senzorului magnetic (figura 7). Comanda are loc în felul următor, în poziția închisă a uşii (figura 6, a)) senzorul se află sub influența câmpului magnetic creat de MP, în acest moment, contactele sunt închise și curentul din circuit (figura 7) circula prin rezistența de 100 k $\Omega$  și senzor, fiind şuntată Baza și Emitorul de a nu fi posibilă polarizarea directă a bazei și a porni semnalizarea. În momemntul când uşa din poziție închisă trece în poziție deschisă (figura 6, b)) senzorul magnetic iese de sub influența câmpului magnetic creat de MP și în cazul dat contactele senzorului trec dintr-o poziția NC în poziție NO, excluzind şuntarea Bazei și a Emitorului, ceea ce permite polarizarea directă a Bazei prin rezistența de 100 k $\Omega$  și deschiderea tranzistorului, dând comandă la blocul de semnalizare sonoră Б1.

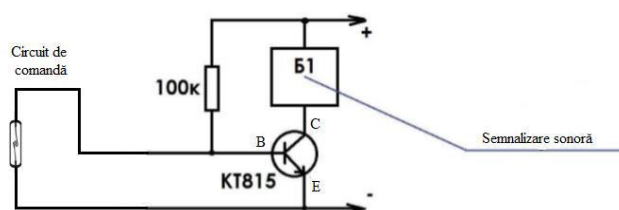


Figura7 Schema de funcționare a sistemului de securitate

### Concluzii:

Sistemele de securitate pe așa principiu de funcționare sunt des întâlnite în zilele noastre de până acum, pentru asigurarea protecției a punctelor de intrare a unei încăperi. Senzorii magnetici autonomi de proximitate, Ercon sunt foarte utilizați în sfera sistemelor de securitate și a automatizărilor deoarece au o construcție simplă sunt ieftini și nu necesită o sursă de energie suplimentară de alimentare.

### Bibliografie:

1. <http://nibaco.ro/ce-rce-este-un-sistem-de-securitate-si-cum-functioneaza/>
2. <https://www.compel.ru/lib/ne/2017/8/6-chto-nuzhno-znat-dlya-vyibora-pravilnogo-gerkona>

# SISTEM DE MONITORIZARE SENZORI UTILIZAND ANDROID

Alexandru MOLDOVAN, Iosif ZAHARIA

Facultatea de Inginerie Hunedoara, Universitatea Politehnica Timișoara, România

**Rezumat:** Lucrarea prezintă un sistem de achiziție în timp real a informațiilor provenite de la un grup de senzori conectați la o placă de dezvoltare Arduino. Datele măsurate se transmit la distanță prin intermediul unui modul bluetooth către un telefon mobil. Aplicația instalată pe telefonul mobil permite vizualizarea variației informațiilor pe grafice.

**Cuvinte cheie:** Arduino, senzor lumină, senzor gaz, senzor umiditate și temperatură, bluetooth.

## Introducere

Evoluția tehnologiei din ultimul timp permite extinderea și dezvoltarea aplicațiilor pe dispozitive mobile care permite comunicarea wireless cu alte echipamente. Aplicația de față permite utilizatorului să monitorizeze în timp real următorii parametri: temperatură, umiditate, nivel concentrație gaz, iluminare. Aplicația de achiziție este realizată în Arduino și încărcată în microcontrolerul plăcii de dezvoltare. Pentru monitorizarea acestor parametri se folosește o aplicație customizată pe telefonul mobil.

## 1. Descrierea părții hardware a aplicației

Schema bloc a aplicației hardware este prezentată în Figura 1. În continuare sunt prezentate caracteristicile tehnice și modul de funcționare a componentelor aplicației. Senzorii de temperatură, umiditate, gaz și iluminare transmit datele wireless unei aplicații pe Android utilizând un modul bluetooth.

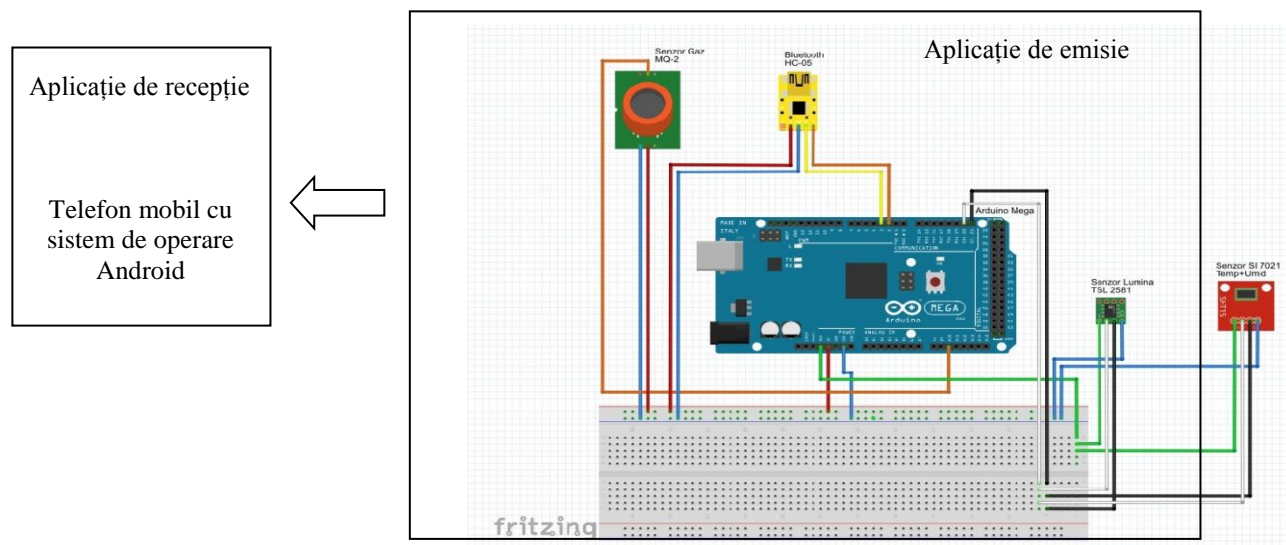


Figura 1. Schema bloc a aplicației hardware.

### 1.1. Placa de dezvoltare Arduino

Arduino permite funcționarea aplicațiilor în timp real datorită microcontrolerului conectat pe placă. Placa de dezvoltare conține pini analogici de intrare și pini digitali ce pot fi configurați de intrare/ieșire. Placa de dezvoltare Arduino Mega dispune de pini specifici magistrelor seriale I2C și UART.





Figura 2. Placă de dezvoltare Arduino Mega.

### 1.2. Senzor gaz MQ2

Modulul prezentat în Figura 3 este folosit pentru a detecta scurgerile de gaze în încăperi mici sau mari și reprezintă o metodă de precauție pentru incendii sau pentru intoxicații.

Senzorul are o sensibilitate ridicată și principalele gaze pe care le vizează sunt GPL-ul, izobutan, propan, metan, alcool, hidrogen și fum.

Senzorul dispune de un comparator, astfel ca se pot citi date analogice în timp real sau se poate afla dacă concentrația de gaz a depășit o anumită limită.

#### Specificatii tehnice:

- Tensiune: 5V;
- Curent: 150mA;
- Rezistența heater: 33R;
- Temperatura de lucru: -20°C - 50°C;
- Output digital sau analogic.

### 1.3. Senzor de temperatură și umiditate Sparkfun SI7021

În vederea măsurării temperaturii ambiante și a umidității se utilizează senzorul Sparkfun SI7021 (Figura 4) care comunică cu sistemul prin intermediul magistralei seriale I2C. Pentru achiziția senzorului se folosește o librărie specifică apelată în codul sursă al aplicației.

Principalele caracteristici ale magistralei I2C sunt:

- este o magistrală serială, bidirecțională, alcătuită doar din 2 linii: SDA (Serial Data) și SCL (Serial Clock);
- un modul compatibil I<sup>2</sup>C are înglobată o interfață care îi permite conectarea directă la cele 2 linii ale interfeței; astfel, la nivelul magistralei nu vor mai fi necesare nici un fel de circuite pentru funcționarea corectă a sistemului;
- fiecare modul conectat la magistrală este adresabil prin program printr-o singură adresă;
- modulele pot fi transmițătoare sau receptoare;

### 1.4. Senzor de iluminare

Aplicația are un senzor de iluminare (Fig. 5) care folosește circuitul integrat TSL2581. Dispozitivul comunică cu sistemul prin magistrala I2C.

### 1.5. Modulul de comunicație bluetooth HC-05

Modulul HC-05 Bluetooth (Fig. 6) e proiectat pentru configurarea fără fir a conexiunii. Modulul Bluetooth cu port serial este complet calificat cu tehnologia Bluetooth V2.0 + EDR (viteză îmbunătățită a datelor) de 3Mbps și de modulație cu transmițător radio de 2,4 GHz și bandă de bază.

Acest modul comunică prin intermediul interfeței USART la o rată baud de 9600. De asemenea se pot configura valorile predefinite, folosind comenzi specifice.



Fig. 3



Fig. 4



Fig. 5



Fig. 6



## 2. Descrierea părții software a aplicației (partea de emisie)

Codul sursă al aplicației de emisie este prezentat în continuare.

```
// BT module   Arduino
// GND ----- GND
// VCC ----- 5V
// TX-0 ----- pin2
// RX-1 ----- pin3

// Iluminare TSL2581
#include <Wire.h>
#include "TSL2581.h"
#include <SparkFun_Si7021_Breakout_Library.h>
#include "SparkFun_Si7021_Breakout_Library.h"
WaveShare_TSL2581 tsl = WaveShare_TSL2581();
int TSL2581_INT = 13;

// Bluetooth HC-06
#include <SoftwareSerial.h>
//SoftwareSerial bluetooth(bluetoothTx, bluetoothRx);
#define bluetooth Serial3

// Gaz MQ-2
int alarma_gaz = 4; //alarma la pinul 4
int gaz = A0; //intrare semnal analogic gaz

// Temp+hum
float humidity = 0;
float tempf = 0;
float tempC = 0;
Weather sensor;

// Transmisie bluetooth Roboremo
int on = 0; //buton oprit / pornit
char cmd[100];
int cmdIndex;

boolean cmdStartsWith(char *st) {
    for(int i=0; i<100; i++) {
        if(st[i]==0) return true;
        if(cmd[i]==0) return false;
        if(cmd[i]!=st[i]) return false;;
    }
    return false;
}

void exeCmd() {
    if( cmdStartsWith("on") ) on = 1;
    if( cmdStartsWith("off") ) on = 0;
}

void read_id(void)
{
    int id;
    int a;
    id = tsl.TSL2581_Read_ID();
    a = id & 0xf0; //The lower four bits are the silicon version number
    if (!(a == 144)) //ID = 90H = 144D
    {
        Serial.println("false ");
    } else {
        Serial.print("I2C DEV is working ,id = ");
        Serial.println(id);
        delay(500);
    }
}

void Read_gpio_interrupt(uint16_t mindata, uint16_t maxdata)
{
    tsl.SET_Interruption_Threshold(mindata, maxdata);
    int val = digitalRead(TSL2581_INT);
    if (val == 1)
    {
        //Serial.print("interrupt = 1 \n");
    } else {
        // Serial.print("interrupt = 0 \n");
        // tsl.Reload_register();
    }
}

void setup(void)
{
    delay(500); // wait for bluetooth module to start
    Serial.begin(9600);
    bluetooth.begin(9600);

    //Initialize the I2C sensors and ping them
    sensor.begin();
    pinMode(alarma_gaz, OUTPUT);

    cmdIndex = 0;
    Serial.begin(9600);
    Wire.begin(); //i2c config
    pinMode(TSL2581_INT, INPUT); // sets the digital pin 7 as input
    pinMode(alarma_gaz, OUTPUT);
}
```

```
pinMode(alarma_gaz, OUTPUT);
pinMode(gaz, INPUT);

read_id();

/* Setup the sensor power on */
tsl.TSL2581_power_on();
delay(2000);
// /* Setup the sensor gain and integration time */
tsl.TSL2581_config();
}

void loop(void)
{
    while(bluetooth.available()) {

        char c = (char)bluetooth.read();

        if(c=='\n') {
            cmd[cmdIndex] = 0;
            exeCmd(); // execute the command
            cmdIndex = 0; // reset the cmdIndex
        } else {
            cmd[cmdIndex] = c;
            if(cmdIndex<99) cmdIndex++;
        }
    }

    if(on) {

        int gaz = analogRead(A0);
        if (gaz > 400)
        {
            digitalWrite(alarma_gaz, HIGH);
        }
        else
        {
            digitalWrite(alarma_gaz, LOW);
        }
        humidity = sensor.getRH();
        tempf = sensor.getTempF();
        tempC = (tempf - 32) / 1.8;

        int nivel_gaz = analogRead(gaz);

        int nivel_gaz = analogRead(gaz);

        unsigned long Lux;
        tsl.TSL2581_Read_Channel();
        Lux = tsl.calculateLux(2, NOM_INTEG_CYCLE);

        Read_gpio_interrupt(2000, 50000);
        delay(50);

        if (nivel_gaz > 400)
        {
            digitalWrite(alarma_gaz, HIGH);
        }
        else
        {
            digitalWrite(alarma_gaz, LOW);
        }
        //delay(500);
        String st = (String)"v " + gaz + "\n";
        Serial.println( st );
        bluetooth.println( st );

        String temperatura = (String)"t " + tempC + "\n";
        Serial.print("Temp:");
        Serial.print( tempC );
        Serial.print("C ");
        bluetooth.println( temperatura );

        String umiditate = (String)"h " + humidity + "\n";
        Serial.print("Umiditate:");
        Serial.print( humidity );
        Serial.println("%");
        bluetooth.println( umiditate );

        String ilum = (String)"i " + Lux + "\n";
        Serial.print("Iluminare:");
        Serial.print( Lux );
        Serial.println("Lux");
        bluetooth.println( ilum );
    }
}
```

## 3. Descrierea părții software a aplicației (partea de recepție)

Roboremo este o aplicație personalizabilă pentru comandă și control wireless. Ea se poate instala pe orice dispozitiv mobil cu sistem de operare Android pentru comunicații wireless. Conexiunea se poate face prin prin Bluetooth, WiFi, USB, Internet mobil.

Se poate utiliza pentru a controla de exemplu o mașină, un avion, o navă, o dronă, de asemenea, pentru proiecte de automatizare acasă.

Cu ajutorul Roboremo se pot construi 8 interfețe grafice separate adăugând butoane, glisoare, LED-uri, grafice, accelerometre, etc.

Aici Roboremo (Figura 7) este personalizat pentru a recepționa în timp real pe grafice variația parametrilor concentrație gaz, iluminare, temperatură și umiditate.

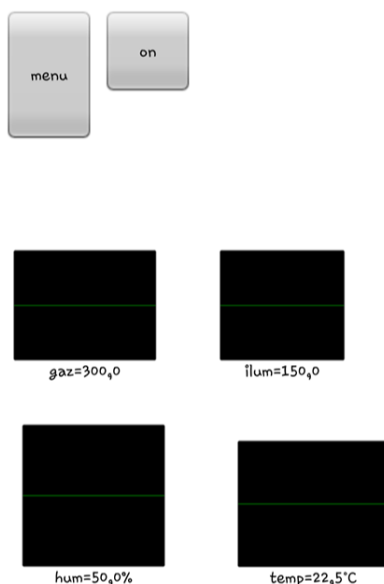


Fig. 7. Interfața aplicației Roboremo.

## Concluzii

Aplicația este extrem de utilă pentru monitorizarea în timp real a unor parametrii proveniți de la senzori. Monitorizarea pe dispozitiv mobil este extrem de utilă utilizatorului.

## Bibliografie

1. <https://create.arduino.cc/projecthub/Aritro/smoke-detection-using-mq-2-gas-sensor-79c54a>
2. <https://learn.adafruit.com/adafruit-si7021-temperature-plus-humidity-sensor/arduino-code>
3. <https://www.mouser.se/ds/2/588/TSL2581%20TSL2583-A-553251.pdf>
4. <http://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/usart.pdf>

# MONITORIZAREA TEMPERATURII ȘI UMIDITĂȚII UTILIZÂND ARDUINO ȘI APP INVENTOR

Mircea NEGRU

Facultatea de Inginerie Hunedoara, Universitatea Politehnica Timișoara, România

**Rezumat:** Proiectul prezintă o aplicație ce presupune achiziția în timp real a două mărimi: temperatură și umiditate. Se utilizează un senzor ce achiziționează aceste mărimi DHT11, conectat la o placă de dezvoltare Arduino Uno echipată cu microcontrolerul Atmega328, utilizând pini digitali. Rata de update a dispozitivului este de o secundă. Datele preluate de microcontroler sunt trimise în timp real prin intermediul unui bluetooth HC-05 către un receptor de tip telefon mobil. Pentru utilizarea datelor în timp real, pe telefon s-a realizat o aplicație Android programată prin intermediul platformei MIT App Inventor.

**Cuvinte cheie:** Arduino, senzor de temperatură și umiditate DHT-11, Bluetooth HC-05, MIT App Inventor.

## Introducere

Aplicațiile pe dispozitive mobile au luat amploare în ultimul timp, dată fiind ușurința cu care pot fi utilizate oriunde. Comunicația prin bluetooth este extrem de accesibilă datorită vitezei și a faptului că orice smartphone este dotat cu acest dispozitiv.

### 1. Descrierea părții hardware a aplicației

Schema bloc a aplicației hardware este prezentată în Figura 1. În continuare sunt prezentate caracteristicile tehnice și modul de funcționare a componentelor aplicației.

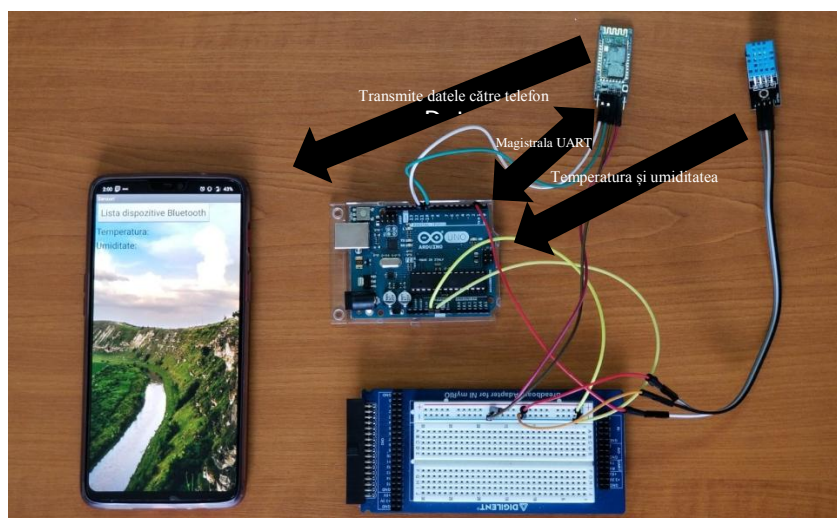


Figura 1. Schema bloc a aplicației hardware.

#### 1.1. Placa de dezvoltare Arduino

Arduino Uno (Figura 1) este un microcontroler bazat pe ATmega328. Are 14 pini digitali de intrare/ieșire, din care 6 pini pot fi utilizați ca ieșiri PWM (Pulse width Modulation), 6 intrări analogice, un oscilator cristal 16 MHz, o conexiune USB, un jack pentru alimentare, un ICSP, și un buton de resetare.

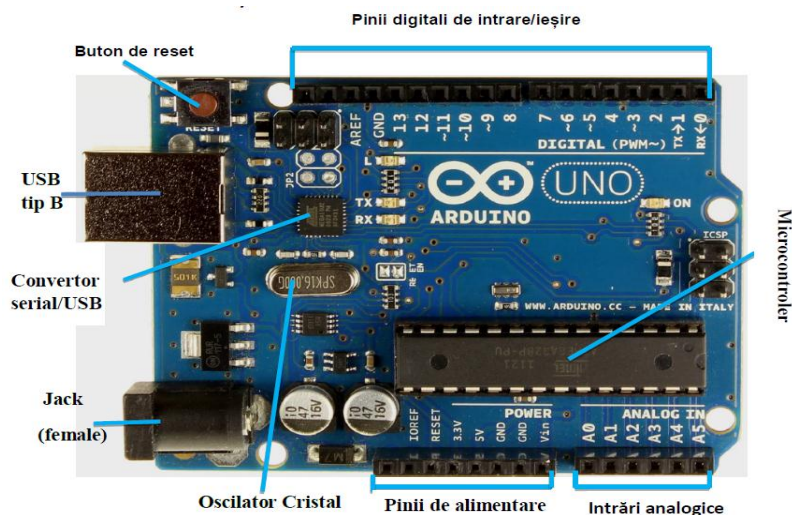


Figura 2. Placă de dezvoltare Arduino Uno.

Conține tot ce este necesar pentru a sprijini microcontrolerul. Constă într-o platformă de mici dimensiuni (6.8 cm / 5.3 cm) construită în jurul unui procesor de semnal și este capabilă de a prelua date din mediul înconjurător printr-o serie de senzori și de a efectua acțiuni asupra mediului prin intermediul luminilor, motoarelor, servomotoare, și alte tipuri de dispozitive mecanice. Procesorul este capabil să ruleze cod scris într-un limbaj de programare care este foarte similar cu limbajul C++.

### 1.2. Modulul bluetooth HC-05

Modulul HC-05 este un modul Bluetooth SPP (Serial Port Protocol) ușor de utilizat, conceput pentru configurarea conexiunii seriale wireless. Modulul HC-05 poate fi utilizat într-o configurație Master sau Slave, fiind o soluție excelentă pentru comunicațiile wireless.

Specificații:

- Tensiune de alimentare: 3.6 - 6V;
- Curent consumat: maxim 30mA;
- Pinii de I/O sunt compatibili pentru 3.3V ;
- Comunică pe serial UART;
- Baudrate: 9600 - 460800 bps;
- Distanța de transmisie până la 10m;
- Putere de transmisie: +4dBm;
- Senzitivitate recepție: -80dBm.

Vcc și Gnd se conectează la 5v și Gnd de pe Arduino. TXD se conectează la RXD (pin 11) de pe placa arduino și RXD se conectează la TXD (pin10) de pe placa Arduino (Figura 2).

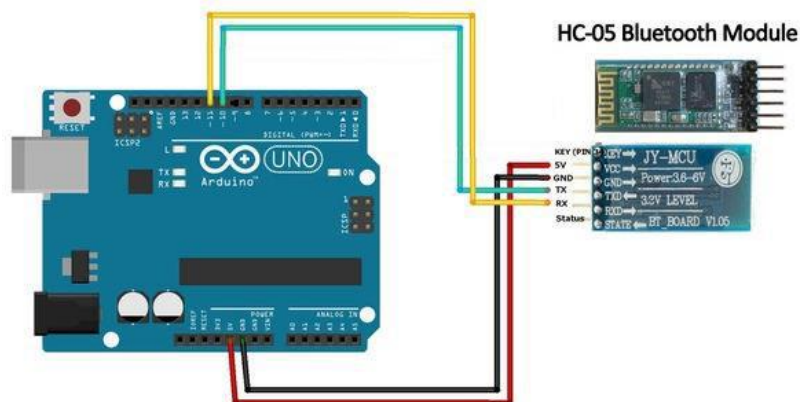


Figura 3. Conectarea HC-05 la Arduino Uno.

### 1.3. Senzorul de umiditate DHT-11

Utilizează tehnica exclusivă de colectare a semnalelor digitale și tehnologia de detectare a umidității, asigurându-i fiabilitatea și stabilitatea. (Figura 4). Fiecare senzor al acestui model este compensat la

temperatură și calibrat într-o camera de calibrare precisă și coeficientul de calibrare este salvat ca program din memoria OTP, când senzorul detectează, va citi un coeficient din memorie. Dimensiunea redusă, consumul redus și lungimea de transmisie lungă (20m) permit ca DHT11 să se potrivească în toate tipurile de aplicații dificile. O sigură transmisie presupune un set de 40 biți, iar ciclul de transmisie este de 4ms..

Descrierea pinilor:

- VCC - alimentare la 5V
- OUT – pinul digital de date
- GND - masa



Figura 4. Senzorul de temperatură și umiditate DHT-11.

## 2. Descrierea părții software a aplicației

Comunicația între senzor și telefon presupune un sistem de emisie și unul de recepție. Aplicația de emisie este realizată în Arduino și încărcată în microcontrolerul plăcii de dezvoltare. Ea transmite datele modulului bluetooth care le trimite mai departe wireless unei aplicații pe telefon realizate pe platforma MIT App Inventor.

### 2.1. Aplicația de emisie realizată în Arduino

Codul sursă este prezentat în continuare. Sunt folosite librăriile *DHT.h* și *SoftwareSerial.h* pentru utilizarea datelor provenite de la senzorul DHT11 și pentru comunicația serială cu dispozitivul bluetooth. Informațiile de temperatură exprimate în grade C și umiditate exprimate în % sunt convertite în date de tip *string* și trimise către bluetooth.

### 2.2. Aplicația de recepție realizată în App Inventor

MIT App Inventor este un mediu de programare intuitiv, care permite tuturor să construiască aplicații funcționale pentru smartphone-uri și tablete. Instrumentul bazat pe blocuri facilitează crearea unor aplicații complexe, cu impact ridicat, cu mult mai puțin timp decât mediile tradiționale de programare.

Interfața grafică a aplicației este prezentată în Figura 5, iar codul sursă în Figura 6.



Figura 5. Interfața grafică a aplicației de recepție.

```

#include <DHT.h>
#include<SoftwareSerial.h>
#define DHTPIN 2
#define DHTTYPE DHT11

DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
SoftwareSerial B(10, 11); //TX=10, RX=11
char data;

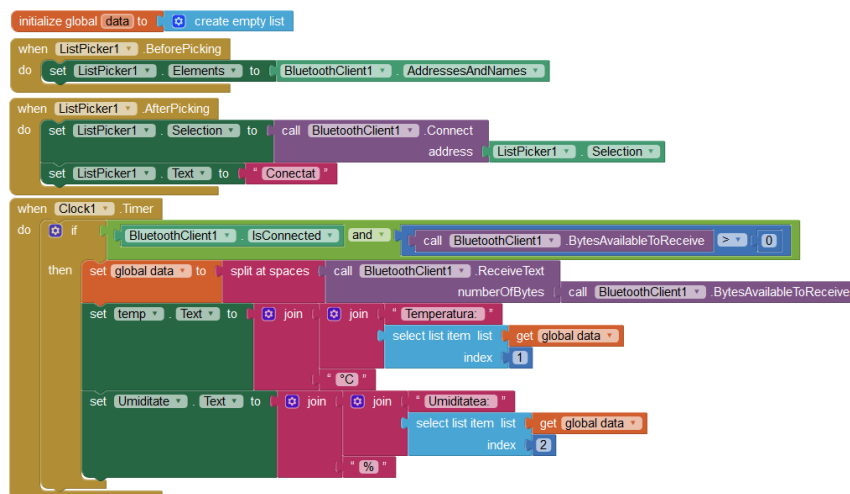
void setup(){
  Serial.begin(9600);
  BT.begin(9600);
  dht.begin();}
void loop(){
  Serial.print("Umiditate (%): ");
  Serial.println(dht.readHumidity()); // Afișarea umidității
  Serial.print("Temperatura (°C): ");
  Serial.println(dht.readTemperature()); // Afișarea temperaturii

  String s1 = String(dht.readHumidity()); // Introducerea datelor citite de senzori în șiruri
  String s2 = String(dht.readTemperature()); // Introducerea datelor citite de senzori în șiruri
  String s = s1 + "% " + s2 + " °C";

  BT.println(s); // Afișarea șirurilor prin bluetooth

  delay(2000);}

```



**Figura 6.** Codul sursă al aplicației de recepție.

## Concluzii

Această lucrare demonstrează că dezvoltarea de aplicații pe dispozitive mobile este suficient de accesibilă și pentru programatorii mai puțin experimentați. O achiziție de senzor în timp real este o necesitate pe care o putem realiza cu tehnologiile de ultimă oră. Rata de update a achiziției poate fi modificată foarte simplu din codul sursă al aplicației în App Inventor. Avantajul aplicației constă în transmiterea temperaturii și a umidității în timp real pe telefon. Ea poate fi completată cu conectarea și a altor senzori. Dezavantajul constă în distanța limitată de transmisie prin bluetooth, 10m.

## Bibliografie

1. <https://www.mouser.com/ds/2/758/DHT11-Technical-Data-Sheet-Translated-Version-1143054.pdf>
2. <http://www.appinventor.org/content/CourseInABox/Intro>

# ROBOT AUTONOM CU OPȚIUNE DE EVITARE A OBSTACOLELOR

*Gheorghe Valentin DRAGOȘ, Bianca Izabela DOBRA*

*Afilieră: Facultatea de inginerie Hunedoara, Universitatea „Politehnica” Timisoara*

**Rezumat:** În această lucrare se prezintă un robot autonom cu opțiune de evitare a obstacolelor. Robotul folosește o placă de dezvoltare Arduino și poate fi comandată cu ajutorul unei telecomenzi, de asemenea ea are capacitatea de a se deplasa în diverse direcții. Un aspect important îl constituie facilitatea de a ocoli obstacole utilizând un senzor de distanță cu ultrasunete, acesta funcționând și fără ajutorul telecomenzii, urmărindu-și traiectoria în funcție de obstacolele din jurul acestuia. Setarea modului de funcționare se face din telecomandă, fie este selectat modul manual, comandat de un utilizator, fie modul automat, unde comanda utilizatorului nu este necesară.

**Cuvinte cheie:** microcontroler, bluetooth, PWM, senzor ultrasonic.

## Introducere

Unul din cele mai importante aspecte în evoluția ființei umane este folosirea uneltelor care să simplifice munca fizică. În această categorie se înscriu și roboții, ei ocupând totuși o poziție privilegiată datorită complexității lor.

Robotica este în prezent o ramură a științelor tehnice, având ca obiect de studiu automatizarea operațiilor umanoide. În corelație cu definiția generală dată în paragraful anterior, robotica se ocupă cu studiul roboților, prin operații umanoide avându-se în vedere activitățile fizice și intelectuale, realizate în general de om. Mai specific, robotica urmărește în primul rând automatizarea operațiilor efectuate cu ajutorul brațelor, mâinilor, picioarelor, implicând corelația cu sistemul senzorial (în primul rând vederea), și procesele de raționament pentru luarea deciziilor de acțiune. Odată cu răspândirea, perfecționarea roboților și trecerea de la aplicarea lor industrială la folosirea și în alte domenii (aplicații spațiale, medicale, casnice) s-a produs lărgirea gamei operațiilor umanoide studiate și automatizate de robotică.

## 1. Descrierea Robotului

În continuare se va realiza descrierea robotului și a componentelor hardware principale.

Curentul necesar funcționării este asigurat de un set de 4 baterii montate într-o carcasă specială prin care se vor conecta la pinul GND (Ground) și la pinul de 5V (Volți).

Principalele componente hardware folosite în vederea realizării acestui robot sunt:

- placă Arduino Leonardo
- shield L298N
- patru motoare de curent continuu
- senzor ultrasonic de distanță

## Arduino LEONARDO

Arduino LEONARDO este o platformă de procesare open-source, bazată pe software și hardware flexibil și simplu de folosit. Constă într-o platformă de mici dimensiuni (6.8 cm / 5.3 cm – în cea mai des întâlnită variantă) construită în jurul unui procesor de semnal și este capabilă de a prelua date din mediul înconjurător printr-o serie de senzori și de a efectua acțiuni asupra mediului prin intermediul luminilor, motoarelor, servomotoare, și alte tipuri de dispozitive mecanice. Procesorul este capabil să ruleze un cod scris într-un limbaj de programare care este foarte similar cu limbajul C++



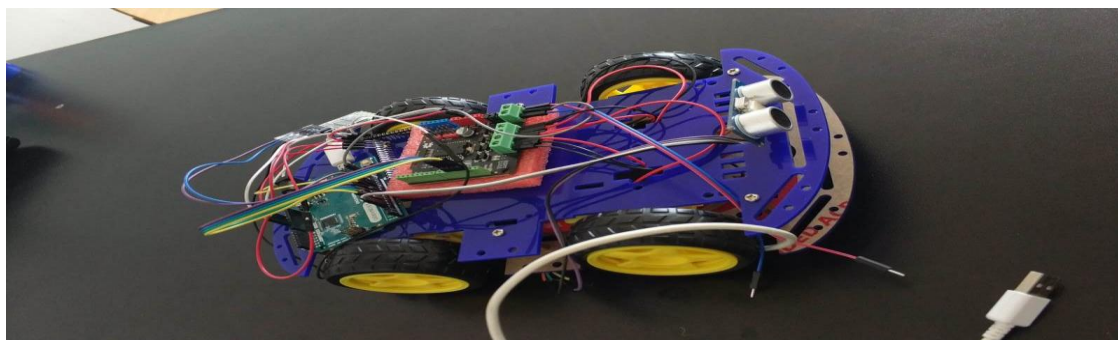


Figura 1: Vedere de ansamblu a masinutei



Figura 2: Microcontrollerul ARDUINO LEONARDO

### ***Driver de motoare***

Bazat pe circuitul integrat L298N, acest driver de motoare poate comanda doua motoare de curent continuu, curent maxim 2 amperi. Driverul este complet asamblat sub forma unui shield Arduino, facilitand astfel utilizarea simpla.

Conectarea la Arduino se face cu ajutorul unor fire de tip mama-mama legate la placa Arduino si conectand pinii marcati VIN si GND la sursa de alimentare pentru motoare. Pinii PWM care controleaza driver-ul L298 sunt 10, 11, 12, 13.

Cele doua motoare se conecteaza in pinii cu surub marcati "MOTOR1" si "MOTOR2", iar alimentarea pentru motoare se conecteaza la pinii cu surub marcati "VIN" si "GND".

Pentru situatiile deosebite cand aveti nevoie de o putere ridicata disipata in mod continuu, va recomandam radiatorul pentru L298.



Figura 3: Driverul de motoare

### ***Motoarele de curent continuu***

Acest angrenaj compact, de curenți mici ( motor de curent continuu cu perii cu o cutie de viteze reducere 120:1) este foarte potrivit pentru utilizarea în roboși mici. La 4,5 V, are o viteză de liber-run de 120 rpm si un cuplu standand de aproximativ 20 oz-in (cu toate acestea, având un cuplaj de siguranță s-ar putea începe să alunece înainte de a atinge cuplul standand). Arborele de ieșire D-formă are un diametru de 3 mm. Acest arbore de ieșire este perpendicular pe axul motorului.



Figura 4: Motoarele de curent continuu

### ***Sistemul de locomoție cu roți***

Robotul are patru roți de plastic (Fig.6.b). Doua roți sunt conectate la motoare, iar celelalte doua sunt legate la servomotor(fig 6.a) pentru schimbarea direcției de mers.

Servomotorul este legat direct din Arduino la pinii VIN si GND pentru alimentare, iar la pinul digital 5 pentru schimbarea direcției la un unghi fix.



Figura 5: Sistemul de locomoție

### ***Sistemul de evitare a obstacolelor***

Mașinuța va evita obstacole utilizând senzorul Parallax Ping amplasat pe axul unui servomotor. La fiecare iterație a structurii repetitive microcontrolerul va emite un semnal de trigger cu frecvența de 40kHz. Semnalul se va reflecta în obstacol, iar eco-ul va fi detectat după timpul necesar sunetului să parcurgă distanța până la senzor. Distanța este calculată în funcție de viteza sunetului în aer (considerată constantă) și temperatura mediului ambiant. În figura 6 este prezentat sistemul de funcționare al senzorului de distanță.

Algoritmul de funcționare este următorul:

Dacă eventualul obstacol se află la o distanță mai mică de 15 cm de mașinuță, motoarele se opresc. Servomotorul rotește senzorul de distanță cu 20° la dreapta. Dacă nu există obstacol detectat în noua poziție, motoarele pornesc în sens “înainte”, iar mașinuța funcționează după comanda dată de telecomandă. Dacă obstacolul este detectat în continuare după trei rotații succesive de 20° ale servomotorului, motoarele pornesc în sens “înapoi”, urmând a aștepta semnalul de la telecomandă. În figura 7 este prezentată schema logică de automatizare.

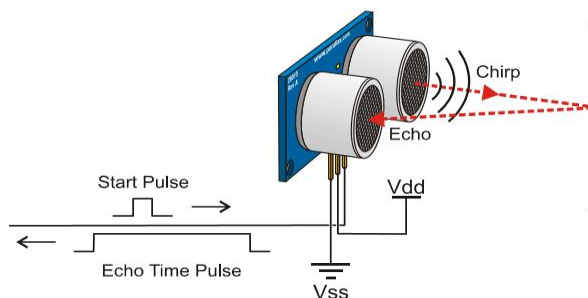




Figura 6: Funcționarea senzorului de distanță.

## 2. Implementare software

Limbajul folosit în vederea funcționării corecte este asemănător limbajului C++ cu o serie de biblioteci proprii și se numește Arduino. Fereastra de mai jos este un editor pentru programare folosit numai pentru plăciile de dezvoltare Arduino. Pentru aceasta trebuie intrat în meniul tools și aleasă placa cu care se lucrează și portul selectat de calculator.

Orice program scris trebuie verificat prin butonul  care verifică dacă apar erori în structura programului, iar prin afișarea mesajului “Done compiling”, programul poate fi rulat prin apăsarea butonului de upload  care trimite prin intermediul portului COM6 instrucțiunile către microcontroler, care le prelucrează și trimite mai departe spre pinii de ieșire.

## Concluzii

În lucrare s-a prezentat un robot autonom cu opțiuni de evitare a obstacolelor. Programarea s-a realizat folosind limbajul de programare Arduino, un limbaj asemănător limbajului C++.

Acest robot prezintă o serie de avantaje deoarece are aplicabilitate în diverse domenii cum sunt: explorarea spațiilor înguste sau periculoase pentru om, serviciile secrete, etc.

## Bibliografie

1. <http://www.minitab.com/en-US/default.aspx>
2. Ivanescu Mihai, *Robotica*, Editura Universitaria, Craiova, 1995
3. <http://www.robotul.ro/Products.aspx>
4. [http://www.roboter-info.de/index\\_en.htm](http://www.roboter-info.de/index_en.htm)

# SISTEM INTELIGENT DE SECURITATE CU ACȚIONARE ELECTRICĂ

Mihai GUȚU, Ion PLEȘCA, Adrian PROCA

Universitatea Tehnică a Moldovei

**Rezumat :** Acest proiect se referă la sistemul de blocare a ușii pentru a restricționa accesul neautorizat. Totul este efectuat de un servo controlat de arduino. În exterior va exista o tastatură pentru a introduce parola de către utilizator. Pe partea exterioară a ușii, utilizatorul poate introduce un număr mare de intrări aleatorii, inclusiv parola corectă în intrare, pentru a face parola să pară foarte dificilă pentru alții.

**Cuvinte cheie:** Arduino Uno, Servomotor , LCD, tastatură, LED, cod , securitate

## Introducere

Tehnologia crește zilnic. Astăzi nu putem gândi nici măcar o zi fără tehnologie. Aceasta ne ușurează viața. Totul este automat. Curînd ne vom afla într-o lume automată. Este doar începutul miracolelor minunate ale științei.

Sistemul de securitate lansează și salvează sistemul de la persoane neautorizate. Trebuie de să ne asigurăm de persoanele sau sistemele nedorite, trebuie să ne impunem anumite tehnologii de securitate. Odată cu progresul tehnologic, acum avem multe tipuri de sisteme de securitate . Am abordat securitatea parolei .

Acest proiect reprezintă un sistem mult mai flexibil și mai securizat decât sistemele obișnuite de securitate disponibile. Este, de asemenea, mai puțin costisitoare în comparație cu nivelul său de complexitate posibil. Acest sistem face ca securitatea dvs. să fie mai puternică și vă permite să păstrați parola. Pentru a implementa acest proiect am utilizat platforma open-source Arduino [1].

## 1. Descrierea sistemului de securitate platforma Arduino

Elementele sistemului: Arduino Uno este un board de microcontroler bazat pe ATmega328P . Are 14 intrări / ieșiri digitale (dintre care 6 pot fi utilizate ca ieșiri PWM), 6 intrări analogice, un cristal de cuarț de 16 MHz, o conexiune USB , o mufă de alimentare, un antet și un buton de resetare. Conține tot ceea ce este necesar pentru a susține microcontrolerul; pur și simplu conectați-l la un computer cu un cablu USB sau alimentați-l cu un adaptor AC-DC sau o baterie pentru a începe. Arduino este o platformă de prototipare (open-source) bazată pe un hardware și software ușor de utilizat. Se compune dintr-o placă de circuite care poate fi programată (denumită un microcontroler) și un software de gestiune numit Arduino IDE (Integrated Development Environment), care este folosit pentru a scrie și încărca codul computerului la bord fizic.

Tastatura : Tastatura hexagonală este pur și simplu un aranjament de 16 într-o formă de matrice 4X4. De obicei, o tastatură hexagonală va avea tastele pentru numărul 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 și literele A, B, C, D, \*, #. Tastatura hexagonală va avea 8 fire de conectare, și anume R1, R2, R3, R4 și C1, C2, C3, C4 reprezentând rândurile și, respectiv, coloanele. [2]

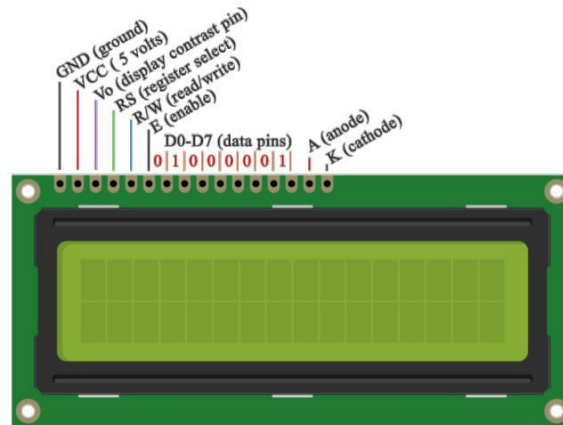
Un servomotor este un dispozitiv mic care are un arbore de ieșire. Acest arbore poate fi poziționat în poziții unghiulare specifice prin trimiterea semnalului codificat servomotorului. Atât timp cât semnalul codat există pe linia de intrare, servomotorul va menține poziția unghiulară a arborelui. Dacă semnalul codat se modifică, poziția unghiulară a arborelui se schimbă.

Ecranul LCD ( ecran cu cristale lichide) este un modul electronic de afișare și găsește o gamă largă de aplicații. Un afișaj LCD 16x2 este un modul foarte simplu și este foarte frecvent utilizat în diverse dispozitive și circuite. Prin Descriere:

1. Ground (0V)

2. Tensiunea de alimentare; 5 V (4,7 V - 5,3 V) Vcc .3

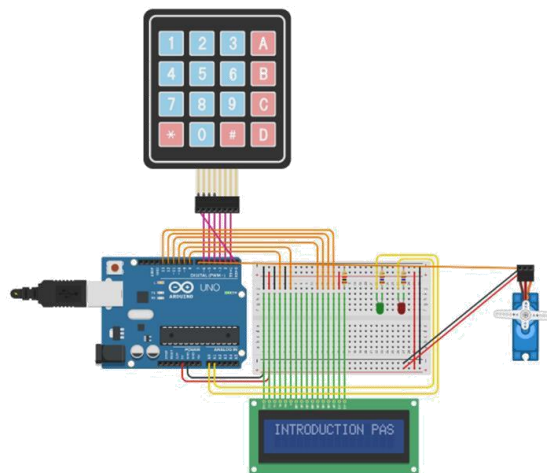
Reglarea contrastului; printr-un rezistor variabil VEE. 4. Selectează registrul de comandă când este scăzut; și registrul de date atunci când Selectați Selectare Înaltă. 5. Scăzut pentru a scrie în registru; Înalt pentru a citi din registrul Citire / scriere. 6. Trimite date către pini de date când este acordat un impuls de la înaltă la joasă Enable (Activare). 7-14 - pini de date pe 8 biți. 15 - Lampa de fundal VCC (5V) Led + 16 - Lumina de fundal (0V) Led-.



**Figura 1.** Ecranul LCD

Descrierea sistemului: Tastatura exterioară va permite utilizatorului să introducă parola care este fixată la instalarea codului. Parola este permisă de la "0" la "9". Combinarea oricărui număr din interval poate fi introdusă ca parolă. Dacă parola se potrivește (8888), ușa va fi deblocată și LED-ul verde se va aprinde. Servomotorul va fi condus și va efectua un curs de  $90^0$  și va acționa sistemul de blocare. Ecranul LCD va afișa mesajul că ușa este deschisă. Dar dacă nu se potrivește, va rămâne în aceeași stare și LED-ul roșu se va aprinde și pe ecranul LCD se va afișa parola care introduce mesajul. Introducând parola corectă, putem bloca și debloca ușa.

Descrierea codului: primul pas este de a include bibliotecile: servo, tastatura, ecranul LCD. Se declară variabilele: integer, char, constant și setăm parola. În funcția void se setează pinii pentru elementele sistemului și se creează funcția. Funcția urmează și răspunde la cerințele programului și are un caracter secvențial. Dacă parola introdusă nu este corectă, LED-ul roșu se aprinde și oprește programul. Dacă parola este corectă, LED-ul verde se aprinde și servomotorul se rotește în același timp.



**Figura 2.** Sistem inteligent de securitate cu acționare electrică

## Concluzii

În acest proiect s-a prezentat o lucrare de realizare a vieții inteligente. Viața poate fi mai ușoară și mai sigură cu ajutorul tehnologiei. Pe măsură ce mergem cu timpul, trebuie să acceptăm necesitatea ușurinței și a siguranței.. Aici poate fi setată sau introdusă o parolă folosind tastatura cu o varietate de combinații de cifre. Pe măsură ce se pot face numeroase combinații de parole, sistemul face schema de securitate mai eficientă și mai sigură. Cu toate acestea, ca un prototip, sistemul de blocare a ușii eficiente pe bază de microcontrolere ar putea fi necesar să fie elaborat mai mult, dar poate concura cu eficiența acestuia cu orice sistem de securitate existent din lume.

## Bibliografie:

1. <https://www.arduino.cc/>
2. <https://www.structuredhomewiring.com/SecuritySystem/ProgrammingAlarm/>

# STUDIUL DISPOZITIVELOR DE ÎNCĂLZIRE CU DISPOZITVE DE INDUCȚIE

George Eduard HOLMAN

Universitatea Ștefan cel Mare Suceava

**Abstract:** Scopul lucrării este studierea amănunțită a dispozitivelor de încălzire pe baza fenomenului de inducție electromagnetică destinată ,încălzirii materialelor feromagnetice, folosind fenomenul de rezonanță la înaltă frecvență și electronica de putere. Încălzirea prin inducție este un procedeu care se utilizează pentru a lega ,întări sau înmuia materiale feromagnetice sau alte materiale conductive. Pentru multe procese moderne de fabricație, încălzirea prin inducție oferă o combinație atractivă de viteză și control. Un alt avantaj pe care mi-l aduce această lucrare este acela că este un dispozitiv compact și poate fi transportat cu ușurință. Deasemenea cel mai folosit dispozitiv în zilele noastre este plita cu inducție .În elaborarea acestei lucrări m-am axat pe îndeplinirea mai multor obiective care vor fi detaliate în articol. Am realizat deasemenea și o comparație dintre dispozitivele de încălzire folosite frecvent în diferite domenii. Cel mai răspândit pe piață în acest moment dispozitiv de inducție până în acest moment este plăcuța ZVS comutație de zero volți cu putere debitată de 1000 Watti. Dispozitivul se poate folosi pentru forjare și pentru aplicații unice în industrie. Dispozitivele mai pot fi folosite și pentru aducerea lămpilor la incandescență. Din documentațiile făcute am constatat că dispozitivele pe bază de inducție sunt folosite și în industria auto ,dar și în domeniul metalelor prețioase pentru topirea Au sau Ag.

**Cuvinte cheie:** încălzire, inducție electromagnetică, rezonanță ,înaltă frecvență ,control, comutație naturală;

## Introducere

Principiul încălzirii prin inducție constă în transformarea energiei electromagnetice absorbite de piesa de lucru în energie termică.

Procesul fizic constă în introducerea unor curenți turbionari în piesa de încălzit; energia termică degajată de acești curenți determină încălzirea piesei. În instalațiile de încălzire prin inducție se utilizează ca sursă a câmpului electromagnetic un inductor de formă solenoidală(bobină cilindrică din conductor de cupru plin sau tubular).

Lațul transformărilor energetice care au loc într-o instalație de inducție electromagnetică este indicat în figura1 de mai jos:

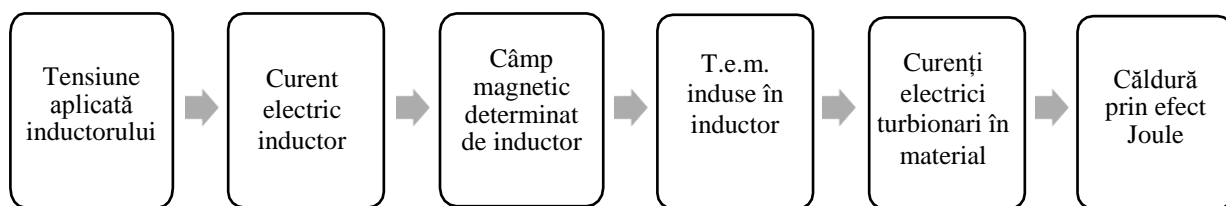


Figura 1. Lanțul transformărilor energetice într-o instalație cu inducție electromagnetică

Principalele caracteristici ale încălzirii prin inducție electromagnetică sunt:

- Căldura se dezvoltă în corpul care urmează a fi încălzit, obținându-se un transfer important de energie,de aici rezultă o viteză mare de încălzire;
- Instalații relativ simple, fiind posibil lucrul în vid sau atmosferă controlată;
- Posibilitate de automatizare și funcționare în flux continuu;

Echipamentul electric al instalațiilor de încălzire prin inducție electromagnetică cuprinde generatorul și aplicatorul care se adaptează la sarcină. Pentru fiecare obiect de încălzit este necesar a alege tipul generatorului cu precizarea caracteristicilor de frecvență și putere ;de asemenea, este necesar să se stabilească dispozitivele auxiliare necesare în funcție de caracteristicile specifice prezentate de sarcină și de aplicatorii asociați și,în mod deosebit de tipul de inductor și de dispozitivul său de adaptare.

## Dispozitiv de Inducție cu comutație naturală

### Simularea dispozitivului de inducție.Varianta 1 dispozitiv necontrolat







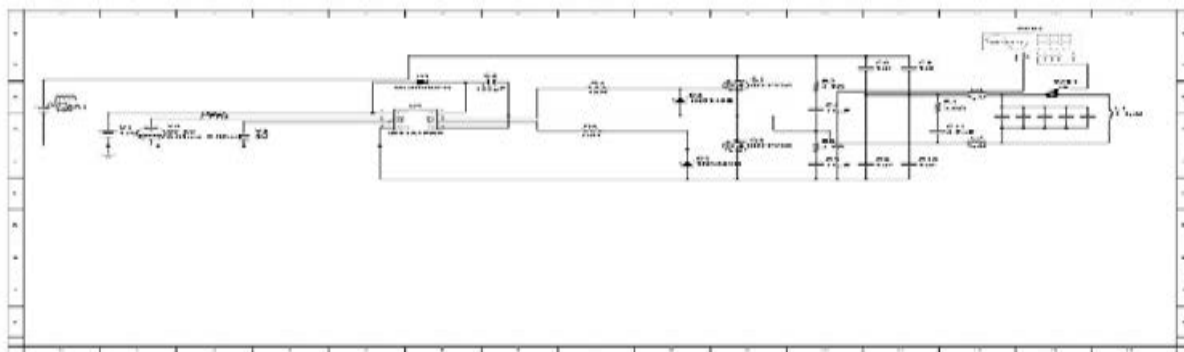


Figura 4. *Schema electrică a dispozitivului de inducție controlat cu driver IR2104, în schema practică IR2153*

### Stand experimental pentru studiul dispozitivelor de inducție

Standul experimental realizat este format dintr-un ansamblu de dispozitive de inducție existente pe piață. Partea practică a lucrării a constat în proiectarea dispozitivului de încălzire prin inducție controlat cu driver IR2153.

O vedere de ansamblu asupra standului experimental cât și a dispozitivelor auxiliare utilizate în realizarea standului este prezentată în figura nr.5 de mai jos.



Figura 5. *Stand experimental realizat. Vedere din față cu denumirile tuturor componentelor folosite în realizarea ansamblului.*

Prezentarea dispozitivelor folosite în realizarea standului din imaginea de mai sus este prezentată în cele ce urmează:

1. Plita cu inducție alimentată direct de la rețeaua electrică de ca
2. Sursă dublă de cc pentru alimentarea dispozitivului de inducție de putere 120W
3. Sursă de cc de 30 V pentru alimentarea dispozitivului controlat, pentru alimentarea părții de comandă a dispozitivului
4. Rezistența de limitare a curentului pentru prevenirea distrugerii elementelor electronice sensibile.
5. Autotransformatorul pentru alimentarea părții de forță a circuitului inductor realizat
6. Ampermetru pentru monitorizarea curentului absorbit de inductor
7. Ampermetru pentru monitorizarea curentului pentru circuitul de încălzire de 120W
8. Separator de alimentare a circuitului rezonant
9. Dispozitiv de încălzire prin inducție de 120 W
10. Dispozitiv de încălzire prin inducție proiectat și controlat cu driver IR2153
11. Profil feromagnetic de prelucrat pentru compararea rezultatelor celor 3 dispozitive inductoare folosite.

## Date experimentale

### Dispozitiv de Inducție 120W

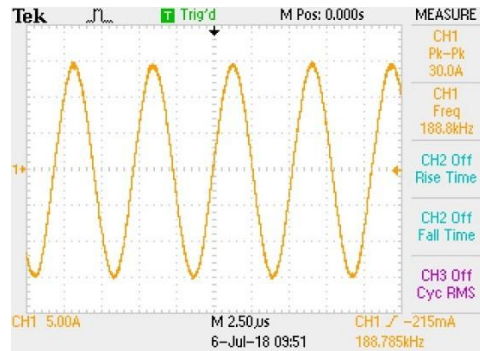


Figura 6. Semnal preluat la funcționarea dispozitivului la mersul în gol

În figura 6 se poate observa forma semnalului la funcționarea în gol a dispozitivului cu un curent de vârf absorbit de 30 A, la o frecvență de rezonanță de 189 Hz

### Dispozitiv de inducție controlat cu driver IR2153



Figura 7. Test la funcționarea în gol a dispozitivului proiectat  $U=30V$

Din graficul de mai sus se poate observa un curent de vârf de 78,4 A, la o frecvență de 43,8 kHz. Tensiunea de alimentare de la AT este de 30V, iar curentul absorbit din sursă este de 2A.

Pentru plita cu inducție am efectuat teste la diferite trepte de putere de la putere minimă de 200W până la puterea de 2kW. Pe baza datelor obținute am întocmit grafice care prezintă evoluția în timp a temperaturii, dar și eficiența încălzirii prin inducție la puteri diferite.

## SECȚIA CALCULATOARE, INFORMATICĂ ȘI MICROELECTRONICĂ

### Subsecția TEHNOLOGII INFORMAȚIONALE

Nr.	Autorul, denumirea lucrării	Pagina
1	<b>Martînuc Alexei</b> Un algoritm de control și coordonare a zborului dronelor în formațiune.	169
2	<b>Mihailovschi Grigore, Martiniuc Alexei</b> Realizarea protocolului de comunicație telemetrică AX.25 pentru nanosatețiții ”TUMnanoSAT”.	174
3	<b>Andronic Alexandru, Cernean Denis</b> Sistem de comandă pentru standul de simulare a câmpului geomagnetic pentru testarea controlului atitudinii nanosatețiților.	178
4	<b>Олейник Сергей</b> Алгоритм сегментации области интереса для извлечения структуры поверхности бумаги.	184
5	<b>Lisnic Inga, Scrob Sergiu</b> Programarea orientată spre agenți: limbaje de programare, instrumente și platforme	188
6	<b>Cojuhari Vladislav</b> Sisteme de identificare operativă a persoanelor pentru asigurarea securității în zonele aglomerate strategice	192
7	<b>Braga Vasili</b> Sisteme senzoriale pentru agenți credibili	194
8	<b>Crușnevschi Stanislav, Moraru Dumitru</b> Identificarea parametrilor traductorului inductiv.	196
9	<b>Popa Victor, Platon Vadim</b> Sistem de generare a impulsurilor PWM pentru conducerea motorului BLDC.	200
10	<b>Popovici Nadejda</b> Aplicație LabView de acordare a algoritmilor tipizați în timp real.	204
11	<b>Rusanovschi Mihaela, Pociumbanu Gabriela, Paniș Iulian, Bobeico Dumitru, Istrati Daniela</b> Blockchain. Tehnologia viitorului.	208
12	<b>Manolache Pavel, Ciobanu Catălin, Cebotaru Stefan, Șchiopu Maxim</b> Impactul Inteligenței Artificiale în viața cotidiană.	211
13	<b>Goțonoaga Dorian, Ulmanu Cristian</b> IoT: Internet of Things, între avantaje și dezavantaje.	213

# UN ALGORITM DE CONTROL ȘI COORDONARE A ZBORULUI DRONELOR ÎN FORMAȚIUNE

Alexei MARTÎNIUC

Centrul Național Tehnoogii Spațiale, Universitatea Tehnică a Moldovei

**Abstract:** Vehiculele aeriene pilotate la distanță (UAV – Unmanned Aerial Vehicle), numite drone, sunt utilizate în diverse domenii. Ele cuprind o gamă largă de aparate de zbor de diverse dimensiuni, construcții și arii de utilizare. În prezent dronele sunt utilizate eficient în operațiuni de salvare, transportarea coletelor, operațiuni militare și de urmărire, monitorizare și spionaj, cercetări științifice, în industria cinematografică, mass-media etc. Lucrarea de față se concentrează asupra algoritmilor de control a zborului și comunicare, destinați aplicării într-o formație de drone, care se pot deplasa ca grup spre țintele stabilite de către operator. Se vor analiza metodele și modelele deja existente, se va studia analitic problema și se vor propune soluții, exemple și recomandări de implementare a acestora.

**Cuvinte cheie:** drone, zbor în formație, modele de control, comunicare, coordonare.

## Introducere

Sarcinile de pilotare la drone sunt îndeplinite de unitatea de comandă de bord, care este principalul component al sistemului de comandă și navigare, care asigură zborul lor stabil. Fiecare dronă comunică cu operatorul cu ajutorul unei singure perechi emițător-receptor. Atât conexiunea transmițător (telecomanda) – receptor, cât și receptor - bloc de control au protocoale de comunicație specifice. De regulă, protocoalele de comunicare emițător-receptor pentru drone sunt digitale și operează în banda de frecvențe de 2-2.4GHz. Protocoalele de comunicare dintre receptor și blocul de comandă a zborului pot fi atât digitale, cât și analogice.

Există diverse metode de control al zborului în formație. În contextul formațiilor mici acestea se clasifică în două categorii: controlul centralizat și controlul decentralizat. Controlul centralizat presupune ca fiecare membru (dronă) al formației să fie controlat de un unitate de control (controller) central astfel că membrii formației sunt complet dependenți de comenzile parvenite de la unitatea de control centrală. Pentru o formație aceasta înseamnă că fiecare membru a acesteia este ghidat de-a lungul unei traiectorii proprii stabilite de unitatea de control centrală. În cazul controlului decentralizat, membrii individuali a formației au unități de comandă proprii. Aceasta permite fiecărui membru a formației să devină complet autonom. În loc să urmeze o traiectorie stabilită de unitatea de comandă centrală, membrii formației interacționează unul cu altul pentru a asigura un zbor sigur ca formație și a atinge în siguranță ținta [1, 2].

De obicei, se utilizează o combinație dintre controlul centralizat și cel decentralizat. Aceasta înseamnă că sarcina de control al dronelor din formație este partajată între o unitate de control centrală și alta locală. De exemplu, se consideră o misiune simplă de deplasare a unei formații din patru drone dintr-un punct A spre un alt punct B. Misiunea presupune zborul tuturor celor patru drone din formației din punctul A spre punctul B, fiecare dronă păstrându-și totodată poziția în interiorul unei regiuni cu raza  $R$  ce definește formația și păstrând o distanță sigură una față de cealaltă, definită de o sferă de rază  $\Omega$ . Într-o combinație dintre controlul centralizat și cel decentralizat, unitatea de control centrală ar stabili un punct (poziție) inițial A și un punct de destinație B, în timp ce unitățile de control individuale ar asigura crearea formației și păstrarea distanței sigure dintre drone [3-4].

## 1. Materiale și metode

Un element fundamental care face posibilă cooperarea dronelor în timpul zborului în formație, în afară de un algoritm eficient de control al zborului, mai este comunicarea dintre drone în vederea schimbului de date despre poziția fiecărei drone din formație. Aceasta impune ca dronele să comunice prin intermediul unei rețele de comunicare, al cărei protocol trebuie să asigure o legătură fiabilă dintre membrii formației. Prima etapă în elaborarea structurii rețelei de comunicare dintre dronele ce zbor într-o formație este alegerea topologiei rețelei. Algoritmul de control a zborului în formație prevede ca fiecare dronă din formație trebuie să știe poziția celorlalte drone, iar rețeaua trebuie să fie scalabilă. De aceea, în urma analizei mai multor topologii s-a considerat că cea mai potrivită este topologia în formă de *stea*. Topologia în formă de *stea* permite adresarea secvențială a fiecărui membru în parte și facilitează sincronizarea între membri și evitarea interferenței întrucât toate nodurile rețelei operează în același canal de frecvență. Structura propusă a rețelei

de comunicație din cadrul formației de drone este prezentată în fig. 1. Nodul GCS (*Ground Control Station*) reprezintă punctul de control al formației aflat la sol.

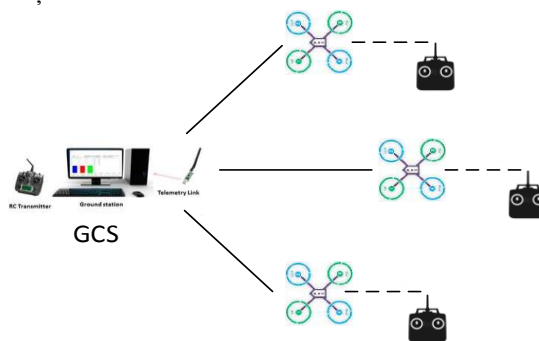


Fig. 1. Schema topologiei rețelei de comunicație în cadrul unei formații din 3 drone.

Rețeaua de comunicație propusă admite controlul individual a fiecărei drone cu ajutorul unei telecomenzi dedicate cu toate că nu necesită neapărat de implementat aceasta. Comunicarea dintre dronă și telecomanda are loc printr-un canal dedicat. Pentru a fi posibilă implementarea topologiei rețelei prezentate, este necesar ca modulul de comunicare și protocolul asociat lui de la bordul fiecărei drone să suporte comunicarea bidirecțională cu reținere de timp cât mai mică pentru a păstra o bună sincronizare a datelor despre poziția fiecărei drone din formație. Sub canal aici se înțelege canal logic care are o adresă proprie fixă întrucât toate canalele din rețea vor avea aceeași frecvență (de exemplu, în banda ISM 2.4GHz).

Am propus protocolul de legătură de date *ShockBurst/Enhanced ShockBurst (ESB)*, suportat de transceiver-ele nRF24L01/+ produs al firmei Nordic Semiconductor, deoarece este un protocol bidirecțional bazat pe pachete și este utilizat în sisteme care necesită un consum de energie și cost al sistemului reduse, inclusiv în comunicarea cu telecomanda la dronele mici [3-4]. Protocolul *ESB* prevede validarea pachetelor utilizând suma de control (CRC) de 8 biți sau de 16 biți (se selectează la configurarea modulelor) și retransmisia programată a pachetelor dacă nu au fost recepționate cu succes (eveniment validat prin recepționarea unui pachet de confirmare (*acknowledge*)). Pentru implementarea hardware a rețelei de comunicație propuse pentru controlul zborului formației de drone au fost alese transceiver-ele nRF24L01+ care utilizează protocolul *ESB* deoarece au un consum redus de energie și sunt ușor de integrat (necesită puține componente adiționale).

Structura rețelei propuse poate fi descrisă în felul următor. La nivelul punctului de control central (GCS) se definesc canalul radio și adresele membrilor formației. Aceste adrese sunt preprogramate în software-ul dronelor și rămân constante. Cu toate că topologia aleasă a rețelei permite extinderea prin adăugarea dinamică a membrilor noi în formație, în lucrare prezentă ne vom concentra la modelul fix al topologiei alese. La nivel de GCS, adresele dronelor precum și structurile ce conțin poziția și orientarea lor sunt păstrate într-un tablou. Acest tablou este completat de către operator atunci când se configurează formația. Un tablou similar se creează și la nivel de membru însă acesta conține doar structurile cu datele despre poziția celorlalți membri.

Structura pachetului de date a protocolului *ESB* și a setului de pachete de date recepționate de GCS în faza de creare a formației are structura prezentată în fig. 2. în care se prezintă setul de pachete de date pe care le transmite GCS fiecărui membru în regim normal de zbor în formație.

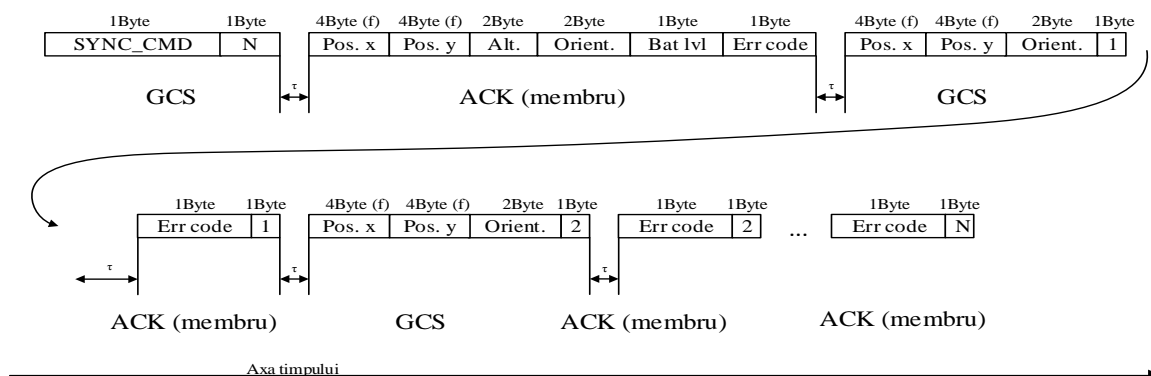


Fig. 0. Diagrama de timp a schimbului de date dintre GCS și dronă în timpul zborului formației.

Diagramele de timp omit detaliile privind structura pachetelor de date la nivel de protocol de legătură. În cazul comunicării dintre GCS și membrii formației după crearea acesteia GCS emite comanda de sincronizare a datelor despre poziție și numărul de membri în formație minus unu (cel căruia GCS se adresează) către fiecare membru adresat. Membrul adresat răspunde ca confirmare de recepție printr-un pachet ce conține datele ce descriu despre poziția sa. La rândul său GCS transmite o serie de M-1 pachete, unde M este numărul de drone în formație, cu datele despre locațiile celorlalți membri pe care acesta le-a achiziționat anterior în același mod. După recepționarea fiecărui pachet cu datele despre locație membrul răspunde cu câte un pachet de confirmare ce conține numărul de ordine a pachetului tocmai recepționat. Tranzacția se repetă ciclic pentru toate dronele din formație. În cazul pierderii legăturii dintre un membru și GCS (membrul nu răspunde cu pachete de confirmare către GCS), GCS înlătură din tabloul membrilor datele despre drona lipsă și actualizează numărul membrilor în cadrul tranzacțiilor cu ceilalți membri care sunt activi. În acest caz algoritmul de agregare a formației va forța dronele rămase active să se reorganizeze geometric în cadrul formației.

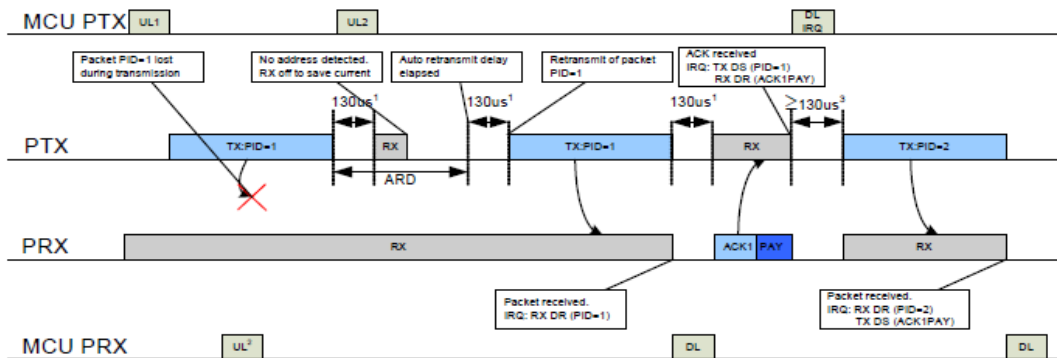


Fig. 3. Transmisia unui pachet cu pierderea acestuia și retransmisia lui.

Protocolul ESB prevede retransmiterea automată a pachetelor în cazul când emițătorul nu a primit pachetul de confirmare de la receptor. Numărul de retransmisii și intervalul dintre ele este programabil. Dacă toate retransmisiile eșuează transceiverul înlătură pachetul (re)transmis din buffer-ul de transmisie. În figurile 3 și 4 sunt prezentate diagramele de timp a transmisiei de date prin protocolul ESB pentru diferite scenarii. În cadrul schimbului de pachete prin protocolul ESB un transceiver funcționează ca emițător primar (PTX) iar altul ca receptor primar (PRX). Transferul de date este întotdeauna inițiat de PTX. Inițial transceiver-ul PTX se află în regim standby. După încărcare în buffer-ul de transmisie a unui pachet cu date și la activarea ulterioară transceiver-ului prin controlul unei intrări dedicate ( $CE = 1$ ), pachetul se assemblează și se emite în eter (după o reținere de circa  $130\mu s$  cât durează setarea PLL-ului). Dacă retransmisia automată este activată se verifică bitul NO\_ACK din câmpul de control al pachetului transmis [5,6].

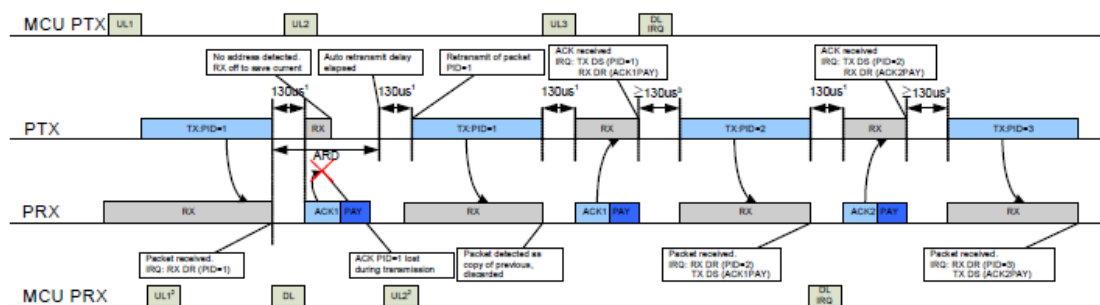


Fig. 4. Diagrama de timp a tranzacției cu pierderea pachetului de confirmare și retransmisia pachetului inițial.

## 2. Rezultate și discuții

Vom prezenta rezultatele testării prin simulare în MATLAB a unei mici formații de drone, vom demonstra, că formația este capabilă să se deplaseze eficient în spațiu tridimensional din poziția inițială spre poziția-țintă definită de utilizator. Pentru a demonstra comportamentul de agregare a formației, coeficienții  $k_x$ ,  $k_y$  și  $k_z$  (criteriul de stabilitate Routh-Hurwitz) au fost setați egali cu zero, deci dronele se vor deplasa



doar sub influența funcției potențialului de agregare  $\hat{r}_{pot}^i$ . Inițial altitudinea este setată cu zero iar coeficienții  $a$ ,  $b$  și  $c$  a funcției potențialului au fost setați respectiv cu valorile:  $a=0,03$ ,  $b=1$  și  $c=25$ . În fig. 5a, 5b se arată cum dronele sunt forțate una spre alta. Un overshoot mic este prezent, însemnând faptul că distanța dintre drone este mai mică decât  $\delta_{ij}$ . În acest moment dronele sunt imediat respinse înapoi una de alta și se stabilesc în poziția lor de echilibru. Calculând distanța de echilibru și comparând rezultatul cu distanța experimentală dintre drone după două minute de simulare rezultă valoarea distanței egale cu  $\delta_{ij}$  pentru fiecare dronă. Aceasta înseamnă că pentru o formație de trei drone se așteaptă ca forma geometrică a formației să fie un triunghi echilateral.

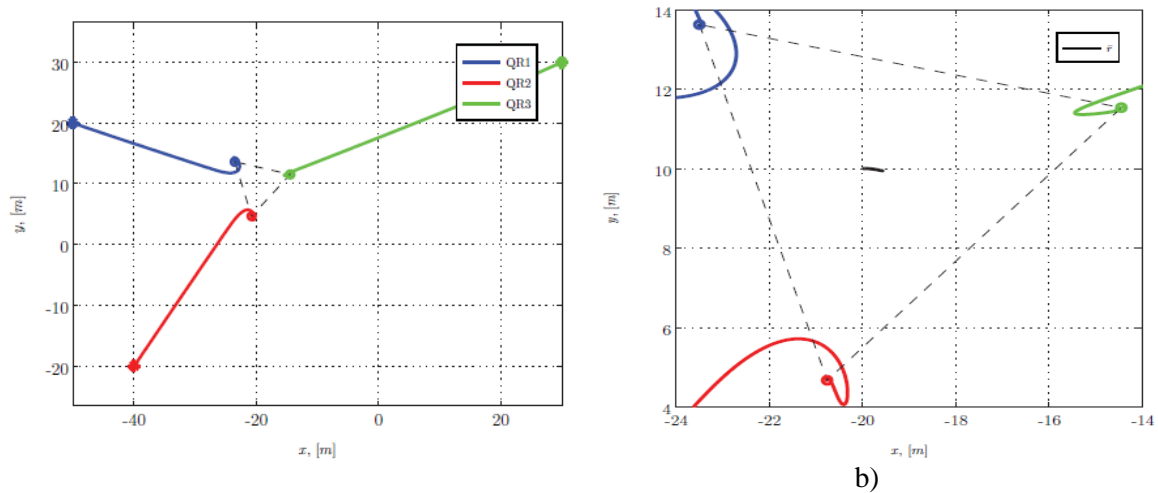


Fig. 5. Agregarea formației de drone sub influența funcției potențialului (a) și imaginea mărită a centrului formației (b).

Pentru testarea abilității algoritmului de control a ghidării formației spre țintă, dronele au fost plasate în poziții aleatorii, la o distanță suficientă ca să se considere inițial că acestea sunt agenți liberi, dar sub influența atracției de potențial. Ținta este plasată destul de departe față de pozițiile inițiale ale dronelor, astfel că dronele se vor deplasa ca formație spre țintă. Astfel s-a demonstrat egalarea de viteze odată cu agregarea formației. Cel mai bun rezultat s-a obținut pentru modelul cu coeficienți variabili. În cazul modelului cu coeficienți constanți agregarea formației este mai lentă. În acest caz  $k_{pot}$  are valoarea maximă egală cu 2. Din cauza limitelor impuse de platforma dronelor, controlul poziției este limitat. Aceasta înseamnă că este necesar ca controlul variabil al dronei să fie partajat între comanda controlului formației, centrul formației, și ieșirile controlului poziției  $u_d$ ,  $v_d$  și  $w_d$ . Când coeficientul de proporționalitate a lui  $\hat{r}$  este mărit în detrimentul câștigurilor de poziție, agregarea formației este rapidă, dar zborul acestora este lent din cauza câștigurilor de poziție foarte mici.

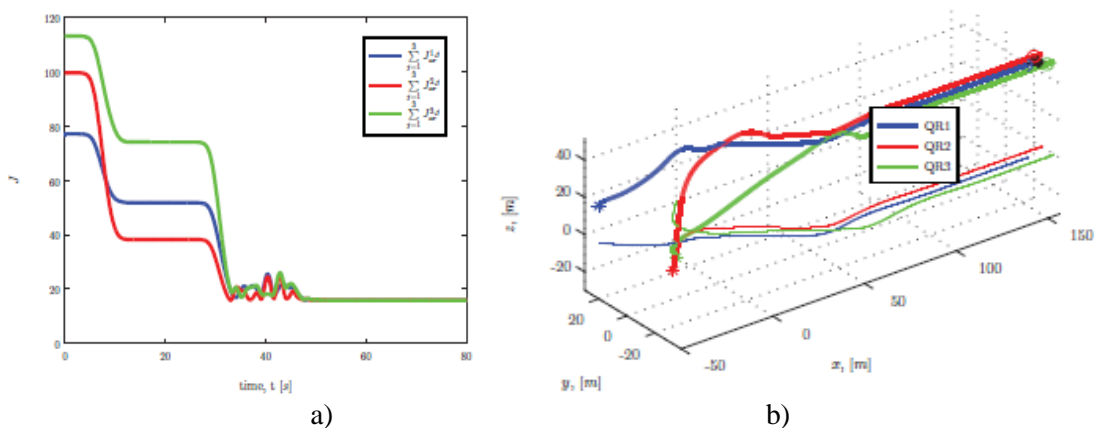


Fig. 6. Variația funcțiilor potențialului în cazul zborului controlat al formației (model cu coeficienți constanți) (a) și diagrama de deplasare a formației dronelor în 3D (b).



În fig. 6b se prezintă în 3D mișcarea formației spre țintă. Pozițiile inițiale ale dronelor sunt aceleași cu excepția faptului că dronele acum pornesc de la înălțimi diferite. Coordonatele țintei sunt [150, -30, 50]. În loc să zboare în linie dreaptă, dronele se ridică la înălțimea stabilită înainte de atingerea țintei. Aceasta se datorează faptului că legile de control a altitudinii constau doar din două bucle imbricate. Deci atingerea altitudinii dorite e mult mai rapidă decât atingerea locației în plan orizontal. Liniile subțiri din diagrame sunt proiecțiile bidimensionale pe planul  $z=0$  a traiectoriilor de zbor. Fig. 6b prezintă profilul 3D a vitezelor dronelor. Aceasta totodată arată faptul că atunci când dronele ajung la altitudinea stabilită, este prezent un overshoot mic. Acesta poate fi evitat prin micșorarea coeficientului  $k_z$ .

## Concluzii

Zborul dronelor în formațiune deschide multe posibilități și avantaje, dar necesită o coordonare eficientă între ele. În această lucrare s-a prezentat un algoritm eficient pentru realizarea autonomă a agregării formației de drone precum și o posibilă metodă de realizare și implementare a rețelei de comunicare dintre drone.

Simulările funcționării algoritmului au demonstrat eficiența acestuia în formarea și menținerea unei formații mici de drone.

Avantajele acestui algoritm sunt:

- Simplitatea relativă;
- Posibilitatea implementării pe drone de dimensiuni foarte mici cu resurse de calcul limitate;
- Cost redus a resurselor hardware.

Pentru a mări eficiența, performanțele și versatilitatea algoritmului se propune în viitor implementarea în acesta a măsurilor de prevenire a coliziunilor accidentale și modificarea dinamică a componenței formației de drone.

## Bibliografie

1. Future of Life Institute. 2016. *Autonomous Weapons: An Open Letter from AI and Robotics Researchers*. July 28. Accesat 7 ianuarie, 2017. <http://futureoflife.org/open-letter-autonomous-weapons/>.
2. Adams, E. 2016. *DARPA's Developing Tiny Drones that Swarm to and from Motherships*. April 13. Accesat 7 ianuarie, 2017. <https://www.wired.com/2016/04/darpas-developing-tiny-drones-swarm-motherships/>.
3. Erik de Vries, Kamesh Subbarao. *Cooperative Control of Swarms of Unmanned Aerial Vehicles* – 49th AIAA Aerospace Sciences Meeting including the New Horizons Forum and Aerospace Exposition 4 - 7 January 2011, Orlando, Florida.
4. Erik de Vries, Kamesh Subbarao. *Backstepping based Nested Multi-Loop Control Laws for a Quadrotor* – 11th International Conference on Control Automation Robotics and Vision, Singapore, 7 – 10th decembrie 2010.
5. Kenzo Nonami, Farid Kendoul, Satoshi Suzuki, Wei Wang, Daisuke Nakazawa. *Autonomous Flying Robots. Unmanned Aerial Vehicles and Micro Aerial Vehicles* – Springer, 2010, p. 1 – 24.
6. S. Hayat, E. Yanmaz, R. Muzaffar, *Survey on unmanned aerial vehicle networks for civil applications: A communications viewpoint*. IEEE Communications Surveys Tutorials 18 (4) (2016) 2624–2661.

# REALIZAREA PROTOCOLULUI DE COMUNICAȚIE TELEMETRICĂ AX.25 PENTRU NANOSATELIȚII "TUMnanoSAT"

Grigorii MIHAILOVSKII, Alexei MARTÎNIUC

Universitatea Tehnică a Moldovei

**Abstract:** În prezent în jurul Pământului orbitează mai mult de 1000 de sateliți artificiali funcționali. Din ce în ce mai mulți sateliți se folosesc în scopuri științifice și educaționale și se numesc „universitari”. Pentru această clasă de sateliți comunicația cu stațiile terestre este stabilită ca standard în baza protocolului de transfer a datelor AX.25. În prezenta lucrare este descris formatul protocolului de comunicare AX.25 și metoda de realizare pentru stabilirea legăturii dintre stația terestră și nanosatelitul „TUMnanoSAT”.

**Cuvinte cheie:** cadru, încapsulare, bitstuffing, NRZ-I, scrambling.

## Introducere

AX.25 este un protocol data link de nivel înalt (HDLC) și o extensie a protocolului X.25 pentru aplicarea în rețelele de comunicare dintre radioamatori. În cadrul standardului, protocolul este descris ca un protocol link layer care ocupă cele trei niveluri inferioare din modelul OSI. Acest standard nu descrie nivelul fizic, care mai mult sau mai puțin a devenit de facto în diverse implementări din comunitatea radioamatorilor. Protocolul oferă servicii caracteristice nivelului de rețea pentru rutare de cadre AX.25 cu protocoale de nivel superior, de ex. TCP. În lucrarea curentă vor prezenta realizarea protocolului AX.25 pe nanosatelitul TUMnanoSat pentru comunicare cu stațiile terestre [1,2].

## 1. Realizarea protocolului de comunicație telemetrică AX.25

AX.25 – protocol de transfer a datelor la nivel de canal (al doilea nivel de jos în modelul OSI). Este destinat comunicării între amatorii radio, de aceea este pe larg folosit în rețelele radioamatori de comunicare pe bază de pachete. Cu scopul ca orice radioamator să poată stabili legătura cu satelitul „universitar” în sistemul de comunicare stație terestră – satelit universitar este recomandat în calitate de standard protocolul AX.25 [3,4]. Modelul simplificat de comunicare a abonaților în baza acestui protocol este prezentat în fig. 1.

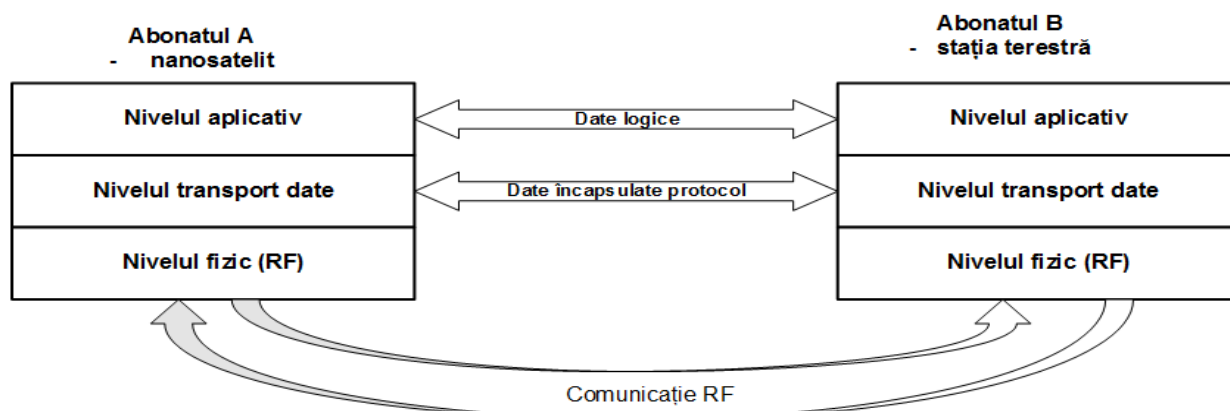


Fig.1. Modelul simplificat al unei arhitecturi de comunicare multinivel.

Eficiența comunicației satelit-stație terestră depinde de modul de distribuție a funcțiilor nivelurilor pe componentele satelitelui. Am propus următoarea distribuție a funcțiilor nivelurilor în modul următor:

- Nivelul fizic fizic este realizat de către modulul RF: emisia/recepția concomitant modulația/demodulația semnalelor radio, în caz particular AFSK a datelor furnizate sau acumulate de microcontrolerul local al modului de comunicație.
- Nivelul de încapsulare/decapsulare a datelor în conformitate cu protocolul AX.25 se realizează pe calculatorul de bord (OBC) al nanosatelitelui;
- Nivelul de aplicație este realizat pe calculatorul de bord (OBC) al nanosatelitelui, care cuprinde achiziționarea datelor de la senzorii de bază, inclusive a datelor de la sarcina utilă și captarea imaginilor

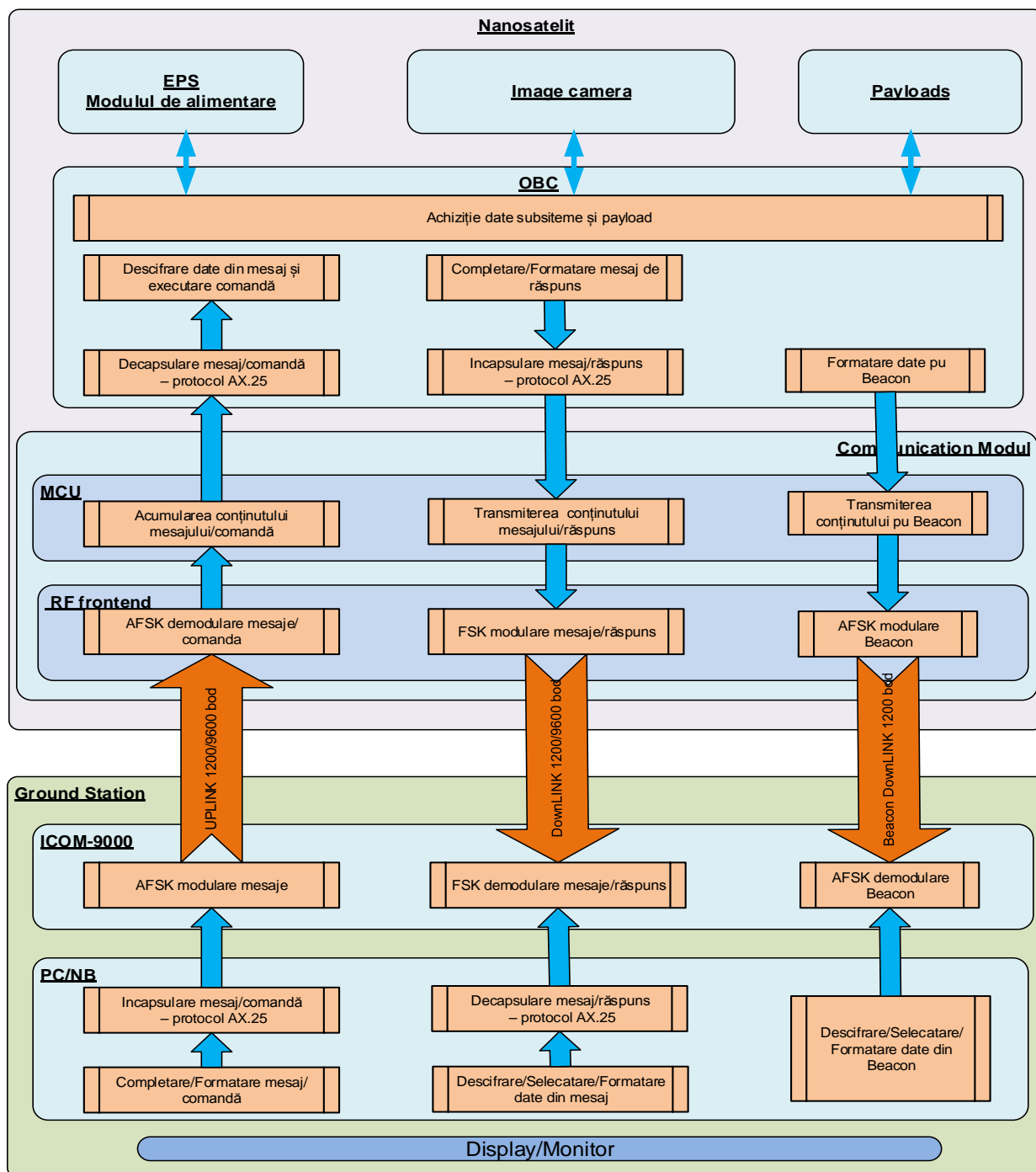


Fig. 2. Diagrama de interacțiune a componentelor satelitelui și stației terestre în proces de comunicație.

Procesul de transmitere/recepționare a datelor, folosind protocolul AX.25, este realizat după următorul algoritm, prezentat în fig. 3:

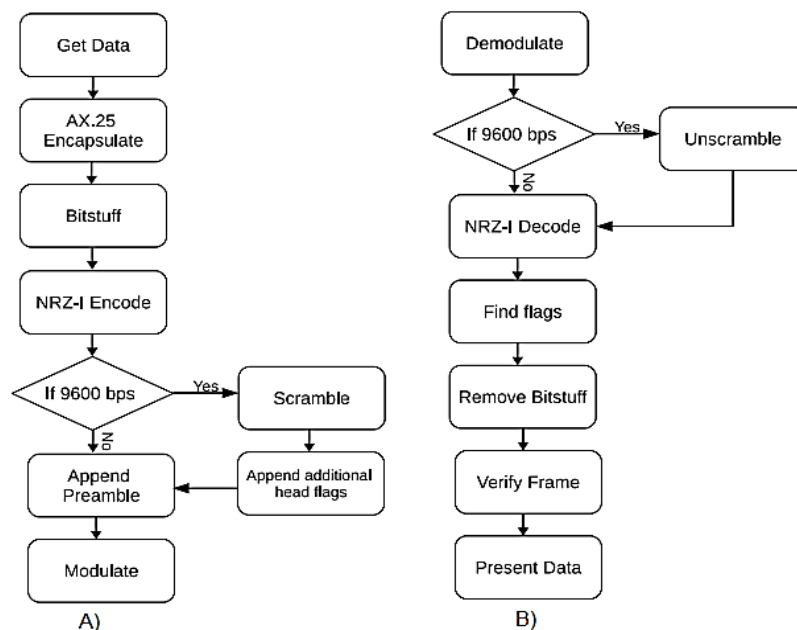


Fig.3. Algoritm de transmisie (A) și recepție (B) a pachetelor de date AX.25.

Toate procedurile de mai sus, prezentate în algoritm, în afară de modulare/demodulare au fost realizate într-o aplicație embedded rulată pe microcontrolerul MCU STM32F407 al calculatorului de bord. Realizarea protocolul AX.25 necesită încapsularea datelor în patru tipuri de cadre. Pentru schimbul de date dintre stația terestră și nanosatelit cel mai frecvent se utilizează doar cadrul UI – Unnumbered Information. În fig.4 este prezentată structura cadrului UI care conține următoarele câmpuri:

1. Flag – indică începutul și sfârșitul cadrului;
2. Address – conține adresele sursei și destinației;
3. Control – conține informația privind formatul cadrului;
4. PID – conține informația privind versiunea protocolului AX.25 utilizată;
5. Info – conține datele propriu-zise expediate;
6. FCS – suma de control, calculată pentru 4 câmpuri precedente și permite detecția erorilor singulare și duble în pachet.

Flag	Address	Control	PID	Info	FCS	Flag
01111110	112/224 Bits	8/16 Bits	8 Bits	N*8 Bits	16 Bits	01111110

Fig.4. Structura unui cadru UI AX.25

După încapsulare, cadrul este supus bitstuffing-ului (înscrierii biților adiționali de „0” după fiecare 5 biți consecutivi de „1”). Pentru a preveni detecția eronată a flag-ului în interiorul cadrului am propus următoarele proceduri de prelucrare la nivelul fizic al protocolului.

După procedura de bitstuffing asupra cadrului se efectuează codarea binară NRZ-I. Într-un flux binar codat după tehnica NRZ-I, zerourile logice sunt reprezentate ca tranziții de la nivelul logic precedent la cel opus, iar unitățile logice – prin păstrarea nivelului logic precedent pe durata unui simbol (bit). Împreună cu bitstuffing-ul, codarea NRZ-I a fluxului binar permite extragerea semnalului de sincronizare din acesta, deci sincronizarea receptorului cu fluxul binar recepționat.

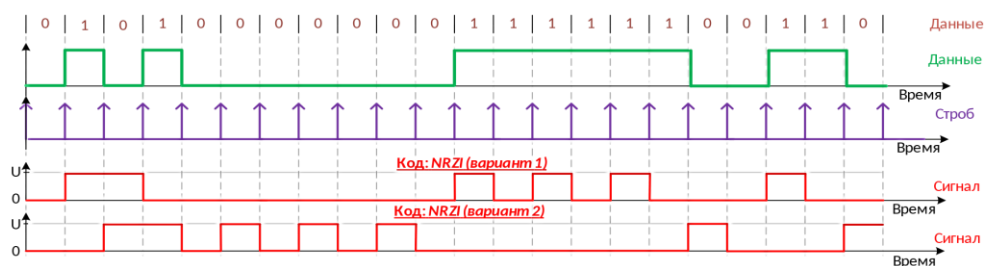


Fig.5. Tehnica de codare NRZ-I.

**Scrambling** este o procedură de pseudo-randomizare fluxului binar transmis cu ajutorul unui registru de deplasare cu bucle de reacție (LFSR), astfel că probabilitatea de emisi a zerourilor și unităților logice este aproape echivalentă. Scrambling-ul permite utilizarea mai eficientă a spectrului semnalului de emisie, făcându-l mai uniform pe banda de frecvențe emisă. Polinomul propus în procedura de scrambling este:

$$X(Y) = X(1) (+) X(12) (+) X(17),$$

unde:  $X(Y)$  este valoarea pseudo-aleatorie.

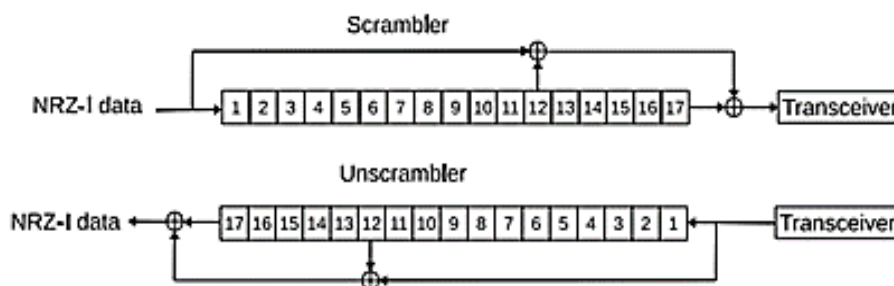


Fig.6. Schema de structură a scrambler-ului și descrambler-ului, utilizat în protocolul AX.25.

## Concluzii

Protocolul AX.25 este un protocol simplu și robust, potrivit pentru realizarea comunicării între sateliți universitari și stațiile terestre, inclusiv cele de amatori.

În cadrul acestei lucrări a fost realizată o implementare sub formă de bibliotecă de funcții și proceduri în limbajul C care realizează toate procedurile de creare, codare și decodare a pachetelor AX.25. Biblioteca protocolului AX.25 realizată permite implementarea acestuia și în sisteme embedded. Prin urmare implementarea bibliotecii este posibilă atât în sisteme cu RTOS cât și sisteme simple fără sistem de operare real-time.

## Bibliografie

1. Nicolae Secieru, Nicolae Levineț, Sergiu Candraman, Ilco Valentin, Adrian Girsan, Andrei Margarint. TUMnanoSat family for diverse educational space mission. - In: *The 9<sup>th</sup> International Conference on Microelectronics and Computer Science & The 6<sup>th</sup> Conference of Physicists of Moldova*, Chișinău, Republic of Moldova, October 19-21, 2017, pp. 143-150.
2. BOSTAN Ion, PISO Ioan-Marius, BOSTAN Viorel, BADEA Alexandru, SECRIERU Nicolae TRUSCULESCU Marius, CANDRAMAN Sergiu, MĂRGARINT Andrei, MELNIC Vladimir. Arhitectura rețelei stațiilor terestre de comunicații cu sateliți. *Academos*, Nr. 2(41), 2016, pp. 69-76. ISSN 1857-0461
3. Beech A., Nielsen E., Taylor J. AX.25 Link Access Protocol for Amateur Packet Radio. 1998. P. 143.
4. Gronstad M. Implementation of a communication protocol for CubeSTAR. University of Oslo. Oslo, 2010. P. 147.

# MICROSISTEM DE COMANDĂ PENTRU STANDUL DE SIMULARE A GEOMAGNETISMULUI PENTRU TESTAREA CONTROLULUI ATITUDINII NANOSATELIȚILOR

Alexandru ANDRONIC, Denis CERNEAN

Centrul Național Tehnoogii Spațiale, Universitatea Tehnică a Moldovei

**Abstract:** Controlul atitudinii nanosateleților în spațiu, (attitude determination and control subsystem - ADCS) este o funcție foarte importantă pentru cele mai diverse misiuni ale lor. Testarea funcționalității ADCS la etapa de prelansare devine importantă pentru realizarea misiunilor preconizate. Această lucrare își are ca scop realizarea microsistemului de comandă cu o platformă pe bază de bobine Helmholtz pentru automatizarea experimentelor de testare a subsistemului de control atitudine și componentelor lui al nanosateleților.

**Keywords:** Magnetometer, Poziționare, Control Atitudine(ADCS), CubeSat, , magnetorquer, bobine Helmholtz.

## Introducere

Una dintre caracteristicile definitorii ale erei moderne a explorării spațiale este natura ei deschisă. Datorită apariției noilor tehnologii și a măsurilor de reducere a costurilor, sectorul privat este acum capabil să ofere propriile servicii de lansare. În plus, instituțiile academice și țările mici, inclusiv UTM [1], sunt acum capabile să-și construiască sateliții proprii pentru a realiza cercetări atmosferice, pentru a face observații asupra Pământului și a testa noi tehnologii spațiale. Este ceea ce se numește CubeSat, un satelit miniaturizat care permite cercetarea spațială eficientă din punct de vedere al costurilor. Cunoscuți ca nanosateleți, CubeSats sunt construiți la dimensiuni standard de 10x10x10cm (1U) și sunt în formă de cuburi (de aici și numele). Acestea sunt scalabile, care vin în versiuni care măsoară 1U, 2U, 3U sau 6U pe o parte și cântăresc în mod obișnuit mai puțin de 1,33 kg (3 lbs) pe U [2, 3].

CubeSats reduce costurile de lansare. Ei nu cântăresc atât de mult, ceea ce înseamnă că o rachetă nu are nevoie de mult combustibil pentru a le lansa. Cu toate acestea, există câteva provocări de proiectare a CubeSat. Elementele electronice sunt mai mici și, prin urmare, sunt mai sensibile la radiații. Pentru că sunt mici, nu pot purta încărcături mari cu ele [2, 3].

Seria de nanosateleți elaborați la Centrul Tehnologii Spațiale UTM numiți TUMnanoSAT în conformitate cu standardul CubeSat pot realiza o multitudine de misiuni educaționale și științifice. Pentru majoritatea misiunilor este foarte importantă poziționarea satelitului, stabilizarea ei, cu alte cuvinte controlul atitudinii satelitului. Clasa de nanosateleți CubeSat asigură controlul atitudinii în baza câmpului magnetic al Terrei. Apare necesitatea de testare a subsistemului de control atitudine la etapa de prelansare în condiții foarte apropiate pe orbită.

În lucrarea curentă este prezentată realizarea microsistemului de comandă a platformei pe bază de bobine Helmholtz pentru automatizarea experimentelor de testare subsistemului de control atitudine și componentelor lui al nanosateleților.

## Determinarea și controlul atitudinii

Subsistemul de determinare a atitudinii și control al unui nanosatelit este important pentru menținerea unei direcții necesare a navei spațiale și a instrumentelor sale. Există mai multe metode de determinare a atitudinii satelitului prin utilizarea senzorilor de atitudine. Senzorii solari și magnetometrele sunt senzori foarte frecvenți pentru nanosateleți datorită rentabilității lor și disponibilității lor comerciale pe piață, cu diferite versiuni în masă și dimensiuni. După determinarea atitudinii sale, un satelit ar trebui orientat spre o direcție specificată. Pentru a face acest lucru, doi sau mai mulți vectori ar trebui să fie folosiți ca direcții de referință, pe aceasta se concentrează în principal lucrarea respectivă. Vectorii de referință folosiți în mod obișnuit sunt câmpul magnetic al pământului și vectorii unității în direcția Soarelui.

La etapa curentă în nanosateleți tip CubeSat sunt utilizați pentru determinarea atitudinii senzori tip Inertial Measurement Unit (IMU), care conțin:

- unitate integrată cu senzori, electronica și software;
- masoara viteza de rotație cu giroscopuri;
- masoara mișcarea corpului/satelitului cu accelerometre;

Un alt tip de sensor este magnetometru - un instrument de măsurare a câmpului magnetic în vecinătatea instrumentului. Este folosit pentru determinări ale geomagnetismului și biomagnetismului. Exemple de senzori integrați pentru determinarea atitudinii sunt prezentați în figura 1.

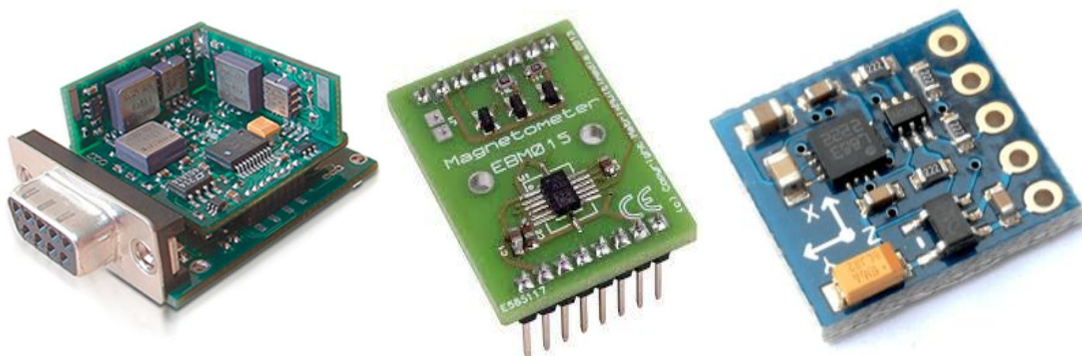


Fig. 1. Exemple de unități integrate - Inertial Measurement Unit (IMU) și magnetometru pe 3 axe tip HMC5883L.

Cea de a doua etapă, acționarea include controlul atitudinii nanosateliților. Acesta poate fi realizată prin mai multe mijloace și metode: roți de reacție, propulsoare chimice (chemical thrusters) și magnetorquere.

Un magnetorquer sau torque magnetic (cunoscut și sub denumirea de tija de cuplu) este un sistem prin satelit pentru controlul atitudinii, deturnare și stabilizare construită din bobine electromagnetice. Magnetorquer creează un dipol magnetic, care interferează cu un câmp magnetic ambiant, de obicei cu pământul, astfel încât contra-forțele produse asigură un cuplu util [4]. Un exemplu de magnetorquer este prezentat în fig. 2. Magnetorquer este rațional de aplicat în mai multe cazuri:

- pe orbite joase;
- pentru manevre inițiale;
- pentru desaturarea roților volante;

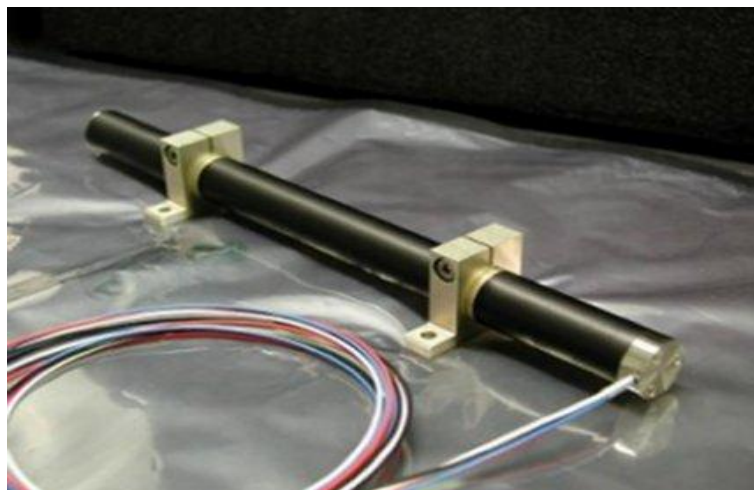


Fig. 2. Magnetorquer folosit pentru controlul atitudinii nanosateliților.

#### Testarea și ajustarea sistemului de control atitudine

Calitatea și eficiența controlului atitudinii depinde de următorii factori:

- Precizia și rezoluția senzorilor magnetometrici;
- Puterea și eficiența magnetorkelor;
- Eficiența algoritmilor de control atitudine.

Prin urmare, sistemul de control atitudine necesită verificare în condiții foarte similare cu cele pe orbită. Acestea pot fi obținute cu ajutorul unui stand magnetic pe bază de bobine Helmholtz. Controlul câmpului magnetic poate fi efectuat de-a lungul unei axe a unei bobine Helmholtz care generează un câmp magnetic controlabil atunci când curentul parcurge prin ea.



$$B = \left(\frac{4}{5}\right)^{3/2} \frac{\mu_0 n I}{R} \quad (1)$$

Unde  $R$  este raza bobinelor,  $n$  este numărul de spire în fiecare bobină,  $I$  este curentul care curge prin bobine, și  $\mu_0$  este permeabilitatea spațiului liber ( $1,26 \times 10^{-6} \text{ T} \cdot \text{m} / \text{A}$ ).

O bobină Helmholtz este un dispozitiv pentru producerea unei regiuni de câmp magnetic aproape uniform [5]. Se compune din două bobine magnetice circulare identice plasate simetric, câte una pe fiecare parte a zonei experimentale de-a lungul unei axe comune și separate de o distanță ( $h$ ) egală cu raza ( $R$ ) a bobinei. Fiecare bobină poartă un curent electric egal care curge în aceeași direcție. Există mai multe variante, inclusiv utilizarea bobinelor dreptunghiulare și a numărului de bobine altele decât două. Cu toate acestea, o pereche Helmholtz cu două colaje este modelul standard, cu bobine care sunt circulare și în formă și plate pe laturi. Într-un astfel de dispozitiv, curentul electric este trecut prin bobină în scopul creării unui câmp magnetic uniform [5].

Bobinele Helmholtz sunt utilizate pentru o varietate de scopuri, însă pentru cazul nostru o bobină Helmholtz este utilizată pentru a anula

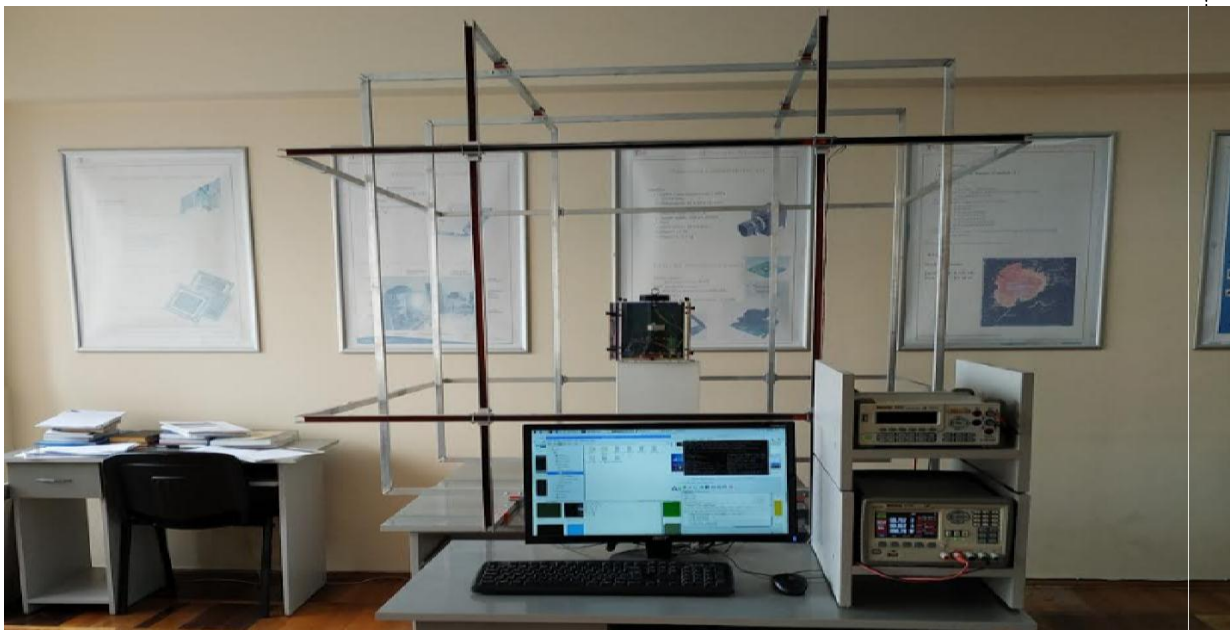
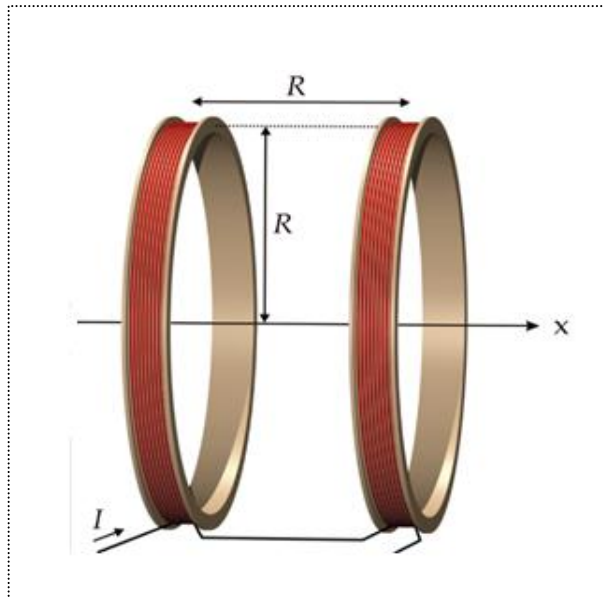


Fig. 3. Standul magnetic cu bobine Helmholtz realizat la (CNTS) Centrul Național de Tehnologii Spațiale, UTM.

câmpul magnetic al pământului, producând o regiune cu o intensitate a câmpului magnetic mult mai aproape de zero. Aceasta poate fi utilizată pentru a vedea cum funcționează încărcăturile electrice și câmpurile magnetice atunci când nu sunt acționate de atracția gravitațională a Pământului sau a altor corpuri celeste.

După cum s-a menționat, scopul elaborării standului magnetic cu bobine Helmholtz, expus în acest articol este de a crea un sistem de comandă pentru automatizarea experimentelor de testare a controlului atitudinii nanosateliților în condiții foarte similare celor de pe orbită.

Controlul cu 3 axe a unui câmp magnetic poate fi realizat prin acest stand care generează un câmp magnetic în același mod ca bobina de control cu o singură axă. Cu toate acestea, standul folosește trei perechi de bobine care sunt ortogonale între ele pentru a controla câmpul magnetic în toate cele trei axe.

Standul magnetic a fost realizat, respectând următoarele cerințe:

1. Algoritmul de determinare a atitudinii trebuie implementat pe un CubeSat;
  2. Standul cu bobine Helmholtz va permite testarea CubeSat-ului, precum și posibilele modele CubeSat viitoare;
    - a) Standul trebuie să genereze o suprafață magnetică uniformă într-un volum suficient de mare pentru CubeSats cu posibilități de depanare;
    - b) Standul trebuie să poată simula un câmp geomagnetic dinamic pe orbită;
    - c) Câmpul generat trebuie să poată anula câmpul magnetic al pământului;
    - d) Standul magnetic trebuie să genereze un câmp magnetic suficient de mare pentru a asigura testarea dinamică a magnetometrului;
    - e) Standul trebuie să permită testarea viitoare a ADCS-ului.
- Ținând cont de cerințele de mai sus, s-a propus schema funcțională a sistemului de comandă a sistemului este prezentată în fig. 4.

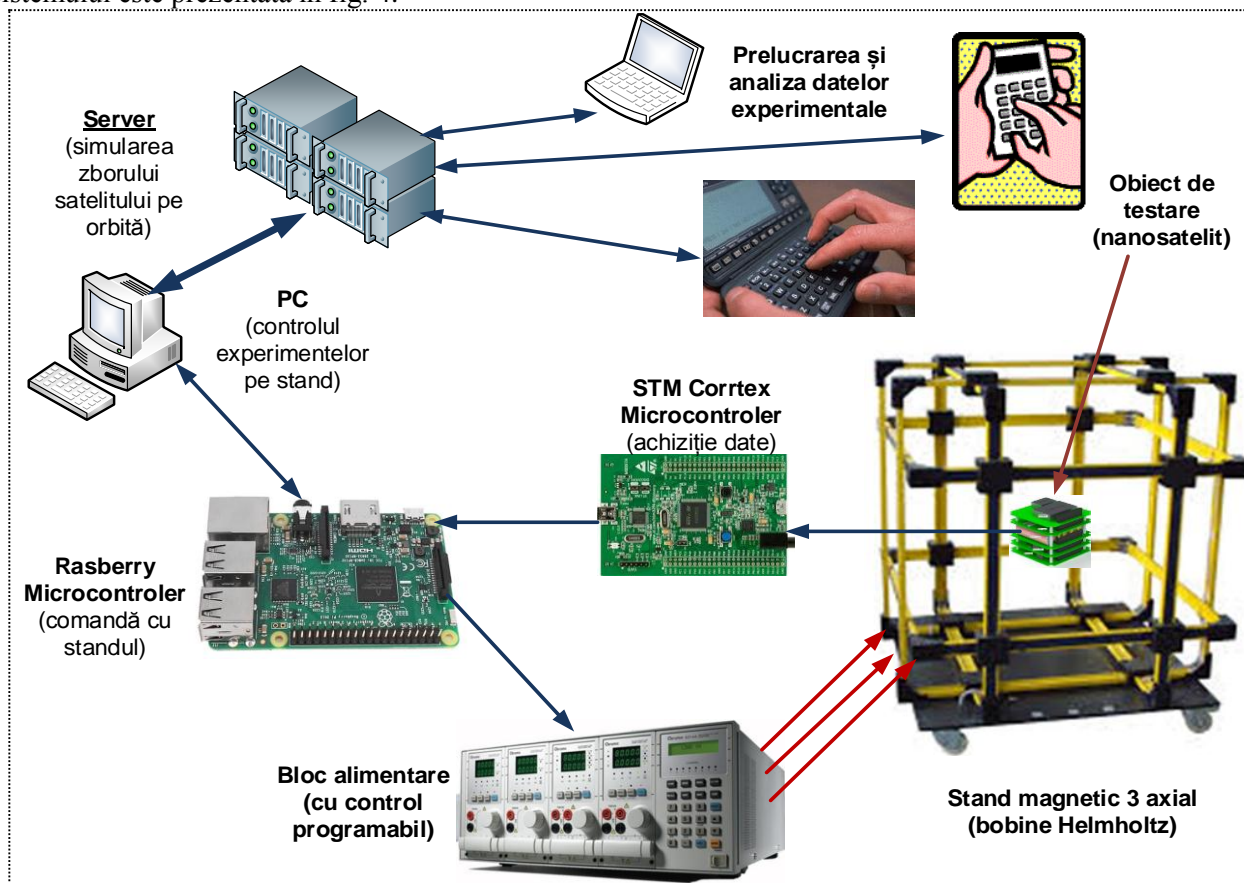


Fig. 4. Schema funcțională a sistemului de comandă.

Controlul dinamic al buclei închise al standului este realizat de un microcontroler tip STM, care are funcția de achiziția datelor și care este conectat cu un alt microcontroler tip Raspberry, care comandă cu acționarea standului. Microcontrolerul Raspberry obține de la PC valorile câmpului magnetic pe un set de puncte pe orbita satelitelui. În baza acestor valori se calculează curenții  $I_x$ ,  $I_y$ ,  $I_z$  pentru fiecare pereche de bobine, se dă comandă în formă digitală, care este convertită în valoare analogică cu un convertor digital cu trei canale (DAC), respectiv pentru trei axe. Fiecare canal DAC este conectat la un amplificator de putere, care furnizează curent bobinei pe baza intrării analogice recepționate de la DAC.

Atitudinea ce este calculată la bordul CubeSat, rezultatele și datele brute fiind stocate pe un computer pentru comparații și analize ulterioare, iar mai apoi încărcate și pe un server ce va face posibilă accesarea datelor de pe laptop, tabletă sau telefon.

Practic pentru toate tipurile de proceduri de testare a atitudinii pe acest stand magnetic este calibrarea senzorilor magnetici pentru eventuale erori/abateri ale acestora. Pe lângă achiziția de date, microcontrolerul STM se va ocupa și cu această misiune. Una din procedurile de calibrare va fi dezvoltarea unei aplicații cu două ferestre de vizualizare pentru a afișa date magnetometrice "prime" și calibrate ca în exemplu din figura 5.

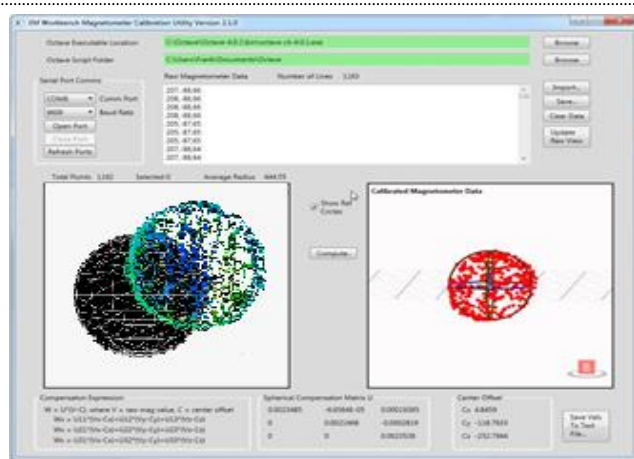


Fig.5. Aplicația de vizualizare a datelor de calibrare

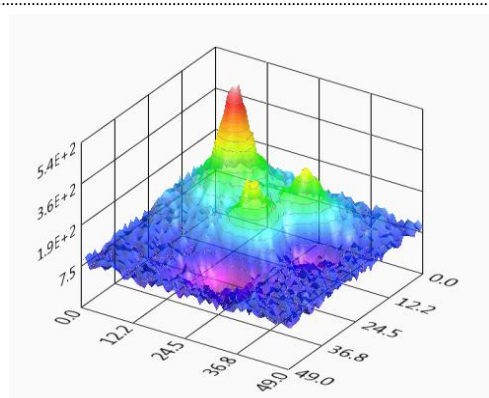


Fig. 6. Diagrama câmpului magnetic în jurul unui DC-DC converter

Cu astfel de platformă apare posibilitatea să testăm diferite amplasări a senzorului magnetometerului în carcasa satelitului pentru a diminua maxim posibil influența pieselor metalice și a componentelor electrice active. În urma testelor realizate s-a stabilit că senzorul dat poate fi amplasat în două variante generale pe satelit. Prima variantă și cea mai des folosită de către producătorii de sateliți este de a găsi un loc în cadrul carcasei satelitului cu un câmp magnetic cât mai linistit din punct de vedere a acționării roților volante și a magnetorquer-elor. Adică această localizare a senzorului trebuie să corespundă unui zgomot minim din partea carcasei, pieselor de conexiune în carcasa satelitului care sunt din material fieros, placilor cu cablaj imprimat și componentelor active cum ar fi motoare electrice care generează un câmp magnetic în timpul funcționării lor sau chiar componentele de conversie a energiei electrice de pe bordul nanosatelitului.

În a 2-a variantă de experimentare este de determinarea valorii minime care influențează calculul atitudinii. Experimentele și cercetările au aratat ca este posibil sa se compenseze anumite fluctuații și erori ale câmpului magnetic determinat de senzor, fie prin schimbarea parametrilor lui de funcționare a senzorului, cât și prin aplicarea algoritmilor de compensare a erorilor. Determinarea minimului de influență este prezentată în figura 6. Platforma dezvoltată permite extinderea funcționalităților prin dezvoltarea aplicațiilor software atât pe calculatorul de comandă, cât și pe server pentru prelucrarea datelor experimentale și prezentarea lor în formă grafică, cât mai accesibilă utilizatorului, fig. 7.

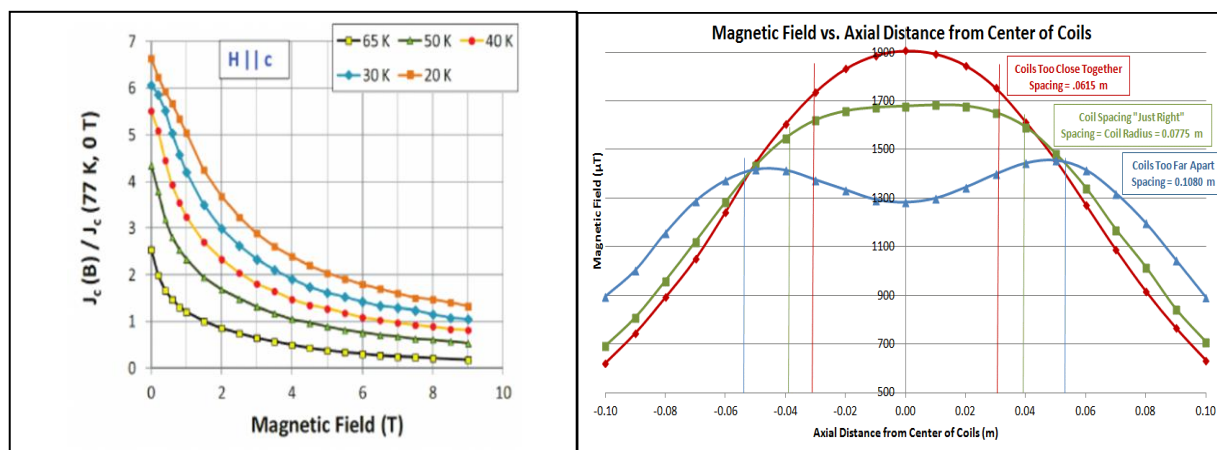


Fig.7. Prelucrarea datelor experimentale.

## Concluzii

Elaborarea microsistemului de comandă pentru standul magnetic permite efectuarea testelor/experimentelor de simulare a câmpului geomagnetic, pe care un satelit îl poate avea pe orbită. Automatizarea experimentelor de testare cu posibilități de alegere a diferitor scenarii de la calculator va permite găsirea soluțiilor eficiente legate de controlul atitudinii sateliților. De asemenea, platforma propusă dă posibilitatea să testăm diferite dispozitive din alte domenii, care au senzori magnetici cu posibilități de calibrare a acestora.

## Bibliografie

1. Ion Bostan, Viorel Bostan, Nicolae Secrieru, Sergiu Candraman, Andrei Margarint. Dezvoltarea Tehnologiilor Satelitare în Cadrul Universității Tehnice a Moldovei. - In: *The 9<sup>th</sup> International Conference on Microelectronics and Computer Science & The 6<sup>th</sup> Conference of Physicists of Moldova*, Chișinău, Republic of Moldova, October 19-21, 2017, pp. 134-142.
2. What are Cubesats? – In: <https://www.universetoday.com/82590/cubesat/>
3. CubeSats: Tiny Payloads, Huge Benefits for Space Research – In: <https://www.space.com/34324-cubesats.html>
4. Spacecraft magnetometer – In: <https://en.wikipedia.org/wiki/Magnetorquer>
5. A multi-purpose 3D-Helmholtz-Coil for high accuracy measurements – In: [www.diamond.ac.uk/Conference/dms/.../O%20Dunkel.pdf](http://www.diamond.ac.uk/Conference/dms/.../O%20Dunkel.pdf)
6. Nicolae Secrieru, Nicolae Levineț, Sergiu Candraman, Ilco Valentin, Adrian Girsan, Andrei Margarint. TUMnanoSat family for diverse educational space mission. - In: *The 9<sup>th</sup> International Conference on Microelectronics and Computer Science & The 6<sup>th</sup> Conference of Physicists of Moldova*, Chișinău, Republic of Moldova, October 19-21, 2017, pp. 143-150.
7. Candraman, S., Secrieru, N. Cercetarea amplasării senzorului de câmp magnetic pe bordul satelitului SATUM - In: *Proceeding of the 5th International Conference "Telecommunications, Electronics and Informatics"*, May 20-23, 2015, Chișinău, Vol. 1, pp. 427-430. ISBN 978-9975-45-377-6.



# АЛГОРИТМ СЕГМЕНТАЦИИ ОБЛАСТИ ИНТЕРЕСА ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ СТРУКТУРЫ ПОВЕРХНОСТИ БУМАГИ

Сергей ОЛЕЙНИК

Universitatea Tehnică a Moldovei

**Аннотация:** В данной работе представляется разработанный алгоритм сегментации области интереса для извлечения структуры поверхности, который может быть применён для последующего анализа и проверки подлинности документов. Результаты основных этапов выполнения алгоритма продемонстрированы в виде изображений поверхности бумаги, полученных на этих этапах. Определены дальнейшие направления для исследований и повышения эффективности сегментации области интереса.

**Ключевые слова:** алгоритм сегментации области интереса, предобработка изображения, защита документов, борьба с контрафакцией.

## Введение

Поверхность бумаги представляет собой множество переплетающихся волокон целлюлозы, которые располагаются хаотично, при этом они малого размера и их количество велико, а значит можно утверждать об уникальности конкретно взятого листка бумаги и каждого из его участков, в частности, что может быть использовано для проверки подлинности документов. В работе “Использование физически неповторимых особенностей в борьбе с контрафакцией” [1] рассматриваются типы ценных документов, основные способы их защиты, обосновывается необходимость их защиты ввиду существования различных видов мошенничества и определяется перспективное направление по борьбе с контрафакцией, используя оптические особенности структуры поверхности документов. В работе “Использование мобильных устройств для проверки подлинности документов” [2] проводится сравнение методов проверки подлинности, которые подтверждают возможность использования особенности поверхности документов для верификации, в том числе и с применением мобильных устройств, что должно значительно удешевить и повысить эффективность процесса проверки подлинности документов. Основным этапом подготовки изображения поверхности для анализа является сегментация области интереса. Цель этапа сегментации – компенсация влияния негативных факторов, проявляющихся на этапах хранения, оборота и регистрации поверхности документа, на процесс проверки подлинности, и нормализация изображения поверхности.

## 1. Регистрация поверхности

Для сегментации области необходимо предварительно произвести регистрацию поверхности бумаги в заранее предопределённой области посредством фотографирования, а затем привести изображение к некоторому стандартизированному виду, при этом отбросив те участки изображения, над которыми не будет проводиться анализ. Область интереса предварительно была отмечена на поверхности бумаги напечатанном на принтере контуром квадрата со сторона равной 2 сантиметра. Идентификатор, нанесённый рядом с контуром на поверхность, не используется при работе предложенного алгоритма сегментации. Для регистрации поверхности была использована DSLR камера, закреплённая на штативе, однако для данной задачи теоретически может быть использована камера мобильного телефона, что должно позволить сделать проверку подлинности документов на основании структуры поверхности портативной.

В процессе регистрации поверхности могут наблюдаться следующие недостатки, которые должны быть скорректированы на этапе сегментации области интереса:

- разрывы контура области интереса, которые могут возникнуть в процессе оборота документа;
- смещение, поворот и наклон поверхности документа по отношению к плоскости сенсора камеры;
- повышенный уровень цифровых шумов при недостаточном освещении.

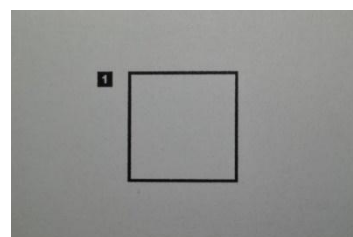


Рисунок 1 - Фотоснимок поверхности бумаги.

## 2. Извлечение области интереса

Областью интереса является участок поверхности бумаги, который обозначен квадратом, напечатанным на её поверхности, и будет использоваться для последующего анализа. Малейший наклон камеры или бумаги при регистрации поверхности приводит к тому, что их плоскости перестают быть параллельными и за счёт различного расстояния от точек квадрата до камеры и искажения, вносимого перспективой, в проекции на сенсор будет получен четырёхугольник с различной длиной сторон. Дисторсионные искажения, вызванные неидеальностью оптической системы объектива, не берутся во внимания в виду того, что относительная дисторсия объектива, используемого в эксперименте и обладающего фиксированным фокусным расстоянием, близка к нулю, квадрат занимает менее трети ширины изображения, а значит дисторсионными искажениями можно пренебречь. Для сегментации области интереса, которая будет использована для последующего анализа был разработан алгоритм, способный сегментировать область интереса при различных положениях поверхности бумаги и фототехники, при этом допускаются вращения поверхности до определённого предела, когда углы начинают сменять друг друга. Разработанный алгоритм учитывает возможность разрыва контура напечатанного квадрата из-за повреждения поверхности, стирания краски или её частичном выцветании. Целью алгоритма ставится не только обозначить область интереса на изображении, но и привести её к стандартной форме, а именно к квадратному изображению, у которого длины всех сторон равны некоторой заданной в пикселах величине. Для экспериментов длина стороны квадрата была задана равной 1600 пикселей. Фотоснимок поверхности бумаги перед обработкой переводится в изображение в оттенках серого и будет содержать лишь один канал интенсивности.

### Алгоритм сегментации области интереса

Алгоритм выявляет на изображении область интереса и результатом его работы является изображение области интереса квадратной формы.

*area\_of\_interest(image):*

**Шаг 1.** Предобработка алгоритмом CLAHE.

**Шаг 2.** Размытие по Гауссу.

**Шаг 3.** Пороговая бинарная с инверсией.

**Шаг 4.** Дилатация бинарного изображения.

**Шаг 5.** Эрозия дилатированного изображения.

**Шаг 6.** Выявление контуров на эродированном изображении.

**Шаг 7.** Сортировка контуров в убывающем порядке.

**Шаг 8.** Выбор контура с индексом 2 (при индексации с 1).

**Шаг 9.** Расчёт периметра контура.

**Шаг 10.** Сглаживание контура алгоритмом Рамера-Дугласа-Пекера с  $\varepsilon = 0.1 * \text{периметр контура}$ .

**Шаг 11.** Расчёт размера изображения после трансформации перспективы:

$\text{temporary\_size} = \text{output\_size} + \text{border\_size} * 2$ , где  $\text{output\_size} = 1600$  и  $\text{border\_size} = 10$ .

**Шаг 12.** *transform\_to\_square(image, pts, temporary)*, где *image* – исходное изображение до сегментации, *pts* – точки выбранного контура.

**Шаг 13.** Кадрирование изображения *image* до размеров *output\_size* с отступом *border* с каждого края.

### Алгоритм преобразования перспективы

Алгоритм преобразует перспективу изображения таким образом, чтобы четырёхугольник принял форму квадрата.

*transform\_to\_square (image, pts, size):*

**Шаг 1.** Отсортировать точки четырёхугольника *pts* от левого верхнего до левого нижнего угла.

$\text{rect} = \text{sort}(\text{pts})$

**Шаг 2.** Задать набор целевых точек квадрата  $\text{dst} = [(0, 0), (\text{size} - 1, 0), (\text{size} - 1, \text{size} - 1), (0, \text{size} - 1)]$ .

**Шаг 3.** Расчёт матрицы преобразования перспективы  $M = \text{getPerspectiveTransform}(\text{rect}, \text{dst})$ .

**Шаг 4.** Преобразование перспективы изображения *image*:

$\text{warped\_image} = \text{warpPerspective}(\text{image}, M, \text{size})$ .

### 3. Результаты работы алгоритма сегментации области интереса

На рисунке 2 представлены результаты основных этапов сегментации области интереса.

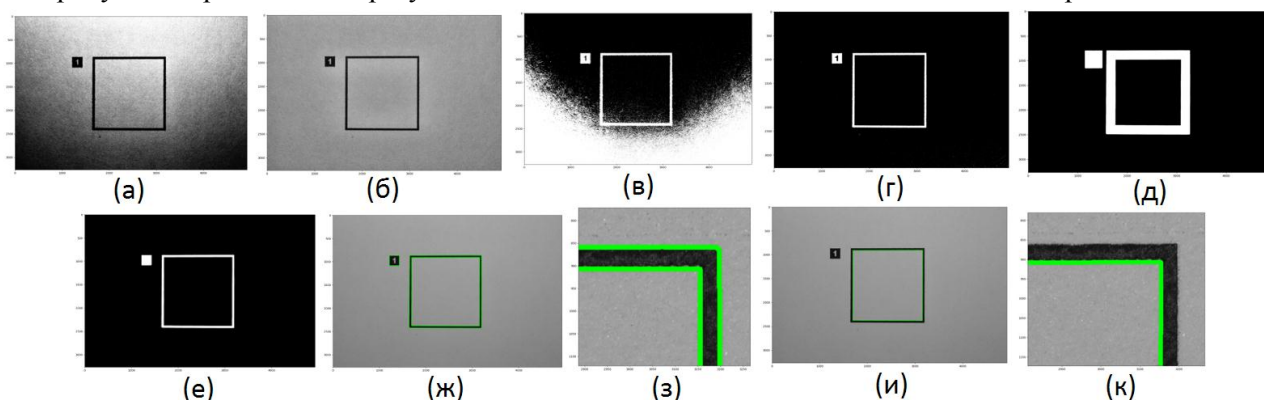


Рисунок 2 – Результаты работы алгоритма сегментации области интереса.

(а) Выравнивание гистограммы. (б) Применение CLAHE. (в) Бинаризация при выравненной гистограмме. (г) Бинаризация CLAHE. (д) Дилатация бинаризованного изображения. (е) Эрозия дилатированного изображения. (ж) Обнаруженные контуры. (з) Увеличенный фрагмент контуров. (и) Сглаженный контур области интереса. (к) Увеличенный участок контура области интереса.

#### Предобработка изображения

Выравнивание гистограммы позволяет улучшить контраст и нормализовать яркость изображения за счёт вытягивания диапазона интенсивности. [3] Помимо увеличения контраста выравнивание гистограммы оказало и негативный эффект на изображение из-за различной освещённости поверхности, что негативно сказывается на последующей пороговой бинаризации (рисунок 2а). Использование же контрастно-ограниченного адаптивного выравнивания гистограммы CLAHE [4] позволяет усилить локальный контраст и чёткость в каждом фрагменте изображения (рисунок 2б). Фильтр Гаусса применяется для устранения шума и мелких деталей, которые затрудняют обработку.

#### Пороговая бинаризация

Предобработка изображения увеличивает разницу интенсивности пикселей напечатанного контура и самой поверхности, что позволяет применить пороговую бинаризацию. Применение пороговой бинаризации после выравнивания гистограммы (рисунок 2в) привело к появлению на бинаризованном изображении затемнённого участка, что сильно затрудняет последующую обработку. Пороговая бинаризация CLAHE изображения показала хороший результат (рисунок 2г).

#### Дилатация и эрозия

Для устранения возможных неровностей и разрывов контура, которые затрудняют обработку, применяется дилатация бинаризованного изображения (рисунок 2д), в результате чего толщина линий увеличивается и для точного выявления контуров области интереса производится эрозия (рисунок 2е).

#### Обнаружение и обработка контуров

При обнаружении контура области интереса можно заметить незначительную неровность в контуре, которая приводит к тому, что контур не является четырёхугольником, поэтому необходимо произвести его сглаживание. Второй по периметру контур представляет собой границы области интереса. Для сглаживания контура применяется алгоритм Рамера-Дугласа-Пекера [5] (рисунок 1и).

#### Преобразование перспективы

Функция `getPerspectiveTransform` [3] рассчитывает преобразования перспективы четырёх точек путём вычисления матрицы преобразования перспективы  $M$  размерностью  $3 \times 3$ , такую, что:

$$\begin{bmatrix} t_i x'_i \\ t_i y'_i \\ t_i \end{bmatrix} = M \cdot \begin{bmatrix} x_i \\ y_i \\ 1 \end{bmatrix}, \quad dst(i) = (x'_i, y'_i), \quad src(i) = (x_i, y_i), \quad i = 0, 1, 2, \quad (1)$$

где  $src$  – координаты углов четырёхугольника до преобразования перспективы;  $dst$  – соответствующие координаты после преобразования.



В результате перспективного преобразования четырёхугольник должен принять форму квадрата.

Функция `warpPerspective` [3] производит перспективные преобразования к изображению таким образом, что:

$$\text{dst}(x, y) = \text{src} \left( \frac{M_{11}x + M_{12}y + M_{13}}{M_{31}x + M_{32}y + M_{33}}, \frac{M_{21}x + M_{22}y + M_{23}}{M_{31}x + M_{32}y + M_{33}} \right) \quad (2)$$

где `src` – исходное изображение; `dst` – координаты углов четырёхугольника после преобразования; `M` – матрица преобразования перспективы.

После преобразования перспективы получено изображение внутренней части напечатанного на поверхности бумаги квадрата (рисунок 3а). Разрешение изображения области интереса составляет 1620 x 1620 пикселей. По краям области интереса могут присутствовать чёрные точки (рисунок 3б), являющиеся частью напечатанного квадрата, которые могут снизить эффективность последующего применения алгоритмов по улучшению контрастности изображения и собственно выявления структуры документа. Для их устранения производится кадрирование изображения области интереса, поэтому с каждой стороны квадрата были зарезервированы 10 пикселей. В результате кадрирования будет получено изображение области интереса с разрешением 1600 x 1600 пикселей (рисунок 3в).

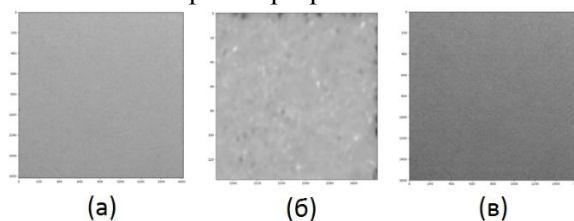


Рисунок 3 – Область интереса.

(а) Область интереса, извлечённая по контуру. (б) Фрагмент 600 x 600 пикселей извлечённой области интереса. (в) – Область интереса после кадрирования.

## Заключение

В работе представлены алгоритм преобразования перспективы изображения бумаги по четырём точкам и алгоритм сегментации области интереса. Предложенный алгоритм сегментации области интереса может быть применён для извлечения области интереса даже при неровном расположении документа относительно фотокамеры, включая сдвиг, вращение и наклон, а также при повреждении нанесённой для обозначения области интереса разметки на документ. Демонстрируется работа предложенных алгоритмов в виде результирующих изображений поверхности бумаги, полученных на основных этапах обработки. Алгоритм сегментации области интереса может быть использован для последующего извлечения структуры поверхности для анализа и проверки подлинности документа.

Планируется разработать алгоритмы проверки подлинности документов путём анализа области интереса, полученной в результате применения представленного в этой работе алгоритма сегментации области интереса. Необходимо провести дальнейшие исследования факторов, влияющих на качество сегментации области интереса и изучить возможность их устранения или коррекции.

## Библиография

1. Сергей ОЛЕЙНИК, научный руководитель: conf. univ. Виктор БЕШЛИУ. Использование физически неповторимых особенностей в борьбе с контрафакцией. – Conferința Științifică a Colaboratorilor, Doctoranzilor și Studenților UTM ediția 2016.
2. Сергей ОЛЕЙНИК, Виктор БЕШЛИУ и Татьяна СКОРОХОДОВА. Использование мобильных устройств для проверки подлинности документов. – International Conference on Microelectronics and Computer Science, Chisinau, Republic of Moldova, October 19-21, 2017.
3. OpenCV tutorials. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://docs.opencv.org/2.4/opencv\\_tutorials.pdf](https://docs.opencv.org/2.4/opencv_tutorials.pdf)
4. K. Zuiderveld: Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization. In: P. Heckbert: Graphics Gems IV, Academic Press 1994. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=180895.180940>
5. Douglas, D.H. and T.K. Peucker, Algorithms for The Reduction of The Number of Points Required to Represent A Digitized Line or Its Caricature, Cartographica: The International Journal for Geographic Information and Geovisualization, vol.10, pp.112 -122, 1973. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://utpjournals.press/doi/10.3138/FM57-6770-U75U-7727>

# PROGRAMAREA ORIENTATĂ SPRE AGENȚI: LIMBAJE DE PROGRAMARE, INSTRUMENTE ȘI PLATFORME

Inga LISNIC, Sergiu SCROB

Universitatea Tehnică a Moldovei

**Abstract:** În lucrarea dată este prezentată o imagine de ansamblu asupra dezvoltării rapide a agenților inteligenți și în special sunt prezentate limbaje de programare, instrumente și platforme utilizate la programarea agenților inteligenți. O atenție deosebită este acordată limbajelor semnificative concepute și proiectate pentru a sprijini implementarea sistemelor bazate pe agenți și prezentate aplicațiile lor pentru diferite domenii.

**Cuvinte cheie:** agent inteligent, programarea orientată spre agent, instrumente, platforme, sisteme bazate pe agenți.

## 1. Noțiuni generale

Metafora "agenți inteligenți" ca element de bază pentru dezvoltarea noilor generații de sisteme inteligente de software a declanșat cercetări științifice teoretice și experimentale, care vizează dezvoltarea de noi limbaje de programare pentru sistemele cu agenți inteligenți [1].

Există o serie largă de definiții a unui "agent inteligent", unde se include o proprietate comună și anume agentul acționează în numele utilizatorului, și posedă o mulțime de proprietăți suplimentare:

- agent comunică cu alți agenți într-un sistem cu mai mulți agenți;
- acționează în mod autonom;
- este inteligent;
- învață din experiență;
- acționează proactiv și reactiv;
- este modelat și / sau programat folosind caracteristici asemănătoare omului (credințe, intenții, scopuri, acțiuni etc.);
- este mobil ș.a.

După mai mult de două decenii de activitate științifică în domeniu, provocarea constă în includerea agenților în medii software reale și folosirea pe scară largă a paradigmei agenților în programarea mainstream. O modalitate de a facilita acest lucru este de a furniza limbaje de programare orientate spre agent, instrumente și platforme.

Cu cincisprezece ani în urmă dezvoltarea sistemelor de agenți și multi-agenți a fost privită ca un domeniu în proces de dezvoltare și cercetare și care a cunoscut o dezvoltare rapidă. Se poate de menționat, că principala realizare a acestei tendințe de dezvoltare și cercetare a fost elaborarea de noi modele de programare, care abordează atât caracteristici de bază a agenților inteligenți (autonomie, reactivitate, proactivitate și abilități sociale), cât și caracteristici avansate, de "atitudini mentale" (credințe, dorințe, intenții, angajamente), urmând modelul "sistemelor intenționate" introduse de filosoful Daniel Dennett în 1971 pentru a explica comportamentul agenților raționali [2]. Tehnologii orientate spre agent, ingineria sistemelor de agenți inteligenți, limbajele de programare spre agent reprezintă o arie de cercetare activă și emergentă în proces de dezvoltare.

Există multe abordări, teorii, limbaje, seturi de instrumente și platforme de calitate utilizate în programarea sistemelor multi-agent. Scopul principal al acestei lucrări este de a prezenta un sondaj în domeniul tehnologiei agenților inteligenți, programării orientate spre agenți (AOP) și sistemelor multi-agent (MAS).

## 2. Modele de programare orientat- Agent

Termenul Programare orientată spre agent (AOP) definește o nouă paradigmă de programare. Acesta reprezintă un cadru computațional a cărui noțiune compozițională centrală este un agent, văzută ca o componentă software cu calități mentale, abilități de comunicare și o noțiune de timp. AOP este considerată ca fiind o specializare a programării orientate-obiect (OOP), dar există unele diferențieri importante între aceste concepte și anume obiectele și agenții diferă în gradul lor de autonomie.

Spre deosebire de obiectele care invocă direct acțiunile altor obiecte, agenții își exprimă dorința de a executa o acțiune. De asemenea, agenții pot avea deseori interese conflictuale, astfel încât ar putea fi dăunător pentru un agent să execute o cerere de acțiune de la un alt agent.

O diferență suplimentară este flexibilitatea, agenții manifestă adesea comportamente proactive și adaptive și folosesc învățarea pentru a-și îmbunătăți performanțele în timp, firul de control este diferența majoră finală, în timp ce sistemele multi-agent sunt deduse în mod implicit prin multi-agent, există de obicei un singur fir de control în OOP.

Paradigma AOP a dus la dezvoltare a limbajelor de programare spre agenți, astfel s-a dezvoltat o serie de limbaje care sunt prezentate în figura 1.

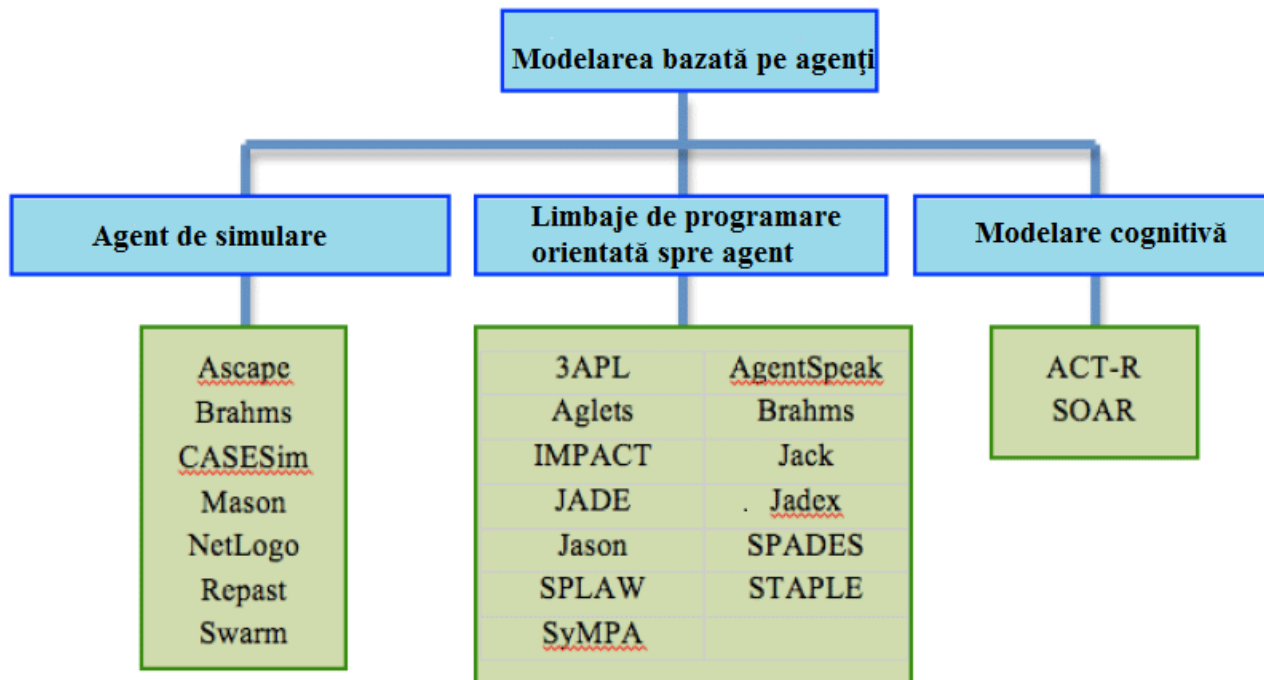


Fig. 1. Sumar specific limbajelor de programare spre agenți.

### 3. Instrumente și platforme

Un set de instrumente pentru agenți (figura 2) este o infrastructură software mai complexă, care permite dezvoltarea și implementarea unui sistem multi-agent.

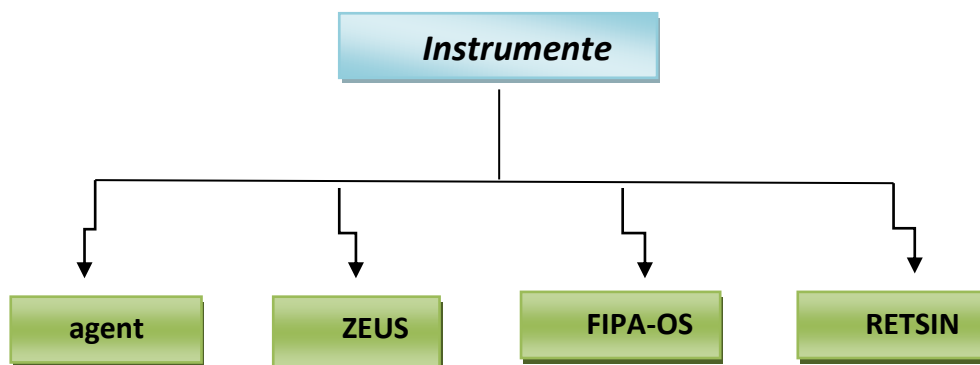


Fig. 2. Instrumente pentru agenți.

**AgentTool** este un mediu / instrument de dezvoltare grafică bazat pe Java, care sprijină metodologia Multi-Agent Systems Engineering (MSE) inițial dezvoltată la Laboratorul de Inteligență Artificială a Institutului de Tehnologie al Forțelor Aeriene din Ohio. Implementează toate etapele MaSE, inclusiv conversația verificarea și generarea de coduri. Una dintre abilitățile sale cele mai interesante este posibilitatea de a lucra pe diferite părți ale sistemului și la diferite niveluri de abstractizare interschimbabil, care reflectă capacitatea MaSE de a adăuga treptat detalii.

**ZEUS** este unul dintre cele mai complete și mai puternice instrumente de agenți care sunt folosite pentru a proiecta, dezvolta și organiza sisteme de agenți. Scopul proiectului ZEUS a fost acela de a facilita

dezvoltarea rapidă a aplicațiilor multi-agent prin abstracția într-un set de instrumente a principiilor și componentelor comune care stau la baza unor sisteme multi-agent existente.

**FIPA-OS** este un set de instrumente bazat pe componente, care permite dezvoltarea rapidă a agenților compatibili cu FIPA.

**RETSINA** este probabil unul dintre cele mai timpurii software-uri cele mai influente infrastructuri pentru dezvoltarea de sisteme multi-agent. Acesta susține dezvoltarea comunităților de agenți eterogeni care se pot angaja în relații de tip peer-to-peer fără a impune controlul centralizat pentru gestionarea agenților. Un sistem multi-agent bazat pe RETSINA este independent de platformă, fiind capabil să ruleze pe diferite sisteme de operare, în timp ce agenții săi pot fi implementate folosind diferite limbaje de programare cu scop general.

Platformele de agenți pot fi extrem de utile deoarece simplifică considerabil dezvoltarea și implementarea unui sistem multi-agent. Există opțiunea de a alege între platforme de agenți standardizate sau ne-standardizate. O platformă standard de agenți este compatibilă cu standardele disponibile pentru agenții de software. Respectarea standardelor este importantă pentru sistemele deschise, adică pentru sistemele care ar putea fi necesare în viitor pentru interoperabilitate cu alte sisteme care nu sunt disponibile în momentul dezvoltării sistemelor deschise sau că, chiar dacă acestea sunt disponibile în prezent, încă s-ar putea schimba în viitor. Conform literaturii [3], au fost dezvoltate peste 100 de limbaje specializate pentru programarea sistemelor multi-agent, însă doar câteva dintre ele în prezent sunt folosite pentru proiectarea sistemelor multi-agent.

În figura 3 sunt prezentate platformele pentru dezvoltarea agenților inteligenți.

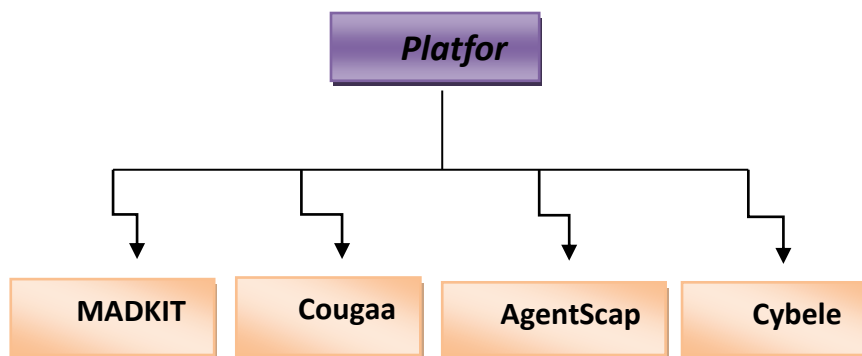


Fig. 3. Platforme de agenți.

**Kitul** de dezvoltare multi-agent - **MadKit** este o platformă multi-agent open source modulară și scalabilă, dezvoltată la LIRMM (Franța), construită pe baza modelului organizațional AGR (Agent / Grup / Role). MadKit este scris în Java și agenții MadKit joacă roluri în grupuri și astfel creează societăți artificiale. Pe lângă conceptele AGR, platforma adaugă trei principii de proiectare: arhitectura micro-kernel; agentificarea serviciilor; model grafic component. Ultima versiune a fost lansată în noiembrie 2010. MadKit este un set de pachete de clase Java care implementează kernel-ul agentului, diverse biblioteci de mesaje, sonde și agenți.

**Cognitive Agent Architecture - Cougaar** este o platformă open source bazată pe Java, dezvoltată ca rezultat al unui proiect multi-anual de cercetare DARPA. Cougaar nu este compatibil cu FIPA și, mai important, nu a fost conceput pentru respectarea standardelor. Agenții Cougaar sunt compusi din pluginuri care comunică distribuția spațiului comun și distribuit de date – tablă arhitectură. Agenții se pot abona pentru primirea automată a actualizărilor tabloului de bord.

**AgentScape** este o platformă care în prezent suferă de problema că documentația, nu este destul de matură și este destul de incompletă. Cu toate acestea, AgentScape a fost aplicat într-o serie de proiecte interesante de cercetare și comerciale legate de piața energiei electrice și comerțul electronic.

**CybeleTM** este construit pe platforma Java. Agenții sunt programați în Java folosind un stil standard de programare numit Activity Centric Programming (ACP). Acest lucru înseamnă că blocurile de bază ale unui agent sunt activități, în timp ce accesul la funcționalitățile de bază ale CybeleTM este asigurat printr-o interfață de programare orientată pe activități (AOPI). CybeleTM permite dezvoltarea de aplicații distribuite prin instalarea acestora pe mai multe (cel puțin 2) noduri de rețea care împreună definesc o comunitate CybeleTM. Exact un singur nod este desemnat ca nod principal, în timp ce ceilalți sunt sclavi noduri. Un nod CybeleTM poate găzdui mai multe aplicații Java specializate cunoscute sub numele de containere

CybeleTM. Un container furnizează mediul de rulare pentru un set de agenți CybeleTM. Nu este greu de observat că o activitate în CybeleTM are asemănări cu comportamentul în JADE, precum și cu un plugin în Cougaar.

## Concluzii

În ultimul deceniu, s-au făcut progrese esențiale în conceperea și dezvoltarea limbajelor de agenți de software și în implementarea sistemelor multi-agent. Cu toate acestea, aceste limbaje nu sunt imediat utile pentru dezvoltarea sistemelor reale, ci sunt utilizate mai degrabă pentru cercetare în înțelegerea sistemelor complexe folosind instrumente de modelare și simulare bazate pe agenți, ca limbaje de simulare a agenților.

## Bibliografie

1. Mascardi, V.: Coo-BDI: Extending the BDI Model with Cooperativity, In Declarative Agent Languages and Technologies, Vol. 2990, pp.109-134 (2004)
2. Azarmi, N., Thompson, S.: "ZEUS: A Toolkit for Building Multi-Agent Systems", Proceedings of fifth annual Embracing Complexity Conference, Paris, (2000)
3. Bordini, R.H., Dix, J., Dastani, M., Seghrouchni, A.E.F.: Multi-Agent Programming Languages, Platforms and Applications, Springer, (2005)
4. Ferrein, A.: golog.lua: Towards a Non-Prolog Implementation of Golog for Embedded Systems. In: Cognitive Robotics, Dagstuhl Seminar Proceedings, no.10081, Schloss Dagstuhl - Leibniz-Zentrum fuer Informatik, Germany, Also in Proceedings of AAAI Spring Symposium 2010 on Embedded Reasoning, Stanford University, (2010)
5. Ross, R., Collier, R., O'Hare, G.: AF-APL: Bridging principles and practices in agent oriented languages. In Programming Multi-Agent Systems, Second Int. Workshop (ProMAS'04), volume 3346 of LNCS, Springer Verlag, pp. 66–88, (2005)
6. Nguyen G., Dang T.T, Hluchy L., Laclavik M., Balogh Z., Budinska I.: AGENT PLATFORM EVALUATION AND COMPARISON, Institute of Informatics, Slovak Academy of Sciences (2002)
7. Sardina, S., Lespérance, Y.: Golog Speaks the BDI Language. In: 7th International Workshop on Programming Multi-Agent Systems, ProMAS 2009, LNCS 5919, pp.82-99, Springer (2010)
8. Thomas, R.S.: " Agent Oriented Programming Language", PhD thesis, Computer Science Department, Stanford University, Stanford, CA 94305, (1993)
9. Santoro, C.: Towards an Agent Programming Language, In 10th national workshop Towards the Future of Agent-based software systems, Parma, Italy (2009)
10. Clark, K. L., McCabe, F. G.: Go! – A Multi-paradigm Programming Language for Implementing Multi-threaded Agents, In Annals of Mathematics and Artificial Intelligence, Vol. 41, Issue 2 – 4, pp. 171 – 206, (2004)
11. Huang, J., Jennings, N., Fox, J.: "An Agent Architecture for Distributed Medical Care", Intelligent Agents, Lecture Notes in Artificial Intelligence, Vol 890, Springer-Verlag, pp. 219-232. (1994)

# SISTEME DE IDENTIFICARE OPERATIVĂ A PERSOANELOR PENTRU ASIGURAREA SECURITĂȚII ÎN ZONELE AGLOMERATE STRATEGICE

Vladislav COJUHARI

Universitatea Tehnică a Moldovei, doctorand

**Abstract:** Asigurarea securității statului reprezintă una din prioritățile naționale care, prin structurile sale specializate, cum este Ministerul Afacerilor Interne, caută să identifice și să aplice cele mai eficiente forme și modalități de realizare a acestui obiectiv. În proiectul propus pentru cercetare se utilizează metode moderne de analiză a informațiilor versus metodele matematice de prelucrarea a datelor captate de senzori. Cercetarea contribuie la dezvoltarea cunoștințelor în domeniul metodelor de identificare și recunoaștere a persoanelor în statică și dinamică. Aceste obiective, precum și alte aspecte principale ale cercetării au ca prim-scop atingerea unui nivel de securitate adecvat realității sociale.

**Cuvinte cheie:** biometrie, recunoașterea persoanelor, identificarea dinamică, sistem biometric multimodal.

În condițiile actuale de instabilitate politică și economică mondială, a proceselor migraționale haotice, o problemă extrem de importantă reprezintă combaterea criminalității și a terorismului, asigurarea securității în zonele aglomerate strategice, protecția vieții și sănătății oamenilor.

O direcție importantă în soluționarea problemei date reprezintă identificarea în timp real a persoanelor suspecte. În acest mod, se propune elaborarea unei clase noi de sisteme biometrice, care vor permite identificarea operativă a persoanelor în diferite condiții de timp.

Obiectivul general al cercetării îl constituie elaborarea, studierea și implementarea sistemelor de identificare operativă a persoanelor suspecte în zonele aglomerate strategice cu scopul asigurării unui nivel înalt de siguranță.

Asigurarea securității statului reprezintă una din prioritățile naționale care, prin structurile sale specializate, cum este Ministerul Afacerilor Interne, caută să identifice și să aplice cele mai eficiente forme și modalități de realizare a acestui obiectiv. Dezvoltarea continuă a sistemului național securitate este un proces asumat prin documente de politici publice de nivel național și departamental, precum și prin acordurile internaționale încheiate de Republica Moldova. Astfel, Strategia Națională de dezvoltare „Moldova 2030” (principalul document de planificare strategică a țării) își propune drept obiectiv principal creșterea bunăstării, siguranței și calității vieții cetățenilor și prevede, la capitolul „Calitatea vieții și drepturile omului” asigurarea unui nivel ridicat de siguranță și securitate publică.

În aceeași ordine de idei, Strategia Națională de Ordine și Securitate Publică (SNOPS) pentru anii 2017-2020, aprobată prin Hotărârea Guvernului nr.354/2017, prevede Realizarea unui sistem de ordine și securitate publică modern, dual, integrat, interoperabil și compatibil, capabil să asigure servicii publice de calitate pentru protecția persoanei, siguranța societății și statului prin dezvoltarea subsistemului de management operațional privind ordinea și securitatea publică, una dintre sub acțiuni constând în completarea infrastructurii subdiviziunilor Ministerului Afacerilor Interne cu mijloace tehnice de documentare video la distanță, supraveghere a obiectivelor, etc.

În proiectul propus pentru cercetare se vor utiliza metode moderne de analiză a informațiilor versus metodele matematice de prelucrarea a datelor captate de senzori.

Funcționalitatea sistemului va fi decisă pe baza indicatorilor de recunoaștere cât și a vitezei de prelucrare a datelor.

Proiectul va contribui la dezvoltarea cunoștințelor în domeniul metodelor de identificare și recunoaștere a persoanelor în statică și dinamică.

Un alt punct forte este utilizarea sistemelor informaționale specializate de recunoaștere și ghidare a persoanelor în timp real pentru îmbunătățirea acestora. În scopul elaborării cercetării, se studiază îndeaproape literatura de specialitate străină, și consultate cele mai avansate studii în domeniu. Considerăm că aportul unor astfel de sisteme moderne, vor adăuga plus valoare la asigurarea securității cetățenilor și statului în ansamblu. Totodată, un rol aparte îl ocupă problematica asigurării dreptului la viața privată și interesul securității.

Pe lângă faptul că acest sistem de identificare este unul complex, the problem with assumptions about the rapid diffusion and integration of new surveillance technologies stands also in the fact that the process is more complicated than it seems. Developers are making incremental improvements in algorithms and other

dimensions of software and hardware development, so far these technologies do not work very well outside constrained settings. Computerized face perception is proving to be an incredibly difficult technology to engineer.

The digitization of facial images is only one small part of the design of facial recognition systems. Faces must be detected in images, extracted from the background, and “normalized” so that they conform to a standard format. The matching process typically results in not one but a range of possible matches, depending on a set “matching threshold.” High matching thresholds increase the chances of missing a positive match, while low matching thresholds can produce a large number of “false positives.” At the level of their applications, automated facial recognition systems are divided into two general types: those that use static images of the face and those that analyze dynamic images of faces from video. Applications can also be differentiated according to whether the aim is to verify the identities of individuals (to determine whether people are whom they claimed to be, for example, at a border crossing station or when engaging in a financial transaction), or to identify people whose identities are unknown (in urban or crowd surveillance scenarios, for example). The first problem requires a one-to-one facial image comparison, while the second problem involves a more technically challenging and information-intensive process of comparing an image captured of an unknown person’s face against a database of facial images (a form of content-based image retrieval, or CBIR).

## Bibliografie

1. Saini M, Kapoor AK (2016) Biometrics in Forensic Identification: Applications and Challenges. *J Forensic Med* 1:108.
2. Jain AK, Klare B, Park U. 2012. Face matching and retrieval in forensics applications. *IEEE Multimedia* 19, 20-28.
3. McQuiston-Surrett D, Topp L, Malpass R. 2006. Use of facial composite systems in US law enforcement agencies. *Psychol. Crime Law* 12, 505 – 517.
4. Alan Gelb, Julia Clark (2013) *Identification for Development: The Biometrics Revolution*.
5. Meuwly D., Veldhuis R., *Forensic biometrics: from two communities to one discipline*. In *Proc. Int. Conf. of the Biometrics Special Interest Group (BIOSIG)*, IEEE: Darmstadt, Germany, 6–7 September, 2012
6. Thakkar D., *Fighting Crime and Tackling Terrorism with the Help of Biometric Technology*, 2017
7. Leonard N.H., Beauvais L.L., & Scholl R.W. (1999). Work Motivation: The incorporation of self-concept-based processes. *Human Relations*, 52, 969-998.
8. Adaptarea agendei 2030 de dezvoltare durabilă la contextul Republicii Moldova - [http://www.md.undp.org/content/dam/moldova/docs/Publications/Targets\\_ONU\\_RO.pdf](http://www.md.undp.org/content/dam/moldova/docs/Publications/Targets_ONU_RO.pdf)
9. Klontz JC, Jain AK. 2013. A case study of automated face recognition: the Boston marathon bombing suspects. *IEEE Computer* 46, 91–94.
10. Klontz JC, Jain AK. 2013. A case study of automated face recognition: the Boston marathon bombing suspects. *IEEE Computer* 46, 108–110.
11. Best-Rowden L, Han H, Otto C, Klare B, Jain AK. 2014. Unconstrained face recognition: identifying a person of interest from a media collection. *IEEE Trans. Inf. Forensics Secur.* 9, 2144–2157.
12. Neumann C, Evett IW, Skerrett J. 2012. Quantifying the weight of evidence from a forensic fingerprint comparison: a new paradigm. *J. R. Stat. Soc. A* 371–415.
13. Raportul Național anual de analiză a amenințărilor pe palierea criminalității organizate, Ministerul Afacerilor Interne al Republicii Moldova.



# SISTEME SENZORIALE PENTRU AGENȚI CREDIBILI

Vasili BRAGA

Universitatea Tehnică a Moldovei

**Abstract:** În ultimii ani impactul inteligenței artificiale devine tot mai mare în dezvoltarea simulărilor și mediilor interactive. Necesitatea formalizării abordării modelelor de senzori și organelor senzoriale a agenților credibili devine tot mai imperativă. Această lucrare propune un model de sistemele senzoriale pentru agenți credibili. Scopul modelului propus este de a separa și specifica părțile “fizice” și specifice a diferitor tipuri de senzori și de a propune o soluție- API pentru sistemul central de primire a deciziilor.

**Cuvinte cheie:** inteligența artificială, agenți credibili, modele de senzori.

## Introducere

Agenții credibili sunt agenți autonomi, inteligenți care reprezintă o combinație a agenților ininteligenți autonomi din domeniul informaticii cu noțiunea de personaj credibil din proza tradițională [1]. În domeniul divertisment- filme, literatură, teatru, animație etc., un caracter este considerat credibil dacă provoacă audienței sentimentul de încredere și are o personalitate convingătoare, astfel a genți credibili reprezintă o versiune autonomă al unor astfel de personaje. Structura unui agent credibil este similară cu cea al unui agent inteligent, figura 1.

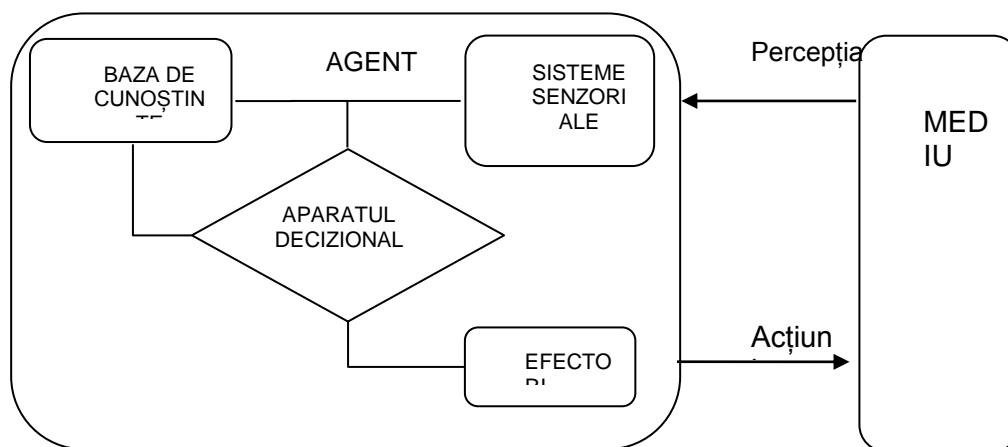


Fig1. Un model abstract de agent inteligent.

Din figura 1 se observă, că unica posibilitate de a comunica cu mediul este percepția. Percepția la rândul se realizează în baza a câteva etape:

1. Separarea semnalelor.
2. Identificarea surselor de semnale, determinarea caracteristicilor spațiale și temporale a semnalelor.
3. Explorarea bazei de cunoștințe și identificarea probabilistică a obiectelor de pe scenă.
4. Memoria senzorială comună.

## 1. Separarea semnalelor și identificarea surselor

Pentru separarea semnalelor se propune de a folosi de principiul BSS (Blind Semnal Separation), care constă în recuperarea semnalelor sau a surselor invizibile [2]. De obicei, semnalele recepționate sunt obținute la ieșirea unui set de senzori, unde la intrarea fiecărui senzor vine o combinație diferită a semnalelor. Adjectivul “Blind” ( “orb” în română) subliniază indică faptul că:

1. Sursele de semnale nu sunt cunoscute.
2. Nu sunt disponibile informații despre existența a mai multor surse de semnale.

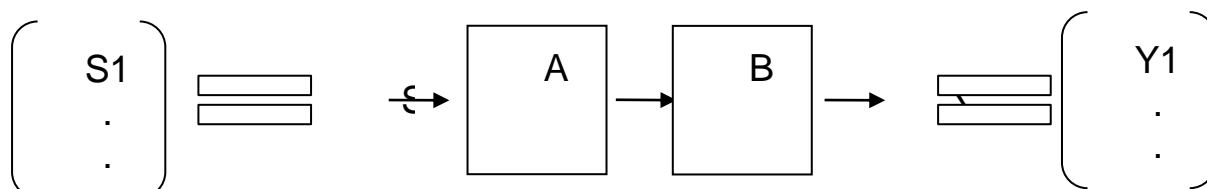


Fig. 2. Mixarea și separare a semnalelor neobservate - S;  
Observații (componenta temporală) - X; Surse de semnale estimate - Y.

Abordarea este bazată pe analiza statistică a variației semnalelor în timpul la mai multe iterații, de unde se poate obține concluzia, că sistemele senzoriale trebuie să aibă următoarele elemente:

1. Un tabel de senzori: binari sau de tip float, despre fiecare senzor, trebuie să se știe poziția sa geometrică relativă față de alți senzori.
2. Un bloc de memorie de tip PAM (Perceptual Associative Memory) [3].
3. Trigger-ul de prelucrare a semnalelor (IF\_CHANGED, IF\_ADDED, IF\_NEEDED, IF\_TIMER).

Pentru reprezentare a cunoștințe și descriere a sistemelor se propune de a utiliza Frame Based Knowledge Representation [4].

## 2. Identificarea obiectelor de pe scenă

Să presupunem că există câteva surse de semnale, unde fiecare dintre ele posedă caracteristicile sale aparte:

1. Olfactiv: prezența de ozon.
2. Vizual: lumina în îndepărtare.
3. Auditiv: împușcătura.

Astfel din start trebuie să existe o bază de cunoștințe care va fi folosită pentru estimarea, identificarea tipurilor de semnalele apărute, ca de exemplu în cazul semnalelor auditive poate fi împușcătură sau fulger, în acest caz având baza de cunoștință se poate de estima semnalul cu un anumit grad de probabilitate. Astfel rezultă două considerente: pentru o estimare cât mai adecvată este nevoie de o memorie senzorială comună și este nevoie de un instrument pentru raționare probabilistică, în acest caz ca instrument pot fi utilizate rețelele dinamice Bayesiene (DBN Dynamic Bayesian Networks) [5].

## Concluzii

Modelul discutat de sisteme senzoriale poate avea și alte abstractizări, cum ar fi un nou nivel: organ senzorial, care ar putea fi un strat adăugător între senzori și sisteme senzoriale. Ceia ce ar putea permite de avea sisteme, compuse din câteva părți cu o memorie senzorială comună. Acest model ar putea avea plusuri mari în detectarea spațială a sursei de semnal [6].

Modelul dat este un instrument, care va permite în continuare cercetărilor să abstractizeze de la proprietățile fizice ale semnalelor și de concentrat la sistemul de raționare și a bazei de cunoștințe a agentului.

## Bibliografie

1. Johnson WL. Proceedings of the First International Conference on Autonomous Agents: Marina Del Rey, CA USA, February 5-8, 1997; [Agents' 97]. ACM; 1997.
2. Cardoso J. Blind signal separation: statistical principles. Proc IEEE. 1998;86: 2009–2025.
3. Franklin S. Cognitive robots: perceptual associative memory and learning. ROMAN 2005 IEEE International Workshop on Robot and Human Interactive Communication, 2005. 2005. pp. 427–433.
4. Atman RB., Abernethy NF. Frame-based knowledge representation system and methods [Internet]. US Patent. 6442566, 2002. Available: <https://patentimages.storage.googleapis.com/59/2d/57/782b44a7c49989/US6442566.pdf>
5. Hon KC. Dynamic bayesian networks: representation, inference and learning. 2002; Available: <https://pdfs.semanticscholar.org/b322/eacdbe43b38cd0018f4ab800e75e706042d9.pdf>
6. Kumar S. Binocular Stereo Vision Based Obstacle Avoidance Algorithm for Autonomous Mobile Robots [Internet]. 2009 IEEE International Advance Computing Conference. 2009. doi:10.1109/iadcc.2009.4809017

# IDENTIFICAREA PARAMETRILOR TRADUCTORULUI INDUCTIV

Stanislav CRUȘNEVSCHI, Dumitru MORARU

Universitatea Tehnică a Moldovei

**Abstract:** Traductoarele sunt elemente de automatizare care sesizează și transformă mărimea de măsurat (de ieșire a procesului) într-un semnal mai convenabil, de obicei de altă natură fizică. Între mărimea de măsurat și obținerea informației metrologice trebuie să se stabilească un întreg lanț de măsurare, în care traductorul are funcția de a capta mărimea de măsurat și de a o converti într-o formă convenabilă pentru măsurare. Traductorul reprezintă convertorul de intrare și din această cauză, el are contact direct cu fenomenul supus măsurării.

**Cuvinte cheie:** Transformator Liniar Diferențial Variabil, achiziție de date, traductor, instrumentație virtuală.

## 1. Generalități

Pentru a alege traductorul cu care se va efectua măsurările, mai întâi este nevoie de ales însăși mărimea de măsurat. Mărimea de măsurat aleasă a fost distanța deplasării liniare, iar pentru a evita lucrul cu traductoare cu gabarite mari a fost ales traductorul pentru deplasări liniare mici.

Traductoarele pentru deplasări liniare mici sunt destinate în primul rând conversiei intermediare a unor mărimi a căror variație se materializează prin sisteme mecanice, în deplasări liniare mici. Domeniul acoperit este de ordinul  $10^{-2} - 10^2$  mm (rareori peste 100 mm). Transformatorul liniar diferențial variabil (TLDV) este format dintr-o bobină primară și două bobine secundare plasate simetric într-o capsulă cilindrică. Bobinele secundare sunt legate în serie, în sensuri contrare și deci tensiunile induse sunt în opoziție de fază. Astfel, la ieșire se obține diferența tensiunilor induse în cele două bobine secundare. Curentul alternativ nimerind în bobina primară duce la apariția rezistenței inductive reactive în bobină. Astfel, pe lângă rezistența pe care o posedă materialul bobinei, în interiorul bobinei mai apare și un câmp magnetic indus de curentul ce parcurge bobina. Feromagnetul are un rol important în funcționarea acestui element sensibil și anume de a concentra liniile de câmp magnetic. Relația dintre curent, inductivitate și flux magnetic este descrisă de formula 1.

$$\Phi = LI, \quad (1)$$

unde :  $\Phi$ - Fluxul magnetic;  $L$ - Inductivitatea;  $I$ -Curentul ce curge prin bobină.



Fig. 1 Imaginea Transformatorului Liniar Diferențial Variabil

## 2. Mersul de elaborare a sistemului de achiziție a datelor de la traductor.

Pașii efectuați pentru crearea sistemului de achiziție a datelor:

1. Să ales un feromagnet cu lungimea de 6,1cm și diametru de 0,79 cm, cu ajutorul căruia se va influența asupra câmpului magnetic al traductorului de lungime.

2. Pentru a afla frecvența eficientă de lucru a traductorului a fost nevoie să se măsoare inductivitatea bobinei principale, neconectate la alimentare. Cu ajutorul multimetrului sa măsurat inductivitatea fără feromagnet  $LI_{min}=0,35$  H și după introducerea feromagnetului la mijlocul bobinei unde inductivitatea este maximală  $LI_{min}=0,804$  H.

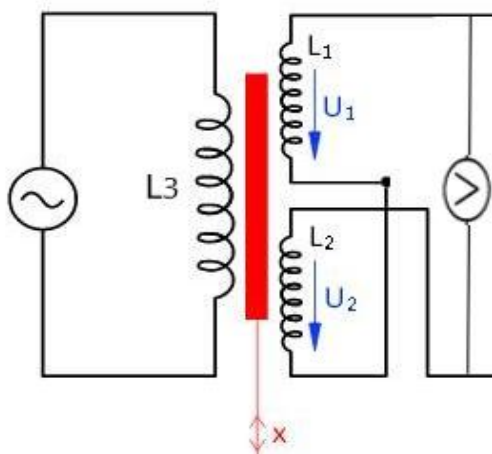


Fig.2 Schema de principiu al traductorului de deplasare

3. Sa calculat rezistența inductivă după formula 2. Frecvența inițială din primul calcul a fost aleasă de 10 Hz. Astfel sa primit  $X_{Lmin}=21,99 \Omega$  și  $X_{Lmax}=50,51 \Omega$ . Diferența dintre ele fiind de  $28,52 \Omega$ . Această diferență prezintă diapazonul în care va lucra traductorul. De aceea, din necesitatea unei precizii mai mari sa calculat rezistența inductivă la frecvența egală cu 100 Hz. Rezultatele primite au fost convenabile pentru utilizarea traductorului, și anume  $X_{Lmin}=219,9 \Omega$  și  $X_{Lmax}=505,16 \Omega$ . diferența fiind de  $285,25 \Omega$ .

$$X_L = \omega * L = 2 * \pi * F * L, \quad (2)$$

unde :  $F$ - frecvența;  $L$ -inductivitate

4. Sa setat generatorul de curent alternativ la frecvența de 100 Hz, și tensiunea de 6 V. Schema de principiu al traductorului poate fi observată în figura 2.

5. La capetele bobinelor secundare sa conectat un voltmetru ce măsoară diferența de potențial de pe acestea. Această tensiune diferențială poate fi calculată conform formulei 3.

$$U = U_1 - U_2 \quad (3)$$

### 3. Ridicarea caracteristicilor traductorului.

Ridicarea caracteristicilor statice a senzorului sa efectuat prin deplasarea feromagnetului în interiorul bobinelor, ceea ce duce la schimbarea inductivității. Iar diferența de potențial de la bornele bobinelor secundare reprezintă tensiunea diferențială de pe bobine, sau datele de ieșire a traductorului. Astfel caracteristica statică pentru traductorul TLDV este diferența tensiunii în dependență de distanța deplasării feromagnetului. Deplasarea a fost efectuată pe axa X în două direcții. În momentul când feromagnetul este amplasat în mijlocul bobinei principale distanța este egală cu zero. La deplasarea feromagnetului, distanța scade, la deplasarea inversă, distanța crește. Astfel sa primit datele din tabelul 1 și 2.

Tabelul 1

Distanța (cm)	0	-0,2	-0,6	-1	-1,5	-2	-2,5	-3	-3,5	-4	-4,5	-5	-6
Tensiunea de ieșire (V)	0,68	1,2	3,04	4,8	9,76	10,8	10,2	7,2	5,36	3,2	1,92	1,04	0,64

Tabelul 2

Distanța (cm)	0	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	6
Tensiunea de ieșire (V)	0,68	4,62	9,71	10,5	10,1	7,43	6	3,44	1,92	0,8	0,68

#### 4. Instrumentația virtuală

La acest capitol intervine calculatorul. Ca software sa utilizat LabVIEW, de la National Instruments, care este mediul de programare grafică, utilizat pentru prelucrarea datelor și controlul proceselor tehnologice.

Structura unui IV este dată în figura 3.  $S_1...S_n$  sunt senzori ce transformă mărimile de măsurat din proces în semnale electrice. Deoarece mărimile de ieșire din senzori nu sunt întotdeauna compatibile cu intrările interfeței (de regulă tensiuni sau curenți), este necesară intercalarea unui bloc de prelucrare primară a semnalului

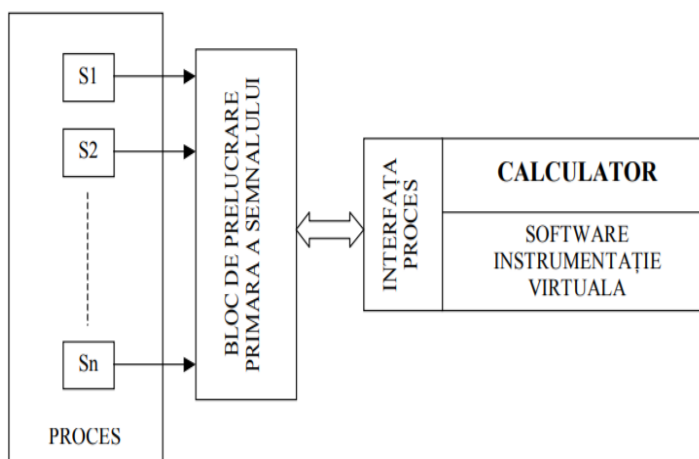


Fig.3 Structura unui Instrument Virtual

Unele din posibilele aplicații a instrumentației virtuale:

- monitorizări complexe de procese industriale pentru mărimi lente, cu transmiterea la distanță a informației de măsură și afișarea la dispecer sub formă numerică și grafică;
- operații de frecvență ridicată, unde este necesară colectarea unui număr mare de date într-un timp scurt;
- operații repetitive ca testări și calibrări automate și experimente care rulează un număr mare de ori;
- operații la distanță și în medii ostile, în locuri periculoase pentru prezența operatorului uman;
- conducere și control numeric al proceselor prin algoritmi specifici; - operații de precizie înaltă și de lungă durată, dincolo de posibilitățile manuale, ca înregistrarea traiectoriei stelelor prin telescop.

Cu scopul cercetării datelor primite la ridicarea caracteristicii traductorului a fost dezvoltat un program în LabVIEW. Scopul inițial a fost automatizarea procesului de colectare a datelor de la traductor prin folosirea unui microcontroler Arduino Nano. În procesul de elaborare a sistemului de achiziție, microcontrolerul sa dovedit a fi incapabil să citească tot diapazonul tensiunii de la ieșirea traductorului, de aceea, datele de la traductor au fost introduse manual în softul creat. Astfel, rezultatul execuției acestui soft poate fi observat în figura 4.

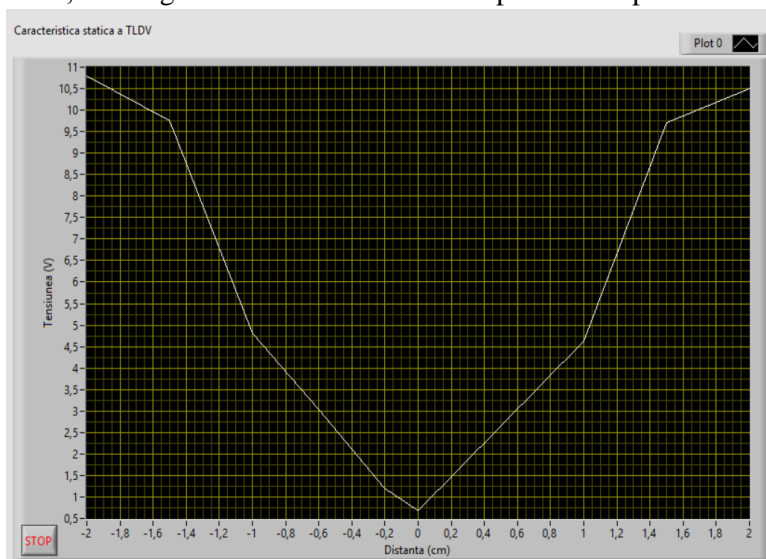


Fig.4 Caracteristica statică a TLDV

#### 5. Calculul erorilor traductorului.

Calculul erorilor de măsurare este un pas important în aprecierea lucrului unui traductor, pentru a proiecta un sistem cu utilizarea acestui traductor ca să evităm funcționarea incorectă a sistemului. Măsurarea distanței deplasării feromagnetului a fost efectuată prin măsurare directă, adică prin compararea cu un etalon de măsurare. Ca etalon de măsurare a fost folosită rigla cu o marjă de eroare  $\pm 0,1\text{cm}$ .

Domeniul de măsurare este intervalul în care traductorul permite măsurarea corectă a mărimii, astfel TLDV are domeniul de măsurare de la  $-2\text{ cm}$  până la  $2\text{ cm}$ . Tensiunea diferențială de ieșire a traductorului este de la  $0,64\text{ V}$  până la  $10,8\text{ V}$ .

Pentru a calcula sensibilitatea traductorului este nevoie de a împarte caracteristica în două părți din motivul neliniarității acestei caracteristici. Folosind formula 4 sa primit sensibilitatea traductorului pe intervalul de la  $-2\text{ cm}$  până la  $0\text{ cm}$   $S_1 = 0,185\text{ V/cm} = 1,712\%$  eroare, iar pe intervalul de la  $0$  la  $2$   $S_2 = 0,19$

V/cm=1,814% eroare. Eroare de măsurare a traductorului o prezintă media aritmetică a erorilor legate de sensibilitate care este egală cu 1,763 % .

$$S = \frac{x_{min}-x_{max}}{y_{min}-y_{max}}, \quad (4)$$

unde:  $x_{min}$ ,  $x_{max}$  – distanța minimă și maximă de intrare;  $y_{min}$ ,  $y_{max}$  - tensiunea minimă și maximă de ieșire.

Ce ține de reproductibilitatea traductorului, sa observant o varietate de  $\pm 60$  mV în măsurarea repetată. Pragul de insensibilitate a fost găsit de 0,2 cm, adică tensiunea începe a se modifica la cel puțin 0,2 cm. Însă datorită marjei de eroare a etalonului de măsurat utilizat de  $\pm 0,1$ cm, variația mai mică de 0,2 cm nu a fost posibil de măsurat.

## Concluzii

În urma cercetării caracteristicilor Traductorului Liniar Diferențial Variabil (TLDV) sa dedus faptul că traductorul este capabil să măsoare distanța de la -2 cm până la 2 cm, cu tensiunea de ieșire de la 0,64 V până la 10,8 V. Eroarea măsurării sistemului este de 1,763%. Traductorul dispune de pragul de sensibilitate de 0,2 cm ceea ce permite utilizarea acestui tip de traductor în sisteme ce necesită precizie sporită. De asemenea, datorită elementelor inductive , TLDV poate primi o degradare a productivității sub influența câmpurilor magnetice exterioare, deci necesită o protecție specială sau o amplasare în depărtare de alte elemente inductive.

## Bibliografie

1. Ionescu G. Traductoare pentru automatizări industriale, Volumul I – II.
2. Todos P., Golovanov C. Senzori și traductoare.
3. Simion A. Mașini electrice speciale pentru automatizări.
4. UTM, Conspectul prelegerilor “Circuite și dispozitive electrice”
5. [http://www.ni.com/white-paper/3638/en/measuring\\_position\\_and\\_displacement\\_with\\_lvds](http://www.ni.com/white-paper/3638/en/measuring_position_and_displacement_with_lvds)
6. [https://mail.uaic.ro/~ftufescu/Traductoare\\_static.pdf](https://mail.uaic.ro/~ftufescu/Traductoare_static.pdf) Traductoare statice
7. <http://iota.ee.tuiasi.ro/~master/IIV%20curs.pdf> Introducere în instrumentația virtuală
8. <https://www.messotron.de/service/funktionsweise-lydt> Funcționarea TLDV
9. <http://ime.upg-ploiesti.ro/attachments/article/102/EA%20cap3.pdf> Traductoare și adaptoare.

# SISTEM DE GENERARE A IMPULSURILOR PWM PENTRU CONTROLUL MOTORULUI BLDC

Victor POPA, Vadim PLATON

Universitatea Tehnică a Republicii Moldova

**Abstract:** În lucrarea este descris sistemul digital elaborat pentru generare a impulsurilor PWM, care permite schimbarea factorului de umplere, pentru controlul turațiilor și direcției de rotație a rotorului motorului BLDC. În acest scop ca element de bază a procesării și generării impulsurilor a fost ales controlerul Atmega32 și interfața de programare Atmel Studio. În procesul dezvoltării acestui sistem s-a studiat teoria de bază a conducerii și structurii unui motor BLDC, a driverului ESC de asemenea și teoriei impulsurilor PWM, după care a fost posibilă dezvoltarea funcțională a sistemului în dependență de necesitățile utilizatorului ca de exemplu controlul turațiilor de pe calculator prin interfața UART.

**Cuvinte cheie:** PWM, sistem, motor, BLDC, USART, ATmega32, factor de umplere

## Introducere

Motoarele BLDC în ultimii ani sunt utilizați din ce în ce mai des în diferite dispozitive electrice începând de la drone de jucării până la mașini electrice (electrocar), acestea au un șir de avantaje esențiale care determină popularitatea înaltă a acestora. Diferența constructivă constă în eliminarea periilor de carbon care în motoarele simple de curent continuu exercită funcția de transmitere a curentului electric de la sursa de curent pe bobinele motorului, acest fapt și determină dezavantajul principal al motoarelor cu pierii, deoarece cu timpul aceste perii se deteriorează și disiparea temperaturii crește, în rezultat crește și consumul de curent, scăzând capacitatea de lucru a motorului. Avantajele motoarelor BLDC sunt:

- Creșterea duratei de exploatare, creșterea vitezei și puterii.
- Dimensiunile mici.
- Inexistența periilor de carbon.

Problema de bază în implementarea sistemelor de control pentru motoarele BLDC este necesitatea unui sistem integrat (embedded systems) de control al schimbării polarității fazelor cu o viteză foarte mare pentru crearea unui câmp magnetic rotativ și ca rezultat mișcarea rotorului motorului. Cu dezvoltarea științei a fost posibilă crearea driverurilor pentru implementarea algoritmilor de control, însă aceste dispozitive au nevoie de un semnal PWM (Pulse Width Modulation), care trebuie să fie generat cu o anumită frecvență și factorul de umplere.

Se propune de a elabora un sistem de generare a impulsurilor PWM pe baza controlerului Atmega32 cu posibilitatea variației factorului de umplere de la calculator prin interfața UART pentru controlul turațiilor și direcției acestora.

PWM (Pulse Width Modulation) este o modalitate folosită pentru a varia în mod controlat tensiunea dată unui dispozitiv electronic. Această metodă schimbă foarte rapid tensiunea oferită dispozitivului respectiv din ON în OFF și invers (tregeri rapide din HIGH (5V de exemplu) în LOW (0V)). Perioada de timp corespunzătoare valorii ON dintr-un ciclu ON-OFF se numește factor de umplere (*duty cycle*) și reprezintă, în medie, ce tensiune va primi dispozitivul electronic, astfel, se pot controla circuite analogice din domeniul digital.

Factorul de umplere se exprimă în procente și reprezintă cât la sută din perioada unui semnal acesta va fi pe nivelul ON. În Figura 1 se pot observa semnale PWM cu factori de umplere diferiți. Astfel, valoarea factorului de umplere ( $D$ ) se poate deduce din formula:

$$D = \frac{t_{on}}{t_{on} + t_{off}} * 100\% = \frac{\text{pulse width}}{\text{period}} * 100\% \quad (1)$$

Astfel, tensiunea medie care ajunge la dispozitiv este dată de relația:  $D * V_{cc}$ .



Fig. 1. Semnal PWM cu diferiți factori de umplere.

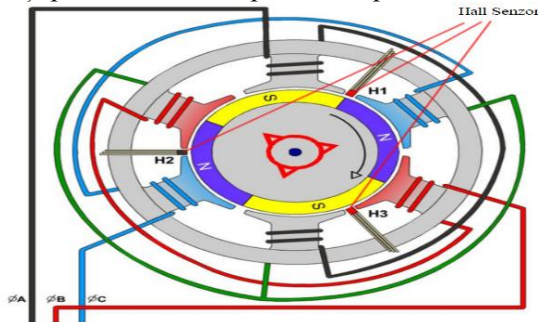


Modularea folosește variația factorului de umplere a unei forme de undă dreptunghiulară pentru a genera la ieșire o tensiune analogică. Considerând o formă de undă dreptunghiulară  $f(t)$  cu o valoare minimă  $y_{min}$  și o valoare maximă  $y_{max}$  și factorul de umplere  $D$  (ca în figura figura 1) valoarea medie a formei de undă e dată de relația:

$$\bar{y} = \frac{1}{T} \int_0^T f(t) dt. \quad (2)$$

## 1. Modelarea Sistemului

Pentru a controla turațiile motorului experimental, este necesar de a genera un semnal PWM cu următoarele caracteristici: Frecvența 50Hz,  $T=20\text{ms}$ , Factorul de umplere să varieze între 5% și 10% unde procentajul reprezintă viteza și direcția rotorului după cum urmează reprezentat mai jos. Structura motorului BLDC și parametrii de umplere sunt prezentate în figura 2.



2ms = 2000  $\mu$  = 10% max speed right

1,5ms = 1500  $\mu$  = 7,5% STOP

1ms = 1000  $\mu$  = 5% max speed left

Fig. 2. Structura motorului BLDC și parametrii de umplere.

Pentru generarea semnalului PWM de referință sunt folosite posibilitățile tehnice ale controlerului Atmega32, în special Timer1 16 biți. Acest timer poate funcționa în una din cele trei stări posibile precum: Fast PWM, Phase Correct PWM, Phase and Frequency Correct PWM. Fiecare din acest mod are avantajele și modalitatea sa de numărare. Se propune de a folosi modul Fast PWM, reprezentat în figura 3. În tabelul 1 este prezentat modul de configurare PWM. Acest timer are un set de registre fig.4, care trebuie să fie configurați corespunzător caracteristicilor semnalului dorit. Prima problemă care necesită a fi rezolvată este faptul că controlerul Atmega32 are frecvența de 16Mhz, ceea ce nu corespunde cu necesitatea de generarea unui PWM cu frecvența de 50Hz. Pentru aceasta se alege un prescaler potrivit din tabelul 3 oferit de producătorul microcontrolerului, prescaler=8.

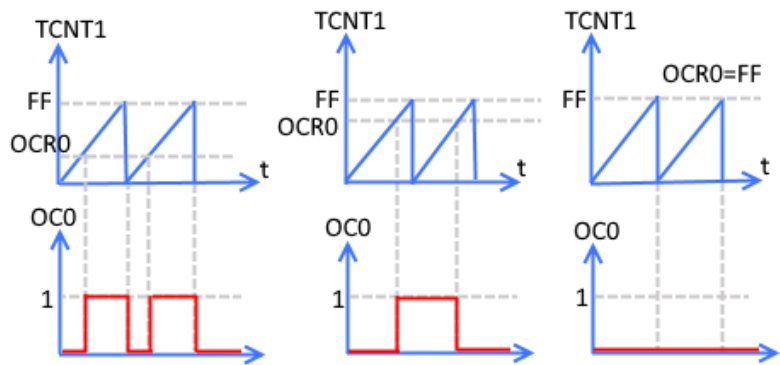


Fig. 3. Modul de comparare a valorilor în registre TCNT1 și OCR1

$$\frac{F_{CPU}}{8} = \frac{16000000\text{Hz}}{8} = 2000000\text{Hz}. \quad (3)$$

Pentru ca timer1 să poată genera impulsuri la PortB3 este necesar ca acesta să compare două valori, OCR1(Output Compare Register) și TCNT1(Timer Counter), exemplu de o relație de cauzalitate dintre variația valorilor în registrul OCR1 și registrul TCNT1 este reprezentat în fig. 3.

Tabel 1. Configurare modului PWM.

COM1A1 COM1B1	COM1A1 COM1B1	DESCRIPTION
0	0	Normal port operation, OC1A/OC1B disconnected.
0	1	Mode 9,11,14,15 only: Enable OCR1A only (OC1B disconnected)
1	0	None-inverted mode (HIGH at bottom, LOW on Match)
1	1	Inverted mode (LOW at bottom, HIGH on Match)

Este necesar de a calcula valoarea de top a ICR1 pentru frecvența necesară a procesorului.

$$Val_{ICR1} = \frac{\frac{F_{CPU}}{8}}{50Hz} = \frac{2000000}{50} = 40000. \quad (4)$$

Luând în considerare că numărătoarea se începe de la 1 avem 39999 de valori deci ICR1=39999.

În tabelul 2 este prezentată descrierea configurării registrelor TCCR1A și TCCR1B. Modul de funcționare a Timer1 este setat de registrele TCCR1A și TCCR1B. Bits COM1A1 (7) și COM1A0 (6) afectează semnalul care apare pe pinul OC1A (15 pini) (coincidența valorii registrului de numărare TCNT1 cu registrul de comparație OCR1A).

Tabel 2. Configurarea registrelor TCCR1A și TCCR1B.

	7 bit	6 bit	5 bit	4 bit	3 bit	2 bit	1 bit	0 bit
<b>TCCR1A</b>	COM1A1	COM1A0	COM1B1	COM1B0	-	-	WGM11	WGM10
<b>TCCR1B</b>	ICNC1	ICES1	-	WGM13	WGM12	CS12	CS11	CS0

Bit-urile WGM13 (4), WGM12 (3) din registrul TCCR1B și bitii WGM11 (1), WGM10 (0) din registrul TCCR1A reglează modul de funcționare a timerului precum este reprezentat în fig. 4.

Având setați regiștrii și valorile din acestea se poate genera semnal PWM cu frecvența de 50Hz și factorul de umplere după necesitate calculând valoarea din OCR1 după relația de proporționalitate.

$$Val_{ICR1} = 100\%(\text{Factor de umplere } 100\%);$$

$$Val_{OCR1} = 5\%(\text{Factor de umplere } 5\%).$$

Modificând factorul de umplere dorit se modifică și valoarea din registrul OCR1 astfel la ieșirile PD4 a microcontrollerului se formează un semnal PWM cu frecvența de 50Hz și factorul de umplere dorit. Cu ajutorul parametrilor din figura 4, se setează modul de generare a semnalelor Fast PWM. [1]

Tabel 3. Configurarea prescalerului.

CS12	CS11	CS10	DESCRIPTION
0	0	0	Timer/Counter2 Disabled
0	0	1	No Prescaling
0	1	0	Clock / 8
0	1	1	Clock / 64
1	0	0	Clock / 256
1	0	1	Clock / 1024

MODE	WGM13	WGM12	WGM11	WGM10	DESCRIPTION	TOP
0	0	0	0	0	Normal	0xFFFF
1	0	0	0	1	PWM, Phase Corrected, 8bit	0x00FF
2	0	0	1	0	PWM, Phase Corrected, 9bit	0x01FF
3	0	0	1	1	PWM, Phase Corrected, 10bit	0x03FF
5	0	1	0	1	Fast PWM, 8bit	0x00FF
6	0	1	1	0	Fast PWM, 9bit	0x01FF
7	0	1	1	1	Fast PWM, 10bit	0x03FF
8	1	0	0	0	PWM, Phase and Frequency Corrected	ICR1
9	1	0	0	1	PWM, Phase and Frequency Corrected	OCR1A
10	1	0	1	0	PWM, Phase Correct	ICR1
11	1	0	1	1	PWM, Phase Correct	OCR1A
14	1	1	1	0	Fast PWM	ICR1
15	1	1	1	1	Fast PWM	OCR1A

Waveform Generator Mode bits (Abbreviated)

Fig. 4. Configurarea modului de generare a semnalului.

În figura 5 este prezentată o parte din listingul programului cu comentarii, în care se explică destinația fiecărui registru utilizat.

```

int main(void)
{
    uart_initialize();          /*Initialize uart
    UCSRB |= (1 << RXIE);      /*ISR
    sei();                     /*ON Global Interrupt

    DDRD = (1 << DDD4);        /*Set PD4 as output
    TCCR1A = 0;                /*Clean TCCR1B Register
    TCCR1B = 0;                /*Clean TCCR1B Register
    TCCR1A |= (1 << COM1B1 | 1 << COM1B0 | 1 << WGM11); /*Set inverted mode
    TCCR1B |= (1 << WGM12 | 1 << WGM13 | 1 << CS11); /*Set Fast PWM mode and prescaler 8
    ICR1 = 39999;              /*Set register TOP value
    init_bldc();
    ADC_Init();                /*Initialize ADC */
    while(1)
    {
        ADC_Value = ADC_Read(1); /*Read the status on Y-OUT pin using channel 0 */
        sprintf(str, "Y=%d\r\n", ADC_Value); /*Y = PA1
        write_uart_strg(str); /*Transmit ADC_Val via UART to Desktop
        duty=map(ADC_Value,0,1023,2000,4000); /*Convert Pot position to duty
        OCR1B = ICR1 - duty; /*Change OCR1B value to change duty cycle
    }

int ADC_Read(char channel)
{
    int ADC_value;
    ADMUX = (0x40) | (channel & 0x07); /* set input channel to read */
    ADCSRA |= (1 << ADSC); /* start conversion */
    while((ADCSRA & (1 << ADIF)) == 0); /* monitor end of conversion interrupt flag */
    ADCSRA |= (1 << ADIF); /* clear interrupt flag */
    ADC_value = (int)ADCL; /* read lower byte */
    ADC_value = ADC_value + (int)ADCH*256; /* read higher 2 bits, Multiply */
    return ADC_value; /* return digital value */
}

void ADC_Init()
{
    DDRA = 0x00; /* Make ADC port as input */
    ADCSRA = 0x87; /* Enable ADC, fr/128 */
    ADMUX = 0x40; /* Vref: Avcc, ADC channel: 0 */
}

```

Fig 5. Listingul programului.

## Concluzii

În urma elaborării acestui sistem au fost implementate cu succes toate particularitățile tehnice și atinse scopurile propuse, a fost creat un sistem digital de generare a impulsurilor PWM cu posibilitatea de a schimba factorul de umplere pentru controlul turațiilor și direcția de rotație a rotorului motorului BLDC. Pentru realizarea acestui sistem pentru procesarea și generarea impulsurilor a fost ales controlerul Atmega32 și interfața de programare Atmel Studio. Proiectul dat poate fi utilizat în diferite aplicații tehnice unde este necesară generarea impulsurilor PWM; ca de exemplu pentru modularea și convertirea din semnal digital în semnal analogic sinusoidal (figura 6)

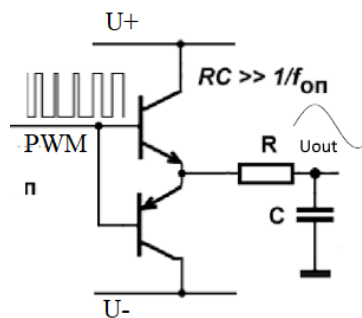


Fig .6 Generare semnalului sinusoidal prin PWM.

## Bibliografie

1. Atmel®AVR® 8-bit Microcontroller Atmega32-Datasheet.  
<http://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/doc2503.pdf> [Accesat 05.03.2019].
2. Satish Kumar Peddapelli *Pulse Width Modulation: Analysis and Performance in Multilevel Inverters* De Gruyter, 2017. — 210 p. — ISBN 978-3110468175.

# APLICAȚIE LABVIEW DE ACORDARE A ALGORITMILOR TIPIZAȚI ÎN TIMP REAL

Nadejda POPOVICI

Universitatea Tehnică a Moldovei

**Abstract:** În lucrare este prezentat aplicația LabView pentru identificarea în timp real a modelelor matematice de descriere a obiectelor de reglare și acordarea experimentală a algoritmilor tipizați. Ca obiectul de reglare a fost propus de a utiliza motorul de curent continuu seria 2342L012. Aplicația elaborată permite identificarea modelului matematic pe baza aproximării curbei experimentale și asigură acordarea regulatorului PID prin metodele Ziegler-Nicols, Cohen-Coon, Chien-Hrones-Reswick și Internal model control. Rezultatele au fost verificate pe instalația de laborator, care reprezintă sistemul automat de reglare a turațiilor motorului de curent continuu.

**Cuvinte cheie:** regulatorul PID, sistemul automat, identificare, model matematic, funcția de transfer, metode de identificare, reglare automată.

## 1. Descrierea standului de laborator

În aplicațiile sistemelor de reglare automată, obiectivul urmărit este asigurarea performanțelor ridicate a sistemului în buclă închisă, care se realizează în baza sintezei legilor de reglare. În aplicațiile industriale se utilizează cel mai des legile de reglare tipizate PID.

Pentru sinteza algoritmului de reglare PID deseori este nevoie de cunoaștere a modelului matematic al obiectului de reglare. La rândul său, obținerea modelului matematic de descriere a obiectului de reglare se realizează în baza procedurilor de identificare analitică sau experimentală. Astfel un model matematic care descrie obiectul de reglare constă de obicei din ecuațiile matematice (algebrice, transcendente și diferențiale) obținute pe baza utilizării metodelor de identificare.

În sistemele de reglare automată motoarele sunt folosite ca elemente de execuție. Motorul de curent continuu cu excitație separată a fost și este în continuare motorul cel mai utilizat în acționările electrice reglabile, datorită liniarității caracteristicilor sale și a metodelor relativ simple de modificare a turației.

În figura 1 este prezentată schema bloc-funcțională a sistemului automat elaborat de reglare a turațiilor motorului de curent.

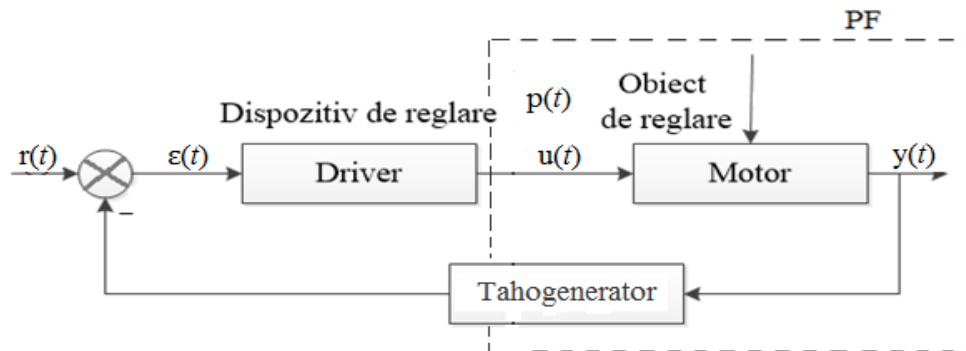


Fig.1 Schema bloc-funcțională a sistemului de reglare automată a turațiilor motorului de curent continuu.

În figura 2 este prezentat sistemul proiectat.

Elementele funcționale ale sistemului automat proiectat sunt:

- Sursa de alimentare, rețeaua publică de alimentare cu energie electrică este de curent alternativ monofazat cu frecvența de 50 Hz și valoarea tensiunii de 220V.
- Driverul pentru controlul motorului de curent continuu, care reprezintă un driver universal care poate controla motoare ce consumă până la 2 A de curent continuu, la o tensiune maximă de 12 V.
- Microcontrolerul Atmega328p-Atmega8, care este un microcontroler de consum mic de putere pe 8 biți bazat pe arhitectura AVR RISC. Executând instrucțiuni complexe într-un singur impuls, ATmega8 atinge 1 MIPS pe MHz, permițând astfel producătorului să regleze consumul de energie în funcție de viteza de procesare.

- Adaptor USB-UART, acest adaptor poate primi și transmite datele la calculator.
- Motorul de curent continuu, seria 2342L012 encoder Coreless.
- Tahogeneratorul-TGP-1, care transformă viteza de rotație proporțională cu frecvența curentului continuu la tensiunea de ieșire.
- Puntea H-este un circuit electronic ce permite aplicarea unei tensiuni pe o sarcină în orice sens.



Fig. 2 Aspectul dispozitivului proiectat.

## 2. Descrierea aplicației LabView

Pentru reglarea turațiilor motorului de curent continuu a fost elaborată aplicația LabView, care permite identificarea experimentală a modelului matematic și acordarea regulatorului P, PI sau PID după metodele Ziegler-Nicols, Cohen-Coon, Chien-Hrones-Reswick și Internal model control.

În figura 3 este prezentată interfața aplicației elaborate. Pentru a porni procesul de identificare modelului matematic sau acordare a regulatorului se setează viteza de referință a motorului de curent continuu pe panoul (1), unde poate fi făcută reinițializarea datelor. Pe panoul (2) poate fi făcută setarea manuală a parametrilor de acord regulatorului ales. La setarea semnalului de referință și pornirii sistemului, datele achiziționate sunt afișate în timp real. Pe panoul (5) sunt afișați parametrii sistemului (constanta de timp, timpul mort, semnalul de comanda). În urma alegerii metodei de acordare (4) poate fi urmărit în timp real cum are loc acordarea reglatoarelor după diferite metode de acordare, pe panoul (3) sunt afișați parametri de acord calculați, iar pe panoul (6) se afișează în timp real variația ieșirii sistemului. Modelul matematic calculat se afișează pe panoul (7).

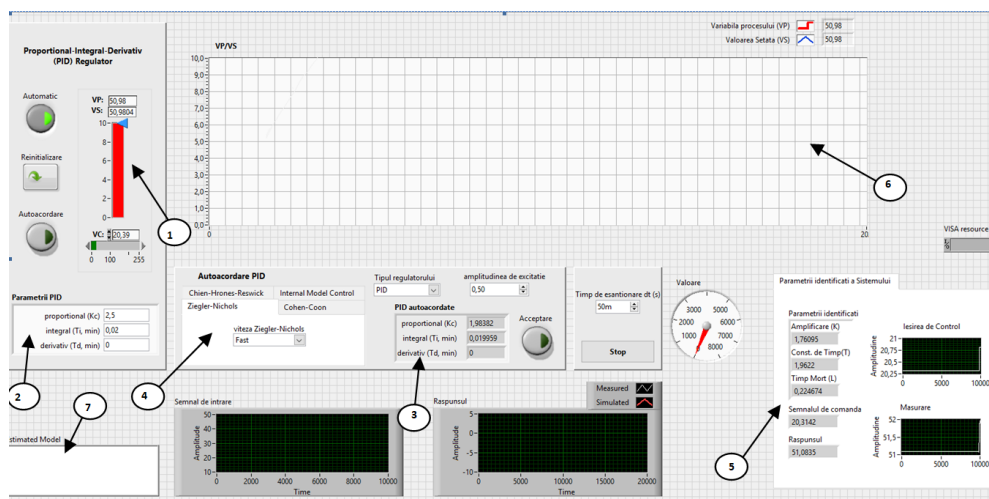


Fig. 3 Interfața aplicației de identificare și acordare.

## 3. Identificarea parametrică pe baza clasei ARMAX

În continuare este prezentat exemplu de identificare experimentală în baza aplicației elaborate a modelului matematic de descriere a variației turațiilor motorului de curent continuu.

Pentru identificarea modelului matematic a fost ridicată curba experimentală de variație a turațiilor motorului de curent continuu la 6000 rot/min (corespunde cu tensiunea de 3.5V), figura 4.

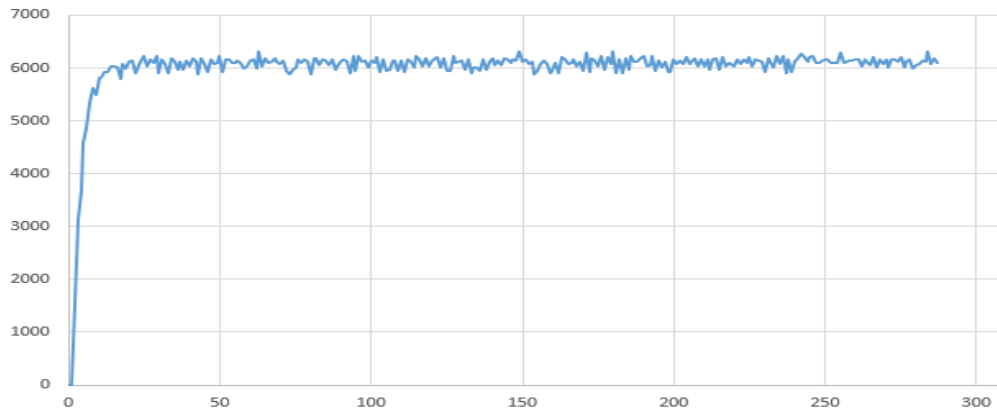


Fig. 4 Curba experimentală a MCC la semnal de referință de de 3.5 V.

În urma identificării au fost obținute următoarele funcții de transfer (unde ordinul  $B(z)$  este  $m$  și ordinul  $A(z)$  este  $n$ ):

$$H_{1,1}(z) = \frac{0.87667z^{-1}}{1-0.0091054z^{-1}+0.011228} = \frac{B(z)}{A(z)}; \text{unde } m = 1, n = 2. \quad (1)$$

$$H_{1,2}(z) = \frac{0.0125z^{-1}+0.0025z^{-2}+0.012206z^{-3}}{1-2.51427z^{-1}+2.25679z^{-2}+0.72163z^{-3}} = \frac{B(z)}{A(z)}; \text{unde } m = 3, n = 3. \quad (2)$$

#### 4. Acordarea regulatorului PID

Pentru a efectua acordarea regulatorilor tipizate în LabView a fost setat semnal de referință de 3.5 V. În aplicația a fost implementate opțiuni de acordare a regulatorilor tipizate după metodele: Chien-Hrones-Reswick, Internal Model Control, Cohen Coon, Ziegler-Nichols.

În figura 5 este prezentată curba experimentală la acordarea regulatorului PI după metoda Internal Model Control.

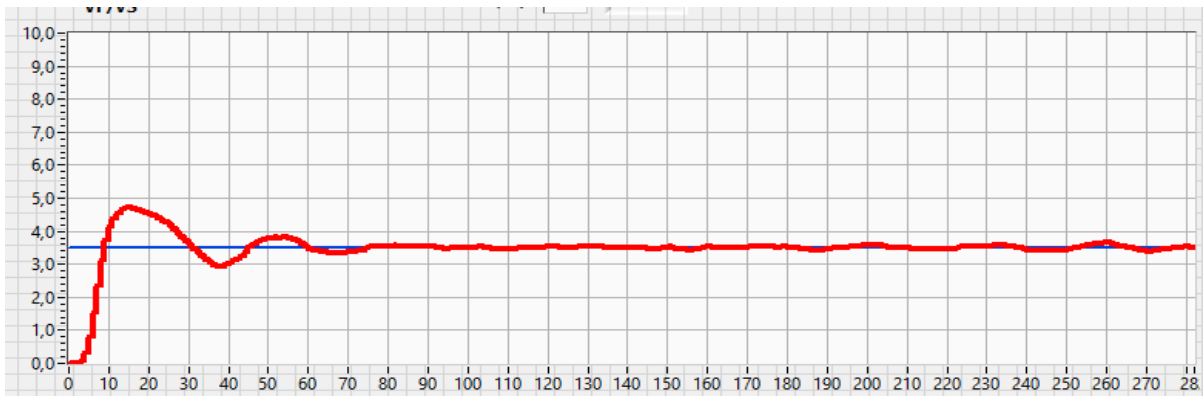


Fig. 5 Acordarea regulatorului PID după metoda Internal Model Control.

În baza metodei Internal Model Control au fost obținuți parametri de acord ai regulatorului PI:

$$K_p=2,372051;$$

$$K_i=0,000484;$$

$$K_d=0.$$

#### Concluzii

În aceasta lucrare este descrisă aplicația LabView elaborată, care permite identificarea și acordare a algoritmilor tipizați în timp real. Aplicația realizată permite de a acorda regulatorul P, PI, PID în cadrul sistemului dat după metodele: Ziegler-Nichols, Cohen-Coon, Chien-Hrones-Reswick și Internal model control. Ca obiectul de reglare a fost utilizat motorul de curent continuu seria 2342L012.

Aplicația dată a fost verificată pe instalația de laborator, a fost făcută identificarea modelului matematic în forma continuă și discretă ARX, ARMAX. În continuare a fost efectuată verificarea metodelor

experimentale de acordare a regulatorului PID în baza metodelor Ziegler-Nicols, Cohen-Coon, Chien-Hrones-Reswick și Internal model control.

În concluzie se poate de menționat că aplicația elaborată permite identificarea experimentală și acordarea experimentală a regulatorului P, PI, PID. În cazul identificării experimentale este posibilitatea de aproximarea curbei cu modele continue sau discrete, asigurând posibilitatea de setarea gradului modelului aproximat. Metode experimentale de acordare asigură calculul experimental ai parametrilor de acord reguletoarelor tipizat.

## **Bibliografie**

1. [https://en.wikipedia.org/wiki/PID\\_controller](https://en.wikipedia.org/wiki/PID_controller)
2. Ștefănoiu D., Culiță J., Stoica P. Fundamentele modelării și identificării sistemelor. București: Editura Printech, 2005, 316 p.
3. Bobasu E. Identificarea sistemelor. București: Editura Didactică și Pedagogică, 2010, 168p.
4. Dumitrache I., Dumitru S., Miha, I. ș.al. Automatizări electronice. București: Editura Didactică și Pedagogică, 1993, 662 p.
5. Călin S., Dumitrache I. Regulate automate. București: Editura Didactică și Pedagogică, 1985, 416 p.
6. Cristian F. Introducere în instrumentația virtuală. Iași: Editura CERMI, 2010, 160 p.
7. Compania NATIONAL INSTRUMENTS. LabView, System identification toolkit user manual. Ediția Septembrie 2004, 87 p.



# BLOCKCHAIN. TEHNOLOGIA VIITORULUI

Mihaela RUSANOVSCI, Gabriela POCIUMBANU, Iulian PANIȘ, Dumitru BOBEICO

Technical University of Moldova

**Abstract:** În lucrare e indicat ce înseamnă tehnologia Blockchain, avantajele și dezavantajele ei, cum lucrează ea, și de ce a fost supranumită de autori tehnologia viitorului.

**Cuvinte cheie:** Blockchain, hash, Retea, Bitcoin, structura de date, criptomoneda.

## Introducere

Astăzi, pentru a transmite oarecare bunuri ne bazăm în întregime pe intermediarii mari - intermediari precum băncile, guvernul, companiile mari media-sociale, etc. - pentru a crea încredere în economia noastră. Acești intermediari efectuează toată logica de afaceri și de tranzacții a fiecărui fel de comerț, și în ansamblu, fac o treabă destul de bună. Dar există probleme în creștere.

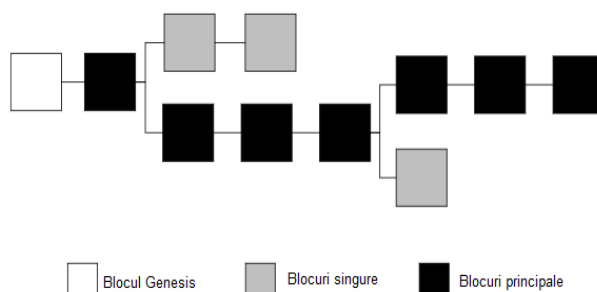
Un **blockchain** este o listă de date în continuă creștere, numite *blocuri*, care sunt legate și securizate cu ajutorul criptografiei. Ca structură de date, un blockchain este o listă simplă înlănțuită, în care legăturile între elemente se fac prin hash. Astfel, fiecare bloc conține de obicei o legătură către un bloc anterior (un hash al blocului anterior), un timestamp și datele tranzacției. Prin design, blockchain-urile sunt rezistente la modificarea datelor.

Blockchain-ul este „un registru transparent și distribuit, care poate înregistra tranzacții între două părți în mod eficient, verificabil și permanent”. Pentru a fi folosit ca registru distribuit, un blockchain este de obicei administrat de o rețea colectivă de tip peer-to-peer, ce aderă la un protocol pentru validarea noilor blocuri.

Odată înregistrate, datele din orice bloc de date nu mai pot fi modificate fără alterarea blocurilor care urmează, ceea ce necesită acordul majoritar al participanților din rețea.

## Cum lucrează blockchain-ul

Bunurile - **bunurile digitale**, cum ar fi banii pentru jocuri și tot ceea ce este între ele - nu sunt stocate într-un loc central, dar sunt distribuite într-un registru global, folosind cel mai înalt nivel de criptografie. Iar când se efectuează o tranzacție, este postată la nivel global, în milioane și milioane de computere. Și în lume, este un grup de oameni numiți "mineri". Ei au o putere de calcul masivă la îndemână. Acești mineri fac mult lucru. Și la fiecare 10 minute, se creează un bloc care are toate tranzacțiile din cele 10 minute anterioare. Apoi, minerii încearcă să rezolve unele probleme dificile și concurează între ei : primul miner care află adevărul și validează blocul este recompensat în monedă digitală, în cazul Bitcoin blockchain, cu Bitcoin. Și apoi - blocul este legat de blocul anterior și blocul anterior pentru a crea un lanț de blocuri. Și fiecare este marcat cu timestamp. Dacă aș fi vrut să sparg un bloc, și să spun, să-mi plătesc mie și ție o sumă de bani, ar fi trebuit să sparg blocul dat, plus toate blocurile anterioare, întreaga istorie a comerțului în blockchain-ul dat, nu doar pe un calculator, dar pe milioane de calculatoare, simultan, folosind cele mai înalte niveluri de criptare, în lumina celui mai puternic resurs de calcul din lume care mă urmărește.



## Unde mai este aplicat blockchain-ul

Pe baza sistemului Blockchain funcționează prima și cea mai populară criptomonedă la momentul dat, Bitcoin, fiind creată în 2009 de către japonezul Satoshi Nakamoto, identitatea căruia până în prezent nu este cunoscută. De facto, acesta și este obiectivul principal al Bitcoin-ului și al sistemului Blockchain, păstrarea anonimității.

Pe lângă acest fapt, Bitcoin asigură protecția investițiilor, transferul liber al acestora fără participarea persoanelor terțe și în lipsa oricăror reglementări sau constrângeri. Toate cele sus menționate se obțin datorită sistemului decentralizat pe care se bazează Bitcoin, ceea ce înseamnă lipsa a unui element central/a unui segment terț care realizează toate plățile(tranzacțiile), transferul făcându-se direct între 2 utilizatori ai sistemului.

Tranzacțiile care constituiesc transferul sunt incluse în lanțuri de blocuri care formează un registru public comun pentru întreaga rețea Bitcoin. Astfel însăși tranzacția cât și valoarea acesteia sunt transparente însă identitatea participantilor la tranzacție și portofelele acestora rămân necunoscute/ascunse datorită tehnicilor de criptare care utilizează metodologia cheilor publice și cheilor private de codificare și decodificare a hash-urilor. Pe lângă obiectivul lor de criptare, cheile sunt folosite pentru crearea semnăturii digitale sau așa zis a "contractului smart" având ca obiectiv validarea tranzacției.

Bitcoin Blockchain este doar o ramură în care se poate folosi blockchain-ul. Blockchain-ul Ethereum<sup>1</sup> a fost dezvoltat de Vitalik Buterin. Acest blockchain are câteva capabilități uimitoare. Una dintre ele este că puteți construi contracte inteligente. Este un contract care se execută de sine stătător, și el se ocupă de aplicarea, gestionarea, performanța și plata –contractele date au și un cont bancar, într-un anumit sens, contracte între oameni. Astăzi, în blocul Ethereum, există o mulțime de proiecte în curs de dezvoltare, de la crearea unui nou înlocuitor pentru piața de capital, până la un nou model de democrație, în care politicienii sunt răspunzători față de cetățeni.

Pentru a înțelege ce schimbare radicală ar aduce acest lucru, vom examina serviciile financiare. Ca exemplu: Achitați cu cardul în magazinul de la colț și un bitstream trece printr-o mulțime de companii, fiecare cu propriul sistem informatic și trei zile mai târziu, are loc o înțelegere. Cu o industrie financiară blockchain, nu ar exista nici o decontare, pentru că plata și decontarea sunt aceleași operații, vor fi executate doar niște schimbări în registru.

Putem schimba modul în care se creează bogăția, în primul rând prin democratizarea creării de bogăție, angajarea mai multor oameni în economie și asigurarea că aceștia au primit o compensație echitabilă?

Îată 4 căi de realizare a acestui lucru :

1. Mulți vorbesc despre Uber, Airbnb, TaskRabbit și Lyft și așa mai departe, ca parte a economiei de împărțire. Aceasta este o idee foarte puternică, că colegii se pot uni și pot crea și împărți bogăția. Aceste companii nu se împărtășesc cu adevărat. De fapt, ei reușesc tocmai pentru că nu se împărtășesc. Unesc serviciile împreună și le vând. Ce s-ar fi întâmplat dacă, pe lângă Airbnb, ar exista o aplicație distribuită într-un blockchain, numită să presupunem, B-Airbnb și ar fi fost deținută de toți oamenii care au o cameră de închiriat. Și când cineva vrea să închirieze o cameră, el merge la baza de date blockchain și la toate criteriile ei, trece prin ele, găsește camera potrivită, iar apoi blockchain-ul ajută cu contractarea, se ocupă de plăți, doar prin plăți digitale, deoarece ele sunt integrate în sistem. Distrugătoarele economiei de împărțire din Silicon Valley ar putea fi perturbate și acest lucru ar fi bun pentru prosperitate.

2. Există un număr întreg de creatori de conținut care nu primesc compensații echitabile, deoarece sistemul de proprietate intelectuală este stricat. A fost distrus de prima epocă a internetului. Să luăm muzica. Dacă erai compozitor, acum 25 de ani, și ai scris un hit, ai un milion de singluri, ai putea câștiga aproximativ 45.000 de dolari. Astăzi, dacă sunteți un compozitor, și scrieți un hit, apar un milion de fluxuri, nu primiți 45k, veți obține 36 de dolari, suficient pentru a cumpăra o pizza. Imogen Heap, cântăreață, compozitor, câștigătoare Grammy, pune muzica pe un ecosistem blockchain. Ea îl numește "Micelia". Muzica are un contract inteligent care îl înconjoară. Și muzica protejează drepturile de proprietate intelectuală a cântăreței. Vrei să asculți cântecul? Este gratuit, sau poate câțiva micro-centi care se duc într-un cont digital. Doriți să puneți cântecul în filmul dvs., operația e diferită și toate drepturile IP sunt specificate. Ea spune că melodia devine o afacere. Este acolo pe această platformă vânzându-se pe sine, protejând drepturile autorului, și pentru că cântecul are un sistem de plăți în sensul contului bancar, toți banii revin la artist și el controlează industria. Această problemă nu e doar la compozitorii, ci orice creator de conținut din orice domeniu, cum ar fi arta, cum ar fi invenții, descoperiri științifice, jurnaliști. Există tot felul de oameni care nu primesc o compensație corectă, și cu blockchain, vor fi capabili s-o primească.

3. Cel mai puternic activ al erei digitale sunt datele. Și datele sunt într-adevăr o nouă clasă de active, poate mai mari decât clasele de active anterioare, cum ar fi terenurile aflate sub economia agrară sau o instalație industrială sau chiar banii. Și noi toți - creăm aceste date. Ele sunt colectate într-o imagine a

voastră, voi virtual. Iar virtualul poate să știe mai multe despre tine decât tu însăși, pentru că nu îți mai amintești ce ai cumpărat cu un an în urmă sau ai spus acum un an, sau exact locul tău acum un an. Și virtualul nu este deținut de voi – aceasta fiind o mare problemă. Din acest motiv astăzi, există companii care lucrează pentru a crea o identitate într-o cutie neagră, virtuală pe care o dețineți dumneavoastră. Și această cutie neagră se mișcă în jurul vostru în timp ce călătoriți și este foarte zgârcită. Ea doar oferă informații care sunt strict necesare pentru a face ceva. În o mulțime de tranzacții, vânzătorul nu trebuie să știe cine sunteți. Trebuie doar să știe că a fost plătit. Acest lucru ne poate ajuta să ne protejăm intimitatea, iar viața privată este fundamentul unei societăți libere.

4. În prezent, companiile lucrează cu guvernele pentru a pune documentele pe teren pe un blockchain. Și odată ce vor fi pe blockchain, ele vor fi neschimbate. Dar Nu poți sparge blockchain-ul?. Astfel creind condiții de prosperitate pentru miliarde de oameni.

### **Concluzia**

Acestea sunt doar 4 oportunități dintr-o duzină, pentru a rezolva o problemă, Prosperitate, care este una dintre nenumăratele probleme la care blockchain-le sunt aplicabile.

Tehnologia nu creează prosperitate- oamenii o fac.

### **Referințe**

1. Don Tapscott, Alex Tapscott, "How the blockchain is changing money and business" mod de acces [https://www.ted.com/talks/don\\_tapscott\\_how\\_the\\_blockchain\\_is\\_changing\\_money\\_and\\_business](https://www.ted.com/talks/don_tapscott_how_the_blockchain_is_changing_money_and_business)
2. Paul Kemp-Robertson, "Bitcoin. Sweat. Tide. Meet the future of branded currency." TEDGlobal 2013  
[https://www.ted.com/talks/paul\\_kemp\\_robertson\\_bitcoin\\_sweat\\_tide\\_meet\\_the\\_future\\_of\\_branded\\_currency](https://www.ted.com/talks/paul_kemp_robertson_bitcoin_sweat_tide_meet_the_future_of_branded_currency)

# IMPACTUL INTELIGENȚEI ARTIFICIALE ÎN VIAȚA COTIDIANĂ

*Pavel MANOLACHE, Catălin CIOBANU, Ștefan CEBOTARU, Maxim ȘCHIOPU*

*Universitatea Tehnică a Moldovei*

**Abstract:** Termenul de Inteligență Artificială este destul de cunoscut, însă nu se știe exact unde ea este prezentă și unde poate fi aplicată. Articolul dat este o studiu al domeniului, care subliniază unde este întâlnită Inteligența Artificială, schimbările care le aduce în lumea cotidiană odată cu dezvoltarea Inteligenței Artificiale și cum va afecta viața personală.

**Cuvintele-Cheie:** Inteligența artificială, robot, progres, AI, IA

## Introducere

În timpul actual inteligența artificială este utilizată în viața de zi cu zi, de la smartphone, pe care îl deține fiecare prin Google asistent, Alexa, Siri, până la automobile dotate cu sisteme încorporate.

În secolul 21 în țările dezvoltate este greu de imaginat vreo persoană să nu folosească rețelele de socializare, cum ar fi, de exemplu Facebook, Instagram sau Snapchat, în care majoritatea deciziilor utilizatorilor sunt îndrumate de inteligența artificială: de la notificări până la diversitatea recomandărilor de servicii necesare.

Jocurile video tot nu au rămas fără atenție. Aici rolul inteligenței artificiale este ca jocul să primească destulă experiență, ca apoi să poată birui jucătorul. Ca un exemplu fiind "OpenAI 5" elaborată pentru joaca "DOTA 2" care ca urmare a câștigat majoritatea din jucătorilor pro-ligii.

## Ce este inteligența artificială ?

**Inteligența artificială** este alcătuită din doi termeni, primul fiind artificial (ceia ce nu este natural, adevărat care într-un fel sau altu este fals deoarece este simulat) și al doilea termen fiind inteligență ( inteligența este un termen complex care poate fi definit în diferite căi ca de ex. Logica, înțelegerea, conștiința de sine, învățarea, cunoștințele emoționale, planificarea, creativitatea, abilitatea de a rezolva probleme). Inteligența artificială este un subdomeniu al informaticii.

**Scurt istoric:** Istoria inteligenței artificiale a început cca. 100 de ani în urma. În anul 1920 cehul Karel Čapek [1] a publicat opera științifico-fantastică numită "Rosumovi Univerzální Roboti" (Rossum Roboții Universali) prescurtat R.U.R. În lucrare se povestește despre fabrica care produce oameni artificiali numiți Roboți. În anul dat sub denumirea de roboți se refereau mai mult la clonii umani, decât la roboții din prezent. Pentru început roboții ajutau omenirea, ca mai apoi, după ce a fost inventat robotul de război, să ducă la dispariția rasei umane.

Al doilea om care a făcut un pas mare în inteligența artificială a fost Alan Turing [2] cu mașina sa numită "Mașina Bombe" care a fost creată special ca să spargă codurile mașinei "Enigma" [3], creată de Germania Nazistă, folosită în timpul de-al Doilea Război Mondial, pentru a codifica mesajele trimise prin undele radio.

În anul 1955 apare cea mai acceptată definiție a inteligenței artificiale: "O mașină care se comportă într-un mod care ar putea fi considerat inteligent, dacă ar fi vorba de un om".

Anul 1956 la "Dartmouth Conference" a fost primul workshop al inteligenței artificiale unde s-au adunat cercetători din universitatea Carnegie-Mellong, Universitatea Massachusetts Institute of Technology și International Employee Benefit Consulting Network, care au făcut cercetări asupra inteligenței artificiale. Progresul a fost major până în anii 1960, unde a început să scadă, ca până în anul 1974 să se stopeze. Nimeni nu mai era entuziasmat de inteligența artificială. Acest eveniment a fost numit "AI Winter". După un timp inteligența artificială a revenit într-o formă de așa numite "System Expert". Sistemele expert erau programe care răspundeau la întrebări adresate pe un domeniu îngust. Între anii 1980 și începutul 1990 a fost a doua stopare de progres numită "Second AI Winter". În anul 1997 pe data de 11 mai calculatorul îl câștigă pe Garry Kasparov [4] într-un meci de șase partide.

În ultimile două decenii inteligența artificială a crescut foarte rapid și continuie să crească masiv pe zi ce trece.

## **Inteligența artificială în viața personală.**

Suntem în pragul când omenirea pas cu pas oferă locul său de muncă roboților. În fiecare casă apar roboți care posedă inteligență artificială, ca de exemplu fiind :

Aspirator Robot

Jucării pentru copii (roboței, păpușe)

Diferite sisteme de securizare (recunoașterea facială, amprente digitale)

Însă întrebarea de bază este “Va afecta viața noastră personală inteligența artificială, sau nu?”. Întodeauna a fost inevitabil ca inteligența artificială să fie folosită pentru scopuri sexuale. Potrivit futurologului Dr. Ian Pearson “Anul 2050 va fi anul când procentajul de robot/om va fi mai mare decât procentajul om/om”.

Cercetătorii inteligenței artificiale David Levy din universitatea Maastricht precizează ca în anul dat oamenii se vor căsători cu roboții. Asta se va întâmpla atunci, când inteligența artificială va predomina inteligența umană, ceea ce înseamnă că dinamica acestor relații va fi complicată. Multe companii au deja un progres în crearea roboților cu drepturi depline pentru așa numiții “Sex Robots”. Compania California-based RealDoll ne arată progresul său prin robotul numit Realbotix [5]. Potrivit companiei, Realbotix include inteligență artificială, robotul mișcă din cap, clipește, are un sistem AI care răspunde la unele întrebări, în procesul vorbirii mișcă din cavitatea bucală.

Aici RealDoll nu se vor stopa. Compania vrea să creeze ceva, de care să ne putem îndrăgosti. La momentul de față ei au adăugat un sistem virtual pentru smartphone și căști cu realitate virtuală, de care să vă puteți folosi când nu sunteți alături de păpușă.

Există o vastă aplicare a mașinilor, care permit roboților pentru sex să fie mai complexe decât noi ne-am putea imagina. Unele algoritme pot să permită roboților să învețe din mediul înconjurător, să ofere răspunsuri emoționale bazate atât pe utilizator, cât și pe societate. Încă un moment pozitiv ar fi că datorită posibilităților de analiză a datelor roboții să ne determine starea noastră de sănătate psihică și fizică. Un robot care învață atât de mult despre emoțiile noastre este sigur că va fi în stare să ne ajute ca un psiholog când ajungem în stare de depresie. Cercetătorii din Noua Zelandă spun că înlocuirea roboților cu oamenii poate avea un impact pozitiv asupra reducerii bolilor genitale și reducerea traficului sexual.

La momentul de față păpușa Realbotix costă 10.000\$ pentru cap și 30.000\$-60.000\$ pentru corp în dependență de complectare.

## **Aplicații pentru Inteligența Artificială**

Inteligența Artificială a intrat, sub mai multe forme, în viața noastră de zi cu zi. Există în magazinele online și e folosită ca să facă recomandări pentru noi cumpărături în funcție de achizițiile anterioare. E unul dintre motoarele inteligente din spatele unor platforme cum ar fi Siri și Alexa. AI analizează și recunoaște cine sau ce apare într-o fotografie, detectează spamul sau fraudele cu carduri bancare.

Pe lângă toate aceste utilizări, iată câteva dintre cele mai importante aplicații pentru inteligența artificială, unele dintre ele fiind deja comune în tehnologia de astăzi:

În medicină, în industria militară, în finanțe, în educație, recunoaștere facială, recunoaștere vocală, manipulare foto și video, creativitate artificială (scriere, compoziție muzicală etc.), procesarea limbajului natural, recunoașterea scrisului de mână, data mining, realitatea virtuală, procesarea imaginilor.

## **Concluzie**

Pe zi ce trece IA se dezvoltă cu pași uriași și noi nu putem nega faptul că ea nu ne influențează. Pe de o parte e bine deoarece IA ne ușurează majoritatea din acțiunilor, dar pe de altă parte, controlul ce-l deține IA este din ce în ce mai mare. După Ilon Musk “AI is far more dangerous than nuke”. În cazul în care rasa umană va pierde controlul asupra IA, riscăm să ajungem ca și în istoria de R.U.R. să fim nimiciți.

## **Referințe**

1. Martin Davis, ”Touring Turing”, 2008
2. Andrew Hodges - ”Alan Turing: The Enigma”, Walker books, 2000.
3. Jayanti, Vikram (2003). ”Game Over: Kasparov and the Machine”.
4. Mark Maloof, ”Artificial Intelligence: An Introduction”, Georgetown University, 2017.
5. Meghan Laslocky, ”Real Dolls: Love in the Age of Silicone”, 2007.

# IoT : INTERNET OF THINGS, ÎNTRE AVANTAJE ȘI DEZAVANTAJE

*Dorian GOȚONOAGA, Cristian ULMANU*

*Universitate Tehnică a Moldovei*

**Abstract:** *IoT este o tehnologie nou apărută pe piață, care începe să câștige un loc important pentru producători, precum și apreciat de consumatori. IoT se referă la dispozitivele care, inițial, nu au fost concepute pentru a avea conexiune la internet și au fost modificate în așa fel, încât să poată comunica, independent de acțiunea umană prin intermediul rețelei Internet cu mediul extern.*

**Cuvinte-cheie:** *IoT, tehnologii smart, transmitere date, automatizare, control.*

## Introducere

Internetul lucrurilor (Internet of Things, IoT) este conceptul unei rețele computerizate de dispozitive echipate cu tehnologii integrate care pot comunica unul cu celălalt sau cu mediul extern, în ceea ce privește organizarea unor astfel de rețele ca fenomen care poate reforma procesele economice și sociale, excluzând nevoia de participare a factorului uman.

Conceptul a fost formulat în 1999 ca o înțelegere a perspectivelor utilizării pe scară largă a dispozitivelor de identificare a frecvențelor radio pentru interacțiunea obiectelor fizice între ele și/sau cu mediul extern. Începând cu anul 2010, completarea conceptului "Internetul lucrurilor", cu conținut tehnologic divers și implementarea unor soluții practice pentru implementarea sa sunt considerate a fi tendințe constante în tehnologiile informaționale, în primul rând datorită răspândirii omniprezente a rețelelor fără fir, apariției cloud computing, dezvoltării interacțiunii mașină-mașină, începutul unei tranziții active pe IPv6 și dezvoltarea de rețele configurate de software. Mai mult, orice obiect fizic poate fi transformat într-un dispozitiv IoT dacă poate fi conectat la internet și controlat în acest fel. Un bec care poate fi pornit cu ajutorul unei aplicații smartphone este un dispozitiv IoT, la fel ca și un senzor de mișcare sau un termostat inteligent în birou sau o lumină stradală conectată. Un dispozitiv IoT ar putea fi la fel de pufos ca o jucărie pentru copii sau la fel de serios ca un camion fără șofer sau ca un motor cu jet de mare viteză care este acum umplut cu mii de senzori care colectează și transmit date înapoi pentru a se asigura că funcționează eficient. La o scară și mai mare, proiectele de orașe inteligente completează regiuni întregi cu senzori pentru a ne ajuta să înțelegem și să controlăm mediul înconjurător. Termenul IoT este utilizat în principal pentru dispozitive care, în general, nu ar trebui să aibă în general conexiune la internet și care pot comunica cu rețeaua independent de acțiunea umană. Din acest motiv, un PC nu este în general considerat un dispozitiv IoT și nici unul nu este un telefon inteligent - chiar dacă acesta este înghesuit cu senzori. Un smartwatch sau o bandă de fitness sau alt dispozitiv care poate fi purtat poate fi considerat un dispozitiv IoT.

## Istoric

Ideea de a adăuga senzori și inteligență obiectelor de bază a fost discutată pe parcursul anilor 1980 și 1990, dar, în afară de unele proiecte timpurii - inclusiv un automat de vânzare cu amănuntul - progresul a fost lent. Procesoare care au fost ieftine și suficient de puternice au fost necesare înainte de a deveni rentabile să se conecteze miliarde de dispozitive. Adoptarea etichetelor RFID (Radio Frequency IDentification) - cipuri de joasă putere care pot comunica fără fir - a rezolvat o parte din această problemă, împreună cu disponibilitatea sporită a internetului în bandă largă și a rețelelor celulare și fără fir. Adoptarea IPv6 - care, printre altele, ar trebui să ofere suficiente adrese IP pentru fiecare dispozitiv pe care lumea (sau într-adevăr această galaxie) este foarte probabil să îl aibă nevoie - a fost, de asemenea, un pas necesar pentru o scară de la IoT.

Kevin Ashton a inventat expresia "Internetul lucrurilor" în 1999, deși a durat cel puțin un deceniu pentru ca tehnologia să ajungă la nivelul viziunii.

Adăugarea de etichete RFID la piese scumpe de echipament pentru a ajuta la urmărirea locației lor a fost una dintre primele aplicații IoT. Dar, de atunci, costul adăugării de senzori și o conexiune la internet la obiecte a continuat să scadă și experții prevăd că această funcționalitate de bază ar putea costa într-o zi doar 10 cenți, făcând posibilă conectarea aproape a totul la internet.

IoT a fost inițial cel mai interesant pentru afaceri și producție, unde aplicația sa este cunoscută uneori ca mașină-mașină (M2M), dar accentul se pune acum pe umplerea locuințelor și a birourilor cu dispozitive inteligente, transformându-l în ceva relevant pentru aproape toată lumea. Sugestiile inițiale pentru dispozitivele conectate la internet au inclus "blogiects" (obiecte care înregistrează bloguri și înregistrează

date despre ei înșiși pe internet), computere omniprezente ("ubicom"), computere invizibile. Cu toate acestea, internetul lucrurilor și IOT a rămas blocat.

### **Tehnologii utilizate de IoT**

- **Mijloace de identificare**

Utilizarea obiectelor din lumea fizică pe Internetul lucrurilor, care nu sunt neapărat echipate cu mijloace de conectare la rețelele de transmisie de date, necesită utilizarea tehnologiilor pentru a identifica aceste obiecte ("lucruri"). Deși tehnologia RFID a devenit impulsul pentru apariția conceptului, toate mijloacele utilizate pentru identificarea automată pot fi utilizate ca astfel de tehnologii: identificatori optici recunoscuți (coduri de bare, matrici de date, coduri QR), mijloace de determinare a locației în timp real. Odată cu diseminarea completă a "Internetului obiectelor", este esențial să se asigure unicitatea identificatorilor de obiect, care, la rândul lor, necesită standardizare.

Pentru obiectele conectate direct la rețelele de Internet, identificatorul tradițional este adresa MAC a adaptorului de rețea care vă permite să identificați dispozitivul la nivelul liniei de date, în timp ce intervalul de adrese disponibile este aproape inepuizabil (248 adrese în spațiul MAC-48) și utilizarea identificatorului nivelului de legătură nu este prea convenabil pentru aplicații. Mai multe capacități de identificare a acestor dispozitive sunt furnizate de protocolul IPv6, care oferă adrese unice la nivel de rețea de cel puțin 300 de milioane de dispozitive pe locuitor al Pământului.

- **Instrumente de măsură**

Un rol special în Internetul lucrurilor este jucat prin măsurarea instrumentelor care traduc informații despre mediul extern în date care pot fi citite de mașină și astfel umple mediul de calcul cu informații semnificative. Se utilizează o gamă largă de instrumente de măsurare, de la senzori elementari (de exemplu temperatură, presiune, iluminare), dispozitive de măsurare a consumului (cum ar fi contoare inteligente) până la sisteme complexe de măsurare integrate. În cadrul conceptului "Internetul lucrurilor", este importantă integrarea instrumentelor de măsurare în rețea (cum ar fi rețelele de senzori fără fir, complexe de măsurare), datorită cărora este posibilă crearea unor sisteme de interacțiune intermachine.

Ca o problemă practică deosebită a introducerii "Internetului lucrurilor", se observă necesitatea de a asigura autonomia maximă a instrumentelor de măsurare, în primul rând, problema sursei de alimentare a senzorilor. Găsirea unor soluții eficiente care să ofere o putere autonomă senzorilor (folosind fotocelule, transformând energia vibrațiilor, fluxul de aer, utilizând transmisia fără fir a energiei electrice) permite scalarea rețelelor senzorilor fără creșterea costurilor de întreținere (sub forma schimbării bateriilor sau a bateriilor senzorilor de reîncărcare).

- **Mijloace de transmisie de date**

Gama de tehnologii posibile de transmisie a datelor acoperă toate mijloacele posibile ale rețelelor wireless și prin cablu. Pentru transmiterea fără fir a datelor, un rol deosebit de important în construirea "Internetului lucrurilor" îl au calități precum eficiența în condiții de viteză redusă, toleranța la erori, adaptabilitatea și posibilitatea autoorganizării. Interesul principal în această calitate este standardul IEEE 802.15.4, care definește stratul fizic și controlul accesului pentru organizarea rețelelor personale eficiente din punct de vedere energetic și este baza unor astfel de protocoale ca ZigBee, WirelessHart, MiWi, 6LoWPAN, LPWAN.

Printre tehnologiile prin cablu, soluțiile PLC joacă un rol important în penetrarea rețelei de "Internet of Things" - tehnologii pentru construirea rețelelor de transmisie a datelor prin linii electrice, deoarece multe aplicații au acces la rețelele electrice (de exemplu automatele, ATM-urile, contoarele inteligente, controlorii de iluminat sunt conectați inițial la rețea). Alimentarea cu energie electrică). 6LoWPAN, care implementează stratul IPv6 atât deasupra IEEE 802.15.4 cât și PLC, fiind un protocol deschis standardizat de IETF, este remarcat ca fiind deosebit de important pentru dezvoltarea "Internet of Things".

### **IOTA**

IOTA este o criptocurrency open source, DLT (ledger distribuit) bazat pe DAG (grafic aciclic direcționat), proiectat pentru transferul sigur și eficient de date și plăți fără taxe între dispozitivele din Internet of Things.

Proiectul IOTA a fost înființat în 2015 de David Sonstebo, Serghei Ivancheglo, Dominic Shiener și doctoratul în matematică, Serghei Popov.

Scopul dezvoltării sale a fost revizuirea și dezvoltarea tehnologiei blockchain pentru a asigura aplicabilitatea criptocurrencyului pe Internet of Things.

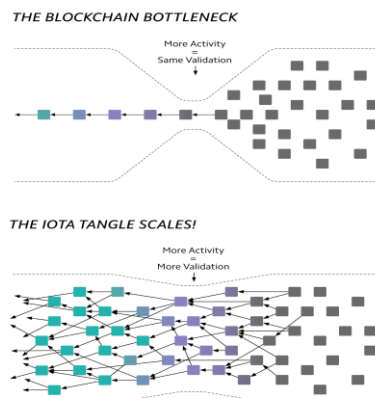


Operațiunile IOTA sunt gratuite indiferent de mărimea lor, timpul de confirmare a tranzacției este mic, numărul tranzacțiilor procesate simultan este nelimitat, iar sistemul în sine este ușor și scalabil.

IOTA este controlat de fundația non-profit IOTA. În noiembrie 2017, fundația a deschis o piață de date utilizând tehnologia IOTA, la care au participat multe corporații mari și grupuri de cercetare [5].

### IOTA Tangle

IOTA utilizează un grafic aciclic direcționat (DAG) în locul unui bloc de blocuri. DAG în IOTA este adesea denumită Tangle (de la engleză - "incurcare", "confuzie", "entanglement"). Este o generalizare a protocolului blockchain (adică blocul de bloc este un caz special al DAG).



Figură 1 Schema Tangle.

### Utilizarea IoT

Există deja mai multe obiecte conectate decât oamenii din lume. Analistul Gartner calculează că aproximativ 8,4 miliarde de dispozitive IoT au fost utilizate în 2017, în creștere cu 31% față de 2016, iar acest lucru va ajunge probabil la 20,4 miliarde până în 2020. Cheltuielile totale pentru obiectivele și serviciile IoT vor atinge aproape 2 miliarde USD în 2017, din aceste dispozitive găsite în China, America de Nord și Europa de Vest, a declarat Gartner.

Din cele 8,4 miliarde de dispozitive, mai mult de jumătate vor fi produse de consum, cum ar fi televizoare inteligente și difuzoare inteligente. Cele mai utilizate dispozitive de întreprindere IoT vor fi contoarele electrice inteligente și camerele de securitate comerciale, potrivit Gartner.

- Internetul lucrurilor IoT Gartner

Un alt analist, IDC, plasează cheltuielile mondiale pe Internet la 772,5 miliarde de dolari în 2018 - cu aproape 15% din cele 674 miliarde de dolari care vor fi cheltuite în 2017. IDC estimează că cheltuielile totale vor atinge 1 mlrd USD în 2020 și 1,1 mln USD în 2021.

Potrivit IDC, hardware-ul va fi cea mai mare categorie de tehnologie în 2018, cu 239 de miliarde de dolari mergând pe module și senzori, cu unele cheltuieli pentru infrastructură și securitate. Serviciile vor fi cea de-a doua categorie tehnologică, urmate de software și conectivitate [7].

Table 1: IoT Units Installed Base by Category (Millions of Units)

Category	2016	2017	2018	2020
Consumer	3,963.0	5,244.3	7,036.3	12,863.0
Business: Cross-Industry	1,102.1	1,501.0	2,132.6	4,381.4
Business: Vertical-Specific	1,316.6	1,635.4	2,027.7	3,171.0
<b>Grand Total</b>	<b>6,381.8</b>	<b>8,380.6</b>	<b>11,196.6</b>	<b>20,415.4</b>

Source: Gartner (January 2017)

Figură 2 IoT Unități instalate după categorii.

### **Avantaje ale IoT:**

- **Comunicare**

IoT încurajează comunicarea între dispozitive, de asemenea cunoscute sub numele de comunicare Machine-to-Machine (M2M). Din acest motiv, dispozitivele fizice pot rămâne conectate și, prin urmare, transparența totală este disponibilă cu ineficiențe mai reduse și cu o calitate mai bună.

- **Automatizare și control**

Datorită faptului că obiectele fizice sunt conectate și controlate digital și central cu infrastructură wireless, există o mare cantitate de automatizare și control în lucrările. Fără intervenția omului, mașinile sunt capabile să comunice între ele, ducând la o ieșire mai rapidă și mai rapidă.

- **Informație**

Este evident că mai multe informații ajută la luarea unor decizii mai bune. Fie că este vorba de decizii banale cum trebuie să știi cum să cumperi la magazin alimentar sau dacă compania ta are destule widgeturi și consumabile, cunoașterea este putere și mai multe cunoștințe sunt mai bune.

- **Monitor**

Al doilea avantaj evident al IoT este monitorizarea. Cunoașterea cantității exacte de consumabile sau a calității aerului din locuința dvs. poate oferi și mai multe informații care nu au putut fi colectate anterior cu ușurință. De exemplu, știind că aveți o cantitate mică de lapte sau de cerneală de imprimantă, vă puteți salva o altă călătorie în magazin în viitorul apropiat. Mai mult, monitorizarea expirării produselor poate și va îmbunătăți siguranța.

- **Timp**

Așa cum a sugerat în exemplele anterioare, timpul de economisire din cauza IoT ar putea fi destul de mare. Și în viața modernă de astăzi, toți am putea folosi mai mult timp.

- **Bani**

Cel mai mare avantaj al IoT este economisirea de bani. În cazul în care prețul echipamentelor de etichetare și monitorizare este mai mic decât suma economisită, atunci Internetul lucrurilor va fi adoptat pe scară largă. IoT se dovedește a fi foarte util pentru oamenii în rutina zilnică, făcând aparatele comunicându-se reciproc într-o manieră eficientă, economisind astfel și conservând energia și costurile. Permite comunicării și distribuției datelor între dispozitive și apoi traducerea acestora în modul cerut, face ca sistemele noastre să fie eficiente. Automatizarea sarcinilor zilnice conduce la o mai bună monitorizare a dispozitivelor. IoT vă permite să automatizați și să controlați sarcinile care se efectuează zilnic, evitând intervenția umană. Comunicarea între mașină și mașină ajută la menținerea transparenței proceselor. De asemenea, conduce la uniformizarea sarcinilor. De asemenea, poate menține calitatea serviciilor. De asemenea, putem lua măsurile necesare în situații de urgență.

- **Eficient și economisește timp**

Interacțiunea mașină - mașină oferă o mai bună eficiență; rezultatele precise pot fi obținute rapid. Acest lucru duce la economisirea timpului valoros. În loc să repete aceleași sarcini în fiecare zi, permite oamenilor să facă alte locuri de muncă creative.

- **Economisește bani**

Utilizarea optimă a energiei și a resurselor se poate realiza prin adoptarea acestei tehnologii și prin păstrarea dispozitivelor sub supraveghere. Putem fi avertizați în cazul posibilelor blocaje, defecțiuni și deteriorări ale sistemului. Prin urmare, putem economisi bani utilizând această tehnologie.

- **Calitate mai bună a vieții**

Toate aplicațiile acestei tehnologii culminează cu confortul sporit, confort și cu o mai bună gestionare, îmbunătățind astfel calitatea vieții.

### **Dezavantaje ale IoT:**

- **Compatibilitate**

În prezent, nu există standarde internaționale de compatibilitate pentru echipamentul de etichetare și monitorizare. Cred că acest dezavantaj este cel mai ușor de depășit. Companiile de producție ale acestor echipamente trebuie doar să fie de acord cu un standard, cum ar fi Bluetooth, USB etc. Nu este nimic nou sau inovativ necesar.

- **Complexitate**

Ca și în cazul tuturor sistemelor complexe, există mai multe oportunități de eșec. Cu Internetul Lucrurilor, eșecurile ar putea să explodeze. De exemplu, să presupunem că atât tu, cât și soțul / soția dvs primiți un mesaj care să spună că laptele dvs. a expirat și amândoi vă opriți la un magazin în drum spre casă și cumpărați lapte. Drept rezultat, tu și soțul dvs ați cumpărat de două ori suma pe care am nevoie-o. Sau

poate că o eroare a software-ului se încheie prin a comanda automat un nou cartuş de cerneală pentru imprimanta dvs. în fiecare oră pentru câteva zile sau cel puțin după fiecare întrerupere a alimentării atunci când aveți nevoie doar de un singur înlocuitor.

- **Confidențialitate / securitate**

Cu toate aceste date IoT transmise, riscul pierderii vieții private crește. De exemplu, cât de bine vor fi criptate datele păstrate și transmise?

### **Bibliografie**

1. Steve Ranger, "What is the IoT? Everything you need to know about the Internet of Things right now", 2018 <https://www.zdnet.com/article/what-is-the-internet-of-things-everything-you-need-to-know-about-the-iot-right-now/>
2. "What is IOTA? A permissionless distributed ledger for a new economy", <https://www.iota.org/get-started/what-is-iota>
3. <https://www.linkedin.com/pulse/advantages-disadvantages-internet-things-iot-tommy-quek>

## SECȚIA CALCULATOARE, INFORMATICĂ ȘI MICROELECTRONICĂ

### Subsecția INTERDISCIPLINARĂ ÎN LIMBA STRĂINĂ

Nr.	Autorul, denumirea lucrării	Pagina
1	<b>Verebceanu Mirela, Dodon Ion, Lapedulce Nicu, Railean Nichita</b> Domain Specific Language for Astrology	219
2	<b>Constantinova Carina</b> Decoding Life through DNA in IT.	223
3	<b>Diacenco Margareta, Onica Mariana, Fiștic Cristofor, Lupășcu Andrei</b> Developing a domain-specific language for an automation system.	227
4	<b>Galaju Margareta, Tsyguleova Tatiana, Garciu Eugenia, Constantinova Carina</b> Approaching Physics from an IT perspective.	231
5	<b>Ciocan Laurentiu, Casap Alexandru, Svet Valeria, Cerempei Ion</b> Domain Specific Language for Graphics Representation.	235
6	<b>Speianu Dana, Chiseliov Eugen-Cătălin, Șveț Vera, Chirica Maria-Mirabela</b> Domain Specific Language for Microcontrollers	239
7	<b>Filip Adrian, Doga Vadim, Poleacov Tatiana, Cavaliuc Nina</b> Sept-Searching Engine and Processing Tool (Query Domain Specific Language).	243
8	<b>Gaponcic Diana, Flocea Dominic</b> Mathematical Reasoning in Computer Science.	246
9	<b>Boaghi Vasile, Cîrnaț Nadejda, Galaju Elizabet, Șcebec Mihail</b> Domain Specific Language for the Field of Taxes Calculation.	250
10	<b>Țurcan Cătălin</b> Recent Trends in the Cost of Computing. Is innovation Coming to an End?	254
11	<b>Gurduza Vasile, Baracu Patricia, Țîrdea Nicoleta, Munteanu Vasilica</b> Control language for primitives and graphical windows.	257
12	<b>Gomeniuc Alina, Medinschii Eduard, Munteanu Maria, Vasilita Ion</b> Domain Specific Language for calculating vectors and matrices.	260
13	<b>Botnaru Ina, Crețu Dumitru, Ejova Ecaterina, Sarmaniuc Marius</b> Domain specific language chart representation of data	264
14	<b>Lîniuc Cristina, Osoianu Filip, Popov Eliodor, Bargan Catalin</b> Domain-Specific Language for Mathematical Expressions.	267
15	<b>Ciutac Ștefănița, Pleșca Anișoara-Ionela</b> Volunteering and Its Influence on Employment chances.	271
16	<b>Covaci Adrian-Mihai, Derevenco Serghei, Delinschi Cristian, Gogoi Elena</b> Time Management Made Easy by IT Students.	275
17	<b>Dubenco Alina, Postovan Teodora, Gogoi Elena</b> Making Teamwork Successful.	279
18	<b>Flocea Dominic</b> The challenge of problem-based learning	283
19	<b>Cotelnic Ecaterina, Șchiopu Cătălin</b> Problem based-learning project – Fast Shopping System	287
20	<b>Savva Irina, Gogoi Elena</b> Teaching and Learning through Blogging	291

# DOMAIN SPECIFIC LANGUAGE FOR ASTROLOGY

Mirela VEREBCEANU, Ion DODON, Nicu LAPTEDEULCE, Nichita RAILEAN

Technical University of Moldova

**Abstract:** In this article describes a Domain Specific Language for astrology. It is named Astro and uses .astro extension. The Astro domain specific language has the purpose to gather astrology data from an API offered by astrologyapi.com and show it to the user. The grammar of this domain specific language is simple so that it cannot confuse the user with many different functions and tricks. It is focused on defining person info that is handled through variables and showing info for those persons by calling specific functions. These specific functions are actually types of requests to the API (ex: wster\_horoscope, lunar\_metrics, general\_sign\_reports). The API offers almost any information related to astrology and it is categorized in Calculations, Life Reports, and Compatibility Reports. The ANTLR was used in order to define the grammar and to create the lexer and parser. Antlr is also a domain specific language with the purpose to create other DSLs. In order to invoke ANTLR and to generate lexer and parser as target language is used Java. Java will be the engine of the DSL. It uses an SDK offered by astrologyAPI.com.

**Keywords:** DSL, astrology, API, ANTLR, parse tree, lexer.

## Introduction

The purpose of the *Astro DSL* (Domain Specific Language) is to have a more flexible environment when working with astrology data [1]. There are many desktop applications and websites that offer graphical ways to query astrological information and to present to the user. But, no one of them offers a good way to show worksheets, to save them in files so that it will be easier to edit. With the continuous development of the *Astro DSL*, it is possible to implement functionalities such as comparing characteristics of different persons since the DSL focuses on creating *person* entities and showing their uniqueness. Another real functionality of the DSL is to query data based on multiple person data. Also would be possible to create data structures composed of person entities such as arrays.

All *Astro* keywords are lowercase and case-sensitive. The language allows comments that should start with // and are terminated by the end of the line. White spaces may appear between any *lexical token*. White space is defined as one or more spaces or tabs. Keywords and variable names must be separated by whitespaces.

## 1. Reference Grammar

In Table 1 are represented meta-notation used for specifying the grammar.

Table 1 Meta notations

<foo>	Means foo is nonterminal
<b>foo</b>	(in bold font) means that <b>foo</b> is a terminal
[x]	Means zero or one occurrence of x. x is optional
x <sup>+</sup>	Means at least one or more occurrences of x
	Separates alternatives

Below are represented grammar productions for Domain Specific Language for Astrology, Astro:

<source\_code> -> <statement> \*

<statement> -> <variable\_declaration> ; | <print\_statement> ;

<variable\_declaration> -> **define** <variable\_name> = <variable\_value>

```

<variable_value> -> person ( <date_of_birth>
                                <time_of_birth>
                                [ <ptzone_house_node_type>]
) | calculate <calculation_type> for <variable_name> [and <variable_name>]
<date_of_birth> -> day : <digit>[<digit>] , month : <digit>[<digit>] ,
    year : <digit><digit><digit><digit> ,
<time_of_birth> -> , hour : <digit>[<digit>] , min : <digit>[<digit>] ,
<location_of_birth> -> , lat : <float> , lon : <float> , tzone : <float>
<ptzone_house_node_type> -> , prediction_timezone : <digit><digit>*
    , house_type : “ <alpha>+ ” , node_type : “ <alpha> +”

<print_statement> -> print <variable_name>
<variable_name> -> <alpha_num>+
<calculation_type> -> western_horoscope | western_chart_data | tropical_transits/daily |
tropical_transits/weekly | tropical_transits/monthly | solar_return_details | solar_return_planets |
solar_return_house_cusps | solar_return_planet_aspects | lunar_metrics | composite_horoscope |
synastry_horoscope | tropical_transits_timing/monthly | tropical_transits_timing/daily |
general_ascendant_report | general_sign_report | general_house_report | romantic_personality_report |
personalized_planet_prediction/daily | life_forecast_report | ramantic_forecast_report |
friendship_report | karma_destiny_report | love_compatibility_report |
romantic_forecast_couple_report | zodiac_compatibility
<alpha_num> -> <alpha>|<alpha>+<digit>+
<digit> -> 0|...9
<float> -> <digit>+.<digit>+
<alpha> -> a|...|z|A|...|Z

```

## 2. Semantics and semantic rules

First of all the code syntax is checked by the parser and this will be done with the help of the *ANTLR* tool. If all the specifications from the grammar are respected the script will run successfully otherwise it will display in the console a message that will tell that something is wrong. For further development, the error message could be more explicit and tell the line where the error appeared [2].

*Astro DSL* consists of two types of statements which are a variable declaration that can include a function call or defining a composed variable of type **person**, and the other type - the **print** statement. The **print** statement prints data in the console in JSON format. In a further development of the DSL, the **print** statement might be replaced with a **show** statement which will show the result in a graphical more friendly way. **Print** statement can be considered as a function with one argument and this argument can be any type of variable. If the argument is a variable of the type **person** then it will print all the person's data. If the argument is a variable that its value has been given by a type of statement which starts with the keyword **calculate**, then the print statement will show the calculated results concerning astrology.

When the code we can write the statement one after the other and separate them by semicolons. The only rule to keep in mind is that the variable should be declared before they are used. There is no special bloc for variable declaration, neither for the function call.

We can declare a variable, then call a function and again it is possible to declare another variable.

Statements are executed one after another from top to bottom, similar to the scripting language.

*Astro DSL* has some characteristics of scripting language and if we talk about purpose, it has characteristics of query language since behind the scenes it fetches astrology data from an *API*.

## 3. Data types

There are three basic types - *int*, *float*, and *string*. In addition, there is a *struct* data type, *Person*, which is a complex data type. It consists of the next variables: *Day*, *month*, *year*, *hour*, *min* and optional prediction *timezone*, all this are personal data of a user, which are of the type *int*. *Lat*, *lon*, and *tzone* variables represent the location of birth and are of the *float* data type.

## 4. Variable scopes and rules

As it was said in Semantics sections the *DSL* supports variable declaration and there is only one main rule. This rule is that variables should be defined before they are used. It means that variables should be defined upper in comparison with the line where it is used in a function call or in a print statement.

Since *Astro DSL* doesn't have blocks of code that can be (imbricate) there are no variable scopes based on blocks of code. The scope of each variable is the area below the line where it was defined. In order to define a variable, the **define** keyword should be used in front of the variable name then the = assignment operator followed by a function call which normally starts with **calculate** keyword or **person** keyword which indicates that it follows to be defined data about a person.

## 5. Type of assignments

The *assignment operators* are equal (=) and colon (:), which assigns the value of its right operand to its left operand. The simple assignment operator is used to assign a value to a variable. The colon (:) is used to assign a value of *float*, *alpha* or several *digits* number to *day*, *month*, *year*, *hour*, *min* *lat*, *lon*, *tzone*, prediction *timezone*, *house type*, and *node type*.

## 6. Example of code & Parsed tree by ANTLR

Below is represented a small piece of code, which define a variable named *results1* in which is stored the calculations given for the *western\_horoscope* depending on the data which are stored in variable *ion*. The *print* statement displays on screen the data from the variable *results1*.

```
define results1 = calculate western_horoscope for ion;
define results2 = calculate love_compatibility_report for vasile and ana;
print results1;
```

In Table 2 are represented the *tokens* and *lexemes* for the given above code.

Table 2 Tokens and Lexemes

Token	Lexeme
keyword	define calculate for and print
identifier	results1 results2 ion <u>vasile</u> <u>ana</u>
calculation type	<u>western_horoscope</u> <u>love_compatibility_report</u>
assignment	=
semicolon	;

In Figure 1 is represented the parsed tree obtained in ANTLR.

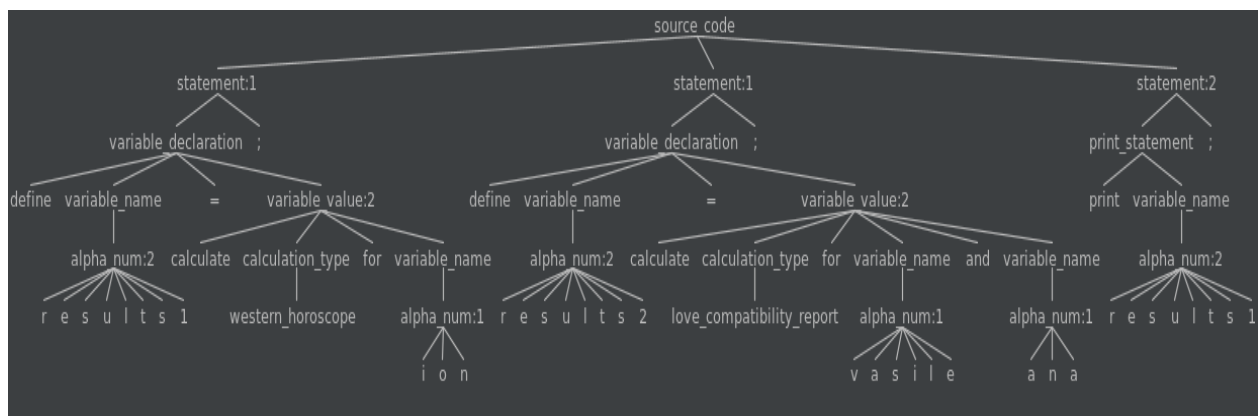


Figure 1 Parse tree in ANTLR



## Conclusion

This project is focused only on *Western Astrology*. The purpose of this project is to gather data from *Astrology API* and give it to the user. The results met all the criteria and all the expectations. For further development is planned to enhance the *DSL* and algorithms. To create the *DSL* there are two main steps: creations of the parser and processing the parse tree in a known general purpose language. *ANTLR* is the tool without which it could be difficult to create the language. When the *Astro* code is run, the first step is the creation of the *lexer*, then the *tokens* object is created, then the parser and finally the *parse tree*. All this depends on the code input. All this is done in *Java*, but it could be done in many other languages. After we have the parse tree, it is processed and in this way, the specific action is taken.

## Bibliography

1. <https://astrologyapi.com/>
2. <https://tomassetti.me/>
3. Markus Voelter, *DSL Engineering Designing, Implementing and Using Domain-Specific Languages*, 2010-2013

# DECODING LIFE THROUGH DNA IN IT

Carina CONSTANTINOVA

Technical University of Moldova

**Abstract:** Buried deep inside nearly every cell of your body, tiny strands of DNA help determine who you are, how you look and explain in detail how to build and operate a human being. Over the last sixty years, scientists and researchers have learned how to decipher more of human genome. Moreover, diverse encoding models for reading and writing data onto DNA, codes for encrypting data which addresses issues of error generation, and approaches for developing codons and storage styles have been developed over the recent past. DNA has been identified as a potential medium for secret writing, which achieves the way towards DNA cryptography and stenography. DNA utilized as an organic memory device along with big data storage and analytics in DNA has paved the way towards DNA computing for solving computational problems. This article stresses the possibilities and scientific breakthroughs that genomic revolution brought to modern humans and armed them with technological tools and huge knowledge.

**Key words:** DNA-storage, genetics, code of life, cryptography.

## 1. Unravelling the mysteries of genome

Human body contains about 100 trillion cells. Cells are building blocks of the human body. In the center of most cells lies the nucleus that is the control center, giving every other part of the cell instructions what to do. Within the nucleus of a human cell are twenty-three chromosomes, together, these hold all of a person's genetic code (information). Chromosomes are made up of very tightly coiled deoxyribonucleic acid. DNA forms an interconnected, spiral known as a double helix. It contains the human genome – all of the data required to make and operate a human being. In the early 1950s, three scientists: Francis Crick, a British biophysicist, James Watson, an American biologist, and Rosalind Franklin, a British chemist, went into adventurous genomic exploration. They produced first X-ray image of a molecule of DNA.

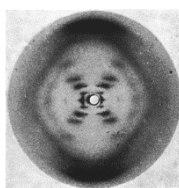


Fig. 1. Rosalind Franklin photo 51.

Once scientists knew this much about the genome, their next task was clear. They needed to decode the genome to find out how DNA directs cells to make proteins. There was a problem, though - a huge one. No one - not even Crick, Watson, or Franklin - knew how to determine the order of the nitrogenous bases (A) - adenine, (T) - thymine, (G) - guanine, (C) – cytosine, making up the genome. As scientists continued to study DNA, they realized that certain groups of base pairs work together - genes. The process of decoding genes is known as sequencing. It amounts to listing the sequence, or order, of base pairs in a gene, from start to finish.

The genome contains tens of thousands of genes, and the instructions for building a single protein could be one, 1.000, 100.000, or even 1 million base pairs long. Eventually, the Human Genome Project, headed by the pioneers of DNA, had sequenced the whole human genome that was approximately three billion nucleotide bases long. To type them all, a person would have to work eight hours a day for *fifty years*, typing at a speed of sixty words per minute. The extreme density (and durability) of DNA laid the foundation of new experimental science, which will be described in the next chapters.

## 2. DNA as a data storage

Humanity is creating information with lambent speed. The “digital universe” grows at an unprecedented rate – about 16 Zettabytes every year (a ZB is the equivalent of one trillion gigabytes).

By 2025, the Global Datasphere will grow from 33 ZB in 2018 to 175 ZB, according to predictions from analyst firm IDC. Where will we store the entire world's data?

The answer is DNA.

Sometimes it is hard to get our minds around such a big number. Here are some illustrations of what 175 ZB represent:

- One zettabyte is equivalent to a trillion gigabytes.
- If you were able to store the entire Global Datasphere on DVDs, then you would have a stack of DVDs that could get you to the moon 23 times or circle Earth 222 times.
- If you could download the entire 2025 Global Datasphere at an average of 25 Mb/s, today's average connection speed across the United States, then it would take one person 1.8 billion years to do it, or if every person in the world could help and never rest, then you could get it done in 81 days<sup>[1]</sup>.

The excursion of data storage initiated from bones, rocks, and paper. Then this journey deviated to punched cards, magnetic tapes, gramophone records, floppies, and so forth. Afterwards with the development of the technology optical discs including CDs, DVDs, Blu-ray discs, and flash drives came into operation. All of these are subjected to decay. Being nonbiodegradable materials, all these objects pollute the environment and release high amounts of heat energy while using energy for operation.

Demand for data storage is growing exponentially, but modern archiving technology is not keeping up with the growing tsunami of bits. Despite improvements in optical discs, storing a zettabyte of data would still take many millions of units, and use significant physical space. If we want to preserve the world's data, we need to seek significant advances in storage density and durability.

The team of enthusiastic researchers from Microsoft Inc. and the Washington University is just one of a number of research groups around the globe pursuing the potential of DNA as a vast digital attic. It has the needed advantages as a storage medium. One selling point is durability – capable of lasting for a very long time if kept in good conditions (DNA from woolly mammoths was recovered several thousand years after they went extinct, for instance) – and will always be current. Another advantage in using DNA to archive data is its attractive feature to be extremely dense (up to about 1 Exabyte per cubic millimeter or a single gram of DNA can hold 215 Petabytes) and durable (half-life of over 500 years).

The biotechnology industry made big advances in both “synthesizing” (encoding) and “sequencing” (decoding) data in recent years. It is a long way to go, however, the scientists are upbeat. They note that their diverse team of computer scientists, computer architects and molecular biologists already has increased storage capacity a thousand times in the last year. Storing digital data on DNA works like this:

First, the data is translated from 1s and 0s into the “letters” of the four nucleotide bases of a DNA strand — A, C, G, T. Reading the data uses a biotech tweak to random access memory (RAM), another concept borrowed from computer science. The team uses polymerase chain reaction (PCR), a technique that molecular biologists use routinely to manipulate DNA, to multiply or “amplify” the strands it wants to recover. Once they have sharply increased the concentration of the desired snippets, they take a sample, sequence or decode the DNA and then run error correction computations. DNA storage requires cutting-edge techniques in data compression and security to design a sequence both info-dense enough to realize DNA's potential and redundant enough to allow robust error checking to improve the accuracy of information retrieved down the line. DNA achieves this in two ways. One, the coding units are very small, less than half a nanometer to a side, where the transistors of a modern, advanced computer storage drive struggle to beat the 10 nanometer mark. Moreover, the increase in storage capacity is not just ten- or a hundred-fold, but thousands-fold. That differential arises from the second big advantage of DNA: it has no problem packing three-dimensionally.

Nick Goldman<sup>[2]</sup> and his EBI colleague Ewan Birney took the idea back to their labs, in 2013 announced that they had successfully used DNA to encode five files, including Shakespeare's sonnets and a snippet of Martin Luther King's 'I have a dream' speech. By then, biologist George Church and his team at Harvard University in Cambridge, Massachusetts, had unveiled an independent demonstration of DNA encoding. An improved system was reported in the journal *Nature* in January 2013, in an article led by researchers from the European Bioinformatics Institute (EBI) and submitted at around the same time as the paper of Church and colleagues. Over five million bits of data, were stored, retrieved, and reproduced. All the DNA files reproduced the information between 99.99% and 100% accuracy.<sup>[3]</sup>

### 3. Public key cryptography of binary data stored as DNA

As fast as the digital information grows that much this powerful and wanted good at any time needs protection. In order to protect information, cipher writing was used since ancient times and is used as well nowadays. Famous and widely applied techniques, which implement secret writing, are cryptography and steganography. These two sciences manipulate information in order to cipher or hide its main sense. Why do we have such an interest for DNA cryptography? It is a newborn cryptographic field based on the research of

DNA computing. This chapter investigates a variety of bio-informatic methods and proposes two different algorithms for encrypting and decrypting data stored in real or artificial DNA digital form.

The plaintext message is encrypted with RSA public key algorithm. The security of this algorithm is given by the computational difficulty of factoring large numbers. To be secure, very large numbers must be used as primes, 100 decimal digits at the very least. Product of such large prime numbers is an easy mathematical operation, but reverse process is a very hard task. It is extremely difficult, nearly impossible, to determine the original values from the product, at least it will take a lot of time.

This algorithm offers the public key (n, e) for encryption and the private key (n, d) for decryption (d is secret); n is the product of two primes, while e and d mathematically derive from n:

$n = p * q$  (p and q are prime numbers;  
 they have only two divisors, 1 and itself);  
 $\phi(n) = (p-1)(q-1)$  is Euler's totient;  
 e coprime to  $\phi(n)$ ;  
 $d * e \bmod \phi(n) = 1$ ;  
 $C = P^e \bmod n$  (encryption);  
 $P = C^d \bmod n$  (decryption);

where P is the plaintext and C the cipher text.

The encrypted message with RSA is a set of numerical values. These numbers will be converted using substitution in artificial DNA strand. All resulted pieces of DNA strands are bind together using a special ligase protein and the complementary strand as a template. The encrypted message can be transmitted in a compact form on DNA chip.

**Algorithm steps:**

*Step 1:* Binary data, text or image, is visualized like ASCII cod or brightness levels.

For example original message: "my secret!" in ASCII will be:

109 121 32 115 101 99 114 101 116 33.

*Step 2:* This numeric values are arranged in a string and taken by several digits at once, number of digits rise together with the public keys length. In this example, we take seven digits at once and obtain:

1091213 2115101 9911410 111633.

*Step 3:* These numbers, seven digits long will be encrypted with public key (public key will be relatively short in order to make the example easier to follow) and the result is another set of numbers: 417310496328959; 129126952185213; 373906236380070; 367568882589235.

*Step 4:* Encrypted sequence is transformed in binary form:

417310496328959 → 01011110111000101010101011110010100001100111111 11.

*Step 5:* Binary sequence using substitution is transformed in DNA sequence:

A – 00  
 C – 01  
 G – 10  
 T – 11

0101111011100010101010101111001010000110011111111→

CCTGTGAGGGGGTTGCCAATATTTT

*Step 6:* All sequences are bind together in a single strand, the cipher text:

CCTGTGAGGGGGTTGCCAATATTTTCTCCCTAAG  
 TCGACTCGGTCTCTCCCTAAGTCGACTCGGTCC  
 TTCCCCCAACAATCCACGCGACATGGCGCCCCAAC  
 AATCCACGCGACATGGCGCCATGCATCCATAGGTC CCTGATAT.

Decryption is a reverse process: the DNA strand is cleaved in original pieces using restriction enzymes and transformed in numerical values using the same substitution as for encryption. Using the private RSA key finishes the last step of decryption.

## Conclusions

As long as life on the Earth is DNA-based, humanity will be interested in reading it. It is clear that data storage in DNA is not a part of science fiction anymore; it is being realized and improved at very promising rates by research teams all over the world.

Similar to all revolutions in technology, DNA-based data storage technology has to face major challenges to realize its full potential. A simple fact that 4 grams of deoxyribonucleic acid can hold inside

itself the entire world's data created during an year. It is inevitable that DNA would be invariably used for archival purposes for its sheer density, robustness, stability and energy efficiency. In theory, grams of DNA can store all the information ever produced by mankind. Several breakthroughs will be required before it becomes commercially mainstream for data retrieval.

This field has had a million-fold improvement in the recent years. Digital Data Storage in DNA technology. Bioinformatics. Future work could include compression schemes; dealing with redundancy at all levels, checking for parity, correcting errors to enhance density and safety. DNA could also be substituted with polymers or be modified to suit the needs of digital storage. Furthermore, it will fuel research to look for alternative materials for information storage and to aid in realizing the need for a universal medium for data.

To top it off, this technology is here to transform the way we have ever looked at DNA and computing as different entities.

## References

1. David Reinsel, John Gantz, John Rydning, *The Digitization of the World From Edge to Core*. International Data Corporation, November 2018, p. 5-10.
2. Nick Goldman, the leader of the research team studying molecular genome evolution for the European Bioinformatics Institute, in Cambridge, United Kingdom. His team created the modern field of "DNA-storage", the use of DNA to archive digital information.
3. S. Vlad, R.V. Ciupa, A.I. Nicu, *DNA Cryptographic Algorithms*, MEDITECH 2009, IFMBE Proceedings 26, p. 223–226.
4. Ron Fridell, *Unravelling The Mysteries of The Genome*, 2005, p. 7-99.
5. [www.nature.com](http://www.nature.com)

# DEVELOPING A DOMAIN-SPECIFIC LANGUAGE FOR AN AUTOMATION SYSTEM

Margareta DIACENCO, Mariana ONICA, Cristofor FIȘTIC, Andrei LUPAȘCU

Technical University of Moldova

**Abstract:** This article presents the grammar and the lexical parser for a domain specific language that is made for the automation system. Additionally, this paper explains how the DSL, which is being developed, will work, what functions will be implemented and how this language will help people interact with the automation systems.

**Keywords:** Domain-specific language, programming language, context-free grammar, parser, semantic, routines, syntax, Raspberry Pi, automation system

## 1. Introduction

The starting point is analysing the classical programming languages. The idea of such languages (like C, Java and Python) is widely known not only in the technical community but also in every activity domain. They play an inevitable role in the process of software development. “A programming language (PL) is an artificial computer language designated to express computations that can be performed by a machine. PLs can be used to create programs that control the behaviour of a machine, to express algorithms precisely, or as a mode of human communication ” [5].

The major part of the developed programming languages describe computation in an imperative style, mostly as a sequence of commands and support the object-oriented paradigm of programming (OOP) which is the definition of general-purpose programming languages, meaning you can code software applications for many various application domains. In order to be able to be processed by automation systems, they need to have their syntax and semantics specified. The syntax of programming languages is usually specified by means of context-free grammars or from context-free grammar derived Backus-Naur forms (BNFs). The next step is to parse the resulting grammar by a corresponding type of parser. The role of a parser (or syntactic analyser) is to determine whether the program is syntactically correct and to build a parse tree of the program. Parsers call lexical analysers (or scanners), which recognize lexical elements (tokens) such as keywords, identifiers, constants, operators and separators.

As the topic of this project is based on developing a DSL for automatic systems, the next step is to define this specific system.

Automated system operations (ASO) is the set of software and hardware that allows computer systems, network devices or machines to function without any manual intervention. ASOs allow computer systems to work without a human operator physically located at the site where the system is installed. Automated system operations are a part of the automatic system control where the processes are completely automated with the help of control loops and special logic. Automated system operations are also known as lights-out operations. Automated system operations are a combination of both software and hardware that is designed and programmed to work automatically without the need for a human operator to provide inputs and instructions for each operation. Automated operations reduce the complexity of labour-intensive tasks. Some of the most widely used applications that incorporate ASO include scheduling, management of console messages, backup and recovery, printing services, performance tuning, network monitoring and bug detection [6].

## 2. Basic concepts of a domain-specific language

A domain-specific language (DSL) is a computer language designed to be used in a particular field to solve a specific class of problems. They can be developed to be *programming languages dedicated to a particular problem domain* or *specification languages dedicated to a particular problem domain*.

The main idea of a DSL is to offer means which would allow the specialist of a particular domain to compute the solution using idioms and terms that he operates with. The automation system described in this article uses such keywords as *temperature*, *altitude*, *left*, *right*, etc. Other examples of widely-used DSLs are: Mathematica, a language used for mathematical manipulations, SQL - for relational database queries and manipulations, etc.

The representations of a DSL can be both textual and graphical, but the latter one is more popular due to having more tools for its designing, such as Generic Eclipse Modeling System or Microsoft Visual Studio DSL; the textual representation is more productive.

DSLs also can be *internal* or *external*. Internal ones are extensions of currently existing general-purpose programming languages, for example, sets of functions, data structures and conventions. Oppositely, external languages are being entirely created to serve a specific purpose. It is in the format of a text file, which is then interpreted by a matching system or compiler.

A well-designed DSL has several advantages:

- it is *human-readable* - which means it is understandable by humans and easier to use (in comparison with XML languages, sometimes);
- it is *machine-processable* because it has a defined syntax and semantics.

DSLs are mainly used in software engineering to help experts from different domains to have a solution to their particular problem, without them needing to know programming. It is not an easy task, because the DSL developer must have knowledge of both the field in question and of computer languages and language processors, compilers and interpreters [3].

### 3. The DSL for an automation system

The Domain-specific language is created for an automation system that is built on Raspberry Pi. First, is created the grammar for the specified language:  $G = \{S, V_T, V_N, P\}$ . The grammar "G" of the language for automation system includes the start point of the application "S", terminal nodes "V<sub>T</sub>", non-terminal nodes "V<sub>N</sub>" and the production "P" where all the nodes were combined in a correct logic.

$S = \{ \langle \text{Program} \rangle \}$

$V_T = \{ \text{FollowLine, Temperature, Altitude, Pressure, Start, Forward, Right, Left, Back, Sleep, If, for, while, then, int, (, ), [, ], , , 0, 1, \dots, 9, A, B, \dots, Z, a, b, \dots, z} \}$

$V_N = \{ \langle \text{Program} \rangle, \langle \text{Set of commands} \rangle, \langle \text{Command} \rangle, \langle \text{Arrow movement} \rangle, \langle \text{Environment data} \rangle, \langle \text{condition} \rangle, \langle \text{initialization} \rangle, \langle \text{incrementation} \rangle, \langle \text{operation} \rangle, \langle \text{variable} \rangle, \langle \text{alpha\_num} \rangle, \langle \text{variable} \rangle, \langle \text{alpha} \rangle, \langle \text{number} \rangle, \langle \text{digit} \rangle, \langle \text{boolean} \rangle \}$

$P = \{ \langle \text{Program} \rangle \rightarrow \langle \text{Set of commands} \rangle$

$\langle \text{Set of commands} \rangle \rightarrow \langle \text{Environment data} \rangle \langle \text{Set of commands} \rangle^* | \langle \text{Arrow movement} \rangle \langle \text{Set of commands} \rangle^* | \langle \text{Command} \rangle \langle \text{Set of commands} \rangle^*$

$\langle \text{Environment data} \rangle \rightarrow \langle \text{Temperature} \rangle \langle \text{Data temperature} \rangle^* | \langle \text{Altitude} \rangle \langle \text{Data altitude} \rangle^* | \langle \text{Pressure} \rangle \langle \text{Data pressure} \rangle^* | \langle \text{Temperature} \rangle \langle \text{Data temperature} \rangle^*, \langle \text{Altitude} \rangle \langle \text{Data altitude} \rangle^*, \langle \text{Pressure} \rangle \langle \text{Data pressure} \rangle^*$

$\langle \text{Arrow movement} \rangle \rightarrow \text{Forward} \langle \text{Arrow movement} \rangle^* | \text{Right} \langle \text{Arrow movement} \rangle^* | \text{Left} \langle \text{Arrow movement} \rangle^* | \text{Back} \langle \text{Arrow movement} \rangle^*$

$\langle \text{Command} \rangle \rightarrow \text{FollowLine} \langle \text{Command} \rangle^* | \text{Temperature} \langle \text{Command} \rangle^* | \text{Altitude} \langle \text{Command} \rangle^* | \text{Pressure} \langle \text{Command} \rangle^* | \text{If} (\langle \text{condition} \rangle) \text{ then } \langle \text{Set of commands} \rangle \langle \text{Command} \rangle^* | \text{for} ("(\langle \text{initialization} \rangle \langle \text{condition} \rangle \langle \text{incrementation} \rangle)") \{ \langle \text{Set of commands} \rangle^* \} | \text{while} ("(\langle \text{condition} \rangle)") \{ \langle \text{Set of commands} \rangle^* \langle \text{incrementation} \rangle^* \} | \text{Start} \langle \text{Command} \rangle^* | \text{Forward} \langle \text{Command} \rangle^* | \text{Right} \langle \text{Command} \rangle^* | \text{Left} \langle \text{Command} \rangle^* | \text{Back} \langle \text{Command} \rangle^* | \text{Sleep} \langle \text{Command} \rangle^*$

$\langle \text{condition} \rangle \rightarrow [\langle \text{Environment data} \rangle | \langle \text{variable} \rangle \langle \text{number} \rangle] \langle \text{operation} \rangle [\langle \text{Averagedata} \rangle | \langle \text{variable} \rangle \langle \text{number} \rangle] \langle \text{operation} \rangle^* [ \langle \text{Average data} \rangle \langle \text{variable} \rangle \langle \text{number} \rangle ]^*$

$\langle \text{initialization} \rangle \rightarrow \langle \text{variable} \rangle "=" \langle \text{variable} \rangle$

$\langle \text{incrementation} \rangle \rightarrow \langle \text{variable} \rangle "++" | \langle \text{variable} \rangle "--" | \langle \text{variable} \rangle "+" \langle \text{digit} \rangle | \langle \text{variable} \rangle "-" \langle \text{digit} \rangle$

$\langle \text{Data temperature} \rangle \rightarrow ('C') | ('K')$

$\langle \text{number} \rangle \rightarrow \langle \text{digit} \rangle \langle \text{digit} \rangle^*$

$\langle \text{Data altitude} \rangle \rightarrow ('m') | ('km')$

$\langle \text{boolean} \rangle \rightarrow \text{true} | \text{false}$

$\langle \text{Data pressure} \rangle \rightarrow ('Pa') | \text{bar}'$

}

$\langle \text{operation} \rangle \rightarrow \langle \text{operationrealional} \rangle |$

$\langle \text{conditionaloperation} \rangle$

$\langle \text{operationrealional} \rangle \rightarrow > | < | <= | >= | != |$

$=$

$\langle \text{conditionaloperation} \rangle \rightarrow \&\& | ||$

$\langle \text{variable} \rangle \rightarrow \langle \text{alpha} \rangle | \langle \text{alpha\_num} \rangle^*$

$\langle \text{alpha\_num} \rangle \rightarrow \langle \text{alpha} \rangle \langle \text{digit} \rangle$

$\langle \text{alpha} \rangle \rightarrow A|B \dots Z|a|b \dots z|_$

$\langle \text{digit} \rangle \rightarrow 0|1|2|3|4|5|6|7|8|9$



This DSL is based on a deterministic context-free grammar in order for it to be easier to be parsed. The syntax is based on natural language constructions commonly used in a particular context in the problem area. Otherwise, it will be a risk that the user would not understand how to use this DSL. For that reason, having knowledge of the problem domain is very important. The automation system will be easier to control with DSL as users will have access to the built-in ready to use functions. This system has a function like **Pressure**, that will show the user data from the pressure sensor in the system and a command **FollowLine**, that makes the automatic system to follow a line. Also, the DSL offers users the possibility to make triggers with the **If** command to check some conditions. Then, the automatic system needs to do something. In the Domain-specific language, we provide loop instructions like **while** and **for**, so the automation system is able to generate the same actions without human assist until some condition is met. This will allow the user to automate his activities. The parsing strategy is a top-down tree which is supported by ANTLR4. So, after the created grammar, a parser, lexical analyser and semantic routines are made, all written in Python, as Raspberry Pi supports the Python language.

To explain how this DSL works, the user will take a command, for example, **Temperature(k)**. This command shows the user data from the temperature sensor in Kelvin degrees. In the grammar, it is explained in productions how it is able to see the data from this command. To test the correct logic of the grammar, it was introduced in the ANTLR4 command line: Fig. 1 "grun ProjectGrammar program -tree Temperature(k)" to see the parsing tree of this instruction Fig. 2 and be sure that the application concept works well.

```

C:\Grammar>grun ProjectGrammar program -tree
Temperature(k)
^Z
(program (setofcommands (environmentdata Temperature (k))))
C:\Grammar>

```

Fig. 1. Instruction wrote in ANTLR4 that parses the grammar to display the path for Temperature command.

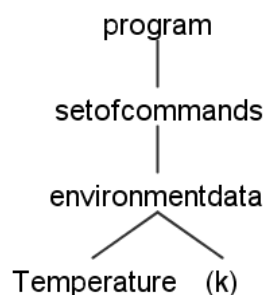


Fig. 2. The parse tree for Temperature(k) command.

In the next step, the system receives tokens that activate the temperature functionality for it, which returns data from the sensor and only after that activates the Kelvin function, which will transform the data received from the precedent function in Kelvins and will return the converted data in a human-readable format to the command-line, so the user will be able to see his desired information. The user must know programming in order to create these types of functions, but with the help of this DSL, he will be able to just type the desired command, which will give that intuitive feature of the DSL.

## Conclusion

The intention of this paper was to show how the concepts of a DSL in automation helped to understand how to create such an intelligent system using the grammar, which explains all the necessary components for the application and how DSL can help people to use high technology utilities in their work without having programming skills. The ANTLR4 is a powerful parser generator aimed to correctly present the grammar for the created automation language. The role of the programmer in relation to a programming language can be analogical to the role of a trained specialist in an industry in relation to a DSL. That said, the language will be made as simple and as intuitive as possible. With the developed DSL, it will be feasible to create a language that will be easy to be used by specialists in the problematic domains.

## References

1. Markus Volter, Sebastian Benz, Christian Dietrich, Birgit Engelmann, Mats Helander, Lennart Kats, Eelco Visser, Guido Wachsmuth, *DSL Engineering*. Designing, Implementing and Using Domain-specific languages, <http://dslbook.org>, 2010-2013.
2. Boris Sedov, Sergey Pakharev, Alexey Syschikov, Vera Ivanova, *Domain-Specific Approach to Software Development for Microcontrollers* Proceeding of the 17th conference of FRUCT association, 2015.
3. Ľubomír Dederá, *Domain-specific languages for control systems*, 2010, p. 41-42.
4. *Conferința Tehnico-Științifică a Colaboratorilor, Doctoranzilor și Studenților din 16-18 noiembrie 2017*, Vol. 1, 547 p., 2017.
5. [https://en.wikipedia.org/wiki/Programming\\_language](https://en.wikipedia.org/wiki/Programming_language)
6. <https://www.techopedia.com/definition/31065/automated-system-operations-aso>
7. <https://tomassetti.me/antlr-mega-tutorial/#creating-a-grammar>
8. <https://code.visualstudio.com/>
9. <https://tomassetti.me/antlr-mega-tutorial/#starting-with-python>
10. <https://tomassetti.me/antlr-mega-tutorial/#the-python-way>
11. <https://tomassetti.me/antlr-mega-tutorial/#testing-with-python>
12. <https://tomassetti.me/antlr-mega-tutorial/#tips-and-tricks>

# APPROACHING PHYSICS FROM IT PERSPECTIVE

Margareta GALAJU, Eugenia GARCIU, Tatiana TSYGULEOVA, Carina CONSTANTINOVA

Technical University of Moldova

**Abstract:** Have you ever thought about why you really need Physics in your life? Moreover, if you are willing to become a programmer, you will need to know Physics. Today, the most common question among the IT students is – ‘Why does an IT student need to study Physics?’ We will help you to clarify everything! In this work, we trigger the most fundamental scientific discipline as physics, because its main purpose is to study Universe’s behavior, to predict it on different scales - from massive groups of galaxies attracted to each other by gravitation to tiny subatomic particles that behave weirdly according to our real life.

**Keywords:** Physics, developers, programmer, quantum computers, technology, computers.

## Introduction

Physics is crucial to understanding the world around us, the world inside us, and the world beyond us. It is the most basic and fundamental science. Physics encompasses the study of the universe from the largest galaxies to the smallest subatomic particles. Moreover, it is the basis of many other sciences, including computer science, oceanography, seismology, and astronomy, medicine. The physical observations and the theories are consistent in nature. This is the theory, which makes the prediction of the results. Physics starts with the simple structures and then analyze the phenomenon. Now these days the physics has become indispensable.

Physics gets involved in your daily life right from you wake up in the morning. The buzzing sound of an alarm clock helps you wake up in the morning as per your schedule. The sound is something that you can’t see, but hear or experience. Physics studies the origin, propagation, and properties of sound. It works on the concept of Quantum Mechanics.

Right after you wake up in the morning and start preparing for your school/office, you need an ironed cloth, and that is where Physics comes into play. The steam iron is such a machine that uses a lot of Physics to make it go. The foremost principle of Physics used in the steam iron is “Heat.” Heat, in Thermodynamics, is a type of energy transfer from a warmer substance to a colder one. Ironing works by having a heated metal base- the soleplate.

Now, when you get ready for your office/school, whatever medium of commutation is, you certainly have to walk up to a certain distance. You can easily walk is just because of the Physics. While you have a walk in a park or on a tar road, you have a good grip without slipping because of a sort of roughness or resistance between the soles of your shoes and the surface of the road. This resistance, which is responsible for the grip, is called “Friction” or “Traction.” However, when a banana peel comes under your foot, you suddenly fall. Now, what makes you fall? Well, it’s due to the reduced friction between your shoes and the surface of the road because of the slippery banana peel.

When you get tired of work or studies, listening to music comes handy. Have you ever thought how does your headphone/earphone work? Well, again because of the Physics. The concept of magnetism and sound waves are involved in the science of your headphone/earphone. When you plug your headphone/earphone into an electrical source, the magnet in your headphone/earphone creates an electromagnetic field, which ultimately results in sound waves

Have you ever noticed that on which principle does your car seat-belt work? Well, it’s again Physics. When you tighten your car seat-belt, it works on the concept of “Inertia.” Inertia is unwillingness or laziness of a body to change its state of rest or motion. In case of a car collision, your seat-belt helps prevent your body moving in a forward direction; as your body



Figure 1.Walking



Figure 2.Boxes

resists being stopped because of inertia of motion.

The phenomenon of “Selfie” has engulfed people of every age groups. You entertain yourself by clicking photos. The Lens used in a camera works on the principle of Optics. The set of convex lenses provide the camera an image outside of the camera.



Figure 3. Lens

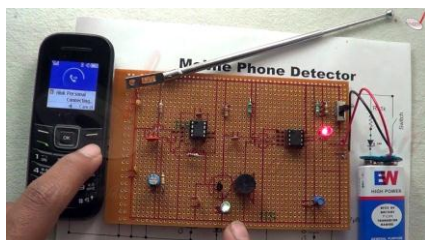


Figure 4. Cell phone

Cell phones have become like the Oxygen gas in the modern social life. Hardly, anyone would have been untouched by the effects of a cell phone. Whether conveying any urgent message or doing

incessant gossips, cellphones are everywhere. But do you know how does a cell phone work? It works on the principle of electricity and the electromagnetic spectrum, undulating patterns of electricity and magnetism.

Whether in cellphones, cars, torches, toys, or any other appliance, batteries act as saviors of electricity. Batteries work on the principle of capacitance. Since the late 18th century, capacitors have been used to store electrical energy. Benjamin Franklin was the first to coin the phrase “battery” for a series of capacitors in an energy store application.

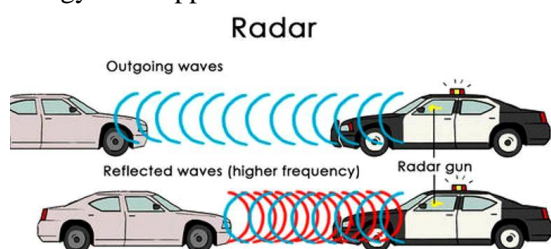


Figure 5. Machines

To check the overspeeding vehicles, police often use Doppler Radars. Doppler Radars work on the principle of Doppler Effect. The Doppler Effect is nothing but a change in the pitch of a sound when the source of the sound is moving relative to the listener. It is because the frequency of the sound wave changes as the source of sound moves closer to or farther from the listener.

Students' attitudes and approaches to problem solving in physics can greatly impact their actual problem solving practices and also influence their motivation to learn and ultimately the development of expertise.

## 1. The Beauty of Physics

*Physics is the most fundamental of the sciences.* It is concerned with the most basic building blocks of all things - from ants to antennas, from quarks to quasars. The study of physics means trying to find out what the universe is made of, and how these things move and interact with each other. So in one sense, all the other sciences are built on the knowledge gained through the study of physics.

*Physics is beautiful.* Physicists love simplicity. They are constantly striving to find the most fundamental ideas that can be used to describe even the most complex of phenomena. For example Newton found that only a very small number of concepts could be used to describe just about all of the mechanical world - from steam engines to the motion of the planets. Not only is this beautiful, it's downright amazing!

*Physics teaches you to think.* This might seem like a strange statement. The study of all subjects teach you to think. But because physics deals with the most basic concepts, the application of such techniques as "Separation of Variables" and "The Scientific Method" are never more clear than they are in the study of physics. Once mastered you will find that these methods can be applied to all subjects, including the business world and just coping with everyday life.

*Physics is a creative subject.* The concepts of physics don't come easily. Someone has to come up with a theory to begin with. This is just as much a creative process as composing music. But where physics, and science in general, differ from the Arts is that no one will accept your theory unless you have some way of testing its validity. Experimental physicists sometimes have to be enormously creative in coming up with methods of testing theories and measuring things in the world around them. For example, how do you tell that there is a planet orbiting a star that is so far away that it appears as nothing more than a spec of light in even the most powerful telescopes?

*Physics gives you a new appreciation of the world around you.* You can look a rainbow and say "Wow, pretty colors!", or you can marvel at the amazing interactions between photons and electrons that come together in that particular way when light from the sun strikes spherical water droplets in the sky, and that you perceive as a multicolored arc suspended in the air. Now that's awe!

*Physics is fun.* Lastly, studying physics gives you the opportunity of playing with a lot of really cool

toys!

## 2. Physics for Programmers

Many people studying the profession of a programmer do not truly understand why they need to study such disciplines as physics and mathematics. We found out why we need physics in general. Now let's discuss why people of technical specialties are studying physics.

### Work related to physics

The future work of the programmer can be directly related to physics. Suppose your task is to create a ship simulator, interpret data from medical equipment, or develop realistic computer games.

If we take the latter direction, then a huge amount of applications of physics can be found:

- understanding the laws of propagation and reflection of light to create photorealistic graphics;
- the realization of a physicorealistic interaction of objects with the game world - a believable behavior of the car depending on the weather, a destructible game world, realistic ballistics, etc.
- modeling the behavior of complex environments such as water, smoke, fire.

The first paragraph is more or less clear.

### Ability to build models

If in mathematics everything is always extremely strict (try to throw the equation out of the system!), Then in physics a person often works with a certain simplification - a model of a real system. In some cases, an object can be considered ideally elastic (in a real macrocosm there are no such objects), somewhere it is possible to neglect the friction force, in another situation the Coriolis force will be insignificant.

It is physics that teaches the construction of models of objects of the real world, recording them in a strict mathematical language, teaches to single out the most important and discard the insignificant.

For the profession of a programmer, such a skill is vital, because it is necessary to work with models in almost any field of activity, starting with search engines and ending with the banking sector.

### Overall development

To know why and at what temperature water boils, why skis glide over the snow and why a cork shoots out of a bottle of champagne, should any educated person. But if you are a representative of a technical profession, you can be sure that others will expect from you more profound knowledge in the field of physics.

In some life situations, a person who knows, and most importantly understands physics, can find simple solutions to seemingly complex at first glance problems. And such situations the life of an active person throws a great many.

## 3. Physics in IT; interesting facts

Studying subatomic particles with their own reality that does not surrender to any logical rules led humanity to creating quantum computers that are based on quantum mechanics. Quantum computers will be super powerful, awesome and the fastest computers someday, and all due to the properties of quantum physics.

In a quantum computer, the information is represented by physical states that are sufficiently microscopic and isolated so that they obey the laws of quantum mechanics. The spin of a single electron is one among many possible ways for storing such a quantum bit (or **qubit**) of information. Imagine a computer in which the information is stored in the form of coins placed on a tabletop, with heads "1" and tails "0" being the two possible states of each bit. Then convert the tabletop into a quantum computer by substituting quantum coins for which heads and tails are quantum mechanical states. A normal coin would show either heads or tails, reflecting the fact that the bit it represents must be valued at either 1 or 0.

In contrast, quantum mechanics allows our quantum coins to show both heads and tails at once (just as Schrödinger's famous cat could be both dead and alive at the same time inside a sealed box), to whatever degree we choose. This ability comes with fact when we actually measure the orientation of a coin; it makes the choice between the two states. It is not determinate. For instance, it is possible to prepare a coin in a state that is 75 percent heads and 25 percent tails. The coin would remain in this state until someone measures it, which makes the coin randomly choose between heads and tails. This randomness is because by the fact that the coin really chooses a definite state only when it is **being watched**, and, until that happens, its state is completely described by a single number: the degree to which it is showing heads, or 75 percent.

If we expand our view to two quantum coins, there are clearly four possible results of measuring their state: both heads (1, 1), both tails (0, 0), and two combinations of one heads and one tails – called superposition (0,1 and 1,0). Quantum mechanics allows us to assign any weight we want to each

combination, as long as the total adds up to 100 percent. It follows that three numbers are needed to completely describe the two coins (the fourth is constrained because the total must add up to 100 percent). Similarly, we need seven numbers for 3 coins, 15 numbers for four, 31 for five, and so on. The complexity of the quantum state quickly becomes incredibly large: to describe only 100 quantum coins requires 1,267,650,600,228,229,401,496,703,205,375 different numbers – many trillion times the storage capacity of all computers ever made.

That is why quantum computers are the fastest. For instance, a central problem in modern cryptography is the search for the factors of very large integers. In a normal computer, the most efficient approach essentially consists of dividing the integer by every number smaller than its square-root to see which ones will factor it. The larger is the integer, the more time is required for this test. With a quantum computer, however, factorization is a snap, because we can perform the test on all numbers simultaneously and thus we need only a single test to find the right answer.

## Conclusions

Designing efficient quantum algorithms turns out to be very challenging. Constructing a working, full-scale quantum computer is the most difficult problem of our century. This makes quantum computing be one of the great intellectual challenges of our time, and this fascinating subject is likely to remain at the forefront of research for many years to come. We want to inspire our peers and colleagues to study all the branches of physics, because this knowledge and understanding how the things around us work only makes our lives better and more intricate.

## References:

1. [https://en.wikipedia.org/wiki/Quantum\\_mechanics](https://en.wikipedia.org/wiki/Quantum_mechanics)
2. <https://www.britannica.com/science/physics-science>
3. [http://www.tlu.ee/~tony/oppetoo/arvutustehnika\\_rakendusvara/New%20teaching%20methods%20-%20Using%20computer%20technology%20in%20physics,%20mathematics%20and%20computer%20science.pdf](http://www.tlu.ee/~tony/oppetoo/arvutustehnika_rakendusvara/New%20teaching%20methods%20-%20Using%20computer%20technology%20in%20physics,%20mathematics%20and%20computer%20science.pdf)



# DOMAIN SPECIFIC LANGUAGE FOR GRAPHIC REPRESENTATION

Laurentiu CIOCAN, Alexandru CASAP, Valeria SVET, Ion CEREMPEI

Technical University of Moldova

**Abstract:** This paper surveys the available literature on the topic of domain-specific languages as used for the construction and maintenance of software systems. Although many articles have been written on the development of a particular DSLs, there is very limited literature on graphic DSL development methodologies.

**Key words:** Domain Specific Language, Graphic, Grammar, Finite Automata, ANTLR4.

## Introduction:

The computer graphics industry had a long development way. From the set of all changes that this industry was affected by, one of most significant was the creation and implementation of graphic domain specific languages namely the shading one. The reason why the development of such type of language became needed consists in offering a method of obtaining the same set of functionalities as it was possible to get by using assembly language, but in an intuitive and relatively not complex way.

When it comes to code writing using modern graphic libraries, there are several issues that should be considered. The first one is related to the difficulties met by the people that have the desire to become graphic programmers, without prior experience in programming. When the first issue is solved by the easy to learn means of working with computer graphics, the second issue appears. It deals with the programmer's obstacle to optimize his code written in a simple language.

As such, there is a need for a graphic domain specific language with an easy to understand and use syntax; a language that will make possible to access a large area of functionalities, similar to the already existing languages.

## 1. Development of Graphic DSL

In the second chapter are described the steps how to design and implement grammar for graphical domain specific language, and tools which were used. The DSL design includes several stages. First of all, definition of the programming language grammar  $L(G) = (S, P, V_N, V_T)$  [1]:

- S - is a start symbol;
- P – is a finite set of production of rules;
- $V_N$  – is a finite set of non-terminal symbol;
- $V_T$  - is a finite set of terminal symbols.

The rule to start a language grammar is engage the parser first. Any rule in the grammar can act as a start rule for the following parser. Start rules don't necessarily consume all of the input. They consume only as much input as needed to match an alternative of the rule. For example, consider the following rule that matches one or few tokens, depending on the input:

$\langle \text{program} \rangle \rightarrow \langle \text{start} \rangle \langle \text{programName} \rangle \text{LCBRACE} \langle \text{statements} \rangle \text{RCBRACE} \langle \text{endProgram} \rangle$

Where " $\langle \text{program} \rangle$ " is the start symbol. Non-Terminal symbols are:  $V_N = \{\text{program, programName, statements, action, argument, size, shape, color, position, id, alphaNum, start, endProgram}\}$ , and Terminal symbols are  $V_T = \{\text{LPAREN, RPAREN, PANDC, DRAW, MOVE, SCALE, ROTATE, SIZE, COLOR, AT, DIGIT, CIRCLE, SQUARE, BLACK, BLUE, BROWN, GREEN, RED, ORANGE, PUPLE, YELLOW, WHITE, COMMA, ALPHA, BEGIN, END, LCBRACE, RCBRACE, WS}\}$ .

Second step is to define the reference grammar.

Table 1: Meta-notation

$\langle \text{foo} \rangle$	means foo is a nonterminal.
<b>foo</b>	( in <b>bold</b> font ) means that <b>foo</b> is a terminal i.e., a token or a part of token.
$x^*$	means zero or more occurrences of x.
$\text{'(' and ')'}$	braces in quotes are terminals.
	separates alternatives.



```

<program> → <start> <programName> `{ <statements> `}` <endProgram>
<programName> → <id>
<statements> → ( <action> `( <argument> `)` `;` ) *
<action> → draw | move | scale | rotate
<argument> → <shape> <id> `size` <size> `color` <color> `at` <position>
           → <id> `at` <position>
           → <id> `size` <size>
           → <id>
<size> → <digit>
<shape> → circle | square
<color> → black | blue | brown | green | red | orange | purple | yellow | white
<position> → <digit> `, <digit>
<id> → <alpha> <alphaNum> *
<alpha> → a | b | ... | z | A | B | ... | Z
<alphaNum> → <alpha> <digit>
<digit> → 0 | 1 | 2 | 3 | ... | 9
<start> → begin
<endProgram> → end

```

Third step in DSL development is definition of regular expression [2]. Similar to use of finite automata for recognition of strings patterns, regular expressions are used to generate patterns of strings. A regular expression is an algebraic formula which value is a pattern consisting of a set of strings, called the language of the expression.

Operands in a regular expression can be:

- characters from the alphabet over which the regular expression is defined;
- variables whose values are any pattern defined by a regular expression;
- epsilon which denotes the empty string containing no characters;
- null which denotes the empty set of strings.

For an easier reading of regular expression - derivation of the non-terminal variable “argument” was written separately:

```

RE = BEGIN( ALPHA( ALPHA + DIGIT ) * ) LCBRACE ( ( DRAW + MOVE + SCALE + ROTATE
) LPAREN ( argument ) RPAREN PANDC ) * RCBRACE END
argument → ( ( CIRCLE + SQUARE ) ( ALPHA( ALPHA + DIGIT ) * ) SIZE ( DIGIT ) COLOR (
BLACK + BLUE + BROWN + GREEN + RED + ORANGE + PURPLE + YELLOW + WHITE ) AT (
DIGIT COMMA DIGIT ) )
| ( (ALPHA( ALPHA + DIGIT ) * ) AT ( DIGIT COMMA DIGIT ) )
| ( (ALPHA( ALPHA + DIGIT ) * ) SIZE ( DIGIT ) )
| ( ALPHA( ALPHA + DIGIT ) * )

```

The next step is to build the finite automata in JFLAP [2, 3]. A finite automaton (FA) is a simple idealized machine used to recognize patterns within input taken from some character set (or alphabet) C. The task of an FA is to *accept* or *reject* an input depending on whether the pattern defined by the FA occurs in the input.

A finite automaton consists of:

- a finite set S of N states;
- a special start state;
- a set of final (or accepting) states;
- a set of transitions T from one state to another, labeled with chars in C.

The FA shall be execute using an input sequence as follows:

- begin in the start state;
- if the next input char matches the label on a transition from the current state to a new state, go to that new state;
- continue making transitions on each input char:
  - if no move is possible, then stop;
  - if in accepting state, then accept.

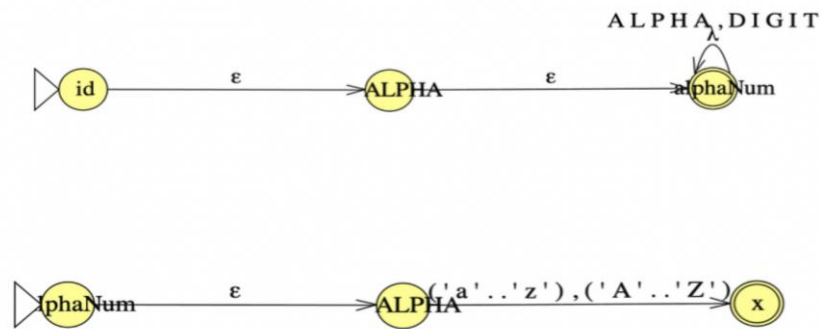


Figure.1 Finite Automata examples in DSL.

The final step is to develop a DSL using ANTLR4 [3, 5]. The ANTLR Tool generally is used to generate a parser and lexer (native is written in Java, but optionally can be modified in other languages) that you can compile. ANTLR generates the following files:

- ExprParser.java: the recursive-descent parser from the grammar.
- Expr.tokens: the list of token-name, token-type assignments.
- Expr.g: the automatically generated lexer grammar that ANTLR derived from the combined grammar. The generated file begins with a header: lexer grammar Expr;.
- ExprLexer.java: the recursive-descent lexer generated from Expr.g.

In the Figure 2 is shown the parse tree and in the Figure 3 is shown the hierarchy of the following version of a program:

```

BEGIN
Program
{
    DRAW(CIRCLE C1 SIZE 1 COLOR ORANGE AT 1,1);
}
END
  
```

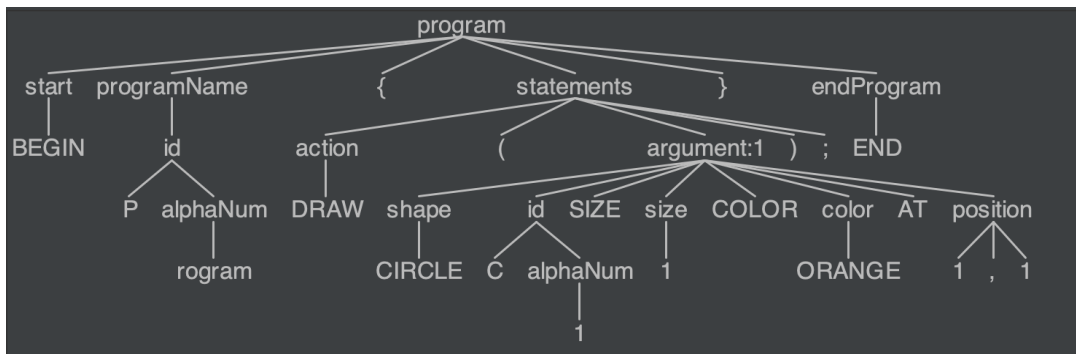


Figure 2 Program parse tree.



Figure 3 Program hierarchy.

**Conclusion:**

The syntax for this DSL allows for an easy, yet reliable way to manipulate graphics without requiring any programming experience. Only having statements (as it is the only element a program in our DSL can consist of) makes the language as basic as possible. The shapes can be named, thus giving the user the ability to separate and interact with any object individually. The backend for this language is the WebGL API, making the content perfect for browsers, so there shall be no need for any special or sophisticated environment that would be hard for the user to set up. The ‘problem’ with the WebGL API is that it requires a ton of experience and knowledge to use. That’s why, with this DSL, the aim is for the end-user of our product to be children that want to learn the basics of programming from the comfort of their favorite web browser, as drawing and manipulating graphics is one of the better ways to keep a child entertained. Given that the product will be as simple and straightforward to use as possible, there are some features that have to be considered, even if it would slightly enhance the DSL’s complexity. A great addition to this DSL would be an update function so the scene could change dynamically, which would also come with a few new statements to support it. Although it’s not planned yet, it’s definitely in the developer’s mind as a future improvement. Other ideas that are worth our consideration are if-statements, lighting and perspective manipulation. Again, should that be implemented, it would be as simple as it can possibly be, for the sake of the end-user.

**References:**

1. E. H. John and M. J. D. U. Rajeev, Introduction to Automata Theory, Languages, and Computation, 2001, p. 169.
2. M. P. Andrew, "Lectures Notes on Regular Languages and Finite Automata," 2010.
3. L. Peter, An Introduction to Formal Languages and Automata, vol. Fifth Edition, 2012.
4. T. Federico, "www.tomassetti.me," [Online]. Available: <https://tomassetti.me/antlr-course/>. [Accessed 26 February 2019].
5. T. Parr, The Definitive ANTLR Reference, Building Domain-Specific Languages, 2007.

# DOMAIN SPECIFIC LANGUAGE FOR MICROCONTROLLERS

Dana SPEIANU, Eugen-Cătălin CHISELIOV, Vera ȘVEȚ, Maria-Mirabela CHIRICĂ

Technical University of Moldova

**Abstract:** In this paperwork is presented the first phase of development of the Domain Specific Language for microcontrollers in the domains where microcontrollers are used. In order to start to implement this Domain Specific Language, it was analyzed and presented the grammar of the language, its syntax, and semantic rules. In this article is also presented an example of an algorithm which follows the grammar, the syntax and the semantic rules of this language. As a tool which analyses the given language was used ANTLR, this tool makes it easier to parse the algorithm syntactically and generate the parse tree.

**Keywords:** Domain Specific Language, microcontroller, grammar, irrigation modes, lighting modes, Arduino.

## Introduction

In our days, microcontrollers tend to spread their domain of application being used in different activities. Embedded systems perform control of physical components in various fields. Microcontrollers are used in a lot of areas of embedded systems, as robotic control systems or smart devices. The quantity of various hardware platforms is expanding with a spread of embedded systems. From another point of view, in software development is increasing the number of not qualified programmers. In this way, a person who is involved in a specific domain will easily learn a Domain Specific Language (DSL) than to learn a programming language with a big complexity as C or Java.

This is because the DSL gives the possibility to the user to program a microcontroller with more familiar terms. The DSL gives the possibility that more people with different level of programming skills could interact with them.

This article presents the development of a specific language for microcontrollers. The process includes the creation of DSL for one of the most popular platforms for non-industrial microcontrollers - Arduino, ensuring the execution of program schemes on the hardware platform.

In this paper are identified some areas where DSL for microcontrollers will be applied: traffic lights and irrigation. It's very easy to make a program for these as can be made a lot of algorithms that represent different modes of lighting or irrigation. In the next pages, you can find the description of our DSL for microcontrollers, grammar, and semantic rules.

The traffic light control is a domain where can be made some modes, for example during day time a traffic light can have one mode, but during night time another one (because there are few cars). Also, there are rush hours when in the city are many traffic jams then the traffic light is more active in order that traffic would be well organized in order to avoid traffic jams.

Another interesting area where this DSL can be used is irrigation. Irrigation is the application of controlled amounts of water to plant at needed intervals. The flow of irrigation water in the canals must always be under control. For this purpose, we will use the DSL to program the microcontroller to control how long, at which hour and in which mode the plants must be irrigated.

## 1. Grammar

In this paper are presented the analysis of the domains where microcontrollers are used, especially where different modes are applied. It is identified a lot of domains but decided to choose those two described above: traffic lights and irrigation. In order to create an effective DSL, it is proposed to make it such that it will be easy to use by a user with weak programming skills. The terminal symbols from grammar can be found in Fig.1.

$$V_T = \{ \\ : , ( , ) , . , , , \text{algorithm}, \text{step}, \text{program}, \text{set}, \text{run}, \text{schedule}, \\ \text{end}, \text{from}, \text{to}, \text{on}, \text{off}, \text{intermittent}, 0..9, A..Z, a..z \\ \}$$

Fig.1. Terminal symbols

Then non-terminal symbols are shown in figure 2.

```

VN = {
    <source_code>, <pin_definition>, <algorithms_definition>,
    <schedules_definition>, <program>, <set_pin>, <num>, <alfa_num>,
    <pin_identifier>, <algorithm>, <step_list>, <step>,
    <instructions_list>, <instruction>, <on>, <off>, <intermittent>,
    <schedule>, <time_range_list>, <time_range>, <time>, <digit>,
    <program>, <run_list>, <run>, <alfa>
}

```

Fig.2. Non-terminal symbols

The set of production rules can define how a program can derive as in the following figure (Fig.3).

```

P = {
    <source_code> → <pins_definition><algorithms_definition>
    <schedules_definition><program>

    <pin_definition> → <set_pin>+
    <set_pin> → set <alfa_num> <pin_identifier>
    <pin_identifier> → <num>

    <algorithms_definition> → <algorithm>+
    <algorithm> → algorithm (<alfa_num>): <step_list> end
    <step_list> → <step>+
    <step> → step (<num>): <instructions_list> end
    <instructions_list> → <instruction>*
    <instruction> → <on> | <off> | <intermittent>
    <on> → on <alfa_num>
    <off> → off <alfa_num>
    <intermittent> → intermittent (<num>, <num>) <alfa_num>

    <schedules_definition> → <schedule>+
    <schedule> → schedule (<alfa_num>): <time_range_list> end
    <time_range_list> → <time_range>+
    <time_range> → from <time> to <time>
    <time> → <num>:<num>:<num>.<num>

    <program> → program <run_list> end
    <run_list> → run*
    <run> → run <alfa_num> on <alfa_num>

    <alfa_num> → <alfa> | <alfa_num><alfa> | <alfa_num><num>
    <num> → <digit>+
    <digit> → [0 , ... , 9]
    <alfa> → [a , ... , z]
}

```

Fig.3. Productions

## 2. Semantic rules

Semantic rules add additional constraints on the valid program besides the constraints implied by the grammar. Semantics can be partitioned into static semantics and execution semantics. Static semantics are implemented by the constraints and type system rules. Execution semantics denote the observable behavior of a program as it is executed [1]. Constraints are simply boolean expressions that check some property of a model. The following list show the semantic rules of this DSL:

- The names of a set of attributes of some entity are unique (these can be: pin name, algorithm name, schedule name).
- Every non-start state of a state machine has at least one incoming transition.
- The value which is attributed as pin number after pin\_name must be of type **int**.
- In the **step** body, all pins name should be a valid pin identifier which was declared before.

- In the **step** body all pins must be declared with a single state(**on, off, intermittent**).
- In the program section, after keyword **run** should be a valid algorithm name and after keyword **on** should be a valid scheduler name.
- As argument at step declaration in round brackets must be the time in milliseconds and of type **int**.

In order to understand how does the DSL works, a sample program will be explained (Fig.4). Firstly, the user defines the pins for every plant, then he defines an algorithm and a schedule. The algorithm is named algorithm1 and has 2 steps:

1. The first step is running for 30 sec with on mode for apple1 and off mode for apple2 and strawberry. This means that during this time apple1 will be wet, but apple2 and strawberry will not.
2. The second step is running for 2 sec with the off mode for apple1 and strawberry and intermittent mode for apple2. The intermittent mode is described as 0.5 sec on mode and 1 sec off mode.

Then the schedule called schedule1 where the user has defined two intervals. These intervals determine intervals during which a specific algorithm will run. After schedule definition, the user must execute the source code and this starts with the program keyword. In the program field, it's running the algorithm1 on intervals specified in schedule1. The figure (Fig. 4) below represents an irrigation mode of how plants can be wet. It is easy to create new irrigation modes in dependence on the user's needs.

```

set apple1 0
set apple2 1
set strawberry 2

algorithm (algorithm1):
  step(30000):
    on apple1
    off apple2
    off strawberry
  end

  step(2000):
    off apple1
    intermittent(500, 1000) apple2
    off strawberry
  end
end

schedule (schedule1):
  from 00:00:00.000 to 05:00:00.000
  from 21:00:00.000 to 23:00:00.000
end

program
  run algorithm1 on schedule1
end

```

Fig.4. A sample program using the DSL for microcontroller

### 3. Solution

The solution for irrigation is based on the following scheme (fig 5). The user writes his algorithms in DSL, the code is analyzed syntactically and semantically in ANTLR and using Java and jArduino the generated code is uploaded to an Arduino device, then the watering device or another device works by the algorithm and steps which are defined in DSL.

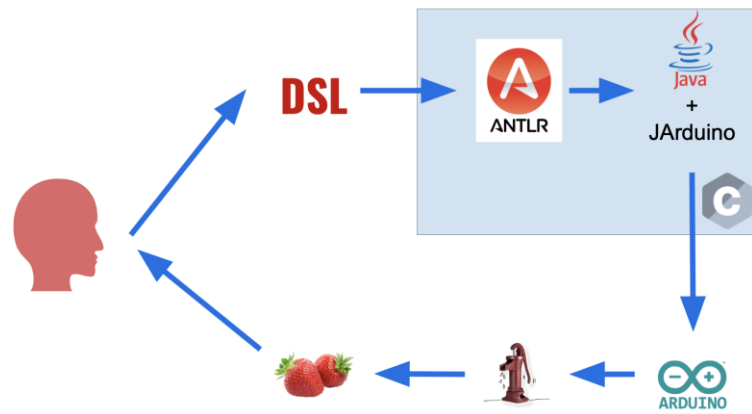


Fig.5. Solution scheme.

## Conclusions

Nowadays controllers and especially microcontrollers are widely used which means that demand for IT specialists is constantly increasing. This is why in some specific areas, domain-specific areas, this DSL for microcontrollers will become a very powerful tool and will provide a very good solution for this specific area. So, in this way, having very basic instructions, almost everyone will be able to create an irrigation system from scratch and easily manage it.

## References

1. Markus Voelter with Sebastian Benz, Christian Dietrich, Birgit Engelmann, Mats Helander, Lennart Kats, Eelco Visser, Guido Wachsmuth, DSL Engineering, Designing, Implementing and Using Domain-Specific Languages, 556 pages, Source: Dslbook.org, 2013.



# SEPT- SEARCH ENGINE AND PROCESSING TOOL (QUERY DSL)

Adrian FILIP, Vadim DOGA, Tatiana POLEACOV, Nina CAVCALIUC

Technical University of Moldova

**Abstract:** *The Query DSL is distinct from other query languages, it has to work with text files and execute the search using a predefined pattern or expression via some efficient function. Their main purpose is to be useful to use by non-programmers within their field of activity. In this article, the grammar construction using the ANTLR is described. Also, there are described predefined functions which will be implemented in the process of development of this DSL, shown to be efficient and easy to use.*

**Keywords:** *DSL, language, lexicon, grammar.*

## Introduction

Nowadays, there are a lot of problems in text processing [1] area that are divided into two classes: problems that are similar to those of business, and those that are unique to information science. The former consists of front-office applications, such as word processing, spreadsheets and desktop computing, and back-office applications, comprising data processing functions like accounts payable and receivable, payroll and other business operations.

These issues derive from the need of text manipulation — the ability to analyze, process and reformat the text. Information retrieval is one of the beneficiary areas. The aim is to rapidly select relevant information by applying Boolean logic to keywords and by searching databases which are optimized for textual storage and retrieval. The next area is linguistic research and natural language processing. Textual analysis answers all manner of research questions. The most used area is word processing. This one is based on typists who check completed work for spelling, grammar, punctuation or type correspondence, reports, text and other written material from rough drafts.

Text Query DSL suits especially the typists that work intensive with text files. It will be a great tool for those that are always in need of looking after their spelling and the usage of the words, mainly in order to eliminate the word repetition. This Text Query tool can search through files and check in which lines from the files had matched a given regular expression matches. Searching and replacing with regular expressions is a powerful way to maintain all sorts of text files. It will output the line numbers or the actual lines as string that matched the specified expression. This DSL will also print all the occurrences of the given pattern and will output this number on the screen. It computes and prints the total amount of the words from the input file, which is advantageous when the person needs to work with a limited number of words.

## 1. Lexical Analysis

In order to build and develop a domain specific language, one has to analyze how the features are going to look like based on the functionalities it is supposed to provide. Nevertheless, this implies the keywords, in case it has a start and an end of the program and all the rules which give the possibility to understand and write clean code.

All SPET keywords are lowercase except two words that define the start and the end of the program, which means that it is a case-sensitive language. For example, **Start** is a keyword that highlights the start of the program, but *start* is a word that the program will find it in a text, also this means that **Start** cannot be looked for as a search word.

The reserved words are: **Start, End, lookFor, find, findL, findR, count, replace**. White spaces may appear only as a new line between keywords, it is defined as one or more spaces, tabs and line-breaking. Only after the keyword **Start** and **End** there can be white space. On the other hand, for other identifiers, space between them will be interpreted as one string, for example *oldman* and *old man* are one string, but not two for the last.

For defining the lexicon of DSL, its grammar should be made in a general form, which may be done by identification of all terminal and nonterminal characters. In order to classify all of them, they should be divided into two sets, after which the derivation from nonterminal into terminal will be done.

<program>	Means program is a nonterminal.
>	(in <b>bold</b> font) means that <b>Start</b> is a terminal / a token or a part of token
<b>Start</b>	
X*	Means zero or more occurrences of X.
X <sup>+</sup> ,	A comma-separated list of one or more x's.
	Separate alternatives.

Fig.1 “Meta-notation”.

Below is presented the grammar of the DSL:

$V_N = \{ \text{<program>}, \text{<func\_call>}, \text{<type>}, \text{<func\_name>}, \text{<exp>}, \text{<alpha>}, \text{<string\_literal>}, \text{<filePath>}, \text{<digit>}, \text{<character>}, \text{<symbol>} \}$   
 $V_T = \{ \text{Start}, \text{End}, \text{find}, \text{findL}, \text{count}, \text{findR}, \text{replace}, ;, \text{“}, \text{'}, (, ), =, \text{Aa..zZ}, \text{1..9}, -, /, [, ], *, ^, <, > \}$   
 $\text{<program>} \rightarrow \text{Start } \text{<func\_call>}^* \text{End}$   
 $\text{<func\_call>} \rightarrow \text{<func\_name>} ( \text{<filePath>}, [\text{<exp>}^+, ] ) ;$   
 $\text{<func\_name>} \rightarrow \text{lookFor|find|findL|findR|replace|count}$   
 $\text{<exp>} \rightarrow \text{<alpha>} | \text{<string\_literal>} | \text{<symbol>}$   
 $\text{<string\_literal>} \rightarrow \text{“<alpha>”}$   
 $\text{<alpha>} \rightarrow \text{<digit>} | \text{<character>}$   
 $\text{<filePath>} \rightarrow ( \text{<character>} | \text{<digit>} | \text{'|\"|\\'|/'|'-'|'_|'.'})^+$   
 $\text{<digit>} \rightarrow |0|..|9|$   
 $\text{<character>} \rightarrow \text{a|b|..|z|A|..|Z|}$   
 $\text{<symbol>} \rightarrow - | / | [ | ] | * | ^ | < | > |$

A SEPT program consists of a single main method which begins with Start and finishes with End. The entire program will be analyzed from the top – **Start** to **End**, these keywords must be written from a new line in order to process and interpret it faster. Between them, predefined functions will be used, which also must be instantiated from a new line and finish the statement using a semicolon, but the declaration of multiple functions into one line is also allowed. This will not invoke any errors.

A SEPT program consists of a single main method which begins with Start and finishes with End. The entire program will be analyzed from the top – **Start** to **End**, these keywords must be written from a new line in order to process and interpret it faster. Between them, predefined functions will be used, which also must be instantiated from a new line and finish the statement using a semicolon, but the declaration of multiple functions into one line is also allowed. This will not invoke any errors.

Predefined functions:

**find**– this function searches for a specified whole word or a single character in a text. This search is case sensitive, it means that a word which starts with capital letter is different from the same word but written with a non-capital character. It accepts two parameters: first one is the file path which will be processed, while the second one is what the user is looking for and returns where that lexeme occurs: line and position in that line.

Syntax: find(file path, word/character);

Example: lookFor(C:\Users\Desktop\grammar.txt, man);

**findL**– will return a single line as a string. As parameters it gets: path of the file, number of line.

Syntax: findL(file path, number of line);

Example: findL(C:\Users\Desktop\grammar.txt, 5);

**findR** – returns the number of character’s repetition. Syntax is the same as of **find** function.

**lookFor** – is a function based on regex [2], because of which it will search using some constraints, highlighted by special symbols, such as: ^, ?, <,>/, \*, [, ]. Unlike the **find** function, the range of utilities is bigger, it does not look only for a whole word but also for certain characters, therefore it will retrieve the word that has that piece of string and where it occurs.

Just like the **find** function, **lookFor** accepts the same parameters, although the second one must include special symbols. Each one has their meaning: if using caret sign ^, it will seek all words that start or

end with that letters depending on their location. If we look for prefix, this sign will be positioned before the word, while for suffix it will occur after.

The question sign is used between two letters and it finds the word that starts and ends with them. “Greater than” and “less than” signs are used together `< character string >`, and will retrieve all terms that contain that string no matter where it is localized. Asterisk is used to find re-occurrences of the previous character, for example `lo*t` will find *lot* or *loot*.

In order to look for any digit, character or sequence they have to be put between two forward slashes, also if we want to find a certain number of consecutive appearances we can indicate it after the last slash, for example `2/0-9/` will search the text entity where two digits appear one after another: 01 or 95. This function has a special feature such as finding the sequences of words or characters respecting a format, for which square brackets `[ ]` are used, between which the exact format is indicated e.g `[ dd/'dd'/'dddd ]` where ‘d’ means digit in this case, we look for a date/time format and it can return 12/01/2012. To avoid special symbols interpretation these will be used between single quotation marks.[3]

Syntax: `lookFor(file path, word/character with special symbols);`

**replace** – replaces in the text one character with another or a word with another and does not return anything. It has three parameters: the first two are the same as of **find**, only the third is the word/character that must be inserted instead of the first one.

Syntax: `replace(C:\Users\Desktop\grammar.txt, word, new word);`

**count** – returns the total number of words from a file. In comparison with others it has only one parameter - the file path.

Syntax: `count(C:\Users\Desktop\grammar.txt);`

## Conclusions

This paper is meant to show the use of a Text Query DSL, which will be designed in a way that will ease the process of working with text files. Using the ANTLR, the grammar for this domain specific language has been designed, which helped with the function construction. Whether it has to be an article or an essay with a limited number of words, or an important document needed for a meeting, it is a very useful tool that will help the person monitor their written texts. The SEPT language will let the owner of the file easily navigate through the text file and make manipulations where needed. Taking into considerations the points mentioned above, it is a great time-saving tool and really easy to handle, which is an advantage for those who are non-programmers.

## References

1. <https://medium.com/krakensystems-blog/text-processing-problems-with-non-english-languages-82822d0945dd>
2. [https://en.wikipedia.org/wiki/Regular\\_expression](https://en.wikipedia.org/wiki/Regular_expression)
3. [http://www.gmayor.com/replace\\_using\\_wildcards.htm](http://www.gmayor.com/replace_using_wildcards.htm)
4. Markus Völter *DSL Engineering: Designing, Implementing and Using Domain-Specific Languages*, 2013

# MATHEMATICAL REASONING IN COMPUTER SCIENCE

*Diana GAPONCIC, Dominic FLOCEA*

*Technical University of Moldova*

**Abstract:** *Mankind reached all-time highs in what concerns science. This exponential development is especially thanks to mathematics and its contribution to what we know today as Computer Science and programming. Unfortunately, not everyone understands why mathematics are so important and why it's such an asked subject at schools and universities and why it's a must learn subject. Mathematics are practically everywhere now with the development of computer science and programming and we are very fortunate to study this interesting complex subject and contribute to its development as future software engineers.*

**Keywords:** *mathematics, computer, science, engineering, programming.*

## Introduction

Mathematics can have rather different relationship with people. Some love it, some hate it. But something rather sure is that every person in their life met at some point this “stranger”, maybe it had a good impression on them maybe not such a pleasant one, it might be that with time they became friends or enemies. A very relevant question that circles around this “stranger” often between the youth is “Do I need to study this”, “Will it help me in life?” or “When would I need to use this in the real life”.

Actually, in most cases, people don't see the use of mathematics in their daily routine. That's why it is hard to explain why a person, has to struggle and study integrals, derivatives and other scary sounding for a lot of people words. In fact, the applicability of math in real life is unimaginably huge and if someone thinks of a career related to engineering, architecture, economics etc. he should consider brushing up his math background. “Applied mathematics” is the branch that deals with the application of mathematical methods in different fields like science, engineering, business, industry and only due to precise calculation and rigorously described processes we can trust bridges, breaking systems, we can have electricity, cars.

Let's talk about the historical background of mathematics. It is as old as mankind itself. It all started with counting, studying shapes, observing processes, but gradually, using logic and abstraction, mathematics has become the complex science we have today that had definitely helped us to reach the point we are at this very moment. With the time it became more sophisticated, it developed in many different branches of what we know today – Geometry, Algebra, functions, analytics and many more. It directly influenced the development of science and technological progress of mankind.

With the time a new branch of science was born as a tool for counting. It developed and found its applicability in the most unexpected areas. People used it as the foundation for their daring and courageous ideas making the development of what we know today as “Computer Science” possible. The development of this branch directly boosted, sky rocketed, threw straight into space and made possible complex computations which were too consuming for human beings. As a result, many enthusiastic people came with the idea to use magic black-boxes in order to prove some famous conjectures.

Some of them are:

- The four-color theorem
- the Kepler Conjecture
- Kepler conjecture, the problem of optimal sphere packing in a box
- 17-point case of the Happy Ending problem, 2006
- NP-hardness of minimum-weight triangulation, 2008
- Optimal solutions for Rubik's Cube can be obtained in at most 20 face moves, 2010
- Minimum number of clues for a solvable Sudoku puzzle is 17, 2012

Mathematicians struggled with proving them for years until some program prove them correct (or wrong). You can see how powerful is Computer Science for other areas and especially for mathematics.

Citing Mr O'Regan in book “A Brief History of Computing” [1]: “The increase in productivity due to the more advanced computerized technologies has allowed humans, at least in theory, the freedom to engage in more creative and rewarding tasks” and he is right, machine computation saves a lot of time, time that can be used on other tasks. And there it goes - programming - one of the most powerful tools in the history of mankind, if not the most. It is used everywhere, from gaming consoles to serious military defensive and

unfortunately offensive devices. How it developed in such a short time fascinates and tells a lot about the power we have as humans when we use our brain and work together.

## 1. Evolution of Programming

Living in this decade means that you are being surrounded by someone else's written code. It is in your microwave, TV, phone and even in the air in form of waves from our routers which again work based on someone else's written code. As software engineers we also have to write code and it is no easy task to master it. The reason being - programming and computer science changes fast and it's constantly evolving, from its very beginning. One of the founders of what we know today as programming is none other than Alan Turing who was the one that understood that programs were simply data and managed to set the foundation of modern computer programming. By 1945, he was writing programs that used loops, branches, stacks. Not even 10 years have passed and coding took big turns in its development. One of very important role in evolution of programming had Fortran (Formula Translation), a language that was developed in 1953 to perform high level mathematical, scientific computations. It became the foundation for many other languages and even now it is still used in automotive industries, in research institutes. In a few decades, programming developed a lot creating more and more languages to work with: Cobol, Basic, C, Pascal, Perl, Python, Ruby, PHP, Java, JavaScript, Ruby on Rails. All this programs have one thing in common, they are based purely on mathematical logic (and this hasn't changed for years), without which they couldn't even exist. Programmers strive to make them as simple and understandable as possible to use by writing languages like the ones previously mentioned.

This brings us to another significant name - Edsger Wybe Dijkstra. In 1960s, while working as a programmer, he realized that programming was getting too hard as the use of mathematics became more and more complex. Well truth to be told, then even the simplest programs, had too many details. Edsger Dijkstra came with the idea to use the the construction of the Euclidean hierarchy of postulates, theorems, corollaries and lemmas the way mathematicians do. That means, that he wanted programmers to use proven structures, to tie them together with their code and then prove the result itself to be true. The challenge was to find an algorithm of proving a program as a truthful one. He used induction and enumeration to prove the concept of iteration and sequential statements. His approaches were based on simple mathematical proofs.

Interesting thing to know about programming is that really it hasn't changed much in the last 50 years or so at its core. The main idea is that our tools with which we write the code became much better with the time. It became easier to write code, but the basic building blocks of a computer program remained the same on the machine level.

Robert C. Martin was correct when he affirmed the following: "(Programs) It's made of the same stuff. It's made of if statements, assignment statements, and while loops." in his book Clean Architecture [3].

In short, mathematics started its development as a counting tool, when Computer Science was something fantastic to people. As time passed, the concept of programming appeared, but the process of code writing was too difficult for a human, and that was the point when people used math in order to make the programs more accessible for people to write. At that moment, programming and Computer Science started to be used in almost everything, in building models, computing complex formulas, in statistics, physics, military etc. The huge development in technology lead to the birth of new concepts and methods in mathematics, that were later on used in Computer Science. So, the help was always mutual, and there is no technology and improvement without math and vice versa.

## 2. Maths in Development of Computer Science

"Computer science investigates general categories such as determinism, nondeterminism, randomness, information, truth, untruth, complexity, language, proof, knowledge, communication, approximation, algorithm, simulation, etc."

Theoretical Computer Science, Jurak Hromkovic [2]

Computer Science cannot be analyzed as a subcategory of a specific science, as it combines aspects from mathematics, engineering, natural science and many more, due to this, it should be considered and studied as an independent entity with a huge applicability. Even so, the importance of math behind most applications cannot be enough emphasized, some of them will be further discussed.

Statistics is about gathering data and trying to predict future outcomes. Mathematical methods that are used for this aim are multiple kind of regressions and fit lines. As the simplest example can serve Least-Square Regression, whose method is based on minimizing the sum of the squares of all point-line deviations. It is tightly bound with probability, which is the science that deals with the concept of likelihood of an event

to happen. Especially, an important application is related to the Bayes' formula, the conditional probability. How are these topics related to computer science? Simple, the answer is Artificial Intelligence and Machine Learning. Even if for non-tech people those computational sciences seem to be Black Boxes that do magic stuff, in fact, the magic lies in math itself. AI is about Matrix Algebra, that helps in converting data into something that an engineer can handle, probability, statistics and of course a lot of calculus, as this science is about training, about "learning" how close a value is to the real one.

Are there any doubts about the importance of mathematics in Computer Science remained? Then let's move on.

Number Theory is a branch of mathematics that deals with the study of integers numbers. Seems simple, doesn't it? Well, Not really. As today is the time when everybody keeps all their information online, the importance of cryptography is as huge as it has never been. Its applications include block chain, data-storing, digital signatures, https and many more. This hard-implementing and vital for online world science is just math, and the study of it begins with multiplications, divisibility, factorizations, primes which later on grow in more complicated things like rings and fields, cryptosystems like RSA, cryptanalysis and factorization.

Another important category of math is linear algebra. Its importance lies in the applicability in big data (which is huge in computer science), along with branches like basic probability, statics and others. Today, the development of computer science is directly related to the ability of processing and analyzing millions of data points, that's why a lot of research is done in the terms of optimization, numerical analysis and approximation algorithms. It is important to reach a point where mathematical models for big data are well defined using discrete math and analysis.

Keeping in mind things above, Graph Theory cannot be overlook, we couldn't fit all of the theory related to this, to put it short: "Graph theoretical ideas are highly utilized by computer science applications. Especially in research areas of computer science such data mining, image segmentation, clustering, image capturing, networking etc." from the book Applications of graph theory in computer science an overview [4].

So, is Computer Graphics and Visualization your kink? Be ready to learn a lot of trigonometry. Interested in Algorithms Analysis? Learn combinatorics. Thinking about a career related to data comprehension? Probability and Statistics are your points of interest in near future.

### 3. Personal Examples

Studying as a software engineer we stumbled across a lot of mathematical and programming challenges. As majority of software engineers do, we sometimes use programming to solve mathematical problems and at the same time we use mathematics to write code.

During school years we got used to the fact that people approach mathematics and computer science independently. Even if everybody knew that they are related, only a few would have been able to explain how. When coming to university, we started learning mathematics for computer science, and that was when all the pieces came together and formed an overview of the real importance and relation between those two.

We started with functions and sets which in a few lectures advanced in the study of mathematical logic used in computer science. At that moment we figured out how the ambiguities inherent in natural language can become a real problem and why we should define every detail in our reasoning. We started proving theorems, argument our hypotheses using famous methods and principles, we started being aware of the relations between everyday things, and look at everything from a mathematical point of view. We talked about number theory and modular arithmetic making first baby steps in understanding basic concepts of cryptography. We learned about graphs, about possible ways of representing data, about algorithms used unaware on a daily basis by every existing person. And then, when we felt ready enough, we dove into probability, we counted things, simulated experiments and even learned about data compression. We felt excited when we started applying derivative and integrals in our computer science lessons, that was, when it hit us, everything is related to mat

A good example in this context is the lesson when we learned about Method of Least Squares, an approximation method which helps with the prediction of the future data. This approach needs a decent amount of calculations, and while doing them, in order to prove our reasoning, we used induction, matrices and derivatives. On the other hand, after proving our assumptions, with the help of a code we got the results instantly and were able to change the initial data for other results and computations. This saved a lot of time.

That was it, a method with real application and huge role for all companies, that was done, using math and computer science.

It is common among people to think about math and programming as separated things, but they helped each other to develop and the huge success of science, robotics, IT now is a result of math contribution. A real engineer is a person that is able to detect problems, build mathematical models and use code for implementing ideas and understanding the concepts of all kinds of simulations and mutual applications of science.

## References

1. Gerard O'Regan, *A Brief History of Computing*(2008)
2. Juraj Hromkovic, *Theoretical Computer Science*(2004)
3. Robert C. Martin, *Clean Architecture*(2017)
4. S.G.Shirininivas, S.Vetrivel, Dr. N.M.Elango, Applications of graph theory in computer science an overview(2010)



# DOMAIN SPECIFIC LANGUAGE IN THE FIELD OF TAXES CALCULATION

Vasile BOAGHI, Nadejda CÎRNAȚ, Elizabet GALAJU, Mihai ȘCEBEC

Technical University of Moldova, Faculty of Computers, Informatics and Microelectronics

**Abstract:** This article represents an analysis of the implementation of a Domain Specific Language in Taxes Calculation. Analyzing the both technical and non-technical subjects, the article has the goal to describe in depth, step-by-step the process of the implementation of the DSL, as well as pointing the priorities and rules. Pointing out the necessities and the branches that should be contained in the language, there were listed the basic features of the DSL, as well as written the basic semantics rules and lexicon of the grammar for the DSL. With the help of ANTLR tool, it was elaborated the parse tree that thoroughly shows all the configuration of the DSL. The new DSL for taxes calculation has the aim of assuring an easy approach, a new vision and methods of utilization of a language.

**Keywords:** DSL, language, grammar, semantics, syntax, taxes, calculations.

## INTRODUCTION

Programming offers a wide range of possibilities that enables skilled people create features, solving everyday problems or routines. Domain Specific Language (DSL) comes to represent the scientific part of the relation between day by day concerns and their programming solution. With the extent of the DSL concept, it is easier now to dive into diverse fields of interest and try to make a solution that would somehow automate a manually done work, like calculation, text generation, micro controllers managing and others. Domain-specific languages (DSLs) are tailored to a specific application domain, having a close relation with a particular niche and solving a specific problem, that cannot have relation to programming, engineering or science at all [1].

DSL offers substantial gains in ease of use compared with general-purpose programming languages in their domain of application. DSL development is hard, requiring both knowledge of the particular domain and language development expertise and skills. Not surprisingly, the decision to develop a DSL in taxes calculation requires a deep understanding of the financial part of the subject, as well an analysis of how it should be implemented from the programming point of view.

Although plenty of articles have been written on the development of DSL, the subject remains to be treated as an abstract one, having many solutions from different perspectives. To identify patterns in the decision, analysis, design, and implementation phases of DSL development, it is important to focus on both correctness of implementation of DSL, not forgetting about looking from the potential users' perspective. Audience needs targeting, uniqueness proposal and quality - the factors which will determine the future success in the DSL utilization [2-3].

## 1. DOMAIN DESCRIPTION

The domain that was analyzed about taxes calculation has some main specific fields, after which are calculated all types of taxes. These are: Social Fund Category, Individual contribution to the Pension Fund, Medical Insurance Employer, Medical Insurance Employee, Employ IT Sector, Syndicate Contribution, Personal exemption, Exemption for Disabilities, Exemption for the wife/husband. Some of them have more specific fields, such as the Social Fund Category, shown in the following partitions:

<u>Contribution rate</u>	<u>Category</u>
18%	For employers of the private sector, higher education institutions and health care institutions;
2. 3%	For employers of budgetary authorities / institutions and public authorities / institutions to self-management, except for higher education institutions and health care institutions;
26%	For employers of the private sector, higher education institutions and medical institutions (persons working under special working conditions);
33%	For employers of budgetary authorities / institutions and public authorities / institutions to self-management, except for higher education institutions and sanitary institutions (persons working under special working conditions);

For a better understanding, was represented the grammar for this specific language according to a very simple and textual program. Through it, was shown in details each feature of grammar.

A grammar of a domain specific language is characterized by four parameters:

$$G = \{ V_N, V_T, P, S \},$$

where:

- $V_N$  represents the set of non – terminal symbols;
- $V_T$  represents the set of terminal symbol;
- $S$  start point of our program;
- $P$  represents productions.

Below was represented the grammar for the following code snippet:

```
Am 1 servicii {
  Serviciu_1 {
    Fond_Social – Sector_Privat ;
    Salariu_Brut = 25k;
    Cotizatie_Sindicate - OFF;
  }
}
```

Calculeaza\_Taxa\_Pentru (Serviciu\_1, lunar);

$S = \{ \text{sourceCode} \}$

$V_T = \{ \text{Am, Serviciu, servicii, anual, Sector_Privat, Salariu_Brut, Cotizatie_Sindicate, Calculeaza_Taxa_Pentru, ..., ON, k, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, -, =, :, ;, ,, (, ), \{, \}, \_, . \}$

$V_N = \{ \langle \text{sourceCode} \rangle, \langle \text{program} \rangle, \langle \text{jobsDeclaration} \rangle, \langle \text{serviceDetails} \rangle, \langle \text{functionCall} \rangle, \langle \text{symbol} \rangle, \langle \text{keyword} \rangle, \langle \text{identifier} \rangle, \langle \text{block} \rangle, \langle \text{statementsBlock} \rangle, \langle \text{socialCategory} \rangle, \langle \text{socialCategoryTypes} \rangle, \langle \text{statements} \rangle, \langle \text{state} \rangle, \langle \text{salaryType} \rangle, \langle \text{syndicationContribution} \rangle, \langle \text{grossSalary} \rangle, \langle \text{privateSector} \rangle, \langle \text{syndicationContribution} \rangle, \langle \text{dash} \rangle, \langle \text{underLine} \rangle, \langle \text{equal} \rangle, \langle \text{semicolon} \rangle, \langle \text{comma} \rangle, \langle \text{roundBracketRight} \rangle, \langle \text{roundBracketLeft} \rangle, \langle \text{curlyBracketRight} \rangle, \langle \text{curlyBracketLeft} \rangle, \langle \text{digit} \rangle \}$

$P = \{$   
 $\langle \text{sourceCode} \rangle \rightarrow \langle \text{program} \rangle, \langle \text{program} \rangle \rightarrow \langle \text{jobsDeclaration} \rangle \langle \text{symbol} \rangle \langle \text{serviceDetails} \rangle$   
 $\langle \text{symbol} \rangle \langle \text{functionCall} \rangle, \langle \text{jobsDeclaration} \rangle \rightarrow \langle \text{keyWord} \rangle \langle \text{identifier} \rangle \langle \text{keyWord} \rangle,$   
 $\langle \text{serviceDetails} \rangle \rightarrow \langle \text{block} \rangle \mid \langle \text{block} \rangle \langle \text{serviceDetails} \rangle, \langle \text{block} \rangle \rightarrow \langle \text{statementsBlock} \rangle,$   
 $\langle \text{statementsBlock} \rangle \rightarrow \langle \text{serviceBlockDeclaration} \rangle \langle \text{symbol} \rangle \langle \text{statements} \rangle \langle \text{symbol} \rangle,$   
 $\langle \text{serviceBlockDeclaration} \rangle \rightarrow \langle \text{keyWord} \rangle \langle \text{symbol} \rangle \langle \text{identifier} \rangle,$   
 $\langle \text{statements} \rangle \rightarrow \langle \text{socialCategory} \rangle \langle \text{symbol} \rangle \langle \text{socialCategoryTypes} \rangle$   
 $\langle \text{symbol} \rangle \langle \text{statements} \rangle \rightarrow \langle \text{salaryType} \rangle \langle \text{symbol} \rangle \langle \text{identifier} \rangle \mathbf{k} \langle \text{symbol} \rangle$   
 $\langle \text{statements} \rangle \mid \langle \text{syndicationContribution} \rangle \langle \text{symbol} \rangle \langle \text{state} \rangle \langle \text{symbol} \rangle, \langle \text{state} \rangle \rightarrow \mathbf{ON} \mid \mathbf{OFF},$   
 $\langle \text{socialCategory} \rangle \rightarrow \mathbf{Fond\_Social},$   
 $\langle \text{socialCategoryTypes} \rangle \rightarrow \langle \text{firstCategory} \rangle, \langle \text{firstCategory} \rangle \rightarrow \langle \text{privateSector} \rangle,$   
 $\langle \text{salaryType} \rangle \rightarrow \langle \text{grossSalary} \rangle, \langle \text{grossSalary} \rangle \rightarrow \mathbf{Salariu\_Brut},$   
 $\langle \text{privateSector} \rangle \rightarrow \mathbf{Sector\_Privat}, \langle \text{syndicationContribution} \rangle \rightarrow \mathbf{Cotizatie\_Sindicate},$   
 $\langle \text{keyWord} \rangle \rightarrow \mathbf{Serviciu} \mid \mathbf{Servicii} \mid \mathbf{Am} \mid \mathbf{Calculeaza\_Taxa\_pentru},$   
 $\langle \text{symbol} \rangle \rightarrow \langle \text{dash} \rangle \mid \langle \text{underLine} \rangle \mid \langle \text{equal} \rangle \mid \langle \text{semicolon} \rangle \mid \langle \text{comma} \rangle \mid \langle \text{roundBracketRight} \rangle \mid$   
 $\langle \text{roundBracketLeft} \rangle \mid \langle \text{curlyBracketRight} \rangle \mid \langle \text{curlyBracketLeft} \rangle, \langle \text{identifier} \rangle \rightarrow \langle \text{digit} \rangle, \langle \text{digit} \rangle \rightarrow \mathbf{0} \mid \mathbf{1} \mid \mathbf{2} \mid \mathbf{3} \mid \mathbf{4} \mid$   
 $\mathbf{5} \mid \mathbf{6} \mid \mathbf{7} \mid \mathbf{8} \mid \mathbf{9}, \langle \text{functionCall} \rangle \rightarrow \mathbf{Calculeaza\_Taxa\_pentru} \langle \text{symbol} \rangle \langle \text{serviceBlockDeclaration} \rangle \langle \text{symbol} \rangle$   
 $\langle \text{period} \rangle \langle \text{symbol} \rangle \langle \text{symbol} \rangle, \langle \text{period} \rangle \rightarrow \mathbf{lunar}$   
 $\}$

## 2. SEMANTIC AND LEXICON

The program will be constructed of two fields. The first one is the particular service declaration, where the user declares how many services they need to have and the details about each job, if they have more than one job. The second part consist of a function call, or method invocation, where the user asks the display of the results, in dependence of parameters that were previously introduced. The method should have at least two parameters.

Speaking about the lexical side, keywords are both lowercase and uppercase, in dependence of position. Thus, if the keyword is at the start of line, it means that the sentence is stating, so it should begin with uppercase, but if the keyword is in the middle or at the end of sentence, it must begin with lowercase.

Instead of white spaces between words, there must be the underline symbol (\_), for example: HIGHER\_EDUCATION\_SECTOR. In the proposed grammar, it will be represented as one string or identifier. This rule is applied to non-terminal symbol, which derive terminal ones only and besides to this, is applied just for those non – terminal symbols that contain more than one word in that string.

For terminal symbols the rule is almost the same, the only difference is that there are not all letter uppercase, but just the beginning of the word (e.g. Sector\_Privat). Other non-terminal symbols (except those that derive terminal symbols) follow the rule that first word starts with lowercase letter, and the next ones they must start with uppercase letter. The new DS language is case sensitive. Yet another point here, each block of the main program part must begin with curly left bracket “{” and end with curly right bracket “}”. In the initialized field, when there is an assignment, the keyword must be followed by one of two type of assignment “-” or “=”. Each line within the block must end with semicolon symbol “;”, as it means end of statement.

### 3. PARSE TREE GENERATED BY ANTLR

A parse tree or parsing tree or derivation tree or concrete syntax tree is an ordered, rooted tree that represents the syntactic structure of a string according to some context-free grammar. The term *parse tree* itself is used primarily in computational linguistic. In theoretical syntax, the term *syntax tree* is more common.

For the following code snippet, was generated the parse tree (Figure 1):

```
Am 1 servicii {
  Serviciu_1 {
    Fond_Social - Institutii_Bugetare ;
    Salariu_Total = 28k;
    Cotizatie_Sindicat - ON;
  } }
Calculeaza_Taxa_Pentru (Serviciu_1, lunar);
```

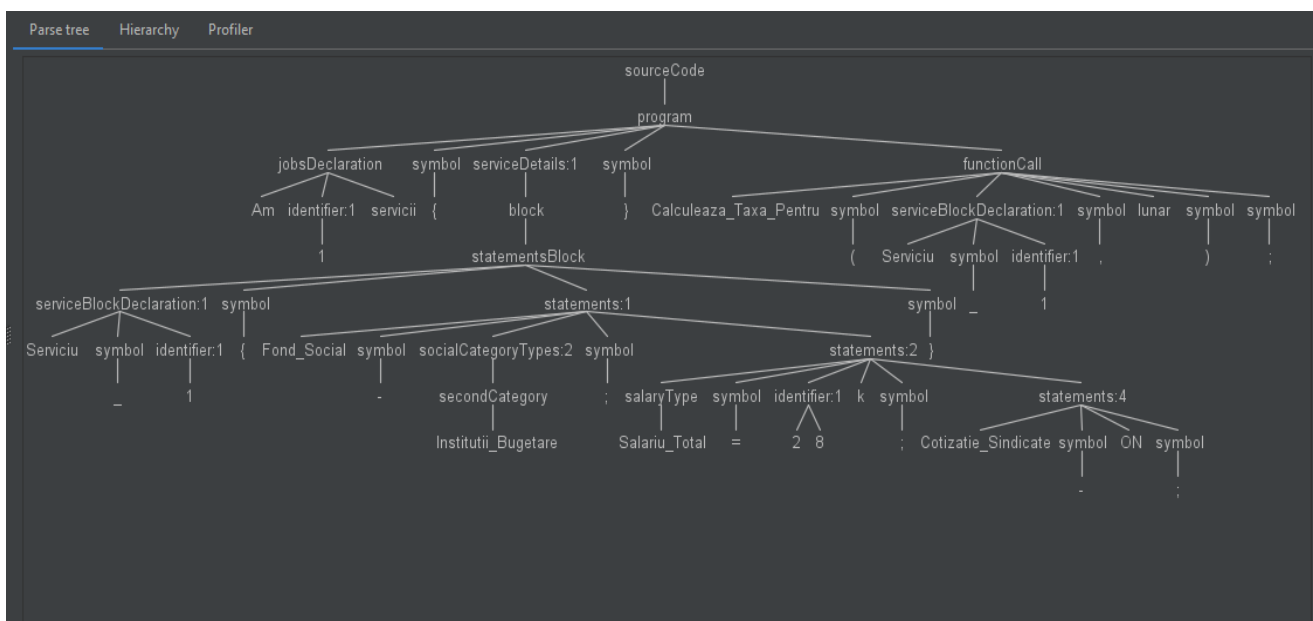
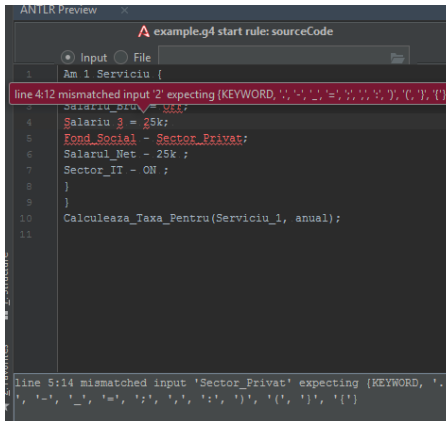
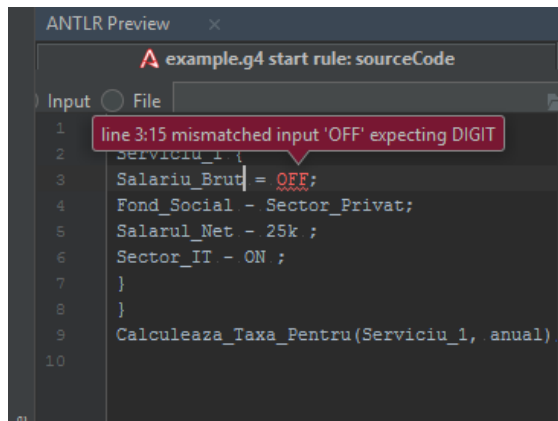


Figure 1. Parse Tree.

In the following example is represented a program, an incorrect one, meaning that it doesn't respect the rules of our grammar, therefore the scanner is able to recognize incorrect inputs:



## Conclusion

Overall the process of analysis took an essential part in this particular research. Deepening the knowledge in the domain of taxes calculations allowed to understand what it should be changed and made otherwise as the already existent solutions. The approach of choosing the Romanian language in describing the syntax of the new DSL can be one of the points that make the DSL unique and user-friendly. From the other side, the baby steps made in the discovery mission of DSL implementation allowed to put some programming basics on all the abstraction. What is new? The target niche is very narrow and specific, having relation just on employees and takes in consideration the taxes paid to the government based on the salary.

Finally, it should be mentioned the advantage of the performed work, namely the contribution to the financial domain in our country, and also the technical approach of performing the calculations of taxes, the automatic process that is the base of the digitized future coming to us.

## References

1. Voelter, M., Benz, S., Dietrich, Ch., Engelmann, B., Helander, M., Kats, L., Visser, E., Wachsmuth, G., et al. *DSL Engineering: Designing, Implementing and Using Domain-Specific Languages*. CreateSpace Independent Publishing Platform, 2013.
2. Harrison, Michael A. *Introduction to Formal Language Theory*. Addison Wesley, 1978.
3. Aho, Alfred V., and Jeffrey D. Ullman. *The Theory of Parsing, Translation and Compiling*. Prentice-Hall, 1973.

# RECENT TRENDS IN THE COST OF COMPUTING. IS INNOVATION COMING TO AN END?

Cătălin ȚURCAN

Technical University of Moldova

**Abstract:** Since the creation of modern CPUs, computing has seen a tremendous growth in terms of performance, while the price decreased each generation. This growth has seen diminishing returns in the recent years. It is only logical to assume that this technology is converging to its maximal potential. As you will see, this is not an assumption, it is a fact. The main question is how much time we have left and what solutions do we have in mind that will allow us to pursue a performance increase. Are we close to disruptive innovation?

**Keywords:** computing, performance, price, chiplet, ASIC

## Introduction

The first microprocessor was invented in 1971. Its importance for the modern society is comparable to the discovery of fire. The microprocessor uses transistors as its main components to control the flow of electrons within the processor. Since there are two types of computing, parallel and sequential, there are 2 ways of increasing performance. You can either increase the amount of computing cycles per second or you can increase the amount of cores. Both of these methods do have a physical limit, therefore it is only logical to think that innovation will come one day to an end, and we are closer than you may think. For what reason are present day PCs such powerful when compared to the older ones? One clarification identifies with the colossal number of advances which have occurred at an architectural level over the past decades.

## 1. Moore's Law

As a rule of the thumb, the quantity of transistors that can be put onto an incorporated circuit duplicates every 18 months. This is known as the "Moore Law", even though it is more an observation than an actual law. Either way, this has been indeed the case for the last decades and this led to an exponential growth over the years. In the past decades we jumped from thousands of transistors to billions of them in a processor with relatively same die size. As we can see in the graph below, the amount of transistors increased tremendously over the past 40 years. In order to see how far we got, let's compare the original intel 8086 to the 2018's i7 8086K. This process happened at an exponential growth, but as you can imagine this growth is not sustainable, simply because there are physical limits that block us from doing so. It is important to note that this observation, denotes the fact that the number of transistors increase because of the density and not by sheer numbers. Increasing the size of the die will naturally increase the number of transistors, but that is cheating and it is not a solution simply because it will increase the temperature, power consumption and cost. These factors vastly outweigh the increased performance.

In the following paragraph we will compare the original intel 8086 to the one that was released in 2018, in terms of transistor count.

An intriguing thing to note is that Moore's Law turned out at an indistinguishable time from the Intel 8086 was created. The 8086 included around 29,000 transistors, each roughly 3.2  $\mu\text{m}$ . The chip had a die size of 33  $\text{mm}^2$ . The limited edition CPU released in 2018 highlights around 3 billion transistors. On the off chance that you figure it out the quantity of transistors has expanded by multiple times and remembering the die size is 149  $\text{mm}^2$ , the transistor size has diminished by multiple times. These are exceptionally huge numbers and are no little accomplishments, without a doubt. Shrinking the die size is currently the most preferred method when planning to increase the speed of the CPU without having temperature constraints. The thing is that there is a certain point, in which shrinking the transistor will have a negative effect. At less than 5nm the electron is able to jump over the logic gates in the CPU causes by an effect called "quantum tunneling", according to Mohsen Razavy in his book "Quantum Theory Of Tunneling (2nd Edition)", "Quantum tunneling or tunneling is the quantum mechanical phenomenon where a subatomic particle passes through a potential barrier that it cannot surmount under the provision of classical mechanics." At such small sizes, even a hydrogen atom is considered big. In 2018, at the September event, Apple included in its Iphone XS series the world's first commercial 7nm processor. That is a truly big achievement, but it only proves that the end of innovation is near. In a matter of years, 5nm or 4nm transistor sizes will be achieved. Extreme



increase the cardinality of cores, because the price of implementing this amount of cores will vastly outweigh the performance return. At about 4096 cores, the performance return will plateau.

### 3. Is the end of innovation in computing coming to an end?

It is easy to determine the fact that we are at a major road-block when trying to increase the computing power while decreasing the price. Methods that worked for the past 40 years seem to fail. Is there any solution? First we must understand that our main focus is increasing the power in terms of general-purpose computing. Enterprise computing has less problems because of the appearance of ASICs (application-specific integrated circuit), a microchip designed for a special application, such as a particular kind of transmission protocol or a hand-held computer. You might contrast it with general integrated circuits, such as the microprocessor and the random access memory chips in your PC.). While being much less versatile and do only a certain type of operations (which it was specifically designed for), it will do those operations at less power, less cost and much faster than any general-purpose computer. Amazon is the world's biggest online retailer and it is no wonder they need a lot of computing power for their own services. After ditching Intel's processors, this is what AWS (Amazon web service) had to say: "We run our own custom-made hardware, made to our specifications, and we have our own protocol-development team. It was cost that caused us to head down our own path, and though there's a big cost (improvement) . . . the biggest gain is in reliability." This custom-made gear "has one requirement, from us, and we show judgment and keep it simple. As fun as it would be to have a lot of tricky features, we just don't do it, because we want it to be reliable." While ASICs will prove an efficient solution for some time, the ordinary citizen won't truly benefit from them. Currently, to keep pace with Moore's Law, Chipmakers Turn to 'Chiplets'. In this type of architecture, it is much easier to add features, since most designs feature 3D stacks. One of the biggest bottlenecks in a modern computer is the slow memory. Every time the CPU runs out of cache, it looks in the system memory. Even though the system RAM (random access memory) is quicker than any hard-drive or SSD on the market, it is about 10 times slower than the cache inside the processor. Chiplets mitigate this flaw by being able to add huge amounts of cache, resulting in a decrease in the number of times the CPU runs out of memory during an operation. The latest, greatest, and smallest transistors are also the trickiest and most expensive to design and manufacture. In processors made up of chiplets, that cutting-edge technology can be reserved for the pieces of a design where the investment will most pay off. Other chiplets can be made using more reliable, established, and cheaper techniques. Smaller pieces of silicon are also inherently less prone to manufacturing defects. Basically the processor is not build in a single process, but in multiple components, then all the pieces are assembled together resulting in cheaper production and lower-fail rate. The only disadvantage is the increase amount of dissipated head when operating, but given enough time, researchers will find a way, like they always do.

### Conclusions

- General computing's market has seen no innovation for years.
- Older solutions that resulted in better performance are failing.
- Non-expensive solutions will result in small incremental improvements.
- Diminishing returns in computing are already present.
- There is no disruptive innovation at the moment.
- Chiplets may prove to be the path, CPU architecture will take in the nearest future.

### References

1. Razavy Moshen *Quantum Theory Of Tunneling (2nd Edition)*, 2003
2. Apek Mulay *Sustaining Moore's Law: Uncertainty Leading to a Certainty of IoT Revolution*, 1965
3. Brock David *Understanding Moore's Law*, 2006
4. Faye Gebali *Algorithms and Parallel Computing*, 2011
5. <https://www.sciencedirect.com/topics/computer-science/amdahls-law>
6. <https://www.investopedia.com/terms/m/mooreslaw.asp>
7. <https://www.wired.com/story/keep-pace-moores-law-chipmakers-turn-chiplets/>



# CONTROL LANGUAGE FOR PRIMITIVES AND GRAPHICAL WINDOWS

Vasile GURDUZA, Patricia BARACU, Nicoleta TIRDEA, Vasilica MUNTEANU

Technical University of Moldova

**Abstract:** In this paper is investigating the design of a specific language which control primitives and graphical windows that will allow simulation of it. The language is described by semantic rules, grammar, lexer using ANTLR, all of this is a key of developing a specific language.

**Keywords:** Antlr, primitive, shape, window, finite automata, grammar.

## Introduction

Nowadays, in our society is growing up the necessity of new languages describing a specific domain, so now all of us are focused on creating and developing new Domain Specific Languages.

Generally speaking, DSL represent a computer language, that is specified on certain domain, being able to solve a specific problems. In this case, one of the big problem today, it is to control different types of primitives like point, line to complicated one triangles, squares [1].

Hence, the importance of domain specific languages is so great, because of it we thought to improve this domain by solving a problem in certain area, the DSL was named Control language for primitives and graphical windows. The meaning of this DSL is to work with primitives and to generate different graphical windows with one or more primitives in it. This is intended for people who working daily with kind of programming languages like specialists or a simple one who just do it like hobby, improving their knowledge and aptitudes.

Language for control primitives and graphical windows is characterized by set of rules that emphasize its individuality as a programming language. Consequently, all variable that appear in the program must be declared at the top of program before its used. Its name must be different from names of methods or other words which was already declared and names always starts with a letter.

The most significant semantic rules are:

- Identifiers must be declared only once in the same purpose.
- All the object that should be drawn must be call before the method draw.
- Each method must be assigned to a window.

Additionally, from semantic perspective all programs must contain and start with a single keyword “program” followed by a name of this program starting with a letter. After that are declared only variables that are present in the program, next line contains all necessary statements (method calls and assignments). The last line of the program includes keyword “run” that means the end of the program and the subsequent start of the compiling process. Furthermore, all lines of code must begin from a new row, otherwise the compiling process will end with an error.

## 1. Grammar

A grammar of a domain specific language is

```
alpha_num
: ALPHA ALPHA DIGIT
| DIGIT : [a-zA-Z ] : [0-9]
;
```

Fig.1. The apha\_num grammar.

Grammar denotes syntactical rules that need to be implemented in order do have a functional DSL. All grammar was implemented using mostly ANTLR tool [2]. It should be noted that above is represented just a small part of the grammar, apha\_num grammar, also below is shown Finita Automata for this part of grammar.

Lexical alpha may contain elements from the uppercase or lowercase letters, and alphaNum can be an alpha- or digits and the syntax must end with the ‘ ; ‘ sign.

Lexical analyzer is intended to analyze and dissolve the code of the program character by character that subsequent are known as lexemes (main keywords that this program does contain).

Finite Automata a special machine responsible for a finite number of states [1]. Finite Automata can be of two types NFA (Nondeterministic Finite Automata) and DFA (Deterministic Finite Automata). We worked with a NFA because it allows to transit from one state to another through certain inputs, also it give the possibility to transit without reading symbols through null (or  $\epsilon$ ) inputs.

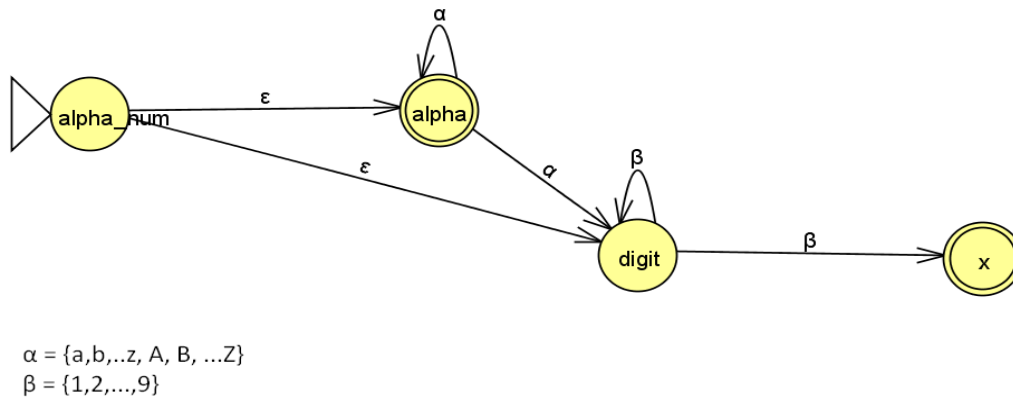


Fig.2. Finite Automata for alpha\_num.

In figure 2 alpha\_num is an initial state it can go to digit state or alpha, which is a final state. It can transit with  $\alpha$  (choosing one or more form a to z, also uppercase ones) input to next state (digit), then with  $\beta$  (choosing one or more digits from 1 till 9) input getting the final state.

## 2. ANTLR

The reference grammar for the DSL was defined in ANTLR [3]. This is a tool that takes as input a context-free grammar that specifies a language and generates as output source code for a recognizer of that language. ANTLR can generate lexers, parsers and tree parsers [3].

ANTLR reads the grammar and generates a program that reads an input stream and returns an error if the input stream does not conform to the syntax specified by the grammar. It is used to generate the parse tree for the language. Once there is an abstract syntax tree (example from the figure 3 below), it is possible to work on it and add modifications in order to ensure the original code was correct; to interpret it or to compile it. A further step is to write actions for the grammar in a specific programming language, in order to emit instructions in a specific language.

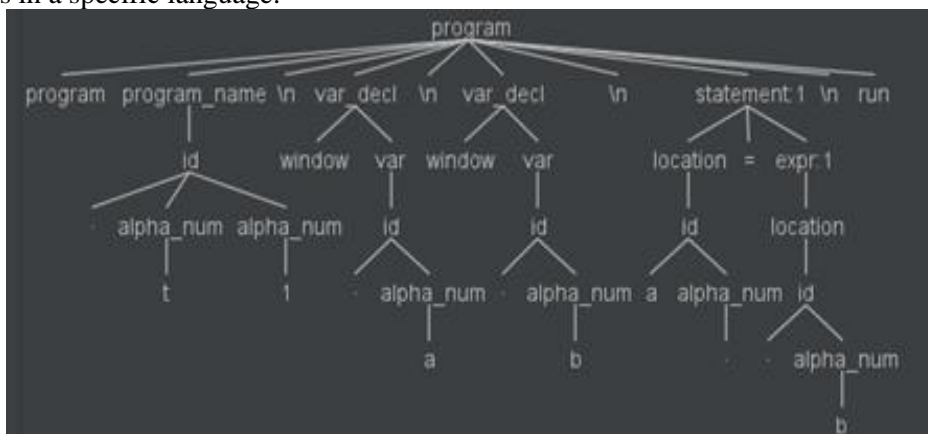


Fig. 3 "Abstract syntax tree".

The grammar for the project is divided in two parts: the lexer and the parser. The lexer defines the lexical analysis of the code by separating a stream of characters into different tokens. The parser defines rules of grammar for these tokens and determines whether these statements are semantically correct.

By using ANTLR in the process of developing the DSL it is easier to understand how the code is recognized and properly understood by an interpreter.

### **Conclusions:**

Working on Domain Specific Languages is about solving a real-specific problem from nowadays. The most important things, which every DSL needs in order to be created, even more, the international programming languages like Java, C# and others has many requests in order to achieve their level, this is why the most known programming language has a lot of common things. For developing a new DSL is necessary to follow some rules: to have a grammar, semantic, parse rules and others. The purpose of this DSL is to work and control primitives and graphical windows. This language is generally defined by grammar written in Antlr, semantic rules and lexical analysed through finite automata. Therefore, this DSL is a key to solve problems to control graphical window and primitives for all who just learn this domain.

### **References**

1. P. Linz ,”An Introduction to Formal Languages and Automata” Fifth Edition.
2. J.E.Hopcroft , R.Motwani, J.D.Ullman “Introduction to Automata Theory, Languages, and Computation ” Second Edition.
3. T. Parr “ The Definitive ANTLR 4 Reference”.
4. A. M. Pitts “Regular Languages and Finite Automata”.
5. D. C. Kozen ” Automata and Computability”.
6. J.Carroll, D. Long ” Theory of Finite Automata With an Introduction to Formal Languages”.
7. T.Parr ”Language Implementation Patterns: Create Your Own Domain-Specific and General Programming Languages”.
8. <https://tomasseti.me/getting-started-antlr-cpp/>.
9. <https://en.wikipedia.org/wiki/ANTLR>.
- 10.<https://www.antlr.org/>.

# DOMAIN SPECIFIC LANGUAGE FOR CALCULATING VECTORS AND MATRICES

*Alina GOMENIUC, Eduard MEDINSCHII, Maria MUNTEANU, Ion VASILÎȚA*

*Technical University of Moldova*

**Abstract:** This paper discusses a Domain Specific Language that has been developed in order to implement some particular topics of the linear mathematics: Vectors and Matrices. Vectors and matrices are notational conveniences for dealing with systems of linear equations and inequalities. In particular, they are useful for a good representation of the linear programming problems. Due to this Domain Specific Language, users are able to do some basic commands on them, such as calculations and comparisons. All the calculations can be done using operations that requires one argument and operations that requires two arguments. In order to make it more useful, the user can print some text or even declare variables that he is going to use later. Also, it can do some operation on numbers.

**Keywords:** DSL, interpreter, vector, matrix, number.

## Introduction

A Domain Specific Language (DSL) is a specialized computer language designed for solving problem in a particular domain. Taking into account that DSL is designed for a specific task, it is focused on a narrow area of interest [1]. So, the language consist mostly of keywords that describes that area. This represent one of the main advantages of using a DSL. Hence, another advantage is that the language can be used easily by non-programmers that are working in that field.

Moreover, a DSL allows optimization at specific domain level and enhance productivity, reliability and not at least maintainability. DSL can solve topics of the linear programming problem such matrix and vectors [1]. Besides that, such a DSL is going to ease people's life through automatic calculations.

In conclusion, the developed DSL is called VectorMC. Its main objectives are to eliminate many of the mundane and time-consuming process associated with manual computing and increase the accuracy in calculations.

## 1. Specifications of the DSL

One of the basic functionalities of VectorMC are :

- Print a text.
- Compare two elements (vectors or matrices).
- Declare variables/
- Do some specific calculations on vectors and matrices.

Considering the functionalities, user will be able to do in VectorMC 4 commands: SET, PRINT, COMPARE, CALCULATE. CALCULATE command has some special operations that will facilitate the calculation of vectors and matrices. All commands are not case-sensitive, however, for a better understanding all commands should be written in uppercase. The commands and their arguments should be separated by at least one Space, but when the user defines a string, it should be enclosed in double quotes, where each space is considered. Taking into account that this DSL is working with vectors and matrices, they can be of different size. All the operations upon them should be done between the same type / size.

Declaration of variables is pretty similar to any programming language. The declared variables can be consider as globals, because once they are declared, the user can use them anywhere in the program, without loosing the value. The name of a variables can not start with a digit and should not contain any symbol beside underscore (\_). Obviously, a variable must be declared before it is used.

Here, the user can define 4 types of data types : Vector2, Vector3, Matrix, Number. Number is a double floating point. It is used for storing double precision floating point values or decimal values for a better calculations. Vector2 and Vector3 are similar, the main difference is in the number of parameters. When the variable is declared as a vector, its parameters should be written inside round brackets ( ) and separated by a comma (.). Matrices are also declared using round brackets(). However, inside them, the rows of the matrices are declared in curly brackets { } and are separated by comma (.). Because of that, should be taken into consideration that the data types between operations should be compatible.

In VectorMc, assignments are permitted for scalar values, vectors and matrices. The assignment `varName = ( parameters )` is used for matrices and vectors. The values that are written as parameters are

assigned to the variable -varName. Another type of assignment is  $varName = calculateCommand$ , where  $calculateCommand$  can be associated with an expression. So, in such assignments, the first step is to do the calculations in the right part and after that assign the result to the variable. The third type of assignment is  $varName = digits$ . It is used for Number data type, where we assign just a number to a variable. So, during the whole program the value will be hold by the variable, until it will be re-assigned. Reserved keywords are: PRINT, SET, CALCULATE, COMPARE, Vector2, Vector3, Number, Matrix, CROSS, DOT, ANGLE, DIR, LENGTH, DIST, DET, INVERS

## 2. Regular Grammar

For a better understanding of regular grammar are used special notations [2,3]. (Table 1. Meta-notations)

Table 1. Meta-notations

fun	Means that it is a non terminal element
<b>tok</b>	Means that the elements is a terminal i.e., a token or reserved keywords
{ }	Are used for grouping elements. They are terminals.
	Separates possible alternatives
\n	Means new line
E	Epsilon
SPACE	Char 32 ASCHII

A regular grammar is a set of rewrite rules which are used to generarte strings by successively rewriting symbols. Formally a **grammar**  $G$  consists of a set of nonterminals (or variables)  $V_N$ , a set of terminals  $V_T$  (the alphabet of the language), a start symbol  $S$ , which is a nonterminal, and a set of rewrite rules (productions)  $P$ .

$$G = \{V_T, V_N, P, S\}$$

$$S = \{S\}$$

$$V_T = \{\text{letter, digit, dataType, operator, relationalOp, " , _ , ( , )}\}$$

$$\text{letter} \in \{A, B, C \dots Z, a, b, c \dots z\}$$

$$\text{digit} \in \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9\}$$

$$\text{relationalOp} \in \{<, >, <=, >=, ==, !=\}$$

$$\text{operator} \in \{*, /, +, -\}$$

$$\text{dataType} \in \{\text{Number, Vector2, Vector3, Matrix}\}$$

$$V_N = \{\text{commandStatementsList, commandStatement, printCommand, setCommand, calculateCommand, compareCommand, commandArgs, text, declarationStatement, varList, varIntialize, varName, assignment, parameters, digits, operations, oneArgOperation, twoArgOperation}\}$$

$$P = \{S \rightarrow \text{commandStatementsList}\}$$

$$\text{commandStatementsList} \rightarrow \text{commandStatementsList commandStatement} \mid \text{commandStatement}$$

$$\text{commandStatement} \rightarrow \text{printCommand} \mid \text{setCommand} \mid \text{calculateCommand} \mid \text{compareCommand}$$

$$\text{printCommand} \rightarrow \text{PRINT " text "}$$

$$\text{text} \rightarrow \text{text letter} \mid \text{text digit} \mid \text{text SPACE} \mid E \mid \text{text\_text}$$

$$\text{compareCommand} \rightarrow \text{COMPARE commandArgs relationalOp commandArgs}$$

$$\text{calculateCommand} \rightarrow \text{CALCULATE operations} \mid \text{CALCULATE commandArgs operator commandArgs}$$

$$\text{setCommand} \rightarrow \text{SET declarationStatement}$$

$$\text{commandArgs} \rightarrow \text{varName} \mid \text{dataType (parameters)} \mid \text{dataType digits}$$

$$\text{declarationStatement} \rightarrow \text{dataType varList} \mid \text{datatype varIntialize}$$

$$\text{varIntialize} \rightarrow \text{varName} \mid \text{assignment}$$

```

varList → varList, varInitialize
varName → text
assignment → varName = ( parameters ) | varName = calculateCommand | varName = digits
parameters → digits , parameters | {digits , parameters} parameters | digits
digits → digit | digit digits
operations → oneArgOperation commandArgs | commandArgs twoArgOperation commandArgs
oneArgOperation → DIST | DET | INVERS | DIR | LENGTH | TRANPOSE | POWER | TRACE |
INVERCE | MINORS | COFACTORS
twoArgOperation → CROSS | DOT | ANGLE | DIST | MULTIPLY }

```

### 3. ANTLR

ANTLR is a parser generator that can be used to generate a lexer and a parser to recognize a language accordingly to a grammar [4]. Due to it, is possible to check the grammar if it works properly. Also, it generates a parse tree, in order to show the steps that are taken in the grammar. After declaring the grammar, different input to the DSL can be checked and parsed. Below are presented a correct input (Fig.1) and a incorrect one (Fig.2), in order to ensure the accuracy of the grammar.

Fig 1. Correct input to ANTLR.

Fig2. Incorrect input to ANTLR

Considering the result of the incorrect input, can be ascertained that the parser requires an enclosing round bracket.

### 4. Implementation

Firstly, this DSL needs 3 *maps(dictionaries)* to allocate variables. It is the best way to store variables in the language. When a variable is declared, its identifier should be remembered, so, should be specified the *key* for the map- variable name and the *value*- shared pointer (it allows to not worry about dynamic memory allocation in C++) of this vector. Dynamic memory allocation is required because of:

- Polymorphism - allows to keep Vector2 and Vector3 variables in one map.
- Nullptr validation - allows to return nullptr value if something went wrong.

Because of different data types, there are declared 3 maps: vectorMap, doubleMap and *matrixMap*.

To implement polymorphism is required to design abstract classes. In Vector abstract class, is declared each method that should be used also in child classes. There are declared 7 mathematical methods: *distance*, *addition*, *subtraction*, *scalarMultiplication*, *crossProduct*, *length*, *direction*, *angle* and 6 logic operator overloading. Such a class design allows to make operations in its children so Vector2 and Vector3 classes can get as a parameter any variable of type Vector what was required by the vectorMap. In order to implement all methods of Vector class should be followed next steps:

1. Checking if vectors in arguments have the same type.
2. Making dynamic cast to get access to all the attributes of vector.
3. Calculating result using mathematical formulas.

The Matrix class is declared in the same manner. The main difference is in the mathematical methods. Here, are declared such methods as : *addition*, *subtraction*, *scalarMultiplication*, *transposition*, *multiplication*, *determinant*, *power*, *trace*, *inverce*, *minors*, *cofactors*.

The program has two ways of execution : *Writing in console* and *Reading from a file*.

In the first case, the user should run the program by typing in cmd/terminal "VectorMC". In the second case, the user needs to specify path to the file for example "VectorMC path/to/our/file".

Implementation of both methods is almost the same. In both cases we get an array of lines and process them line by line. The language is based on keywords, so it is required to separate each keyword properly. Because of that, was written a special split function, which remove white spaces except for strings. After that

is processed the given argument list accordingly to the first keyword. Therefore, depending of the first keyword, the program decides which function it should use, and executes it using remaining arguments. If the procedure will detect any problem it will through an error, but interpreter still will be running.

```
>> SET Vector3 v1 = (1,2,3)
>> SET Vector3 v2 = (1,2,3)
>> CALCULATE v1 + v2
Ans = X = 2, Y = 4, Z = 6
>> COMPARE v1 == v2
TRUE
>> CALCULATE Vector2(3.5,7) DIST Vector2(4,2.2)
Ans = 4.82597
```

Fig 3. Working example.

## Conclusion

To sum up, in following paper was analyzed what is a DSL, the advantages of a DSL for calculating vectors and matrices, for what people need a DSL and how to build one. Moreover, was created an interpreter called VectorMC that is doing different basic operations between matrices and vectors and fulfills the primary goals that were mentioned in introduction part. VectorMc is written in C++ language and all errors are foreseen, this means that no compile time or runtime error will occur.

Also, for a better understanding of how VectorMC works, in the paper is presented the grammar for it that was checked in ANTLR.

## References

1. Arie van Deursen Paul Klint Joost Visser. Domain-Specific Languages: An Annotated Bibliography
2. Aho, Alfred V., and Jeffrey D. Ullman. The Theory of Parsing, Translation and Compiling. Prentice-Hall, 1973.
3. Harrison, Michael A. Introduction to Formal Language Theory. Addison Wesley, 1978.
4. Tutorial for ANTLR <https://tomassetti.me/antlr-mega-tutorial/>



# DOMAIN SPECIFIC LANGUAGE CHART REPRESENTATION OF DATA

*Ina BOTNARU, Dumitru CREȚU, Ecaterina EJOVA, Marius SARMANIUC*

*Technical University of Moldova*

**Abstract:** This paperwork presents a case study of the Domain-Specific Languages and the performance of the top Database Management System. The Structured Query Language is the main programming language designed to manage data stored in database systems. A Domain-Specific Language will be designed for chart representation of data. For developing the language, it was analyzed and created the context free grammar as the first step in building its architecture. In this article, also is presented an example of algorithm and, based on it, the syntactic and semantic tables are referred.

**Keywords:** Domain Specific Language, database, charts, Structured Query Language.

## Introduction

Digital world is growing very fast and requires efficient, thoughtful decisions from companies, countries in order to maintain or improve positions on modern markets and international economics. Those decisions can be made using well-made statistics and its analysis, that allows to find sources of many complex processes and activities. Consequently, sources can be improved, if they give positive impact, or removed, if they have unwelcome influence [1].

Statistics requires availability of considerable size of data, that can be saved and processed by complex Structured Query Language (SQL) databases. The most efficient way to analyze this data is to represent it via different charts and diagrams. However, SQL doesn't have solution of the problem. Wherefore, any analysis requires usage of additional software and copying of recorded data to programs that have such functionality.

Databases are the nerve center of our economy. Every piece of personal information is stored there. Many applications and servers use databases, which no doubt belong alongside operating systems as key middleware and infrastructure that engineers must think about.

MySQL is to relational databases what Linux is to operating systems, but Microsoft SQL Server (MSSQL) works greater with Microsoft-based systems. For this reason, was chosen MSSQL as main platform for this software. It is essential to know which platforms are submitted by users, in view of the fact that it is obligatory to consider separate platforms can work superior only with specific type of SQL.

## 1. Principles of work

It is vital to specify principles of work for software in order to make some general notes for interaction of user with this software. There are the five main types of charts that will be used to present data: multi-axis charts, line charts, pie charts, bar graphs and bar histograms.

Using of the above described diagrams and charts can be functional in deep analysis of data. The problem is the user will have a desire to make changes for standard view of charts. For such purposes user needs definite tools to display data graphically:

- Xaxis - parameter that sets name of Xaxis for chart;
- Yaxis - parameter that sets name of Yaxis for chart;
- Zaxis - parameter that sets name of Zaxis for chart (available only for multi-axis chart);
- color - change color of figures in charts and diagrams;
- grid - sets background grid for all chart;
- size - changes size of chart.
- update - update the chart choosing either add a column with data or delete one;
- delete - delete the whole chart;
- alias - create the alias which will help the user to draw a different chart based on the same data.

The user is given the opportunity to manipulate charts. Below is the syntax in MSSQL:

DRAW <nameOfGraph>

FOR (SELECT <nameOfColumn> FROM <nameOfTable>)

WHERE <condition>

The WHERE clause is used to filter records, to extract only those records that fulfill a specified condition:

Xaxis = <nameOfAxisX> AND Yaxis = <nameOfAxisY> AND color = 'typeOfColor' AND size = <someSize> AND grid [ON | OFF]

The syntax is similar to SQL script style. As a result, it will be easy for the user to understand the syntax and keywords that can be used. Creating a convenient syntax is necessary, as it will be used by ordinary users without programming knowledge or programmers who work only with SQL. By limiting the features and conditions that can be specified in WHERE clause, the development of the language becomes easier.

## 2. Grammar via Semantics

It should be emphasized that the number of non-terminal and terminal symbols is a basic description measure of Chomsky grammars and of their extensions.

$$S = \{S\}$$

$$V_N = \{< typeOfGraph >, < forStatement >, < selectStatement >, < conditionalStatement >, < nameOfColumn >, < fromStatement >, < nameOfTable >, < condition >, < nameOfAxes >, < nameOfAxe >, < color >, < size > < grid > \}$$

$$V_T = \{DRAW, FOR, SELECT, FROM, WHERE, AND, X, Y, on, off, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 0, a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l, m, n, o, p, q, r, s, t, u, v, x, w, y, z, red, blue, green, \epsilon, line, pie\}$$

The main part in creating the grammar is Production, which represents a set of rules which connects starting points, terminal and non-terminal symbols. These rules will limit the language, accepting just a specified type of input.

$$\begin{aligned} P = \{ & S \rightarrow DRAW < typeOfGraph > < forStatement > | \\ & < forStatement > \rightarrow FOR (< selectStatement >) < conditionalStatement > \\ & < selectStatement > \rightarrow SELECT < nameOfColumns > < fromStatement > \\ & < fromStatement > \rightarrow FROM < nameOfTable > \\ & < conditionalStatement > \rightarrow WHERE < condition > \\ & < condition > \rightarrow < nameOfAxes > | < nameOfAxes > < optional > \\ & < optional > \rightarrow < color > | < size > | < grid > | < optional > | \epsilon \\ & < nameOfAxes > \rightarrow X = < nameOfAxe > AND Y = < nameOfAxe > \\ & < nameOfAxe > \rightarrow a|b|c|d|e|f|g|h|i|j|k|l|m|n|o|p|q|r|s|t|u|v|x|w|y|z|< nameOfAxe > | \epsilon \\ & < nameOfColumn > \rightarrow a|b|c|d|e|f|g|h|i|j|k|l|m|n|o|p|q|r|s|t|u|v|x|w|y|z| < nameOfColumn > | \epsilon \\ & < nameOfTable > \rightarrow a|b|c|d|e|f|g|h|i|j|k|l|m|n|o|p|q|r|s|t|u|v|x|w|y|z| < nameOfTable > | \epsilon \\ & < typeOfGraph > \rightarrow multiaxes|line|pie|bar \\ & < color > \rightarrow red|blue|green \\ & < size > \rightarrow 1|2|3|4|5|6|7|8|9|0| < size > | \epsilon \\ & < grid > \rightarrow on|off \end{aligned}$$

For analyzing language from semantic and syntactic point of view, below is an example of source code. It represents a general template for the language, starting with comments (that can be written in any part of the program), then specifying what type of char to draw and for what data. Due to the SQL features of manipulating data, every combination of columns that satisfy the conditions can be use by the program. Also, the parameters like name of axes, size, colors, using or not grid can be specified at the end. The source code will be analyzed in Table 1 Type of Tokens, from syntactical/semantical point of view, using tokens.

```
/* Analyzing students marks */
DRAW bar_graph
FOR (SELECT student_id, average_mark FROM studenti)
WHERE X = "UTM Students" AND Y = "Semester Mark" AND color = "red" .
```

Table 1. Type of Tokens.

Code	Tokens	Lexeme
1	keyword	DRAW, FOR, SELECT, FROM, WHERE, AND, X, Y, color
2	constants	UTM Students, Semester Mark, red
3	comments	/* Analyzing students marks */
4	identifier	bar_graph, student_id, average_mark, studenti
5	symbol	, ) ( = “ ”

The Table 2. Syntactic Analysis is required in which was analyzed each element of the source code below based on the token code. The process is repeated until the last element is analyzed.

Table 2. Syntactic Analysis.

3	1	4	1	5	1	4	5	4	1	4	5	1	1	5	5	2	5	1	1	5	5	2	5	1	1	5	5	2	5
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

A token represents a category of terminal symbols. As the Table 2. Syntactic Analysis shows, there are different constants, which should be presented in a specific table each (fig. 1).

Cod	Keyword	Cod	Constants	Cod	Symbol	Cod	Identifier
1	DRAW	1	UTM Students	1	,	1	bar_graph
2	FOR	2	Semester Mark	2	(	2	student_id
3	SELECT	3	red	3	)	3	average_mark
4	FROM			4	=	4	studenti
5	WHERE			5	=		
6	AND			6	“		
7	X				”		
8	Y						
9	color						

Cod	Comment
1	/* Analyzing students marks */

Fig. 1. Tables for each token

Semantic Table: To create a semantic table, user need to look at the code for each element from the table above. For example, keyword SELECT is located in the 6th box of Syntactic table, but in “Keyword” table it has code 3. Accordingly, in the table below, code 3 is inserted in 6th place (yellow color).

Table 3. Semantic Analysis.

1	1	1	2	2	3	2	1	3	4	4	3	5	7	4	5	1	6	6	8	4	5	2	6	6	9	4	5	3	6
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

## Conclusions

The Domain Specific Language will allow to create the most effective forms of various types of charts and diagrams. These charts can be used to analyze data that contained in one or another form in the SQL database. The great advantage is that these charts and diagrams can be edited by the user himself, so he can select the configurations interest. In order to develop it, starting from creating the basic grammar, a semantic and syntactic analyses was made to identify the most important parts of the language.

## References:

1. Aho A.V., Ullman J. D. *The Theory of Parsing Translation and Compiling*, vol.1, Prentice-Hall, Inc. Upper Saddle River, NJ, USA, 1972.
2. Berry G., Sethi R. 'FROM REGULAR EXPRESSIONS TO DETERMINISTIC AUTOMATA', *Theoretical Computer Science* , 48(117-126), 1986, pp. 117 - 126.
3. Bogdan Walek, Cyril Klimes. 'A methodology for Data Migration between Different Database Management Systems ', *International Journal of Computer, Electrical, Automation, Control and Information Engineering*, 6(5), 2012, pp. 536-54.

# DOMAIN-SPECIFIC LANGUAGE FOR MATHEMATICAL EXPRESSIONS

*Cristina LÎNIUC, Filip OSOIANU, Eliodor POPOV, Cătălin BARGAN*

*Technical University of Moldova*

**Abstract:** *In this paper it is analyzed what a domain-specific language means, its main advantages and how to develop a DSL for evaluation of mathematical expressions, how to define its grammar and what rules are applied. There are pointed out the most important parts used to define a domain-specific language. Besides it is discussed on several examples how the grammar was parsed to ANTLR, explained what is ANTLR and showed the parse tree.*

**Keywords:** *domain-specific language/DSL; ANTLR (ANother Tool for Language Recognition); grammar; production rules; terminal and non-terminal symbols;*

## Introduction

Domain-specific languages are becoming more and more important in software engineering due to the fact that they are created to support a particular set of tasks, as they are performed in a specific domain.[2] In other words, DSL is a language built for a certain area and solves a given class of problems. For instance, SQL is a DSL whose main purpose is to be able to manipulate data from the database (insert, extract and modify the data).[1]

The main purpose of a domain-specific language for mathematical expressions is to obtain a correct result of a complicated mathematical expression in a short time and to be more powerful than a calculator. For this, some domains where computing of complex expressions are required were studied. One of them is based on studies in school. To put it differently, pupils sometimes are given to solve exercises and this developed language will be a help for verifying the correct answer of the problems. Another domain is economics where workers manipulate with a big amount of numbers and calculations. By using this DSL, their work will become easier and they will be certain that the answers are correct without having to verify them. The main parts that define a domain-specific language are: grammar, data types, semantic rules, types of assignment, scope rules and how to invoke a method.[3]

## 1. Grammar of the domain-specific language

Below is represented the set of production rules that states how to generate a program in DSL and what path is followed from start till the end in order that the program to be written correctly. To generate a program, a production rule is applied to an expression by replacing one occurrence of the production rule's left-hand side in the expression by that production rule's right-hand side. The production rules are then applied in any order, until an expression is replaced by a terminal symbol.[6]

Notations: <expression> - non-terminal symbol

‘expression’ - terminal symbol

| - separates alternatives

<equation> -> <expression> <assignment> <expression>;

<expression> -> <multiplyingExpression> ((PLUS | MINUS) <multiplyingExpression>)\*;

<multiplyingExpression> ->

    <powExpression> ((TIMES | DIV) <powExpression>)\*;

<powExpression> -> <signedAtom> (POW <signedAtom>)\*;

<signedAtom> ->

    PLUS <signedAtom>

    | MINUS <signedAtom>

    | <function>

    | <atom>;

```

<atom> ->
  <scientific>
  | <variable>
  | <constant>
  | LEFTPARENTHESES <expression> RIGHTPARENTHESES;

<scientific> -> SCIENTIFIC_NUMBER;
<constant> -> PI | EULER | I;
<variable> -> VARIABLE;
<function> ->
  <functionName> -> LEFTPARENTHESES <expression> (<expression>)* RIGHTPARENTHESES;

<functionName> ->
  <COS>
  | <TAN>
  | <SIN>
  | <ACOS>
  | <ATAN>
  | <ASIN>
  | <LOG>
  | <LN>
  | <SQRT>;

<assignment> -> EQ | GT | LT;
<COS> -> 'cos';
<SIN> -> 'sin';
<TAN> -> 'tan';
<ACOS> -> 'acos';
<ASIN> -> 'asin';
<ATAN> -> 'atan';

```

<pre> &lt;functionName&gt; -&gt;   &lt;COS&gt;     &lt;TAN&gt;     &lt;SIN&gt;     &lt;ACOS&gt;     &lt;ATAN&gt;     &lt;ASIN&gt;     &lt;LOG&gt;     &lt;LN&gt;     &lt;SQRT&gt;;  &lt;assignment&gt; -&gt; EQ   GT   LT; &lt;COS&gt; -&gt; 'cos'; &lt;SIN&gt; -&gt; 'sin'; &lt;TAN&gt; -&gt; 'tan'; &lt;ACOS&gt; -&gt; 'acos'; &lt;ASIN&gt; -&gt; 'asin'; &lt;ATAN&gt; -&gt; 'atan'; &lt;LN&gt; -&gt; 'ln'; &lt;LOG&gt; -&gt; 'log'; &lt;SQRT&gt; -&gt; 'sqrt'; </pre>	<pre> &lt;LEFTPARENTHESES&gt; -&gt; '('; &lt;RIGHTPARENTHESES&gt; -&gt; ')';  &lt;PLUS&gt; -&gt; '+'; &lt;MINUS&gt; -&gt; '-'; &lt;TIMES&gt; -&gt; '*'; &lt;DIV&gt; -&gt; '/'; &lt;GT&gt; -&gt; '&gt;'; &lt;LT&gt; -&gt; '&lt;'; &lt;EQ&gt; -&gt; '='; &lt;COMMA&gt; -&gt; ','; &lt;POINT&gt; -&gt; '.'; &lt;POW&gt; -&gt; '^';  &lt;PI&gt; -&gt; 'pi'; &lt;EULER&gt; -&gt; 'e'; &lt;I&gt; -&gt; 'i'; &lt;VARIABLE&gt; -&gt; &lt;VALID_ID_START&gt; &lt;VALID_ID_CHAR&gt;*; &lt;SCIENTIFIC_NUMBER&gt; -&gt; &lt;NUMBER&gt;; &lt;VALID_ID_START&gt; -&gt; ('a' .. 'z')   ('A' .. 'Z')   '_'; &lt;VALID_ID_CHAR&gt; -&gt; VALID_ID_START   ('0' .. '9'); &lt;NUMBER&gt; -&gt; ('0' .. '9')+ ('.' ('0' .. '9')+)?; &lt;E&gt; -&gt; 'e'; &lt;SIGN&gt; -&gt; ('+'   '-'); WS: [ \r\n\t]+ -&gt; skip; </pre>
--	--

```

<LN> -> 'ln';
<LOG> -> 'log';

```

<SQRT> -> 'sqrt';

## 2. Semantic Rules

These rules place additional constraints on the the set of valid programs besides the constraints implied by the grammar.[4] A robust compiler will explicitly check each of these rules, will generate an error message describing each violation it is able to find and will highlight it with red.

A program consists of equations. Each equation is constructed from expression assignation and another expression. An expression can be a variable, number or a function. Functions are defined and cannot be added. If a function is called, the function must return a result. If the function has arguments, when calling, there should be the same number of variables as defined. The expression in a return statement must have the same type as the declared result type of the enclosing method definition.

## 3. Data types

There is only one main type in the DSL - float. It is the only type due to the fact that by mathematical rules, integer numbers are included in the set of real numbers. The program differentiates between integer and float by '.' (dot symbol).

## 4. Scope Rules

The DSL has very simple scope rules:

- a variable used in future calculations must be declared first;
- variables may be declared everywhere in the program;
- methods cannot be added, only predefined methods are used;

## 5. Type of assignment

Assignment is permitted only for scalar values, mainly for types declared in the programm. The symbol for the assignment is "=".

The assignment <expression> = <expression> stores the value from <expression> after assignment into <expression> before it. The both parts of an assignment must have the same data type. Besides, it is possible to assign a method to a variable, it will be the same <expression>, but the DSL will check if it is a variable or one of the functions: addition, subtraction, multiplication, power etc.

## 6. Method Invocation

Method invocation involves passing argument values to the program, executing it and returning the result. Argument passing is defined in terms of assignment being evaluated from left to right. The program is then executed by executing the statements in sequence. A method that returns a result may be called as part of an expression, in which case the result of the call is the result of evaluating the expression in the return statement when this statement is reached.

Method mainly starts from <equation> -> <expression> <assignment> <expression>.

In order to verify if the grammar was written correctly and the invoked methods show the needed result, ANTLR was used. ANTLR (ANother Tool for Language Recognition) is a powerful parser generator for reading, processing, executing, or translating structured text or binary files. It's widely used to build languages, tools, and frameworks. From a grammar, ANTLR generates a parser that can build and walk parse trees [5].

Here is an example for evaluating the expression ( $a - c + a * 5 = 32$ ). Figure 1. presents the parse tree in graphical form. <equation> means the start of the program which derives to <expression> <assignment> <expression>. After that, the parser verifies step by step if the expression is a multiplying expression, then goes further verifying if it is a power expression till it recognizes that the expression is a variable. <scientific> means that there is a number in a the program.

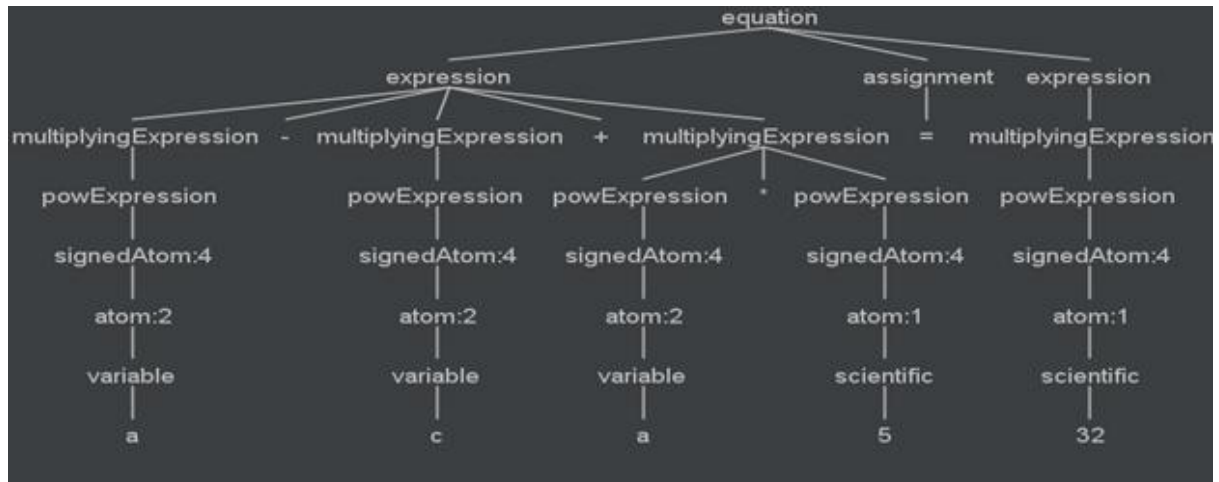


Figure 1. The parse tree of “a - c + a \* 5 = 32” expression.

## Conclusion

This paper represents the basic ingredients of an approach that uses functional programming as a way of helping students deal with classical mathematics and its applications.

This Domain-Specific language will function like a calculator with a variety of mathematical functions to help process and get the result of complicated expressions.

## References

1. <https://tomassetti.me/category/language-engineering/domain-specific-languages/>
2. [https://en.wikipedia.org/wiki/Domain-specific\\_language](https://en.wikipedia.org/wiki/Domain-specific_language)
3. <http://www.voelter.de/dslbook/markusvoelter-dslengineering-1.0.pdf>
4. Course: Formal Languages and Compiler Design
5. <https://wwwantlr.org/>
6. [https://en.wikipedia.org/wiki/Formal\\_grammar](https://en.wikipedia.org/wiki/Formal_grammar)



# VOLUNTEERING AND ITS INFLUENCE ON EMPLOYMENT CHANCES

Stefanita CIUTAC, Anisoara-Ionela PLESCA

Technical University of Moldova

**Abstract:** This article reviews the general principles of volunteering activity, based on the fact that volunteer work is an increasingly large, yet poorly-understood area of the economy and social domains. Describing personal experiences and analyzing the benefits of volunteering in order to encourage the development of the given domain in our country, aims to express the value of volunteering experiences. Moreover, employers are supporting increasingly more employees that are involved in a volunteering activity. This is happening due to the big impact that volunteering has on an individual's behaviour and personal development. The following article describes in detail the roles of volunteers, types of volunteering and the most popular organizations that offer such an opportunity in our area.

**Keywords:** volunteering, soft skills, software developer, technical skills, employability

## 1. Volunteering

In nowadays' life, when applying for a job, university graduates need whatever advantages they can get their hands on. There are a lot of opportunities that have a big impact on your chances of getting hired, one such example is volunteering.

Volunteering is more than just your opportunity to do something great for your community—it can also have a major impact on your job search and professional reputation. This is a crucial aspect when it comes to increasing students' employability.

*Volunteering* is generally considered an altruistic activity where an individual or group provides services for no financial or social gain "to benefit another person, group or organization". [1]

There are different types of volunteering, for example, at events, as observed at the Olympic games, with the roles:

- Guiding spectators and other participants at venues and other facilities
- Driving vehicles to transport Games participants between venues.
- Welcoming overseas delegations
- Administering the distribution of equipment to teams, media and other Games participants
- Entering data and displaying event results at competition venues.
- Supporting the distribution, collection, etc., of equipment. [2]

Another type is volunteering at NGOs and organizing events for other people. For example, Board of European Students of Technology (BEST) regularly organizes hackathons and summer courses. They recruit volunteers from among the students and their possible roles can be: finding sponsors and partners for lunches, coffee breaks or prizes; social media marketing so more people can find out about the event; logistics responsible that would research and arrange locations, materials and merchandise for the event etc.. Another organization is CoderDojo, it organizes courses so that kids can find out more about Computer Science and what are the possibilities of modern technology. Kids get bored easily, and since Information Technology is ever-changing, this is the perfect activity for them. All the mentors at CoderDojo are volunteers, so this is the ideal opportunity for them to share their passion for IT and at the same time get valuable communication, presentation and leadership skills.

## 2. Benefits of Volunteering

Since there are a lot of possible roles that don't need special training, anyone can get involved and thus obtain or train their soft skills. According to Linz Darlington, CEO at Benefacto, 'giving your time does have a lot of benefits for the volunteer' [3].

One important skill is leadership, it can be as simple as finding the right course of action and convincing others to follow it. Another is communication. Building a rapport with colleagues, clients and suppliers is a fundamental skill to succeeding in the activity.

Volunteering never fails to come with a healthy dose of perspective. You'll be introduced to characters you would never have otherwise met and parts of your city you never imagined existed. That's quite something to take back to work with you and helps in developing empathy.

These are just some examples, but there is research that young people can and do increase their self-confidence and self-esteem, develop a range of communication skills and improve their ability to work with other people through volunteering. [4]

The best way that can help an individual to decide on the volunteering opportunity that can fit their needs and desires is to analyze the benefits that they can get from it, for example:

- Gain self-assurance: Volunteering can help an individual gain self-confidence by giving them the chance to try something new and build a real sense of the action of accomplishing or completing something challenging.
- Desire changes and become the change they want to see in their community, society or environment.
- Build a strong network of people having the same fields of interest.
- Acquire new skills, gain experience and qualifications.
- Take on a challenge, accomplish personal goals, practice using personal skills and discover hidden talents.
- Being involved in volunteering activities is one of the best ways to improve and strengthen your resume.

Thus, an individual can gain very important skills in the context of volunteering, for instance, problem-solving, listening and communication skills, and the ability to create interesting new things. Volunteering can help increase an individual's confidence in meeting new people, being in unfamiliar surroundings and taking on new challenges. Moreover, it can offer the chance to lead a volunteering project, which will develop valuable project management and team leadership skills.

### **3. Personal Experience**

1) As a consequence of volunteering at multiple events, I have interacted with a lot of different people from different backgrounds, this has given me the opportunity to learn how to communicate more efficiently, that means to offer information in a way that is easy to understand, and how to get or ask for the information that I need in order to better do my tasks.

2) My personal volunteer experience helped me develop my communication skills, improved my ability to work along with a team, enriched my leadership experience, people management, and cross cultural skills. More than that, living in a developing country for an extended period of time grew my sensitivity to a range of social issues related to old-fashioned views. These views include how men or women should act, and normal and accepted behavior or beliefs in a group of people at work and outside, in social settings

Following my volunteer experience as a GirlsGoIT Ambassador at GirlsGoIT Chisinau, I found considerable support and interest from my colleagues (involved as volunteers in the organization) around my assignments concerning STEM domain, leadership and event-planning. Volunteering assignments can open doors and build skills that help in all professional contexts. Moreover, volunteering helped me clarify my career aspirations and built up personal and professional skills that will be needed in the nearest future.

### **4. How to combine the job Software Engineering and volunteering**

The world of software development is in ascending technological progress. The constant technological progress is remarked in every area of nowadays life. The main pylon in this process is considered to be the software engineer.

According to the dictionary, a software engineer is a person that develops various applications that enable users to accomplish tasks on their personal computers and electronic devices. This is the person that needs to develop a variety of skills. In order to succeed in their jobs, engineers must satisfy technical requirements that cover the hardware part, as well as the software one.

Software engineers take pride in the depth of their technical ability to do things very well, which separates them from the crowd. But, what makes a good software engineer? First, it is the technical knowledge of clearly connected or related ways of doing things (i.e., hard skills), as well as the skills necessary for applying that knowledge in practice. Second, but anyway important, it is a set of soft skills, in particular working together, communication, problem-solving and almost the same between-people and very important thinking skills that are expected from software engineering professionals.

Engineering software involves performing tasks in distinct areas, such as system analysis, software design, programming, software testing, and software evolution/maintenance; other software occupations in a software team include the project manager, troubleshooter, helpdesk personnel, database administrator, and so forth. Thus today, specialties within software engineering are as diverse as in any other profession [5].

Additionally, software engineers need to communicate very effectively with users and team members, which reinforces the idea that the people dimension of software engineering is as important as the technical expertise.

Concerning the technical requirements that cover the hardware side, main assignments that a software engineer can have, are strongly connected to the computer's software development and maintenance. Moreover, knowing programming languages and improving the ability to write code is a must, based on the fact that the whole technological process in the IT sector is based on the development of software. Being able to make use of technical skills can help an individual work more efficiently, boost his confidence and make him a more valuable candidate for employers. Candidates who have the ability to do particular job-related tasks well are often more confident when applying to certain businesses than those who don't. Also, workers with technical expertise are often better at doing two or more things at once in a challenging and complex role. With good enough technical ability, workers will be able to speak to fellow workers and clients in a self-assured way using their specialist skills.

According to the World Economic Forum report concerning top 10 skills that will be the most valuable ones in 2020, below soft skills are considered the ones that are needed to be developed and improved in an individual.

- Complex problem-solving.
- Critical thinking.
- Creativity.
- People management.
- Coordinating with others.
- Emotional intelligence.
- Judgement and decision making.
- Service orientation.
- Negotiation.
- Cognitive flexibility.

On the one hand, technical skills are important due to the fact that it can make an individual a more valuable candidate for employers. On the other hand, technical skills do not assure a high-level position. General programming skills, software testing, and software design are not enough for an engineer to perform his job with excellence. Thus, software engineers need both hard and soft skills in order to be successful at the workplace.

According to research, people that have done volunteering, have higher employability in some circumstances [7]. Since software developers and engineers are known for their lack of soft skills, especially communication skills, and volunteering helps train them in a non-stressful environment, it follows that former volunteers or even people that still volunteer would have higher employment chances among possible candidates for jobs that have great promotion opportunities, since getting higher on the corporate ladder requires better communication skills with all types of people [8].

## Conclusions

It is a well-known fact that volunteer work can improve your career. Finding a volunteer position that will help you develop new skills, will definitely improve your professional image and character. However, you can find a volunteer position that will help you polish the skills you already have.

Being a volunteer gives you a low-stakes way to explore a new career path. Volunteer to help make known to many people an organization about which you are emotional in a good way. This represents a great way to experience a field in which you are interested, without the long-term commitment. If you are now unemployed, volunteering is also a great way to fill a gap in your resume. While you are searching for a job, volunteering can help you gain valuable work experience.

In the context of having a job, volunteer work that is done next to your coworkers can have amazing benefits for both the people involved and for the company. Working well and getting a lot done will increase serotonin levels after such a rewarding experience, and workers will have a much more positive attitude after giving back to the community. In fact, it is crucial to consider volunteer work in your daily working schedule, without any concern about how much time it can take.

**References:**

1. Wilson, John (2000). "Volunteering". *Annual Review of Sociology*
2. <https://tokyo2020.org/en/special/volunteer/activity/>
3. <https://www.linkedin.com/pulse/top-10-skills-volunteering-linz-darlington/>
4. <https://dera.ioe.ac.uk/6643/1/RW103.pdf> -> 'Young People's Volunteering and Skills Development' by The National Youth Agency, Research Report No RW103
5. Fritz T, Begel A, Müller SC, Yigit-Elliott S, Züger M. Using psycho-physiological measures to assess task difficulty in software development. Paper presented at: 36th IEEE International Conference on Software Engineering. May 31 - June 07, 2014; Hyderabad, India.
6. Fritz T, Muller SC. Leveraging biometric data to boost software development productivity. Paper presented at: 23rd IEEE Conference on Software Analysis, Evolution, and Reengineering. March 14-18, 2016;
7. Ellis Paine, Angela & McKay, Stephen & Moro, Domenico. (2013). Does volunteering improve employability? Insights from the British Household Panel Survey and beyond. *Voluntary Sector Review*. 4. 10.1332/204080513X13807974909244.
8. <https://www.moneycrashers.com/climb-corporate-ladder-career-success/>

# TIME MANAGEMENT MADE EASY BY IT STUDENTS

Adrian-Mihai COVACI, Serghei DEREVENCO, Cristian DELINSCHI, Elena GOGOI

Technical University of Moldova

**Abstract** — The payoff of a good time management habit is getting more out of your personal life and career. Achieving good time management skills can be done by setting your priorities straight, by spending less time on things that don't really matter and invest time in things that will help you grow in the long run. The most important thing that you can instill in your life is balance and moderation. By practicing time management methods and ideas, you will become a master time manager, and have more time for your family and your personal life. People are not born great, they grow great by getting things done.

**Keywords** – Priorities, skills, desire, habits, multitasking, scheduling, procrastination.

## Introduction

Every single one of us has 24 hours a day, 7 days a week, 365 days a year, yet it seems like some are more successful than the others. *Time is the most valuable asset*, everyone knows about this, but still, don't realize the true meaning and how to manage their time to be valuable. Like now if you're reading this, you definitely wasted your time and can't bring it back, but no worries, it will be worth it.

Some of the reasons for the time deficit are:

- Constant rush. In a state of constant rush our mind does not have time to focus on the task that it performs at the moment.
- The lack of a clear distribution of work on the degree of their importance. In this case, we engage in the most easy and pleasant, but not so important tasks.
- A large flow of routine cases, work on which takes a lot of time.
- Fussiness. This is the result of poor organization of the day, and sometimes depends on impulsivity and human characteristics.
- Poor motivation. The consequence is low productivity, which causes a chronic lack of time.

Some of the time management advantages:

- Reduces your stress level
- Help you remain focused
- 3Minimizes procrastination
- Improves self-confidence
- Financial rewards.

## 1. Get your priorities straight

The foundation for effectively managing your time should be your own well-being. Delegating the appropriate amount of time to get adequate sleep and maintaining a healthy diet and exercising regularly are all essential elements to improve both focus and concentration. Living a healthy lifestyle will lead to efficiency improvement and achieving your main goals.

One of the most important method to achieve good time management skills is to *prioritize* your life. Like *Mark Forster* said in his *Do It Tomorrow* book, you got to have a clear vision. One helpful tip to prioritize your activities is to follow R. Covey's time management matrix (*figure 1*) and decide which activity goes in which quadrant. Consider your goals and check your schedule before agreeing to take on more work.

	URGENT	NOT URGENT
IMPORTANT	<b>Quadrant I:</b> Urgent & Important	<b>Quadrant II:</b> Not Urgent & Important
NOT IMPORTANT	<b>Quadrant III:</b> Urgent & Not Important	<b>Quadrant IV:</b> Not Urgent & Not Important

Fig. 1 R. Covey's "Time Management Matrix".

The clearer you are about your vision, the more likely it is going to happen. Asking yourself in the mirror what you want to achieve every single morning, will get you closer to achieving those things and will motivate you to be productive during the day.

## 2. Put in the work

With that being said, after getting your priorities and visions straight, you have to take action now. Every millionaire, billionaire, successful person had to develop habits in order to get to where they are now. Positive habits are crucial to productivity. *Stephen Covey* thought that a 'habit' comprises three essential dimensions: knowledge, skills and desire. You can't act without having any basic *knowledges* and expect to succeed at something, knowledge is the theoretical foundation of every habit you'll try to master. Having the necessary knowledges will help you to carry out a certain task as a habit. We can't stress enough the necessity to *just do it*. It is very easy to get stuck on studying, as one of our favorite businessman, *Gary Vaynerchuk* used to say "*Perfection does not exist*", stop chasing perfection and *take action*, nothing will help you improve yourself like experience does, do NOT be afraid of failure.

A lot of people tend to contradict themselves when it comes to working smart and hard work. In our opinion both of these things are important, and they work the best when being combined. Working hard implies applying lot of efforts and working smartly generally implies thinking beforehand to achieve the same results by applying minimum efforts. We notice the importance of both, hard work and smart work, when trying to understand the Pareto Principle (The 80/20 rule) (*figure 2*).

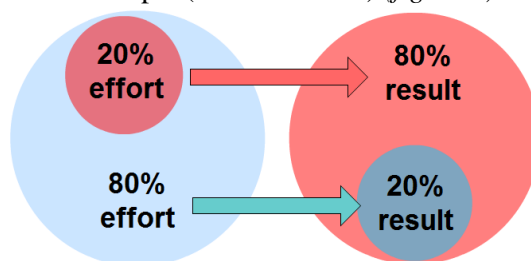


Fig. 2 Pareto Principle (The 80/20 rule).

Most things in life are not distributed evenly. What does it mean when we say "things aren't distributed evenly"? The key point is that each unit of work (or time) doesn't contribute the same amount.

## 3. Follow a schedule

Be smart when it comes to multitasking. How do you spend the time when taking public transport, when waiting in line or for an appointment? How many books could you read on the public transport while getting to and from university/work the next few weeks? These are the little things that set you ahead of the others, the tiny little details that help you improve a lot in time.

Using time management applications is another method that helps people around the world to stay focused and on track. One of the most used application in this category is Google Calendar. Every single person can manage their working hours by customizing on a day-by-day basis, even getting suggestions about their working hours based on their previous activities. Google Calendar uses the Time Blocking Technique, which is a simple technique for both office workers and people who want to improve their time management. At its most simple, it refers to allotting every minute of the day to a particular activity. The users get notified by the app on their internet connected devices so that they won't miss any event during the day. Also, the app is useful for companies and/or schools, meaning that instead of making your entire working day available for people to see, you can designate periods of time when people can organize meetings and appointments with you. It's useful for bosses who want to host an open-door policy for a few hours a week, or doctors, vets, and lawyers who might host their surgeries and clinics within a narrow window every day.

Practical time management specialist Brian Tracy advises to solve this issue rigidly and unambiguously. His method is called "*Eat That Frog*." "Frog" - is the most difficult and unpleasant thing of the day. You always carry it to the "afternoon", the evening, and even tomorrow. But the point is that this creates a constant emotional stress that prevents you from productively perform all other things. Tracy says starting the day with the most difficult, then everything else will run almost by themselves.

In addition, for working your planning, it is necessary to periodically review your plans, i.e. to look through the lists of tasks of each period. Once a week, see what is done for the week, and make plans for

next week. Once a month, review your monthly plan. Once a year, evaluate what has been done over the past year, and what is not, and so on. Be sure to adjust your activities if something goes wrong. It may well be that over time, the goals themselves will change, to which you go, when through strategic planning you will understand what you want to achieve. Once you have developed a calendar term, weekly/daily schedule, there are some strategies that will help you to do more and to use time in the most effective way. The strategies are:

- *Prioritize your missions.* As you progress through education, you will find the topics of studying to become more intricate, the job load more demanding and the tasks more challenging. By the time you arrive at college, there just is not enough time to get everything done. You just need to start the habit of beginning your study with the most difficult, or important, task or subject first. Tackling the hardest subjects first, while you're still energized and fresh, will make the remainder of your education easier.
- *Find a study space dedicated to you.* Some students will spend the first 20 minutes of their study time just looking for somewhere to study. A key to ongoing time management is to find a dedicated study space free from distractions where you can concentrate. If you want to change up your study space, that's fine, just make sure to find a study space that works and stick with it.
- *Create different blocks of study time.* Not only should you a space where you can study in peace, you should have some several dedicated study time—blocks of time when you can focus more on your studies. Those blocks that are around 40 to 50 minutes are perfect, but they may be longer or shorter which depends on the subject and on the ability to get focused. It is something normal to take some study breaks during your blocks for a snack, or just getting up and walking around, but you need to make sure to return to your studying process.
- *Scheduling activities for after your school tasks.* One of the most difficult and important are the elements of an effective time management. It has the idea to put your school work first. It is easy to say you will get your school work done later, or just before you go to bed. It is easy to say you will do it tomorrow when time to go to bed arrives and you no have longer the disposition or the energy to get done the job. You should complete your school tasks as soon as possible. Putting off less important activities until after you completed your school tasks will allow you to stay on the track and to get focused on your "fun" activities without the pressure arising school work.
- *Use helpful resources.* The old adage, if at first you don't succeed, try, try, try again, while useful for many of life's situations, isn't always the best philosophy when you're strapped for time and can't figure out your chemistry homework. As you progress through middle school, high school and then into college, it's wise to rely on the help, expertise and knowledge of others to assist you with the learning process. Smart friends, tutors, study groups, and even the Internet, are useful resources for tackling complex subjects and making the most effective use of your time.
- *Study groups.* Those offers advantages to students, least of which is the ability to cover more material faster. Working in a study group makes it possible to research and learn about various topics quickly. Each member is assigned a topic and then provides a summary to the group.
- *Being flexible is the most powerful strategy.* You cannot plan for everything. Unforeseen obstacles are bound to pop up, so plan accordingly and be flexible. Just want sure to get back on track as soon as possible and maintain your monthly/weekly/daily schedule.

#### 4. Visualize and meditate

Of course, even working hard, we need rest, so Reward yourself with a break or a change to a more enjoyable task after each period worked. You deserve it. You got started! And by overcoming inertia, you have begun to build momentum that will make it easier to get started next time. By rewarding yourself this way for each positive achievement, you are creating positive associations with your work instead of negative ones. But again, why don't you do something useful and enjoyable during your rest?! This may be some interesting educational board game, for instance: *Imaginarium*, which will definitely help to develop your attentiveness, resourcefulness, intelligence, and most importantly distract you from all worries.

Timely and clearly define the main goal-it is necessary and correct. But the main task is to move towards this goal, consistently fulfilling the current tasks of varying degrees of difficulty. For prioritizing daily planning approach simple method, which is called "ABCD". The first thing should be done first. Usually this task is the most time-consuming and difficult. Sometimes a person is afraid or lazy to start the day with the main task, but the secret is that it depends on the performance of your current activities.



*The goal should always be pleasure.* We are so busy that we forget to enjoy what we are doing. Even when we approach work with the mind, we are often too focused on achieving the goal. It should never come first. Always ask yourself: what can I do to get more pleasure from the process? The goal is to organize your commitments in such a way that your daily life flows in pleasure, even when you are working. It may seem like a pipe dream, but in today's world it is more real than ever. Be curious and open to new opportunities. Get to know yourself.

### **Conclusions**

Time management is a very essential ability to be learned and to be mastered in order to have a better lifestyle. Having a strict and flexible schedule will make you no longer suffer from stress and your works/tasks will be done on time and with great quality. Remember that it is important to have the attitude to change your schedules and to change procrastination. Quality over quantity, the main purpose of learning and practicing time management skills is to enhance and improve the overall quality of your life, the amount of pleasure and happiness you experience.

### **References**

1. Foster Mark *Do It Tomorrow and Other Secrets of Time Management*, 2008
2. Allen David *Getting Things Done*, 2001
3. Covey Stephen *The 7 habits of Highly Effective People*, 1989
4. <https://www.entrepreneur.com/amphhtml/242855> Feb 27 2019 15:36
5. <https://www.pinterest.ca/pin/386817055467125706/> Feb 27 2019 18:39
6. <http://www.planetofsuccess.com/blog/2015/stephen-coveys-time-management-matrix-explained/> Feb 27 2019 19:23

# MAKING TEAMWORK SUCCESSFUL

Alina DUBENCO, Teodora POSTOVAN, Elena GOGOI

Technical University of Moldova

**Abstract:** This article tackles the subject of the teamwork through a Problem Based Learning perspective. PBL, the new approach to learning allows all participants of the learning process to grow faster. Also, the article presents in detail the 5 stages of forming of a team, types of teams and, of course, the roles that are shared among the members. The foundation of every great team is a direction that energizes, orients, and engages its members. Teams cannot be inspired if they don't know what they're working toward and don't have explicit goals. Those goals should be challenging (modest ones don't motivate) but not so difficult that the team becomes dispirited. They also must be consequential: People have to care about achieving a goal, whether because they stand to gain extrinsic rewards, like recognition, pay, and promotions; or intrinsic rewards, such as satisfaction and a sense of meaning.

**Keywords:** PBL, teamwork, support, success.

## 1. Introduction: PBL – a new teaching paradigm

Problem-based Learning (PBL) is an approach which was adopted in Maynooth to give students a 'real-world' experience in software engineering based on a learning technique that introduced McMaster Medical School in the 1960s.

PBL reverses the traditional process of learning. Traditionally students are presented with course material and after are tested on that material through individual examination. Generally, PBL introduces the student to the real-world problem and respectively, they must explore the solution domain in a self-learning capacity or how is applied here, at TUM, in a team. Each semester includes a new problem, which you must analyze, summarize and find solutions.

The core principles of PBL are:

- Learning takes place within the context of authentic tasks, topics, and problems that are aligned with real-world concerns;
- In a PBL course, students and the instructor become co-learners, co-planners, coproducers, and co-evaluators;
- The PBL approach motivate students to take responsibility to learn independently, since there are few lectures and no structured sequence of assigned readings;
- PBL promotes the collaboration between students, stresses the development of problem solving skills, promotes effective reasoning, and is aimed at increasing motivation for life-long learning.

## 2. Team vs Group

Groups are usually **created** around common interests or purposes with the goal of sharing information, *but there is no collective accountability*. It could be a social club or a workgroup with volunteer efforts. Teams' focus is collective performance, where the members have both individual and mutual responsibility. Therefore, companies create teams to bring together groups of people with compatible skills and interests to work toward a common goal.

Table 1 . Differences between Groups and Teams.

	Groups	Teams
Goals	Goals may be discussed in general terms	Clear, elevating goals drive all aspect of team accomplishment
Roles and Responsibilities	Roles and responsibilities may be discussed but are not always explicitly defined or developed	Roles and responsibilities are clearly developed and discussed
Rules	Rules are not formally developed and envolve according the greop's needs	Rules and operating procedures are clearly discussed and developed to help team work together
Methods	Group members interact, and work is usually divided	Team members colaborate and coordonate efforts. Team members work together interdependently

So, a group is a collection of individuals who coordinate their individual efforts but on the other hand, a team is a group of people who share a common team purpose and a number of challenging objectives.

### 3. How teams work in PBL

It is time to mention that PBL works better and more efficiently when assignments are performed in teams, where each member has a vital role to play for fulfilling the tasks correctly and finally for gaining success and pleasure after the work is finished.

You can't build a team without purpose and goals. The purpose must be worthy and create a sense of doing something important together. The goals must be challenging and specific so that each member can understand how they can contribute to the success of the team.

The power of a team emerges from the sense of community (FAF) that develops and exerts strong influence on the attitudes and behaviors of the participants.

### 4. Everything about team

*"Teamwork is the ability to work together toward a common vision. It is the ability to direct individual accomplishments toward organizational objectives. It is the fuel that allows common people to attain uncommon results."* --Andrew Carnegie [1]

#### a. Types of teams

The career of a product manager definitely demands working with teams. About 75% of employers estimate teamwork and collaboration as "very meaningful".

Only 18% of employees gain communication evaluations at their performance reviews. 39% of surveyed employees consider that people in their own companies don't collaborate enough.

There are **four** different types of teams: [2]

**Tactical Teams**--whose job is to **do** something. Specifically, to follow a well-defined plan;

**Problem-Solving Teams**--whose job is to **fix** something: solve a problem, correct an error;

**Creative Teams**--whose job is to **build** something. Possibly something that has never existed before;

**Learning Teams**--whose job is to **learn** something.

#### b. Stages of forming a team

Psychologist Bruce Tuckman first came up with the memorable phrase "*forming, storming, norming, and performing*" in his 1965 article, "Developmental Sequence in Small Groups." He used it to describe the path that most teams follow on their method to high performance. Later, he added a fifth stage, "adjourning" (which is named and as "mourning").[3]

So we have five different stages of "building" a team. Each student, pass through these stages, and achieve some skills in order to be a perfect piece for the system called Team.

The first stage, called Forming is when we direct the team, and establish clear objectives, both for the team as a whole and for each member in part.

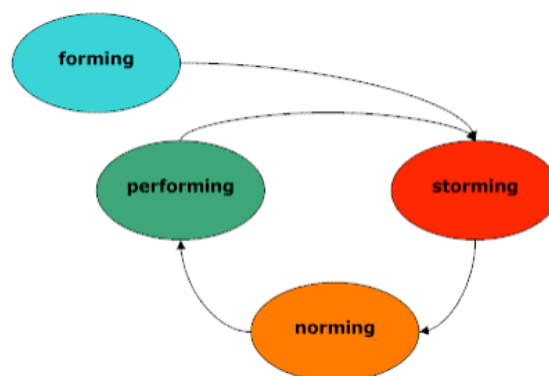


Figure 1. A cyclical version of Bruce W. Tuckman's group development model

When we were at the second stage, Storming, we: Built trust and good relationships between team members, solved conflicts swiftly if they occurred, provided support, especially to those team members who were less confident.

Explain the "forming, storming, norming, and performing" idea, so that people understand why problems are appearing, and so that they see that things will get better in the future.

In the third stage, Norming, we step back and help team members take responsibility for progress towards the goal. (This is a good time to organize a team-building event.)

The fourth one, named Performing, was when tasks and projects were Delegated as far as we could. You will now be able to start focusing on other purposes and areas of work.

And the last stage, Adjourning, we take the time to celebrate the team's achievements – you may work with some of your people again, and this will be much easier if people view past experiences positively. You can't hope for a new team to perform well when it first comes together.

Forming a team takes time, and members often go through recognizable stages as they change from being a collection of strangers to a united group with common plans. Bruce Tuckman's Forming, Storming, Norming, and Performing model describes these stages. Understanding it, you can help your new team become effective more quickly.

*c. Roles in a team [4]*

A team is not a bunch of people with job titles, but a community of individuals, each of whom has a role which is understood by other members.

According to a research of R. Meredith Belbin that are included in the book “ Team Roles at work” there are 9 different roles in a team. Because of few people in a team, we assigned, more than one role per member. And each of us developed him/herself in many fields, and learn more things about the problem we solved.

**Resource Investigator:** the main purpose of this role is to find ideas to bring back to the team.

**Team-worker:** Helps the team to gel, using their versatility to identify the work required and complete it on behalf of the team.

**Coordinator:** Needed to focus on the team's objectives, draw out team members and delegate work appropriately.

**Plant:** Tends to be highly creative and good at solving problems in unconventional ways.

**Monitor Evaluator:** Provides a logical eye, making impartial judgements where required and weighs up the team's options in a dispassionate way.

**Specialist:** Brings in-depth knowledge of a key area to the team.

**Shaper:** Provides the necessary drive to ensure that the team keeps moving and does not lose focus or momentum.

**Implementer:** Needed to plan a workable strategy and carry it out as efficiently as possible.

**Completer finisher:** Most effectively used at the end of tasks to polish and scrutinize the work for errors, subjecting it to the highest standards of quality control.

## Conclusion

In any activity, success is the fruit of joint effort and team work. Success or defeat is not exclusively due to the boss or subordinates, but is the result of both parties. Reality demonstrates that it is not enough for a professional group to be made up of strong, competent and experienced personalities. If there is no compatibility, mutual understanding, common visions and motivations centered on accepting the proposed goal, no winning results can be obtained. Empowering everyone's work potential, evolving into professional careers do not do without working and respecting the requirements of team spirit formation and maintenance. This state that enhances the quality and efficiency of everybody's work is reached only when people understand that the whole is not equal to the sum of the parts, but rather more, which is born from the interaction with the group, from the harmony of interpersonal relationships, from the identification of the people with the values and the goals of the group. To work in a disunited group where quarrels and misunderstandings are frequent, pride and dislike, isolation attitudes, disregard or predominant indifference, in which each attempts on its own to solve the problems in which the other's denigration is practiced in a way current is undoubtedly a serious obstacle to working with pleasure. In order to avoid this situation, everyone has to contribute to transforming a number of people who work together in a homogeneous and functional group. A team is more performing than the sum of individuals in an organizational context, especially when performance requires different skills, experiences and approaches. Most people understand and recognize the importance of teams, and some are making efforts to make the teams they are part of to work for. However, many are those who neglect the opportunities offered by teamwork in favor of apparently personal benefits. We can honestly say that the team has become not only a part of our university life but also everyday life.

**References:**

1. [https://www.huffingtonpost.com/rajan-thapaliya/how-teamwork-makes-the-dream-work\\_b\\_9794438.html](https://www.huffingtonpost.com/rajan-thapaliya/how-teamwork-makes-the-dream-work_b_9794438.html)
2. <http://www.corvusintl.com/CACM005MatchProcessTeam.htm?fbclid=IwAR0Mm9emdGu0O0eacnhklFkYcAAsrUfRtgsBiP0Se11HFX7CAwoCisHqNE>
3. [http://www.d.umn.edu/~kheltzer/sw8441\\_fall07/Tuckman's%20Forming,%20Norming,%20Storming.pdf](http://www.d.umn.edu/~kheltzer/sw8441_fall07/Tuckman's%20Forming,%20Norming,%20Storming.pdf)
4. <https://www.belbin.com/about/belbin-teamroles/?fbclid=IwAR1AwZHRUfgmK6pjr4OMcgsKkp6POv6yph742yAsyNIhTLOHEpbHxkEJIs8>
5. R. M. Belbin, (1993). "Team Roles at Work"
6. Tuckman, Bruce W., & Jensen, Mary Ann C. (1977). "Stages of small group development revisited." *Group and Organizational Studies*; 2, 419- 427.

# THE CHALLENGE OF PROBLEM-BASED LEARNING

Dominic FLOCEA

Technical University of Moldova

**Abstract:** Problem Based Learning (PBL) is an educational system that gained popularity on worldwide scale. PBL is still at an early stage and it is developing to this day. It comes with its pros and cons, still it has a big succes over the traditional educational system. Studies show promising changes of students of PBL, and the experience of implementing this system proves that it is a challenging, yet worth change of curriculum from the traditional one. With the time and its popularity it also became relevant here in Moldova as it became part of several Universities here. The succes of it depends on the students' adaptability and determination to make this program a succesful one.

**Keywords:** Learning, Problem-Solving, education, skills, students.

## Introduction

We – people are amazing at learning new things. We never stop to learn, we do it constantly consciously and unconsciously. Curiosity and thirst of knowledge helps us develop day by day, becoming the better us, and get closer and closer to our dreams. You would expect that the process of learning would be engaging right?

Well, unfortunately young generations are not motivated enough to study, the problem, mainly being the factory-like educational systems. The way that mankind approached the teaching of kids and teenagers these last decades resulted in a demotivation of teenagers, when they are developing the most, to study and work on their future selves. The approach took the freedom of learning what they are curious about, it took the creative unique ways of solving a problem, putting them in a standard grey box. This method of teaching stagnated the efficient progressive development of mankind.

As a result of a demanding with the time of a change in the teaching system, quickly becoming famous term appeared – “Problem-based Learning”. PBL (for short) it's a different educational method that spread throughout the world (and it reached here in Republic of Moldova as well). In this article we will go through specifics of this PBL, its origins, why it became so popular, its strong points and weak points.

## 1. The Origin of Problem-Based Learning

**The origins** - We all know medical universities' program is very voluminous and it is a serious subject. It requires a lot of reading, writing, learning, basically studying inside and outside of the class time for hours and hours. Students are constantly put to study new material that is most of the time in the first years, as they say – irrelevant to their future job of choice. This is not the case and truth to be told the information is relevant and important to them.

Unfortunately, the majority get easily demotivated and they lose their drive to learn and become great doctors, surgeons with high payed jobs, it just becomes not worth it and they lose their initial strive for being the best in all the material and theory that they were asked to carefully read out and memorize.

So the problem appeared - how to stimulate them to study and to perceive the information as a valuable one? How to make them to see that the material is relevant? That it will help them one day and it is worth it? How to make students the program more efficient, easier to digest and also most importantly keep student's motivation and ascending self-development?

Well the PBL curriculum was designed to do just that! It was developed under the pioneering of H. Barrows and Tamblyn R. at McMaster University in Hamilton, Canada. It was in 1960s when this term firstly appeared and also at just an experiment level. “The principal idea behind problem-based learning is... that the starting point of learning should be a problem, a query or a puzzle that the learner wishes to solve” [1]. It was built around this goals: maintaining student's motivation for learning, showing the importance of teamwork, professionalism and responsibility in a team and teaching them how their solutions to the problems they are put to solve initially, can be applied to the real world. So the students found themselves challenged and invested in their new task, practicing and putting their knowledge to test on real-life situations (simulations) as mentioned in the beginning from a starting problem. The “experiment” had an obvious success and quickly it gained worldwide popularity. Thus the “Problem Based Learning” spread all around the globe.

## 2. Pros and Cons of PBL

Before discussing PBL's strong points we want to mention where this method of learning lacks. It's indeed one of the best replacement to the well-known traditional, old educational system, but of course it comes with its weaknesses. It is definitely not perfect and it is still developing. It is important to notice that Problem-based Learning at its core it's pretty similar everywhere, but also it is very different. As an aftermath the problems with PBL mentioned below might not persist everywhere, it is focused more on our experience in PBL as software engineers at the Technical University of Moldova.

**Unordinary way of studying** - One of the common problems encountered – students used to traditional method of teaching struggle to adapt to PBL's curriculum, they are having a hard time to come up with fresh ideas original ideas. When it comes to brainstorm and original ideas they usually find it hard to think outside the box in the first months or year, it depends also on individuals' adaptability to new environment. The explanation to this being that in the previous years they were given what exactly they should do and they were thought a strict way of how to solve a problem. They rely more on teacher's guidance and they assume that they will follow his words exactly, like how it was expected from them in the previous years. Most of the time its unconscious and it is hard for a student not to think that this is a cause of his lack of creativity. It comes with time, we are all born creative, it's a matter of time when we gain back our brain's elasticity.

I can say for a majority of students when I affirm that – indeed it was hard to find topics to work on and it seemed like the most time consuming part of the projects. It takes time to adapt, fortunately humans – they can adapt to more extreme conditions than this, so it shouldn't bother freshly introduced students to this curriculum.

Similarly, the instructors need to adapt as well to a non-standard way of thinking and to adapt to a different approach of guiding his or her students. This is not an easy task at all, the reason to it being their previous habit of teaching and also its important to notice how challenging is to guide as minimal as possible and to do it such that it is beneficial and it ensures teams' success. Necessary also being adapting to different teams which have of course their own group-personalities and individuals as their primary task is working with small teams instead of a whole group of students.

Evaluating the student needs a different approach as well. It is a problem for both the instructors and the students. Since it is a teamwork based project it is hard to evaluate individuals and do it right. Some students can have a grade that they don't deserve and it can't be proved, which is also stressful for the teachers to think more critically. So it is very important to present yourselves as a great team and also as individuals.

**Wrong approach of some Students** - A student that chooses PBL should be conscious of his choice. Problem-based Learning is a serious, demanding curriculum. It shouldn't be taken lightly or as a joke. No one here will follow you to give you pushes to do something, you should be a responsible teammate and be responsible for your part in the group. Students that aren't engaging here are not prevailing, while other work and get the experience needed for their bright future. To get the best experience possible and the most of this study method you need to learn to push yourself and be conscious of your time management and what things you focus on. As a motivation don't forget, if it takes so much to prevail in PBL it means that you are one of the best and also "...students in certain roles became highly influential at certain points in the activity by virtue of their assigned position in the simulated society"[2], so don't miss out on your tasks, as you will find yourself finding more than the theory or practice, you'll find maybe something you love and will follow in doing in the future.

**Implementation of PBL** - Change and introduction of a new curriculum takes time and a lot of preparation from the University. And don't forget that PBL its very different and therefore it's hard to start with a strong base. Most of the time Universities should adapt to what they've got to work with and constantly change the program with years and more experience with students and teachers which take part in the project. It is always an experiment at the start, but with the time it will get better results. It was harder at the beginning - "...up to the mid-1980s those interested in adopting a problem-based course had to rely more on the stated philosophy and unique experiences of a handful institutions"[3]. With the time of course there was more studies and conclusions made over this educational system. "Since then (mid '80s) there has been far greater emphasis [...] research"[1] therefore, fortunately, Universities have more material to base on. However, it is a change that takes responsibility as well from university's authorities. It should be heavily monitored its first years of activity and organized, managed, adjusted for better results. Feedback from the students and the teachers are very important and should be taken in account for a successful implementation of Problem-based Learning program.



Hopefully PBL will be a success in Moldova, from our experiences this method is in good hands. It also depends a lot on the students, if they love this form of education they should work hard and take it as serious as necessary in order to show that this method is working and should be continued to be worked on.

So why PBL is so important and a better option to the traditional way of learning. Rober Sylwester explains it the best:

*“Just as young children [...] don’t want to be carried while they are learning to walk, early adolescents don’t want adults to make frontal lobe decisions for them while their frontal lobes are maturing.”*

*“... home and school should . . . provide a non-threatening exploratory venue for a teen brain that is reasonably competent at recognizing the dynamics of a problem but is only beginning to develop reflective response capabilities. infants insist on exploring independent movement, and early adolescents insist on exploring independent problem solving strategies – a significant shift from their childhood acceptance and use of adult-imposed rules, procedures, and algorithms.”*

- Rober Sylwester

**Engaged learning** - Students are free to work and develop themselves, they are put up against solving the problems with their approach of choice, resulting in a bigger interest towards learning and thirst of knowledge that will help him find the solutions to the problems he is put up against. We are searching for relevant information to us instead of receiving it directly ready from a teacher, we also get to apply it on our own which is a great experience to have and it boosts the passion towards our profession as we see the results of our work which is totally our own. Self-learning can be learned and it is an important skill to have in modern society. It teaches us to be proficient, sharp-minded and resourceful to the team we are working with [3].

**Better Job Experience** - Students are given constantly challenging problems to solve. Most of the time it’s a group project to find the solution and implement it, which teaches us the art of teamwork. Teamwork is valued by the companies and it’s very important to them that their employees can work together. A key to a successful company is a great team of people that can work together for the best result towards the same goal.

Also an important skill that we develop its adeptness to new people. Teams in PBL are not static, we are working with different people on different project, which teaches us to better understand people and be ready for changes in a group and also be effective in any environment possible.

**Social Skills** - It is a no brainer that working with people is giving you the experience necessary on how to interact with them and how to understand them better. It is enriching your relationship with the world while also you are developing your Critical Thinking and Emotional Intelligence.

It is proven that interacting with people boosts your happiness and reduces your vulnerability to stress factors. So instead of working on your own in a room, you are motivated and surrounded by the people that are becoming your friends with the passing of time. They have the same goal and are willing to help and are interested in your current emotional state, because when you are happy, you are performing the best and take in consideration, when they are happy they will also perform at their best. Your success depends on how you interact with the world. Your social skill is a great investment to your future and with PBL you are given the opportunity to spend most of the time interacting with people and also learn your what is necessary for your future job.

**Higher level of Learning** - Finally, the strongest point of PBL is that their students are at a higher score than the students studying the traditional way. They have better learning competencies, they solve problems more efficiently, they have better social skills, they make great team workers, leaders are strong as individuals and as a team, they gather information that is relevant, useful and they are more likely to adapt to most of the problems which can randomly occur [3].

### 3. To Future PBL Students

Problem-based learning is very challenging. Being a part of this process I can say that for me and for my colleagues it was challenging indeed and our tutors didn’t make it very easy on us. It is not a bad thing at all, they challenged us to become better and get past the problems – to be able solve them. We’ve learned like never before the importance of teamwork, emotional intelligence, time management, critical thinking and keeping our minds open to new information and also remaining creative. We’ve been through all sorts of experiences which finally feels to us like they are and will be important in our lives and there is no question

in their relevance to our future lives. We got stuck many times as fresh students introduced to this unordinary curriculum. Luckily the people that are making PBL possible in Technical University of Moldova are invested in this project and they are open to help its students whenever they can, this means a majority of their time as they dedicate a lot of their time to this project. At the end PBL's success in Republic of Moldova depends on the success of its present and graduating students.

*So if you want to become part of PBL – don't expect that it will be easy and also don't expect that it will not be worth it!*

## **References**

1. David Boud, Grahame Feletti - The Challenge of Problem-based Learning: Second Edition (1997)
2. De Brent Gayle Wilson - Constructivist Learning Environments: Case Studies in Instructional Design (1996)
3. Vernon, D.T.; Blake, R. L. - Does problem-based learning work? A meta-analysis of evaluative research (1993).
4. Bridges, E. M.; Hallinger, P. – “Problem-based learning in medical and managerial education”. Paper Presented for the Cognition and School Leadership Conference of the National Center for Educational Leadership and the Ontario Institute for Studies in Education, Nashville, TN. (1991).

# PROBLEM BASED-LEARNING PROJECT – FAST SHOPPING SYSTEM

*Ecaterina COTELNIC, Cătălin ȘCHIOPU*

*Technical University of Moldova*

**Abstract:** *The goal of the first PBL project was not to implement a system, but this project made us understand what critical thinking is. Thanks to this project, we have learned to think more widely and analyze the problem from different angles. Our first project is called "FSS: Fast Shopping System". The problem we tried to figure out how to solve was the queue at the markets. Our idea was based on tags that should be put on each product, as well as scanners, which should stand along with the terminals at the cash registers. This system has practically no drawbacks, but there are many advantages. It will attract customers and facilitate their purchase process.*

**Keywords:** *queues, tags, readers, FSS, customer.*

## Introduction

Problem Based Learning program is an approach of improving student's abilities of analyzing certain issues to the point where they deal with all the sub-problems that are chained to the main one. In the process of doing the needed research, the team has to also think creatively about some possible solutions that will generate positive feedback.

Being freshmen, the crucial purpose of our first PBL project was to develop an early mindset of an engineer. We had to find a way to solve a certain social problem, describe the process of our research and then present the final result. To be honest, it was tough work from the beginning until the very end. It took us a lot of devotement to meet 3 to 4 times per week, after lessons, in order to discuss new ideas. Moreover, debating on every word and gathering information about the new set of issues or sub-issues became a daily routine when it came about working on our project. Sometimes it was very exhausting to keep conversations going on, but we were lucky enough to have wise and cooperative members in our team, as well as an impressive captain, our mentor. He always helped us with a piece of advice and supported us all the way through. It was a pleasure working with him and we look forward to have more projects along his side, as he became more than just a teacher to us, he became our friend.

Nevertheless, this project gave us a set of unique experience. We gained knowledge in various fields, even some not related to our specialty. Learning some features from economy, robotics or even psychology was an excellent improvement to our engineer minds.

One thing we were reminded frequently and sometimes even every day was that it can be very difficult to please each single member in a group of people. That is the reason why from young age humans are taught to work in teams and care for each other. The skill of being able to compromise, understand someone's opinion and explain yours in a manner that it will be accepted by the others is being considered as one of the most important skills a man has to own in order to achieve success nowadays.

## 1. Searching the problem

From the very first days, our group of 5 people started doing researches on the main issues that people deal with every day. We had that idea of finding the problem that was most frequently faced by citizens of all age and profession. Many choices were not taken into consideration because they were out of IT sphere. For example: ideas regarding bad roads, excessive traffic, dirty streets, too crowded public transport are more related to infrastructure and to the mentality of people themselves, things that are out of our league. Although we were full of enthusiasm, it was quite hard to find the perfectly satisfying social issue that had to be the heart of our project.

After several variants that we analyzed, the closest and the most appropriate idea we could choose was the problem of queues in stores. This issue can be considered a case where a small problem faced by a lot of individuals on a daily basis becomes a major one, that is eventually causing big discomfort for the society as a whole. Obviously, the last thing people want to practice after a long workday is standing in queues for 10 to 20 minutes when you only had to buy, for example, one bread and a pack of eggs. This issue is widely known but it is still present in our super(hyper) markets. Happy that we found our perfect problem our team started working on it. Moreover, we were looking at the problem from different perspectives, in order to be sure that every regarding issue is analyzed and described. It was indeed tough work finding things that were not "ok" to an already found problem or even to its possible solution, but we managed to discover how to think in a way that neither the customers, neither the shop staff would be unhappy with the changes we would

want to implement. Suddenly we felt a kind of responsibility, like we were in charge for the updating of the scanning-paying system in shops that would eventually have to create positive feedback. Our team was finally fulfilled with an amazing topic to work on, so we continued to develop this idea.

As our team worked on ideas of solving the problem, all the potential solutions contributed to the creation of the final one. There were many innovative and amazing ideas on their own, but some of them could be combined so the number of the choices became more accurate. Moreover, at some point we could not decide what solution would be the best suit for people of our country. For that reason, we made a social quiz where we asked people to choose one variant between 4 our main ideas: Cards and scanners, Cameras aimed at departments, Smart cart and tags on products.

The idea “Card and scanners” consists of the following system. In the store at the entrance there will be cards. Every department in the store will have scanners, that will show an intermediate list of products listed on the card. To put the product to the list in the card, the buyer must scan the card with scanners, then the product. Taking all the necessary products, the buyer goes to the cashier. Here, the cashier punches not every product individually, but only a card on which all products are already recorded. After scanning the card, buyer should pay for products and the information from the card will be deleted.

“Cameras aimed at departments” are the cameras, that see the divisions between departments, but the system knows in which department which product is located. All doors at departments are closed, they can only be opened with a card. When a buyer opens the door to the department with a card, then the system opens a list with the products of this card. The system determines the product, taken by the customer with the help of the cameras and add it in the list of products on this card.

“Smart carts” have the cameras, that are located in two diagonally opposite corners of the chamber. When a customer puts a product in a basket, the cameras determine the product. Also, each basket has a tablet, where the system displays information about the added product (image, name and price of the product). When the buyer wants to complete and pay for the purchase. He enters the basket number into the terminal. The entire shopping list is displayed on the terminal screen. And the buyer can pay for the purchase in cash or by credit card.

The last idea is based on the tags that are put on products when they are brought to the market. A customer as usual takes products and put them in a basket or a cart. At the exit from the market, instead of cash registers, there will be terminals with scanners. To scan the product, the buyer will not need to get the product from the basket. Scanners will identify the product by its tag and list it on the screen. In the database of the market for each type of product will be stored separate tags.

Here are the results of our quiz:

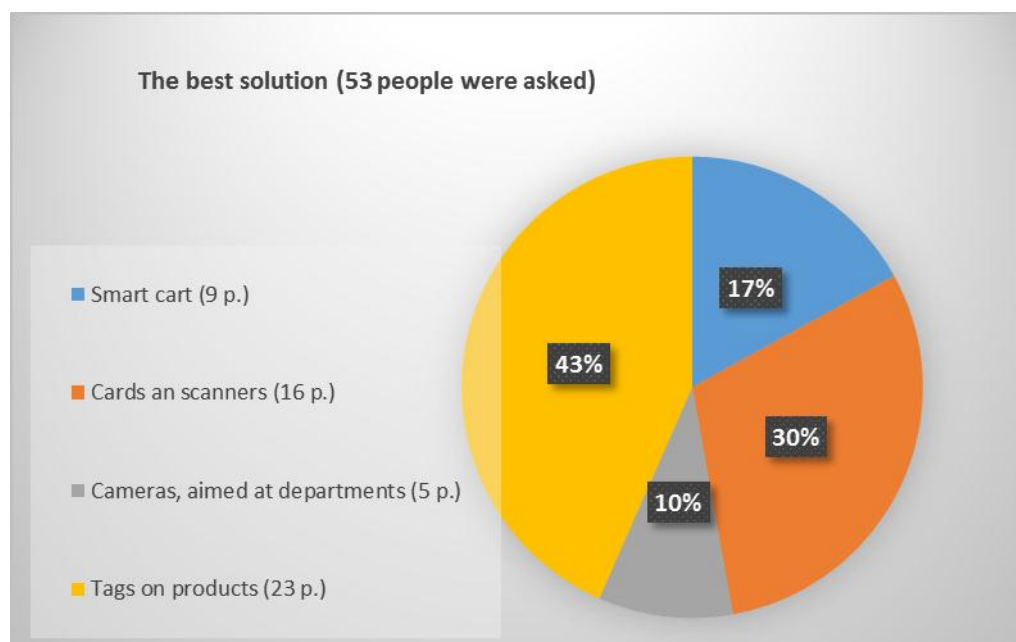


Fig. 1 Quiz on Best Solutions.

According to our expectations, the quiz showed that “tags on products” was the solution that people considered the most functional and useful.

## 2. Description of the main solution

The results of the quiz (*Figure 1*) gave us a fresh look upon the problem. As it is seen in the diagram, the majority chose RFID tags, so we started analyzing this solution. The main idea of it is to glue RFID chip sticker tags to all the products in a store. That is supposed to be the first part of FSS, the gluing process. The next part is the scanning one. The scanner will be embedded on the floor. And the terminal will be located on the side. It will work like this, the buyer passes through the separated strip, stops with the cart at the terminal, so that the cart is in the scanning field (or puts the basket on the floor on the scanning field). Pays for the purchase using the terminal and goes further to pack the products. This happened to be a little tricky as it is unusual, compared to the classic system, but considerably faster on the other hand. The reader scans all the products in a cart at once, without wasting too much time in a queue while the cashier scans each product separately. It's speed still depends on the number of products, although it is still approximately 10x faster, maybe more with some upcoming advanced technology. Another feature of the reader is that it will be directly connected to the terminal, which will be placed next to it. All the information about products will be sent to the terminal in “a blink of an eye”. There will be created and shown the list of products with all the needed information about them: name, price, image and quantity. Moreover, it will be an option of deleting a product after taking it out of the cart. As the cart is being constantly scanned until the customer pays for the products, if an item is removed, it's tag will no longer be visible for the reader and eventually a window will pop up asking if this product has to be deleted. In the right side (for example) of the screen there will be three icons: pictures of three different packages, inscriptions on top of them: "Small", "Medium", "Large" and under every picture the price of the package. If the customer wants to add a package to the list of products, then he clicks on the icon and the package is added to the list. If the buyer wants to remove the package from the list of products, then he clicks on the icon of the package in the list, the screen prompts: “Do you want to remove the package?”. If the customer clicks “yes”, the package is removed from the product list. The next and final stage of the system is the payment method. As a customer checks his list and is ready to pay, he is given the choice of paying by cash or by card. Depending on the option, he will insert the amount of money, in bills and coins if needed, or will insert the card and follow the steps shown on the screen. Only after the bill is payed, the RFID tags are disabled and the customer can move forward, without disturbing the security system. All these features combined made FSS easy adaptable and user friendly from our point of view. Our team wanted to create a system that would generate as much positive feedback as possible and would made shopping process more enjoyable.

## 3. System components

The technology used by our system is not new and there are many recommendations and requirements for them.

- Radio-frequency identification (RFID) uses electromagnetic fields to automatically identify and track tags attached to objects. The tags contain electronically-stored information. Passive tags collect energy from a nearby RFID reader's interrogating radio waves. Unlike a barcode, the tag need not be within the line of sight of the reader, so it may be embedded in the tracked object. RFID is one method of automatic identification and data capture (AIDC).
- Frequencies. FSS is projected to use UHF canals to be able to reach all the products in a 2.5m.
- An Active Reader Passive Tag (ARPT) system has an active reader, which transmits interrogator signals and receives authentication replies from passive tags. Fixed readers are set up to create a specific interrogation zone which can be tightly controlled. This allows a highly defined reading area for when tags go in and out of the interrogation zone.

Hardware:

- RFID Tag - a passive RFID chip-sticker tag with 1024 bytes memory size. Those will store the information about the product such as: price, name, manufacture and expiration date, date when bought and also the information if the tag is active (so the reader can read it).
- RFID Reader – an Active Reader Passive Tag (ARPT), Ultra High Frequency (UHF) RFID Reader with an area enough to cover the area of a shopping card and a range of 2.5m. Those will be a part of the replacement for cases we know.
- RFID Terminals – includes readers and has the ability to display the list of scanned products and to serve customers.

- Server – store the information about every purchase. Acts as a database. Can be used to track when and how much product was sold.
- Scales – regular scale with an RFID tag-printer.

**Software:**

- Reader's soft – reads data from all tags within certain area and make a list of those that is displayed on a screen for a costumer (the whole process can take up to 10 seconds, depends on how many products a costumer has in a card).
- Scale's soft – measures the weight of product and prints an RFID tag with all the information needed for a reader.
- Server's soft – receives data from Terminals and stores it. Provides additional information about price sales and bonuses.

## **Conclusions**

Fast Shopping System is the result of hard work and full dedication of team “*Future*”. The process of creating the system had its ups and downs, but we must say that it was an amazing “adventure” in which we combined many different skills, some even not related to each other. Moreover, we faced many challenges that improved our communication and team-working skills, as well as tested each member's EQ. This PBL project taught us how to develop a solution for a social problem using IT skills. The most entertaining part was solving sub-problems met while selecting possible solutions, as there we had to think about errors or unpleasing circumstances that would prevent our system from working properly and on its higher potential. Our system has many advantages and with all its features it could be easily implemented in market in our country. By our analyzes, it would add accessibility to customers and make the process of shopping less stressful.

## **References**

1. [https://en.wikipedia.org/wiki/Radio-frequency\\_identification](https://en.wikipedia.org/wiki/Radio-frequency_identification);
2. <https://www.iso.org/standard/46146.html>;
3. [https://www.alibaba.com/product-detail/Custom-Dry-Inlay-Cheap-RFID-Tags\\_60563372804.html?spm=a2700.7724857.normalList.22.70ca7f982bHch4](https://www.alibaba.com/product-detail/Custom-Dry-Inlay-Cheap-RFID-Tags_60563372804.html?spm=a2700.7724857.normalList.22.70ca7f982bHch4);
4. <https://www.iso.org/standard/46146.html>;
5. D'Orio Wayne - “*The Power of Project Learning*”- 2009;
6. Ergül N. Remziye and Kargın Elif Keskin – “*The Effect of Project based Learning on Students' Science Success*”- 2013.

# TEACHING AND LEARNING THROUGH BLOGGING

Irina SAVVA, Elena GOGOI

Technical University of Moldova

**Abstract:** *This paper intends to provide a brief overview to an worldwide known phenomenon-blogging and to present it as an integrational tool into pedagogical practices to enhance learning. According to several studies, the act of blogging develops a sense of voice and foster critical and synthesizing skills. Blogging encourages students to actively and reflectively engage in knowledge sharing. Blogs endow them with a sense of authorship and help them to develop numerous strategies to cope with difficulties encountered in the learning process. This process is intended to increase their motivation, self-confidence, empathy and personal growth. One of the goals in implementing this pedagogical strategy is to offer students more opportunities to develop their soft skills necessary for future employment.*

**Keywords:** *blogging, soft skills, experience, survey, strategy.*

## Introduction

Historically, the word ‘weblog’ was believed to have been derived from the act of logging the web during browsing hence web+log. In the beginning, a blog was more of a personal diary that people shared online, and it goes back to 1994.

Actually, the first possible blog was just listed as a personal homepage. In this online journal, you could talk about your daily life or share things you do. But people saw an opportunity to communicate any information in a new way. So began the beautiful world of blogging, which is very popular all around the world and it continues evolving as much as SEO (search engine optimization).

*The teacher’s perspective:*

Having to teach the Facebook Generation is becoming increasingly tough. The huge amount of information and free access to it makes our students become less interested in listening to the teacher. That’s why we, teachers, have to overthink the teaching process and review our pedagogical strategies in order to increase their motivation in learning and develop skills like critical thinking, leadership, emotional intelligence etc.

In this context, I had to come up with something new: the challenges was to include the blogging activity in the classroom as a strategy meant to enrich their learning experience and in this way to give learners the opportunity to shift from superficial to deeper levels of learning.

*The student’s perspective:*

I have never thought courses at university will differ much from lessons in high school. I was expecting the same routine: reading or explaining some stuff, listening obediently, taking notes, boring atmosphere and bored people.

Surprise: from pessimistic expectations to optimistic reality. The teachers have changed their approach to teaching and switched from dictating things to facilitating the learning process. This was the starting point to a new ME: having to learn how to write a blog, how to create the platform - a totally new assignment, a big challenge that pushed me out of my comfort zone. Initially, I doubted whether blogging was for software engineers because usually, we associate this activity with students in social sciences.

While developing blogs in a team, I have noticed I started to live it. For me, as a student, it was essential to become aware of the importance of learning how to blog or how to develop and create a piece of writing. I found blogging a fabulous activity because it is a motivating and engaging one because it is an authentic way of displaying your thoughts, experiences, feelings and attitudes.

## 1. Subject Research

A research [1] on blogging as a platform to enhance language skills considers blogs are going to dominate blended and wholly online courses. And there are numerous reasons for using blogs in education, such as to provide extra reading practice, to encourage students to participate and be involved, to create an online portfolio written work (Stanley, 2005).

Besides this, knowing a larger audience can read your blogs further can develop critical thinking skills (Faril Mohan 2008). Because ICT is increasing every day more and more, teachers engage students in learning through different technological environments that facilitate the innovative kind of learning.



In order to enhance the learning and gain experience in applying tools for English Language Learning has caught the attention of experiment with blogging.

The goal of organizing such course was to observe the impact of the course, to explore the strengths and weaknesses of current practice and build a more effective practice in the future.

According to a study by Strampel (2007) [2], students perceive that the blog offered them the ability to evaluate their own learning and to revise their thinking.

The results and discussions based on the lectures that blended the traditional method of learning with the technology show that students nowadays prefer the new way of learning because it helps them to improve their thinking skills, encourage them to reflect and study the materials. This blended method is a great tool in information sharing and an easier method of learning.

Another source [3] "Research on blogging as a platform to enhance language skills" has observed the effect of the implementation of this technique to improve students' motivation. Writing for a purpose has encouraged them to produce language more fluently and be more concerned on correctness, which contributes to the development of linguistic skills.

The studies have shown that students were excited when trying to communicate reflections on knowledge recently acquired in specific subjects of their studies and when expressing their opinions on the posts exchanged with other groups and the feedback sent from the blog.

Considering these studies related to blogging in student's life, I can say that it has a huge impact on every single person who has tried it. Besides that, it develops writing skills, it enhances communication skills and it improves design ones. Blogging also helps learners improve important soft skills such as: leadership, organizational, time management etc.

The twenty-first century has focused on social media and has made it possible for people all around the world to share their opinions. The impact of blogging on society has been huge. More exactly, it has been made possible for people with common and uncommon interests to connect with each other. But besides these, there are a lot of sources that mentioned advantages and benefits of blogging:

- *Networking with various people worldwide.*

One benefit from this is to know many people from all around the world and make with them connections, because every time is possible to create something great together.

- *Improve your writing skills.*

Even sometimes you could make some mistakes and receive from this, you will automatically improve your writing skills once you will write more and more.

- *Blogging as a source of income.*

Some of the bloggers, those who take an interest in searching for various ways by which they can earn income, start by implementing search engine optimization techniques combined with the use of advertisements along with the blog.

- *Blog as a source of information*

Some technical blogs are the valuable source of information and people know that they can gain valuable information related to the technical aspects of a computer, software or mobile phone. So they keep coming back to the blog again and again for the valuable information. Here can be more about video blogs where we find a lot of life hacks or tutorials.

- *Blogging may change your attitude towards life.*

Actually, these benefits of blogging turned into an efficient learning strategy and an incredible useful tool for self-development.

Blogging has changed my way of thinking and attitude towards life. As a blogger, you start seeing everything in a different light. You may feel that you are getting appreciated for your work by others. This may lead you to make yourself more equipped and responsible while dealing with the public.

This new learning environment and the meaningful context have raised high motivation in the students and will help them become life-long and more efficient learners.

## **2. Experiencing Blogging at University**

At the beginning of the year, I and my colleagues from Software Engineering study program were challenged to start blogging. We were supposed to work in small groups and each group had to blog about a particular period of time, so that by the end of the semester, to have covered all 4 months of student life in different posts, events etc.

Our experience has started here:

<http://dailyfaf.ml/>



Fig. 1 Blog website (FAF 181)

<https://myfaf.home.blog/>



Fig. 2 Blog website (FAF 182)

There were a lot of ideas on what to write about but it was a whole mess in my mind, I didn't know how and where to start, unless I began reflecting about everything which was happening around me: people I've met, events, I've participated in, feelings I've dealt with etc... Some of my colleagues had already the possibility to enjoy some events and shared about their experiences with us by blogging about it. Then, I was suggested to write about motivational speeches of successful people who visited as guest lecturers within Personal and Professional Development course.

So, finally I had a subject to blog about. The subject dealt with our guest, Ana Niculăeș, a famous psychologist who shared with us a lot of interesting tips about stress management, how to be empathic, how to control our emotions and feelings and how they actually work. Actually, I don't consider myself a creative person and I thought I didn't have that skill of writing to impress, but after I read what I had written I was really proud of me. I think this has happened because I have found this idea of blogging a very challenging one and pushed me beyond my limits.

The second time I had to blog about, it was an event where we met the Governor of NBM, Cioclea. I felt honored to write about such a person and at the same time it made me become aware of the impact of such events on our lives. Writing about important figures from our country made me both much more proud and responsible. The conclusion we have made is that the banking system cannot survive without the IT domain and its specialists.

Meanwhile, I came across some other blogs that inspired me and motivated me to have my personal blog as a journal where I could write about what happens in my life or something else I want to share with people, and I wish my dream will come true someday.

I have also encouraged some of my fellows to share some ideas from their blogging experience and here I have some of their testimonials.

*"What is blogging for me? Each of us has something we want to share with the whole world, but sometimes it's quite difficult to find people that will be interested in the same things as you. What to do then? Yeah, right, let them find you. That's what blogging generally is, you write something interesting and The Great and Almighty internet let people find your article and appreciate it. For me, blogging is a good method to talk about what I'm thinking, and see what others think too. It's like sitting in the kitchen with your friends and discuss about all the things that torment you, from politics to new iPhone that was released and why people buy them even if their old phones still work perfectly."* Alex Călugari, student, FAF 181

*"Yes, it's hard to find a good start after which to follow a good article, I find it very important to include the reader's attention from the start, write and rewrite if necessary and continue until I find the beginning that surprises me, and somehow everything goes on its own, the fingers and inspiration do not stop. What about my experience I had with writing. I was writing well at school and I cannot say that we often did it, but I always preserved to deliver it to my best and not just to do it."* Dominic Flocea, student, FAF 181

*"TUM is very fine. Much better than high school. I met many people from whom I can learn a lot and I really feel like I've found my place in this city. My blogging experience was very nice. It has made me analyze things from several parts and teach others. I have discovered my style of communicating charismatically. I also greatly appreciated the support from colleagues. The hardest thing to do was start, but I enjoyed every second of the process. Will do it again, definitely. I still have to find another topic worth documenting."* Viorel Rînja, student, FAF 181

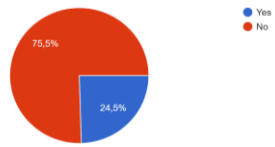
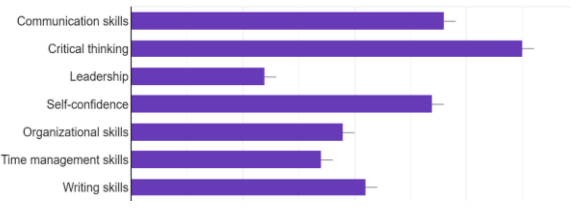
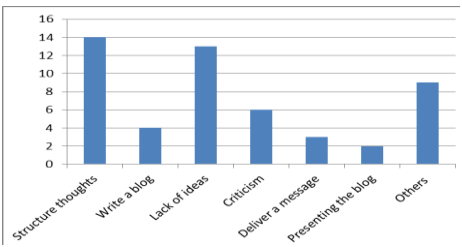
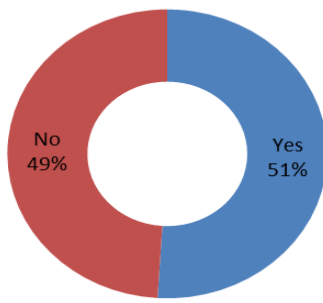
### 3. Survey

In order to find out as much as possible about experiencing blogging as a learning strategy I suggested a short questionnaire to my first-year colleagues from Software Engineering. 53 students were asked to answer the following 4 questions:

1. Have you ever written a blog before coming to university?
2. Tick the most important 3 skills you have developed through this experience at university.
3. What challenges have you faced while writing a blog?
4. Would you keep blogging? Justify your answer.

In table 1 are shown the results of the survey.

Table 1. Results of the survey

	<p>From this pie chart we can notice that the vast majority of students from study program were not familiar with this activity; only a quarter of the participants have blogged before, while for the 75% of them it was a challenge to start blogging.</p>
	<p>Considering the respondents' answers, we can easily identify the most important skills they have developed through this period of blogging (four months) are: critical thinking (67%), communication (53%) and self-confidence skills (51%). Skills that students developed less are: leadership (23%), time management (33%) and organizational ones (36%).</p>
	<p>The third one is about expressing student's challenges faced during this experience. Broadly, participants mentioned that the biggest challenges they have faced were: the difficulty of structuring their thoughts/ ideas, the fear of starting to write a blog and share feelings with others, the fear of getting feedback from others, meeting the deadline, lack of inspiration, ideas and creativity. More than that, there are students who found this activity an easy one.</p>
	<p>And the most interesting question was about whether students would like to continue blogging, we got almost equal number of answers from our respondents.</p> <p>Yes - reasons:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• a good way of practicing writing;</li> <li>• possibility to share thoughts (for introverts);</li> <li>• blogging is fun;</li> <li>• a good tool for self-reflection;</li> <li>• a way of earning money.</li> </ul> <p>No – reasons:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• not passionate about it;</li> <li>• lack of free time;</li> <li>• lack of ideas/imagination;</li> <li>• fear of being criticized or misunderstood</li> </ul>

### Conclusions

The inclusion of the blogging process as a pedagogical strategy has provided excellent opportunities to enhance reflection and self-awareness. In response to informal discussions about the blogging experience, students have reported greater freedom to comment and to talk freely through writing

We encourage both teachers and students to embrace blogs as it is an efficient platform to enrich and extend students' learning.

It's absolutely impressing how students have faced this challenge of starting blogging, an activity, which hopefully, will inspire others. It is also an important tool that enhances the development of critical thinking, writing and organizational skills.

## References

1. Emelia A.Rahman Sideka\* and Melor Md.Yunusa “*Students’ Experiences on Using Blog as Learning Journals*”, The 3rd International Conference on e-Learning ICEL 2011, 23-24 November 2011.
2. Strampel & Oliver Using blogs in higher education. 2008. A Pilot Study on How Online Journaling Can Be Effective in Language Learning. Proceedings ascilite Melbourne 2008.
3. Montero-Fleta Begoña, Pérez-Sabater Carme “*A research on blogging as a platform to enhance language skills*” December 2010 in Procedia - Social and Behavioral Sciences 2(2):773-777.
4. <https://alejandrorioja.com/blog/history-of-blogging/>

## SECȚIA CALCULATOARE, INFORMATICĂ ȘI MICROELECTRONICĂ

### Subsecția BAZE DE DATE

Nr.	Autorul, denumirea lucrării	Pagina
1	<b>Жданов Виктор</b> Обеспечение высокой доступности MS SQL Server.	297
2	<b>Роман Владимир</b> Облачная СУБД Firebase.	299
3	<b>Агаки Татьяна, Паневский Руслан</b> GraphQL – язык запросов и манипулирования данными с открытым исходным кодом.	301
4	<b>Зинган Анна, Кулев Максим</b> Amazon Web services cognito.	303
5	<b>Кулев Максим, Зинган Анна</b> SQL vs No SQL.	305
6	<b>Мокан Вадим</b> Система управления объектной базой данных Realm.	307
7	<b>Паневский Руслан, Агаки Татьяна</b> Объектно-реляционная система управления базами данных PostgreSQL.	309
8	<b>Сидоренко Анастасия</b> Защита персональных данных в СУБД Oracle.	311
9	<b>Чукиту Илья</b> Развертывание sql серверов на операционных системах Linux и macOS.	313
10	<b>Чукиту Максим, Коростинская Валерия</b> Облачная нереляционная база данных Amazon Dynamo: быстро и удобно.	315
11	<b>Чукиту Максим, Коростинская Валерия</b> Облачная реляционная база данных Amazon Aurora: грациозно и элегантно.	317
12	<b>Черней Ирина</b> Объектно - ориентированные базы данных.	319
13	<b>Малыхин Андрей</b> Функциональные преимущества и недостатки Azure Data Studio.	321
14	<b>Дога Ион</b> Выбор правильной базы данных для больших данных	323
15	<b>Дрегля Дмитрий</b> Сильные стороны MySQL для высоконагруженных проектов.	327
16	<b>Жуков Александр</b> Реляционная СУБД MariaDb.	329
17	<b>Кушнир Владислав</b> Распределенные и параллельные системы баз данных.	331
18	<b>Тимофеев Максим</b> Microsoft SQL Server: сравнение изданий.	333
19	<b>Фридман Станислав</b> База данных Microsoft System Center Configuration Manager.	336
20	<b>Рябнина Алиса</b> Реляционная алгебра vs реляционное исчисление.	338

# ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЫСОКОЙ ДОСТУПНОСТИ SQL SERVER

Виктор ЖДАНОВ

Технический университет Молдовы

**Аннотация:** Статья посвящена анализу различных способов обеспечения высокой доступности SQL MS Server. Описана важность обеспечения высокой доступности в работе баз данных. Дано описание применения каждого из способов, описаны плюсы и минусы каждого.

**Ключевые слова:** СУБД, Microsoft SQL Server, отказоустойчивость, обеспечение высокой доступности.

## Введение

Обеспечение высокой доступности (обеспечение отказоустойчивости) SQL Server – очень важная задача. В любой системе иногда происходят сбои и простои. Цена простоя системы может варьироваться от нескольких тысяч до нескольких миллионов долларов, в зависимости от типа и продолжительности отключения, а также типа затронутой системы. Цель большинства организаций: обеспечить высокую максимальную доступность и свести простои – связанные, как и с плановым обслуживанием, так и с программными и аппаратными сбоями – к минимуму.

Обеспечение высокой доступности подразумевает поиск идеального баланса между затратами на оборудование, временем восстановления после сбоев или простоев системы и числом потенциального потерянных транзакций во время выключения. SQL Server предоставляет множество возможностей, например такие как зеркалирование, кластеризация, репликация, благодаря чему специалисты по IT-архитектуре могут создавать системы, идеально соответствующие потребностям и ресурсам своей организации. Сервер базы данных может перестать работать в результате любого из следующих факторов: среда (например, природный катаклизм), отказ оборудования, программная ошибка, разрыв сетевого соединения, человеческое вмешательство. Возможности SQL Server как раз и позволяют, чтобы при возникновении таких сбоев была возможность не потерять важные данные, и при этом быстро восстановить работу базы данных.

## 1. Способы обеспечения высокой доступности.

**Кластеризация** – это технология, позволяющая распределить базу данных на множество независимых узлов, чтобы до критического минимума уменьшить вероятность любых локальных сбоев и ошибок. Физически кластер – это два или более компьютеров (близких по производительности) подключённых к внешнему RAID-массиву, причём у внешнего RAID-контроллера должна быть общая шина SCSI которая обеспечивает подключение к нему более чем одного сервера одновременно. У каждого сервера есть своё имя, но пользователи при обращении к службе, работающей в кластере видят не одно из этих имён, а имя третьего компьютера – виртуального сервера, работу которого и защищает кластер.

**Репликация** (от лат. Replico – повторяю) – это тиражирование изменений данных с главного сервера БД на одном или нескольких зависимых серверах. Главный сервер будет называться мастером, а зависимые – репликами. Одним из плюсов является то, что репликация позволяет создать копию базы данных в географически удалённом пункте, например, в другом центре обработки данных, что, например, может помочь в случае если в районе где расположен один из серверов произошла авария.

**Зеркальное отображение баз данных (database mirroring)** - при использовании этого средства изменения, которые вносятся в БД на одном сервере, мгновенно (или с небольшой задержкой) отображаются в копии БД на другом сервере.

У зеркального отображения БД есть несколько преимуществ: зеркальное отображение баз данных не требует применения специального оборудования, серверы которые участвуют в зеркальном отображении могут находиться далеко друг от друга, в зеркальном отображении используются две отдельные копии БД, что повышает надёжность работы, а также нет необходимости вносить какие-либо изменения в сетевую инфраструктуру или настройки клиентов. Тем не менее, зеркалирование признано Microsoft устаревшей технологией для БД. Минусом зеркалирования является то, что требует дополнительной настройки клиентских приложений, для возможности использования этой технологии.

**AlwaysOn** - в версии Microsoft SQL Server 2012 были усовершенствованы механизмы аварийного восстановления и появились новые решения высокого уровня доступности, объединенные наименованием AlwaysOn. К ним относятся группы доступности AlwaysOn (Availability group) и отказоустойчивые кластерные экземпляры (инстансы) AlwaysOn (Failover Cluster Instance).

Группы доступности AlwaysOn значительно расширяют функциональность зеркалирования баз данных и обеспечивают высокий уровень доступности баз данных приложений с нулевой потерей данных в случае отказа. Эта технология обеспечивает автоматический и ручной перевод базы данных или групп баз данных на резервный ресурс, поддерживает до четырех вторичных реплик и автоматическое восстановление страниц при ошибках. AlwaysOn распределяет нагрузку среди всех участников, при этом все участники должны быть по своим характеристикам максимально похожи между собой.

AlwaysOn поддерживает два режима работы, синхронный и асинхронный. Быстрота переключения в синхронном режиме практически мгновенна, и не требует вмешательства системного администратора, а асинхронном же режиме – всё зависит от текущего состояния БД-дублей, но обычно в среднем до пяти минут.

Именно AlwaysOn признана Microsoft рекомендуемой технологией для обеспечения высокой доступности БД.

### **Заключение**

В любой системе иногда происходят сбои и простои, поэтому обеспечение высокой доступности играет очень важную роль в поддержании отказоустойчивости баз данных, особенно если эти данные очень важны. В SQL Server доступно очень много возможностей обеспечения высокой доступности. Какую именно использовать – зависит от сложности, внешних факторов, и типа базы данных, в которой необходимо достичь высокой доступности. У каждой технологии есть и плюсы, и минусы, и каждая из них может быть эффективно применена при разных условиях.

### **Библиография**

1. Microsoft Docs. Обзор групп доступности AlwaysOn - [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/sql/database-engine/availability-groups/windows/overview-of-always-on-availability-groups-sql-server?view=sql-server-2017>.
2. Джеффри Р.Гарбус. Administering SQL Server. – 450 с.
3. Nabrahabr. Реализация отказа в MS SQL Server 2017 Standard. - [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/post/342248/>
4. Сара Морган. Проектирование и оптимизация доступа к базам данных. – 500 с.
5. Алексей Вишневецкий. Microsoft SQL Server. Эффективная работа – 435 с.
6. Пол Нилсен. SQL Server 2005. Библия пользователя. – 1232 с.
7. Уильямс Станек. SQL Server 2005. Справочник администратора – 522 с.



# ОБЛАЧНАЯ СУБД FIREBASE

Владимир РОМАН

Технический Университет Молдовы, Департамент Программной Инженерии и Автоматики

**Аннотация:** Статья посвящена облачному сервису FireBase. Представлена информация о базе данных, об ее сущности и отличиях от других баз данных, основанных на SQL.

**Ключевые слова:** Firebase, NoSQL, database, облачный сервис.

## Введение

Firebase - это базы данных в режиме реального времени, с которой вы можете передавать данные непосредственно с клиента. Когда вы сохраняете JSON данные на Firebase, изменения отправляются мгновенно для всех клиентов, веб и мобильных устройств, который запросил их. Со встроенным статическим файлом хостингом, пользовательским управлением и правилами безопасности, Firebase поможет вам построить современные приложения быстрее, чем когда-либо. Firebase использует модель, управляемую событиями, чтобы уведомить нас об изменениях в наших данных, а также предоставить данные, когда они впервые приходят. Вы должны быть знакомы с событийно-ориентированным программированием. В модели запрос-ответ, ваше приложение отправляет данные за пределы на ваш сервер. Сервер может взаимодействовать с SQL (или NoSQL) базами данных и, возможно, даже внешним API, прежде чем ответить на ваш клиент с запрошенными данными. После того, как ответ получен, обмен на этом заканчивается. Клиентское приложение всегда знает, когда он будет получать новые данные, потому что оно всегда должен явно запросить его, прежде чем что-либо будет получено.

## 1. Базы данных NoSQL

NoSQL (англ. not only SQL, не только SQL) — термин, обозначающий ряд подходов, направленных на реализацию хранилищ баз данных, имеющих существенные отличия от моделей, используемых в традиционных реляционных СУБД с доступом к данным средствами языка SQL. Применяется к базам данных, в которых делается попытка решить проблемы масштабируемости (англ. scalability) и доступности (англ. availability) за счёт атомарности (англ. atomicity) и согласованности данных (англ. consistency). Под термином NoSQL скрывается большое количество продуктов с абсолютно разными дизайнами и, иногда, при обсуждении разговор может идти о разных системах.

Между традиционными базами данных и NoSQL существует ряд отличий. Реляционные СУБД основаны на принципах ACID: Atomicity – атомарность, Consistency – согласованность, Isolation – изолированность, Durability - надежность.

NoSQL основаны на принципах BASE, данный термин был предложен Эриком Брюером: Basic Availability — базовая доступность — каждый запрос гарантированно завершается (успешно или безуспешно); Soft State - гибкое состояние — состояние системы может изменяться со временем, даже без ввода новых данных, для достижения согласования данных; Eventual Consistency - согласованность в конечном счёте — данные могут быть некоторое время рассогласованы, но приходят к согласованию через некоторое время.

## 2. Что представляет Firebase

**Analytics** — аналитика по приложению: размер аудитории, информация о пользователях, события в приложении и прочее. **Authentication** — пользователи могут привязать свои учетные записи к приложению, а к ним мы можем привязать любые данные. Из коробки поддерживаются следующие провайдеры авторизации: *Google, Facebook, Twitter, GitHub*, анонимный вход и имейл-пароль для своей регистрации. **Realtime Database** — самая настоящая база данных, работает с живыми изменениями в реальном времени. **Storage** — хранилище для файлов пользователей, можно легко сделать персональное хранилище, а можно и делиться файлами. **Hosting** — тут просто моментальное развертывание веб-приложений и мобильных приложений с помощью безопасной глобальной сети доставки контента. **Test Lab for Android** — тестируй приложения *Android* на самых разных устройствах. **App Indexing** — свяжи информацию с веб-сайта с внутренними страницами

приложения, также есть возможность индексировать данные приложения и отображать их в результатах поиска на устройстве. **Crash Reporting** — сбор информации о сбоях в приложении. **Notifications** — уведомления, замена старым **Google Cloud Messaging**. **Remote Config** — способ менять поведение приложения прямо со своего сервера, изменяя нужные параметры. **Dynamic Links** — полезный способ прокинуть контекст в приложение (например, пользователь читал про аспирин на твоём сайте, перешел в маркет, установил приложение, и ему открылась страница с аспирином). **AdMob** — рекламный сервис с множеством форматов, по праву занимает лидирующие позиции в мобильной рекламе. У этой сети рекламы всегда много, и она модерруется.

**Как общаться с Firebase.** В Firebase поддерживаются особенности интеграции с приложениями под операционные системы Android и iOS, реализовано API для приложений на JavaScript, Java, Objective-C и Node.js, также возможно работать напрямую с базой данных в стиле REST из ряда JavaScript-фреймворков, включая AngularJS, React, Vue.js, Ember.js и Backbone.js. Предусмотрено API для шифрования данных.

**Интеграция с Google Cloud.** Firebase является проектом Google, что является причиной полной поддержки интеграции с сервисами IT гиганта. Интеграция с Google Cloud проведена на очень глубоком уровне. Например, Firebase Analytics может экспортировать сырые данные в BigQuery для дальнейшего анализа. Ещё одним хорошим примером интеграции стала привязка вашего аккаунта разработчика в Google Play к учётной записи в Firebase — таким образом консоль становится центром, в который стекаются данные обо всём: начиная с неполадок у пользователей, покупок внутри вашего приложения и особенностями использования у различных групп пользователей, заканчивая финансовыми данными.

**Ценовая Политика.** Большая часть продуктов, включая **Analytics**, **Crash Reporting**, **Remote Config**, и **Dynamic Links** — полностью бесплатны и не имеют каких-либо ограничений. Платные же сервисы — **Test Lab**, **Storage**, **БДРВ** и **хостинг** — обзавелись упрощённой ценовой сеткой.

## Заключение

Данная облачная система имеет богатый функционал, который находится в открытом доступе и предоставлен компанией Google. Так как данная база данных является облачной, это облегчает разработку приложений и программ. С другой стороны данное средство является не релевантным для компаний который не могут по каким-либо причинам раскрывать свои данные в облачные сервисы. Данная база данных является простой, удобной, изящной и бесплатной базой данных реального времени которая общается по средством JSON запросов и ответов и обязательно найдет спрос как у начинающих разработчиков так и у мировых гигантов IT индустрии.

## Библиография

1. Официальный сайт сервиса Firebase. - [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://firebase.google.com/>
2. Firebase. - [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://en.m.wikipedia.org/wiki/Firebase>
3. Официальный твиттер сервиса Firebase. - [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://twitter.com/firebase>
4. Объектно-ориентированные базы данных: достижения и проблемы. - [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.osp.ru/os/2004/03/184042/>
5. М. Аткинсон и др. «Манифест систем объектно-ориентированных баз данных», // СУБД, №4, 1995.

# GRAPHQL – ЯЗЫК ЗАПРОСОВ И МАНИПУЛИРОВАНИЯ ДАННЫМИ С ОТКРЫТЫМ ИСХОДНЫМ КОДОМ

Татьяна АГАКИ, Руслан ПАНЕВСКИЙ

Технический Университет Молдовы, Департамент Программной Инженерии и Автоматики

**Аннотация:** Данная работа посвящена GraphQL. Она освещает историю этого популярного языка запросов, рассказывает о его преимуществах, недостатках и принципе работы. В статье будет рассмотрен пример, показывающий принцип работы GraphQL, а так же будет сделан вывод на основе рассмотренного материала.

**Ключевые слова:** GraphQL, язык запросов, данные, запрос, таблицы.

## Введение

GraphQL — это стандарт декларирования структуры данных и способов получения данных, который выступает дополнительным слоем между клиентом и сервером. GraphQL был разработан в большом старом Facebook, но даже гораздо более простые приложения могут столкнуться с ограничениями традиционных REST API интерфейсов.

Представьте, что необходимо отобразить список записей (posts), и под каждым опубликовать список лайков (likes), включая имена пользователей и аватары. На самом деле, это не сложно, вы просто измените API posts так, чтобы оно содержало массив likes, в котором будут объекты-пользователи. Но затем, при разработке мобильного приложения, оказалось, что из-за загрузки дополнительных данных приложение работает медленнее. Так что вам теперь нужно два endpoint, один возвращающий записи с лайками, а другой без них. Добавим ещё один фактор: оказывается, записи хранятся в базе данных MySQL, а лайки в Redis! Что же теперь делать?!

Facebook придумал концептуально простое решение: вместо того, чтобы иметь множество "глупых" endpoint, лучше иметь один "умный" endpoint, который будет способен работать со сложными запросами и придавать данным такую форму, какую запрашивает клиент.

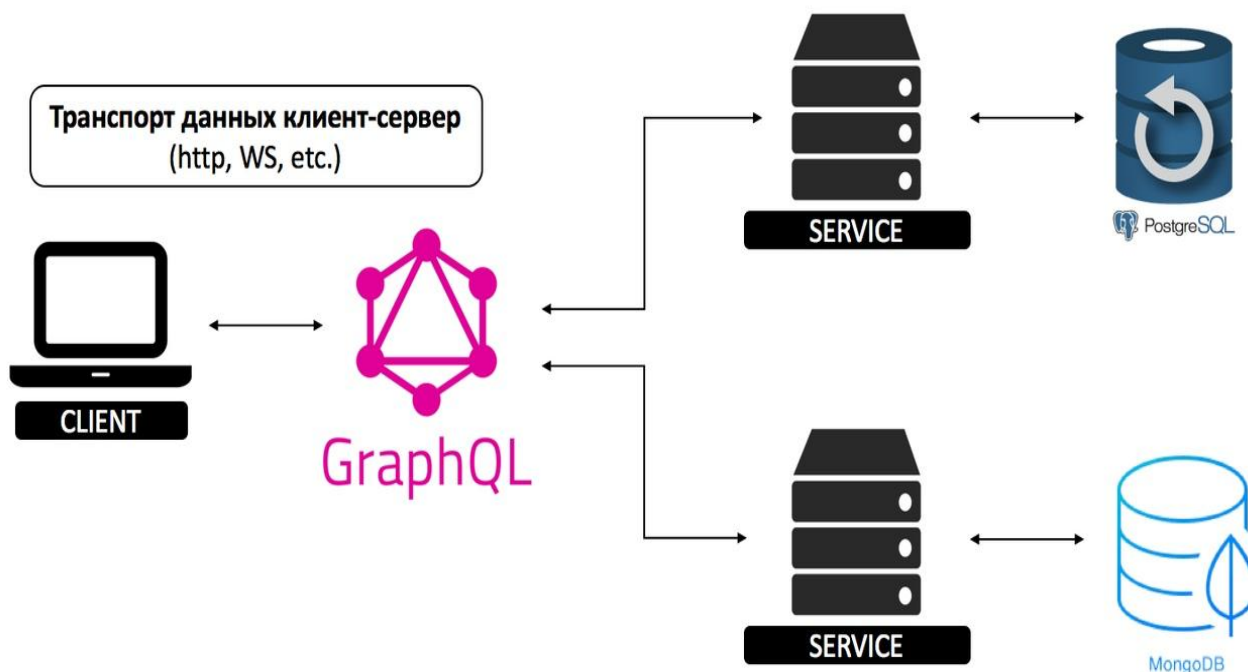


Рис. 1 Транспорт данных клиент-сервер.

Фактически, слой GraphQL находится между клиентом и одним или несколькими источниками данных; он принимает запросы клиентов и возвращает необходимые данные в соответствии с переданными инструкциями. Данный вид обработки данных показан на рисунке 1. GraphQL похож на личного помощника: вы можете передать ему адреса нескольких мест, а затем просто запрашивать то, что вам нужно и ждать их получения.

Одной из основных возможностей GraphQL является то, что структура и объем данных определяется клиентским приложением. GraphQL — это стандарт декларирования структуры данных и способов получения данных, который выступает дополнительным слоем между клиентом и сервером. GraphQL является действительно хорошей альтернативой REST API, делает front-end программирование очень легким, так как позволяет использовать единственный endpoint.

## 1. Наиболее важные проблемы, которые решает GraphQL

*Необходимость несколько раз обращаться за данными* для рендеринга компонента. GraphQL позволяет получить все необходимые данные за один запрос к серверу.

*Зависимость клиента от сервера.* С помощью GraphQL клиент общается на универсальном языке запросов, который отменяет необходимость для сервера жестко задавать структуру или состав возвращаемых данных и не привязывает клиента к конкретному серверу.

*Неэффективные способы разработки.* На GraphQL разработчики описывают необходимые для интерфейса данные с помощью декларативного языка. Разработчики сосредоточены на том, что хотят получить, а не как это сделать. Данные, необходимые для UI, тесно связаны с тем, как эти же данные описываются в GraphQL.

Facebook использовал GraphQL с 2012 г., еще до перехода этого языка в open source. Именно Facebook – та движущая сила, что отвечает за разработку спецификации GraphQL и ее справочной реализации на языке JavaScript. Итак, работая с GraphQL, вы уже стоите на плечах гигантов. Однако, и другие хорошо известные компании применяют этот язык в своих приложениях. Они инвестируют в экосистему GraphQL, поскольку современные приложения колоссально нуждаются именно в таком языке.

## Заключение

В заключении перечислим некоторые возможности GraphQL, которые значительно облегчают работу с данными и их обработку:

- Несколько наборов данных в одном запросе;
- Фильтрация;
- Ограничение доступа;
- Авто генерируемая схема;
- Запросы (базовые, вложенные объекты, список из простых типов);
- Полнофункциональный парсер.

Если база данных представляла бы собой публичную библиотеку, то GraphQL стал бы библиотекарем. Он слушает Ваши запросы и определяет, что Вам нужно. Затем он идет вдоль книжных полок и находит данные, которые Вы просили. Книжные полки в этой аналогии являются таблицами базы данных.

## Библиография

1. A query language for your API. - [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://graphql.org>
2. GraphQL API v4. - [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://developer.github.com/v4/>
3. Что же такое этот GraphQL? - [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/326986/> - 2017
4. Алекс Банкс и Ив. Порселло. - Learning GraphQL: Declarative Data Fetching for Modern Web Apps – 2018.

# AMAZON WEB SERVICES COGNITO

Анна ЗИНГАН, Максим КУКЛЕВ

Технический Университет Молдовы, Департамент Программной Инженерии и Автоматики

**Аннотация:** В данной работе проводится описание возможностей и принципа работы базы данных Amazon Cognito.

**Ключевые слова:** база данных, веб-сервисы Amazon, User Pools, Identity Pools.

## 1. Назначение, компоненты и возможности Amazon Cognito

Amazon Cognito – это веб-сервис, предоставляемый компанией Amazon. Это простая в использовании, и вместе с тем, надёжная база данных, предназначенная для авторизации, регистрации и контроля доступа пользователей к веб-ресурсу или мобильному приложению.

Двумя основными компонентами Amazon Cognito являются сервисы User Pools и Identity Pools.

User Pools позволяют создавать профили и токены аутентификации для всех типов пользователей: как для тех, кто регистрируется в приложении напрямую, так и для тех, кто авторизуется через социальные или корпоративные сети. Данный сервис обладает способностью к масштабированию до десятков и даже сотен миллионов пользователей, а для его настройки нет необходимости прибегать к созданию специальной серверной инфраструктуры.

Сервис Identity Pools позволяет выдавать пользователям доступ к другим веб-сервисам Amazon. Он сохраняет информацию о том, какие платформы, девайсы и операционные системы используются для входа тем или иным пользователем. Данная информация синхронизируется с веб-сервисами Amazon каждый раз, когда пользователь находится в сети. Информация, предоставляемая сервисом Identity Pools необходима для определения и назначения ролей для пользователей.

Сервисы User Pools и Identity Pools можно использовать и вместе, и по отдельности. В качестве примера совместного использования можно рассмотреть типичный рабочий сценарий, целью является аутентификация юзера и выдача доступа к другому сервису AWS.

На первом шаге пользователь авторизуется через user pool и получает соответствующие токены после успешной аутентификации. Затем ваше приложение обменивает токены на credenциалы AWS с использованием identity pool. Теперь пользователь может воспользоваться этими credenциалами для получения доступа к другим сервисам AWS, к примеру, Amazon S3 и DynamoDB (рисунок 1).

Amazon Cognito позволяет своим пользователям пользоваться для авторизации такими распространёнными поставщиками социальных удостоверений, как Google, Facebook и Amazon, и поставщиками корпоративных удостоверений на основе SAML.

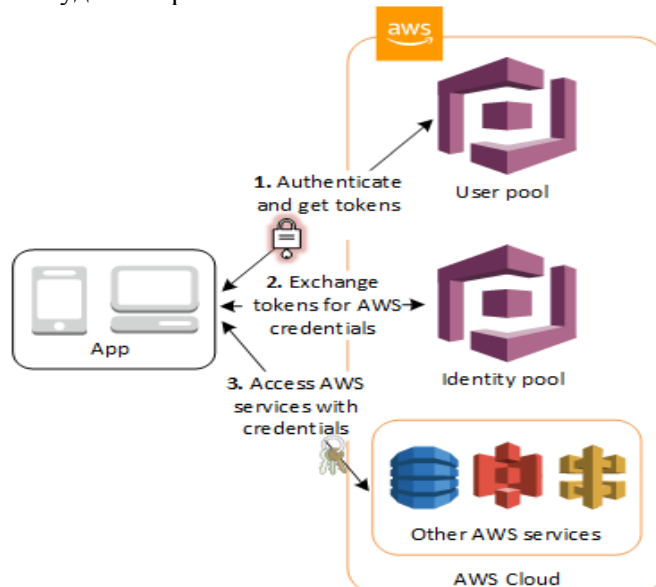


Рисунок 1 – Рабочий сценарий Amazon Cognito

Среди возможностей Amazon Cognito есть многофакторная аутентификация и шифрование данных во время их передачи и хранения. Обеспечиваемый ею уровень конфиденциальности подходит даже для организаций с самыми высокими требованиями к безопасности. Amazon Cognito соответствует требованиям HIPAA, PCI DSS, SOC, а также стандартам ISO/IEC 27001, ISO/IEC 27017, ISO/IEC 27018 и ISO 9001.

Дополняют список возможностей Amazon Cognito адаптивная аутентификация и защита от использования скомпрометированных учетных данных. Адаптивная аутентификация – это механизм, основанный на анализе риска и обеспечивающий безопасность как пользователей приложения, так и самого приложения в целом. Такие подозрительные действия, как попытка входа с не использовавшегося ранее устройства или из неизвестной локации, могут как принудить пользователя пройти дополнительную проверку, так и вовсе отказать ему в доступе.

## **Заключение**

Сохранение и синхронизация пользовательских данных, а также встроенный настраиваемый интерфейс для регистрации и авторизации пользователей делают Amazon Cognito достойным подспорьем любому разработчику мобильных и веб-приложений, позволяя не беспокоиться об организации и поддержке back-end архитектуры приложения.

## **Библиография**

1. What is Amazon Cognito? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.aws.amazon.com/cognito/latest/developerguide/what-is-amazon-cognito.html>
2. Amazon Cognito – простая и безопасная регистрация и авторизация пользователей. - [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://aws.amazon.com/ru/cognito/>
3. Amazon Cognito – вопросы и ответы. - [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://aws.amazon.com/ru/cognito/faqs/>
4. AWS на понятном русском – шпаргалка по веб-сервисам Amazon. - [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://tproger.ru/translations/aws-in-plain-russian/>
5. AWS представляет мобильные средства нового поколения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://cloudzone.ru/community/blogs/amazon\\_com/358.html](http://cloudzone.ru/community/blogs/amazon_com/358.html)

# SQL vs NoSQL

Максим КУКЛЕВ, Анна ЗИНГАН

Технический Университет Молдовы, Департамент Программной Инженерии и Автоматики

**Аннотация:** В данной работе проводится сравнение использования реляционных и нереляционных баз данных, основанных на управлении SQL, либо NoSQL.

**Ключевые слова:** базы данных, реляционные базы данных, нереляционные базы данных, workflow, сравнение.

## Введение

Мир технологий баз данных держится на двух больших колоннах: реляционных и нереляционных баз данных, или SQL и NoSQL. Эти две структуры кардинально отличаются друг от друга в строении, замысле, проектировании, подходах к хранению информации. Однако какие из различий можно вывести на первый план, чтобы продемонстрировать разницу между этими двумя видами? Какую из моделей выбирать для своего проекта?

Говоря об общих сведениях, известно, что **реляционные БД** хранят структурированные данные, представляющие объекты реального мира. Например, информация о человеке, об ассортименте супермаркета и так далее. Всё это сгруппировано в таблицы, формат которых задаётся в процессе проектирования (рис. 1b).

**Нереляционные**, в свою очередь, выглядят несколько иначе. Базы с информацией о документах могут быть выстроены иерархически. Могут быть объекты с произвольным набором атрибутов, а то, что в реляционной БД разбивается на взаимосвязанные таблицы, здесь может содержаться в виде целостной сущности. (рис. 1a). Также известно, что нереляционные базы лучше поддаются масштабированию.

## 1. Преимущества SQL и NoSQL БД

Как правило, при выборе следует склониться в сторону SQL-баз, когда ваш проект подходит по двум следующим параметрам:

- База данных должна соответствовать требованиям ACID (атомарность, непротиворечивость, изолированность и долговечность), что позволяет уменьшить риск неожиданного поведения системы и обеспечить целостность базы. NoSQL, напротив, ставят в приоритет гибкость и скорость, нежели целостность хранимой информации;
- Данные должны быть структурированы, структура не подвержена частым изменениям. Если организация не находится в стадии экспоненциального роста, вероятно, не найдётся веских причин выбирать БД, вольно обращающуюся с данными и нацеленную на обработку огромных объёмов информации.

При использовании NoSQL-баз выделяют следующие преимущества:

- Хранение больших объёмов неструктурированной информации. База данных NoSQL не накладывает ограничений на введённые данные. Помимо этого, можно добавлять новые типы данных в процессе работы;
- Использование облачных вычислений и хранилищ. Данные должны легко распределяться между несколькими серверами для масштабирования;
- Быстрая разработка. Для agile-проектов не подходит реляционная модель, так как она замедляет работу.



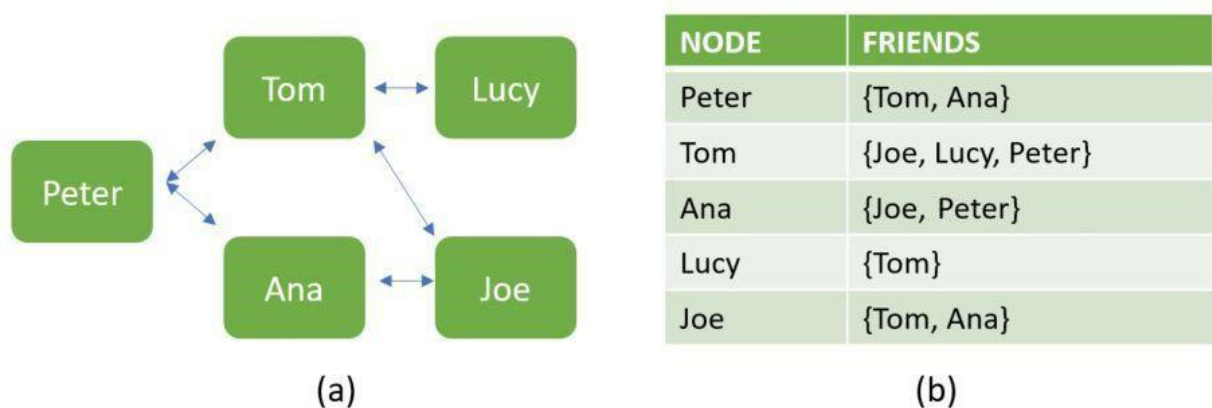


Рисунок 1 Представление данных в нереляционных (a) и реляционных (b) базах данных.

Как более продвинутый пример, для демонстрации того, когда SQL предпочтительнее NoSQL, рассмотрим особенности применения в NoSQL-базах алгоритмов уплотнения. Проблема заключается в том, что в некоторых NoSQL-базах (например, в CouchDB и HBase) постоянно приходится формировать так называемые sstables — строковые таблицы в формате ключ-значение, отсортированные по ключу. В такие таблицы, которые сохраняются на диск, данные попадают из таблиц, хранящихся в памяти, при их переполнении и в других ситуациях. При интенсивной работе с базой создание таблиц, со временем, приводит к тому, что подсистема ввода-вывода устройства хранения данных становится узким местом для операций чтения данных. Как результат, чтение в NoSQL-базе происходит медленнее, чем запись, что сводит на нет одно из главных преимуществ нереляционных баз данных. Именно для того, чтобы уменьшить этот эффект, системы NoSQL используют, в фоновом режиме, алгоритмы уплотнения данных, пытаясь объединить множество таблиц в одну. Но и сама по себе эта операция весьма ресурсоёмкая, система работает под повышенной нагрузкой.

### Заключение

В итоге стоит сказать, что в современном мире нет противостояния между реляционными и нереляционными базами данных. Вместо этого стоит говорить об их совместном использовании для решения задач, на которых та или иная технология показывает себя лучше всего. Кроме того, всё сильнее наблюдается интеграция этих технологий друг в друга. Например, Microsoft, Oracle и Teradata сейчас предлагают некоторые формы интеграции с Hadoop для подключения аналитических инструментов, основанных на SQL, к миру неструктурированных больших данных.

### Библиография

1. Alon Brody, *SQL или NoSQL — вот в чём вопрос*. - [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/company/ruvds/blog/324936/>
2. Alon Brody, *SQL vs NoSQL: The Differences Explained*. - [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://blog.panoply.io/sql-or-nosql-that-is-the-question>
3. NoSQL. - [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/NoSQL>

# СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ОБЪЕКТНОЙ БАЗОЙ ДАННЫХ REALM

Вадим МОКАН

Технический Университет Молдовы, Департамент Программной Инженерии и Автоматики

**Аннотация:** Данная работа посвящена базе данных Realm. Описаны особенности этой популярной базы данных, её принципы функционирования. Статья даёт ответы на множество вопросов, которыми задаются разработчики мобильных приложений при поиске и выборе оптимальной базы данных, в зависимости от поставленных задач.

**Ключевые слова:** база данных, реляционная, мобильная, React Native, объект, кроссплатформенность, ключ, синхронизация.

## Введение

Realm - это система управления объектной базой данных с открытым исходным кодом, первоначально созданная для мобильных платформ Android, iOS, а также доступна для таких платформ, как Xamarin или React Native, и др. Нативная NoSQL база данных обладает своим собственным ядром. Полностью заменяет старомодные основанные на SQLite базы данных которые являются альтернативой для разработчиков на сегодняшний день.

Стандартные ORM (Object-Relational Mapping) связанные базы данных не обходятся без копирования:

- Данные на диске;
- Данные считываются с диска;
- Копирование исходных данных в десериализованное промежуточное представление в памяти. (выделение памяти);
- Копирование промежуточного представления в языковой уровень в памяти;
- Возврат конечного объекта.

Realm обходится без копирования:

- Вычисляет смещение данных для чтения;
- Считывает из соответственного файла;
- Возврат конечного объекта.

## 1. Особенности Realm

Управление параллельным доступом с помощью многоверсионности - один из механизмов обеспечения параллельного доступа к БД, заключающийся в предоставлении каждому пользователю так называемого «снимка» БД, обладающего тем свойством, что вносимые пользователем изменения в БД невидимы другим пользователям до момента фиксации транзакции. Этот способ управления позволяет добиться того, что пишущие транзакции не блокируют читающих, и читающие транзакции не блокируют пишущих.

В упрощенном виде этот механизм можно представить следующим образом: все операции с данными можно условно разделить на чтение (select), вставку (insert), удаление (delete), обновление (update).

Realm поддерживает ACID транзакции:

**Atomicity** — транзакции атомарны, то есть либо все изменения транзакции фиксируются (commit), либо все откатываются (rollback);

**Consistency** — транзакции не нарушают согласованность данных, то есть они переводят базу данных из одного корректного состояния в другое. Тут можно упомянуть допустимые значения полей, внешние ключи и более сложные ограничения целостности;

**Isolation** — работающие одновременно транзакции не влияют друг на друга, то есть многопоточная обработка транзакций производится таким образом, чтобы результат их параллельного исполнения соответствовал результату их последовательного исполнения;

**Durability** — если транзакция была успешно завершена, никакое внешнее событие не должно привести к потере совершенных ей изменений.

### **Другими особенностями Realm являются:**

- Realm - это не единственная база данных в приложении. Обычно в приложении используется одна SQL база данных, тогда как можно создать множественное количество Realm-ов для работы с данными более эффективно, для их распределения и контроля.
- Realm - не таблица! Таблицы обычно хранят только один вид информации: записи пользователя, сообщения электронной почты и т.д. Realm может содержать несколько видов объектов.
- Realm не является хранилищем документов. Поскольку свойства объектов аналогичны парам ключ: значение, легко представить Realm как хранилище, но объекты имеют определенные схемы, которые поддерживают присвоение значений по умолчанию или их маркировку по мере необходимости.
- Как только объект был добавлен в Realm, все действия, связанные с ним в коде проводятся и в самом Realm автоматически, не нужно вызывать вспомогательный метод для обновления или лишнего добавления в Realm для проведения изменений. Они будут сделаны автоматически.
- Это касается и синхронных объектов Realm, не нужно прилагать никаких усилий для проведения изменений на серверной стороне. Изменяем объект и при дальнейшем подключении устройства к сети, изменения распространятся на сервер и на другие клиенты Realm, которые синхронизируются с этими объектами.

### **Заключение**

Realm сложнее, чем кажется на первый взгляд. Однако все недостатки с лихвой покрываются его мощностью и удобством. Live объекты, нотификации и реактивность, удобный интерфейс и множество других вещей упрощают создание приложений. Полностью же Realm раскрывает себя при построении оффлайн приложений, когда все данные мы получаем из кэша и нам необходимы сложные выборки, а также постоянное обновление данных.

Realm лучше использовать по следующим причинам:

- Быстрые запросы - Realm предоставляет результаты относительно быстрее, чем SQLite, и имеет большую производительность;
- Лёгкость в использовании - Realm гораздо проще в использовании, благодаря тому, что он является объектной базой данных. Просто создав класс, который расширяет класс RealmObject, вы настраиваете абсолютно всё;
- Кроссплатформенность - Хорошая альтернатива SQLite (Android) и CoreData (iOS). Его можно использовать на всех платформах, таких как iOS, Xamarin и React Native;
- Простое создание и хранение данных.

### **Библиография**

1. System Properties Comparison Firebase Realtime Database vs. Realm vs. SQLite. - [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://db-engines.com/en/system/Firebase+Realtime+Database%3BRealm%3BSQLite>
2. Realm Databese. - [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://en.wikipedia.org/wiki/Realm\\_\(database\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Realm_(database))
3. Реалистичный Realm. - [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/328418/>
4. Realm Sync Documentation. - [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.realm.io/sync/>

# ОБЪЕКТНО - РЕЛЯЦИОННАЯ СУБД POSTGRE SQL

Руслан ПАНЕВСКИЙ, Татьяна АГАКИ

Технический Университет Молдовы, Департамент Программной Инженерии и Автоматики

**Аннотация:** данная работа посвящена СУБД PostgreSQL. Она освещает историю этой популярной базы данных, повествует об истоках её возникновения и о пройденном ею пути. Статья даёт ответы на множество вопросов, которыми задаются все без исключения любители этой базы данных.

**Ключевые слова:** Postgre, SQL, архитектура, СУБД, ОРСУБД, POSTQUEL.

## Введение

Postgre SQL — это объектно-реляционная система управления базами данных (ОРСУБД, ORDBMS), основанная на POSTGRES, Version 4.2 — программе, разработанной на факультете компьютерных наук Калифорнийского университета в Беркли. В POSTGRES появилось множество новшеств, которые были реализованы в некоторых коммерческих СУБД гораздо позднее.

PostgreSQL — СУБД с открытым исходным кодом, основой которого был код, написанный в Беркли. Она поддерживает большую часть стандарта SQL и предлагает множество современных функций: сложные запросы, внешние ключи, триггеры, изменяемые представления, транзакционная целостность, многоверсионность.

Объектно-реляционная система управления базами данных, именуемая сегодня PostgreSQL, произошла от пакета POSTGRES, написанного в Беркли, Калифорнийском университете. После двух десятилетий разработки PostgreSQL стал самой развитой СУБД с открытым исходным кодом.

Стоунбрейкер и его студенты разрабатывали новую СУБД в течение восьми лет с 1986 по 1994 год. За этот период в синтаксис были введены процедуры, правила, пользовательские типы и другие компоненты. В 1995 году разработка снова разделилась: Стоунбрейкер использовал полученный опыт в создании коммерческой СУБД Illustra, продвигаемой его собственной одноимённой компанией (приобретённой впоследствии компанией Informix), а его студенты разработали новую версию Postgres — Postgres95, в которой язык запросов POSTQUEL — наследие Ingres — был заменен на SQL.

Разработка Postgres95 была выведена за пределы университета и передана команде энтузиастов. Новая СУБД получила имя, под которым она известна и развивается в текущий момент — PostgreSQL.

## 1. Поддержка стандартов, особенности

В PostgreSQL есть следующие параметры:

Максимальные размер базы данных - нет ограничений, Максимальный размер таблицы - 32 ТБайт, Максимальный размер записи 1,6 ТБайт, Максимальный размер поля - 1 Гбайт, Максимум записей в таблице - Нет ограничений, Максимум полей в записи - 250-1600, в зависимости от типа полей, Максимум индексов в таблице - нет ограничений

Сильными сторонами PostgreSQL считаются:

- высокопроизводительные и надёжные механизмы транзакций и репликации;
- расширяемая система встроенных языков программирования: в стандартной поставке поддерживаются PL/pgSQL, PL/Perl, PL/Python и PL/Tcl; дополнительно можно использовать PL/Java, PL/PHP, PL/Py, PL/R, PL/Ruby, PL/Scheme, PL/sh и PL/V8, а также имеется поддержка загрузки C-совместимых модулей;
- наследование;
- легкая расширяемость.

## 2. Основные возможности

PostgreSQL предоставляет множество различных возможностей, достаточно надежна и имеет хорошие характеристики по производительности. Она работает практически на всех UNIX-платформах, включая UNIX-подобные системы, такие как FreeBSD и Linux. Ее можно применять на Windows NT Server и Windows 2000 Server, а для разработки годятся даже такие системы Microsoft для рабочих станций, как ME. Кроме того, PostgreSQL имеет открытый исходный код.

PostgreSQL выгодно отличается от многих других СУБД. Она обладает практически всеми возможностями, которые есть в других базах данных (коммерческих или Open Source), а также некоторыми дополнительными.

Приведем перечень функциональных возможностей PostgreSQL: Транзакции, Вложенные запросы, Представления, Ссылочная целостность - внешние ключи, Сложные блокировки, Типы определяемые пользователем, Наследственность, Правила, Проверка совместимости версий

### 3. Архитектура PostgreSQL

Одной из сильных сторон PostgreSQL является ее архитектура. Как и многие коммерческие СУБД, PostgreSQL может применяться в среде клиент-сервер, что дает массу преимуществ как пользователям, так и разработчикам.

Основа PostgreSQL составляет серверный процесс базы данных. Он выполняется на одном сервере. (В этой СУБД еще не реализована технология высокой готовности, как в некоторых других коммерческих системах уровня предприятия, которые могут распределять нагрузку между несколькими серверами, добиваясь таким образом дополнительной масштабируемости и устойчивости к внешним воздействиям.

Доступ из приложений к данным базы осуществляется посредством процесса базы данных. Клиентские программы не могут получить доступ к данным самостоятельно, даже если они работают на том же компьютере, на котором выполняется серверный процесс.

Такое разделение клиентов и сервера позволяет построить распределенную систему. Можно отделить клиентов от сервера посредством сети и разрабатывать клиентские приложения в среде, удобной для пользователя. Например, можно реализовать базу данных под UNIX и создать клиентские приложения, которые будут работать в системе Microsoft Windows.

Несколько клиентов подсоединяются к серверу по сети. PostgreSQL ориентирован на протокол TCP/IP - это может быть локальная сеть или Интернет. Каждый клиент соединяется с основным серверным процессом базы данных (на схеме - Postmaster), который создает новый серверный процесс специально для обслуживания запросов на доступ к данным конкретного клиента.

Архитектура клиент-сервер делает возможным разделение труда. Машина-сервер хорошо подходит для хранения и управления доступом к большим объемам данных, она может использоваться как надежный репозиторий. Для клиентов могут быть разработаны сложные графические приложения. В качестве альтернативы можно создать внешний интерфейс на основе Интернета, который предоставлял бы доступ к данным и возвращал результат в виде веб-страниц в стандартный веб-браузер, при этом не требовалось бы никакого дополнительного клиентского программного обеспечения.

### Заключение

У PostgreSQL множество возможностей. Созданный с использованием объектно-реляционной модели, она поддерживает сложные структуры и широкий спектр встроенных и определяемых пользователем типов данных. Она обеспечивает расширенную ёмкость данных и заслужила доверие бережным отношением к целостности данных. Возможно, вам не понадобятся все те продвинутые функции хранения данных, которые мы исследовали в этой статье, но, поскольку потребности могут быстро возрасти, есть несомненное преимущество в том, чтобы иметь всё это под рукой.

PostgreSQL чрезвычайно богат функциональными возможностями, с множеством встроенных “фич” и бесчисленным количеством способов их индивидуализации и расширения для удовлетворения ваших потребностей. Добавьте к этому общепризнанную надежность и зрелость, и станет ясно, почему это решение для баз данных стоит усилий любого крупного предприятия. При этом, PostgreSQL остаётся доступным и эффективным также и для небольших проектов.

### Библиография

1. PostgreSQL.- [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/PostgreSQL>
2. Что такое PostgreSQL? Плюсы и минусы бесплатной базы данных.- [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://oracle-patches.com/common/3214-%D1%87%D1%82%D0%BE-%D1%82%D0%B0%D0%BA%D0%BE%D0%B5-postgresql>
3. Когда использовать неструктурированные типы данных в PostgreSQL? Сравнение Hstore vs. JSON vs. JSONB.- [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/post/306602/comments/>
4. Чем PostgreSQL лучше других SQL баз данных с открытым исходным кодом. Часть 2.- [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/post/302160/>

# ЗАЩИТА ПЕРСОНАЛЬНЫХ ДАННЫХ В СУБД ORACLE

Анастасия СИДОРЕНКО

Технический Университет Молдовы, Департамент Программной Инженерии и Автоматики

**Аннотация:** В данной статье раскрывается технология защиты персональных данных в одной из самых распространенных СУБД на сегодняшний день – Oracle Database. Приведен пример механизма шифрования, используемого в рассматриваемой СУБД – прозрачное шифрование данных.

**Ключевые слова:** база данных, прозрачное шифрование, конфиденциальность, Oracle, защита.

## Введение в понятие шифрования данных

В современном мире, где информация становится одним из основных ресурсов в экономике, становится все труднее обеспечивать защиту данных от злоумышленников. Заполняя анкету на Интернет-форуме или делая заказ в онлайн-магазине, личные данные пользователя попадают напрямую в базу данных приложения. Существуют различные меры предосторожности для сохранения информации в базе данных и обеспечения ее конфиденциальности и целостности, например, проектирование безопасной системы, шифрование конфиденциальных активов, а также создание брандмауэра вокруг серверов баз данных. Данные методы могут быть очень эффективны для достижения вышеназванной цели, но в одном случае они не смогут уберечь личные данные от кражи – в случае похищения физических носителей хранения базы данных. Тогда в ход вступает технология шифрования конфиденциальных данных и соответствующая защита ключей, используемых в криптографическом процессе, с помощью так называемых сертификатов.

## 1. Шифрование данных в СУБД Oracle Database

На сегодняшний день одной из самых распространенных и надежных систем управления базами данных является объектно-реляционная СУБД Oracle Database, созданная в 1979 году группой американских программистов: Ларри Эллисон, Боб Майнер и Эд Оутс. Своей надежностью она обязана поддержкой технологии прозрачного шифрования данных, которая в англоязычных источниках называется TDE, то есть Transparent Data Encryption. TDE входит в состав опции Oracle Advanced Security с версии 10g, выпущенной на пользовательский рынок в 2005 году. Эта технология позволяет «прозрачно» для приложений шифровать данные на уровне колонок таблиц или табличных пространств.

Прозрачное шифрование позволяет защитить различные конфиденциальные данные: от номеров кредитных карт и банковских реквизитов до номеров социального и медицинского страхования. Значительным преимуществом прозрачного шифрования является тот факт, что зашифрованные данные видны в своем первоначальном виде для разработчика базы данных или для пользователя, имеющего доступ к базе данных, что значительно упрощает манипуляцию данными для ИТ-специалиста.

Теперь стоит рассмотреть технологию прозрачного шифрования данных в рамках системы управления базами данных Oracle Database. Здесь используется аутентификация, авторизация и другие механизмы обеспечения безопасности данных непосредственно в базе данных, но не в файлах данных операционной системы, что и делает их наиболее уязвимыми для злоумышленников. Именно для защиты этих данных предусмотрена поддержка TDE в СУБД Oracle.

Как было отмечено ранее, прозрачное шифрование может применяться по отношению к столбцам таблиц: как к одному, так и ко всем, а также к табличным пространствам. Однако для понимания принципа прозрачного шифрования данных достаточно рассмотреть механизм TDE лишь на уровне колонок. Например, если таблица имеет четыре столбца, два из которых необходимо подвергнуть процессу шифрования то сервер Oracle Database генерирует один зашифрованный ключ. Таким образом, на диске значения обычных столбцов будут храниться в виде текста, а зашифрованные столбцы будут представлены в шифрованном формате. В случае, когда пользователь захочет выбрать зашифрованные столбцы, сервер Oracle прозрачно для приложения извлечет из словаря данных ключ шифрования таблицы, а главный ключ из так называемого «бумажника», который представляет собой файл, защищенный паролем, для хранения ключей шифрования, паролей, а также личных ключей, сертификатов, и находящийся в файловой системе сервера базы данных. На следующем шаге происходит расшифровка данных сервером и возвращение их

пользователю в виде обычного текста. Ключи, с помощью которых и происходит процесс шифрования персональных данных в технологии TDE хранятся в модуле защиты внешне по отношению к базе данных. Таким образом, даже в случае, когда злоумышленник получает доступ к базе данных, он не сможет провести криптоанализ и расшифровать данные без знания пароля бумажника. Этот факт обеспечивает еще один уровень защиты персональных данных в СУБД Oracle.

После рассмотрения технологии прозрачного шифрования данных с теоретической точки зрения стоит взглянуть, как данный механизм ведет себя на практике, а именно – как ИТ-специалист может настроить и установить TDE для своей базы данных в СУБД Oracle.

Первым шагом в этом процессе станет открытие упомянутого выше бумажника и определение его местоположения. Для удобства использования Oracle прописывает путь хранения бумажника в файле `sqlnet.ora`, который по умолчанию будет иметь значение `$ORACLE_BASE/admin/$ORACLE_SID/wallet`. Однако можно установить пользовательское значение, прописав в данном файле следующие строки:

```
ENCRYPTION_WALLET_LOCATION = (SOURCE (METHOD=file)
(METHOD_DATA=(DIRECTORY=<пользовательское_значение_директории>)))
```

После успешного определения расположения бумажника можно приступить к его непосредственному созданию, путем выполнения следующего оператора, который не только создает бумажник в указанном каталоге, но и открывает его для хранения и извлечения главного ключа средствами TDE: `alter system set encryption key authenticated by "remnant";` Чтобы шифровать столбцы таблиц, используя средства прозрачного шифрования, все, что достаточно сделать, это добавить к определениям самих столбцов дескриптор `ENCRYPT`. Однако до этого необходимо решить и установить какой именно тип шифрования будет использоваться и какой будет длина ключа. Стоит отметить, что по умолчанию СУБД Oracle использует алгоритм шифрования AES (Advanced Encryption Standard) с 192-битовым ключом.

Для рассмотрения примера использования шифрования в случае уже существующей таблицы, можно предположить, что в базе данных имеется отношение, определенное следующим образом:

ACCOUNT_NUMBER	NUMBER
ACCOUNT_NAME	VARCHAR(20)
SSN	VARCHAR(10)

При создании этой таблицы не было указано, стоит ли применять шифрование к одному или нескольким ее столбцам, поэтому данные в настоящий момент времени представлены в виде обычного текста. Можно предположить, что требуется применить алгоритм AES с ключом в 128 бит для шифрования столбца `SSN`. Тогда необходимо выполнить оператор `alter table accounts modify (ssn encrypt using 'AES128');` который не только создает ключ шифрования для указанной таблицы, но и преобразовывает все значения столбца `SSN` в формат, соответствующий алгоритму шифрования.

## Заключение

Встроенные в СУБД Oracle Database механизмы шифрования конфиденциальных данных отвечают нуждам и требованиям современных разработчиков и клиентов к архитектуре и безопасности базы данных. Технология прозрачного шифрования данных полностью интегрирована в систему Oracle, что делает ее использование наиболее удобным для ИТ-специалиста. Но не только удобство и относительная простота использования делают данный механизм одним из самых распространенным в среде разработки и проектирования базы данных, ведь, как было сказано ранее, он обеспечивает очень высокий уровень безопасности и надежности хранения персональных данных пользователей, защищая их даже от угрозы физической кражи.

## Библиография

1. А. Нанда, Прозрачное шифрование данных – М.: Oracle Magazine – 2005
2. А. Л. Додохов, А. Г. Сабанов, Исследование применения СУБД Oracle для защиты персональных данных – 2011
3. ArcGIS, Прозрачное шифрование данных (TDE) для рабочей области Reviewer в Oracle. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://desktop.arcgis.com/ru/arcmap/latest/extensions/data-reviewer-guide/admin-dr-oracle/transparent-data-encryption-tde-for-the-reviewer-workspace-in-oracle.htm>
4. ISO27000, Обеспечение защиты персональных данных в СУБД Oracle. - [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.iso27000.ru/chitalnyi-zai/zaschita-personalnyh-dannyh/obespechenie-zaschity-personalnyh-dannyh-v-subd-oracle>



# РАЗВЕРТЫВАНИЕ SQL СЕРВЕРОВ НА ОПЕРАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ LINUX И MacOS

Илья ЧУКИТУ

Технический Университет Молдовы, Департамент Программной Инженерии и Автоматики

**Аннотация:** Статья посвящена разворачиванию SQL серверов на ОС Linux и MacOS. Описана краткая характеристика SQL серверов и способы их установки, запуска и взаимодействия. Перечислены программы для более удобного взаимодействия пользователя с базой данных, дана их краткая характеристика.

**Ключевые слова:** терминал, установка, виртуализация, SQL Server, Server User Interface.

## 1. Краткое описание и разбор установки SQL

Базы данных являются центральным ядром многих компаний, они хранят в себе платежи, личные данные и корпоративную информацию, без которой существование организации станет невозможным. Компании стремятся уменьшить риски потери или утечки информации. Поэтому очень важно, чтобы уже при разворачивании SQL на сервер, пользователь четко понимал все необходимые операции и правильно их выполнил.

Установка многих SQL серверов хоть и является схожей, но таит в себе множество подводных камней, которые могут усложнить разворачивание. Некоторые базы данных вообще не поддерживают изначально работу на некоторых операционных системах. Например, Microsoft SQL не поддерживает стандартную работу на MacOS, поэтому для работы на ней, либо придется ставить виртуальную машину и работать уже на ней, либо использовать альтернативное предложение от самого разработчика. Microsoft предлагает воспользоваться программой «Docker».

Docker — программное обеспечение для автоматизации развёртывания и управления приложениями в среде виртуализации на уровне операционной системы. Позволяет «упаковать» приложение со всем его окружением и зависимостями в контейнер, который может быть перенесён на любую Linux-систему с поддержкой cgroups в ядре, а также предоставляет среду по управлению контейнерами. Изначально использовал возможности LXC, с 2015 года применял собственную библиотеку, абстрагирующую виртуализационные возможности ядра Linux — libcontainer. С появлением Open Container Initiative начался переход от монолитной к модульной архитектуре.

Эта программа, позволяет операционной системе запускать процессы в изолированном окружении на базе специально созданных образов. Несмотря на то, что технологии, лежащие в основе Докера появились до него, именно Docker произвел революцию в том, как сегодня создается инфраструктура проектов, собираются и запускаются сервисы. Docker позволяет выбрать нужное окружение (ОС) и запускать в этой среде необходимые программы. Docker позволяет запускать приложения одной командой, после все необходимые операции будут выполняться на фоне автоматически. Это очень сильно экономит время и ресурсы.

На Linux же вся процедура проводится в несколько консольных команд.

- Импорт из публичного репозитория используя GPG ключ:  
wget -qO- <https://packages.microsoft.com/keys/microsoft.asc> | sudo apt-key add
- Регистрация the Microsoft SQL Server Ubuntu репозитория:  
sudo add-apt-repository "\$(wget -qO- <https://packages.microsoft.com/config/ubuntu/16.04/mssql-server-2017.list>)»
- Запуск следующий команд для установки SQL:  
sudo apt-get update  
sudo apt-get install -y mssql-server
- После завершения установки пакета, запустите mssql-conf установщик и следуйте дальнейшим инструкциям для настройки:  
sudo /opt/mssql/bin/mssql-conf setup
- Как только установка и настройка будет закончена проверьте все:  
systemctl status mssql-server

## 2. Выбор SQL Server User Interface

Работа с серверами возможна и через терминал, но для обычных пользователей и даже для многих программистов это является не самым удобным вариантом для работы с БД.

Для эффективной работы необходима программа для повышения удобства работы с серверами. Интерфейс этих приложений представляет собой несколько окон для удобной работы с БД. Слева находится файловая система БД, в центре окно для презентации кода, диаграмм, скриптов и т.д. Справа находится панель инструментов и параметров для работы с БД (не всегда). Внизу же находится окно сообщений, с выводом таблиц, информации, ошибок, и других результатов запросов.

Был подобран некоторый список программ, подходящих для наших нужд:

**SQL Operations Studio (SQLOPS)** – создан компанией microsoft и доступен для Windows, macOS и Linux. Разрабатывался для работы с Microsoft Azure SQL Database, является бесплатным. Доступен на macOS, Linux и Windows (рис.1).

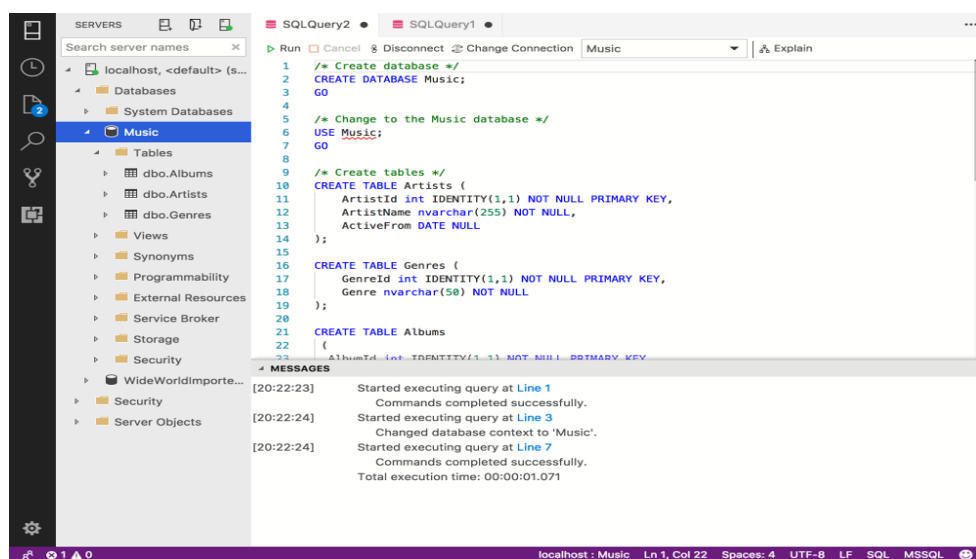


Рисунок 1 – Интерфейс программы SQL Operation Studio.

**Microsoft Visual Code** - редактор, разработанный Microsoft. Позиционируется как «лёгкий», кроссплатформенный и бесплатный. Доступен для macOS, Windows и Linux.

**DataGrip** - Программное обеспечение JetBrains DataGrip представляет собой IDE-инструмент для работы с базами данных. Доступна для Windows, macOS и Linux.

**TablePlus** - Современная и удобная база данных разработанная для работы с MySQL, PostgreSQL, SQLite и т.д. Работает на Windows, Linux и macOS.

## Заключение

Тематика статьи не является, сложной, но вероятность совершить ошибку при выполнении простых действий не так уж и мала, а последствия неудачного развертывания могут отнять много времени на их устранение. Из нее также можно вычесть урок, что не все базы данных могут нативно работать на операционных системах MacOS и Linux, и потребуют для своей работы виртуальную машину или специальное ПО типа Docker. Поэтому, стоит учитывать выбор базы данных не только на личном опыте и предпочтениях к БД, но и ее поддержки на определенных операционных системах. Microsoft SQL Server предпочтительнее использовать на операционной системе Windows.

## Библиография

1. Microsoft SQL documentation. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.microsoft.com/en-us/sql/?view=sql-server-2017>
2. Как установить MySQL сервер на Mac OS X. - [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vladster.net/ru/как-установить-mysql-сервер-на-mac-os-x/>
3. Лучшие БД для Linux. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://losst.ru/luchshie-bazy-dannyh-dlya-linux>
4. Руководство по Ubuntu Server. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://help.ubuntu.ru/wiki/руководство\\_по\\_ubuntu\\_server/базы\\_данных](https://help.ubuntu.ru/wiki/руководство_по_ubuntu_server/базы_данных)

# ОБЛАЧНАЯ НЕРЕЛЯЦИОННАЯ БАЗА ДАННЫХ AMAZON DYNAMO DB: ПРОСТО И УДОБНО

Максим ЧУКИТУ, Валерия КОРОСТИНСКАЯ

Технический Университет Молдовы, Департамент Программной Инженерии и Автоматики

**Аннотация:** Данная работа посвящена нереляционной serverless базе данных Amazon DynamoDB, предоставляемой компанией Amazon Web Services, её ключевым особенностям, истории создания и становления одной из самых популярных serverless баз данных.

**Ключевые слова:** база данных, NoSQL, DynamoDB, Amazon, Web Services, облако, cloud, serverless, масштабируемость.

## Введение

В мире информационных технологий всегда существовала потребность в записи, хранении и чтении информации. Эта потребность привела к появлению и развитию множества различных типов физических накопителей, файловых систем и, конечно же, баз данных.

Существует множество различных решений по хранению информации на любой вкус и цвет: реляционные и нереляционные, SQL и NoSQL, но все они обладают одним существенным недостатком: необходимостью сервера для размещения, который также нуждается в обслуживании и улучшении при достижении пика производительности. Хотя, вернее сказать, обладали, ведь и эта проблема была решена с появлением облачных технологий. Но обо всём по порядку. И, пожалуй, стоит начать с того, что Amazon Web Services.

## 1. Amazon Web Services

Amazon Web Services (AWS) является дочерней компанией Amazon.com, предоставляющей платформу облачных вычислений частным лицам, компаниям и правительствам на платной подписке. Эта платформа предоставляет пользователям в своё распоряжение виртуальный кластер компьютеров, доступный постоянно через Интернет.

Amazon Web Services в значительной степени (наряду с Google Cloud Platform) повлияли на формирование концепции облачных вычислений в целом, и определили основные направления развития публичной модели развёртывания. Длительное время Amazon Web Services было крупнейшим в мире по выручке публичным облаком, во второй половине 2010-х годов уступив по этому показателю Azure от Microsoft, при этом сохраняя доминирование в сегментах инфраструктурных и платформенных услуг. По состоянию на 2017 год годовая выручка от услуг AWS превысила \$20 млрд, что составило около 11,5 % доходов Amazon.

Ввиду огромного количества все сервисы разбиты на семейства сервисов. Одним из сервисов, предоставляемых платформой AWS, является Amazon DynamoDB.

## 2. Amazon DynamoDB

Нереляционная NoSQL база данных Amazon DynamoDB была представлена в середине января 2012 года. Ключевой особенностью DynamoDB, делающей её столь привлекательной является serverless подход, который позволяет забыть о проблемах масштабирования базы данных, необходимости обслуживания и настройки сервера и о других неудобствах, присущих серверным базам данных.

Как заявляет Jeff Barr в статье посвящённой релизу новой базы данных, DynamoDB позволяет пользователю хранить такой объём данных, который ему необходим, и получать к ним доступ так часто, как ему необходимо, с предсказуемой производительностью, обеспечиваемой использованием твердотельного диска, более известного как SSD.

DynamoDB работает на основе “предоставленной пропускной способности” (provisioned throughput). Пользователю достаточно указать необходимую пропускную способность для записи и чтения (отдельно друг от друга) при создании таблицы DynamoDB. За кулисами же всё будет настроено таким образом, чтобы удовлетворить потребности пользователя, сохраняя при этом задержку в миллисекундах. Позже, при росте потребностей пользователя, он может просто увеличить выделенную пропускную способность (или наоборот уменьшить). Данное изменение можно

произвести онлайн, без простоев и без влияния на общую пропускную способность. Другими словами, пользователь имеет возможность изменять масштаб, даже когда база данных обрабатывает запросы.

Однако многие рабочие нагрузки имеют циклический характер или их сложно предсказать заранее. Например, приложение для социальных сетей, в котором большинство пользователей активны в дневное время. База данных должна быть в состоянии обрабатывать дневную активность, но нет необходимости в одинаковых уровнях пропускной способности ночью. Такие виды рабочих нагрузок часто требуют ручного вмешательства для увеличения или уменьшения ресурсов базы данных в ответ на различные уровни использования.

Сервис Amazon DynamoDB обладает опцией автоматического масштабирования для динамической настройки выделенной пропускной способности от вашего имени в ответ на фактические схемы трафика. Это позволяет увеличить свою подготовленную емкость для чтения и записи, чтобы обрабатывать внезапные увеличения трафика без регулирования. Когда рабочая нагрузка уменьшается, автоматическое масштабирование приложения уменьшает пропускную способность, поэтому пользователь не платит за неиспользованную выделенную емкость.

Другим немаловажным достоинством является то, что Amazon DynamoDB смехотворно проста в использовании. Только что созданные таблицы обычно готовы к использованию уже через одну или две минуты. Как только таблица будет готова, пользователь просто начинает хранить в ней необходимые ему данные в необходимом ему количестве, оплачивая при этом только используемое хранилище (нет необходимости предварительно выделять хранилище). За кадром же позаботятся о том, чтобы предоставить достаточно места для хранения.

Каждая таблица должна иметь первичный индекс. Существует два типа первичных ключей: простые хэш-ключи и составные хэш-ключи с диапазонными ключами.

Простые хэш-ключи создают абстракцию распределенной хэш-таблицы (Distributed Hash Table) и используются для индексации уникального ключа. Ключ хэшируется по нескольким разделам обработки и хранения для оптимального распределения рабочей нагрузки.

Составные хэш-ключи с диапазонными ключами предоставляют возможность создания первичного ключа, который состоит из двух атрибутов - атрибута hash и атрибута range. Когда вы выполняете запрос к ключу этого типа, атрибут hash должен соответствовать уникально, но для атрибута range можно указать диапазон (от низкого до высокого). Такой подход может быть использован для выполнения запросов, таких как «все заказы от Джеффа за последние 24 часа».

Каждый элемент в таблице DynamoDB состоит из набора пар ключ/значение. Каждое значение может быть строкой, числом, набором строк или набором чисел.

## **Выводы**

Вне всяких сомнений Amazon DynamoDB является крайне привлекательным решением для хранения данных. Данный сервис невероятно прост в использовании, решает проблемы масштабирования и при этом является экономически выгодным для пользователя за счёт автоматического увеличения и уменьшения выделенной пропускной способности в зависимости от фактической нагрузки. Многие известные компании такие как Nike Digital, Samsung, Snap Inc., Netflix, Tinder и Amazon отдали предпочтение именно этому сервису. Возможно, и вам стоит попробовать?

## **Библиография**

1. Jeff Barr, «Amazon DynamoDB – Internet-Scale Data Storage the NoSQL Way».- [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://aws.amazon.com/ru/blogs/aws/amazon-dynamodb-internet-scale-data-storage-the-nosql-way/>
2. Amazon DynamoDB Developer Guide (API Version 2012-08-10), «Managing Throughput Capacity Automatically with DynamoDB Auto Scaling».- [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://docs.aws.amazon.com/en\\_us/amazondynamodb/latest/developerguide/AutoScaling.html](https://docs.aws.amazon.com/en_us/amazondynamodb/latest/developerguide/AutoScaling.html)
3. Amazon DynamoDB. Быстрый и гибкий сервис баз данных NoSQL для любого масштаба.- [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://aws.amazon.com/ru/dynamodb/>
4. Jeff Barr, «Announcing BatchWriteItem for DynamoDB».- [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://aws.amazon.com/ru/blogs/aws/announcing-batchwriteitem-for-dynamodb/>

# ОБЛАЧНАЯ РЕЛЯЦИОННАЯ БАЗА ДАННЫХ AMAZON AURORA: ГРАЦИОЗНО И ЭЛЕГАНТНО

Максим ЧУКИТУ, Валерия КОРОСТИНСКАЯ

Технический Университет Молдовы, Департамент Программной Инженерии и Автоматики

**Аннотация:** Данная работа посвящена реляционной serverless базе данных Amazon Aurora, предоставляемой компанией Amazon Web Services, её ключевым особенностям, истории развития и становления первой в мире serverless relational database service (RDS).

**Ключевые слова:** база данных, SQL, MySQL, PostgreSQL, Amazon Web Services, облако, cloud, serverless, масштабируемость, безопасность.

## Введение

В последние годы с развитием сетевых технологий всё большую популярность в мире приобретают бессерверные вычисления, которые предоставляют ряд преимуществ в сравнении с “классическими” серверными вычислениями. Многие известные компании такие как “The Coca-Cola Company”, “iRobot”, “Autodesk”, “MLB Advanced Media”, “SQUARE ENIX”, “Netflix”, а также многие другие фирмы, используют облачные вычисления для своих постоянных нужд.

Конечно же, облачные технологии не могли обойти стороной и базы данных. В результате возникло множество различных решений бессерверных хранилищ на все случаи жизни. Подробное описание и сравнение всех облачных баз данных достойно полноценной диссертации. Поэтому в данной статье будет рассмотрена лишь одна из них – бессерверная реляционная база данных Amazon Aurora, входящая в семейство Amazon Web Services.

## 1. Amazon Web Services

Amazon Web Services (AWS) является дочерней компанией Amazon.com, предоставляющей платформу облачных вычислений частным лицам, компаниям и правительствам на платной подписке. Эта платформа предоставляет пользователям в своё распоряжение виртуальный кластер компьютеров, доступный постоянно через Интернет.

Amazon Web Services в значительной степени (наряду с Google Cloud Platform) повлияли на формирование концепции облачных вычислений в целом, и определили основные направления развития публичной модели развёртывания. Длительное время Amazon Web Services было крупнейшим в мире по выручке публичным облаком, во второй половине 2010-х годов уступив по этому показателю Azure от Microsoft, при этом сохраняя доминирование в сегментах инфраструктурных и платформенных услуг.

Ввиду огромного количества все сервисы разбиты на семейства сервисов. Одним из таких семейств является Amazon Relational Database Service.

## 2. Amazon Relational Database Service

Amazon Relational Database Service (или Amazon RDS) - это сервис распределённых реляционных баз данных, разработанный Amazon Web Services (AWS) и запущенный в 2009 году. Это веб-сервис, предназначенный для упрощения настройки, эксплуатации и масштабирования реляционной базы данных для использования в приложениях. Процессы администрирования, такие как исправление программного обеспечения базы данных, резервное копирование баз данных и включение восстановления на определённый момент времени, управляются автоматически, что в значительной степени упрощает работу с базой данных.

Amazon Relational Database Service предоставляет широкий выбор ядер баз данных в зависимости от предпочтений пользователя: MySQL, MSSQL, PostgreSQL, MariaDB, Oracle и Amazon Aurora.

## 3. Amazon Aurora

Облачная реляционная база данных Amazon Aurora была запущена в конце 2014-ого года и изначально поддерживала только MySQL в качестве ядра базы данных пользователя. В 2017-ом году Amazon Aurora также приобрела совместимость с PostgreSQL.

Aurora обладает следующими достоинствами: уменьшение времени на управление и настройку базы данных и в результате увеличение времени на создание самого приложения и развития бизнеса пользователя; по мере роста последнего Amazon Aurora будет расширяться автоматически.

Нет необходимости переводить приложение в автономный режим, чтобы добавить хранилище. Вместо этого Amazon Aurora будет добавлять хранилище с шагом 10 ГБ по мере необходимости, вплоть до 64 ТБ. Базовая производительность хранения является быстрой, надежной и предсказуемой - она линейно масштабируется по мере роста объема хранимых данных, и позволяет в случае необходимости повышать скорость. Пользователь может масштабировать размер экземпляра в считанные минуты и добавлять копии всего парой кликов.

Тем не менее, не смотря на все достоинства, Amazon Aurora, оставалась всё ещё “облачной” базой данных, но не бессерверной. Но всё изменилось в августе 2018 года.

#### **4. Amazon Aurora Serverless**

В конце ноября 2017 года в ходе ежегодной конференции AWS re:Invent, посвящённой новейшим разработкам и достижениям Amazon Web Services, была анонсирована Amazon Aurora Serverless – первая в мире бессерверная реляционная база данных. А в августе 2018 года Aurora Serverless стала общедоступна на ядре MySQL версии 5.6.

Aurora Serverless автоматически приспосабливается к текущей нагрузке с чрезвычайно детальными приращениями – почти полностью соответствуя кривой спроса. В процессе разработки пользователь может значительно сэкономить на расходах, автоматически останавливая кластер (масштабируя его до нуля), когда он не используется.

При создании нового кластера Aurora Serverless пользователь может указать минимальное и максимальное количество единиц мощности, используемых Авророй в зависимости от степени текущей нагрузки на кластер. Количество единиц мощности прямо пропорционально стоимости Aurora Serverless, что позволяет выбрать конфигурацию с ценой оптимальной для пользователя.

Правила и показатели для автоматического масштабирования будут автоматически созданы Aurora Serverless и будут включать использование ЦП и количество подключений. Когда Aurora Serverless обнаруживает, что кластеру требуется дополнительная емкость, он получает емкость из “горячего” пула ресурсов для удовлетворения потребностей. Эта новая вычислительная мощность может начать обслуживать трафик в считанные секунды из-за разделения уровня вычислений и уровня хранения, присущих конструкции Aurora.

Кластер может даже автоматически уменьшаться до нуля, если он не видит никаких действий. Это идеально подходит для разработки приложений, которая может занимать длительное время без частого обращения к базе данных. Когда кластер приостановлен, с пользователя взимается плата только за базовое хранилище.

#### **Выводы**

Amazon Aurora Serverless стала первой в мире облачной бессерверной реляционной базой данных и сделала большой шаг в развитии и росте популярности облачных бессерверных технологий. Новая база данных не только значительно упрощает разработку и обслуживание базы данных, но и позволяет сэкономить деньги на всех этапах от разработки до постоянного обслуживания приложения. Благодаря Amazon Aurora ещё одна мечта об облачных вычислениях стала реальностью.

#### **Библиография**

1. Jeff Barr, «Amazon Aurora – New Cost-Effective MySQL-Compatible Database Engine for Amazon RDS».- [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://aws.amazon.com/blogs/aws/highly-scalable-mysql-compat-rds-db-engine/>
2. Jeff Barr, «Introducing Amazon RDS – The Amazon Relational Database Service».- [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://aws.amazon.com/blogs/aws/introducing-rds-the-amazon-relational-database-service/>
3. Randall Hunt, «Aurora Serverless MySQL Generally Available».- [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://aws.amazon.com/ru/blogs/aws/aurora-serverless-ga/>
4. Jeff Barr, «Sign up Today – Preview of Amazon Aurora with PostgreSQL Compatibility».- [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://aws.amazon.com/blogs/aws/sign-up-today-preview-of-amazon-aurora-with-postgresql-compatibility/>

# ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ

Ирина ЧЕРНЕЙ

Технический Университет Молдовы, Департамент Программной Инженерии и Автоматики

**Аннотация:** Статья посвящена объектно-ориентированным базам данных. Описана краткая характеристика ООБД и объектно-ориентированной модели данных. Дано описание фундаментальных особенностей объектно-ориентированных баз данных и их преимущества.

**Ключевые слова:** ООБД, объект, класс, наследование, инкапсуляция, ассоциация.

## Введение

Объектно-ориентированные базы данных (OODB) представляют данные в виде объектов и классов. В объектно-ориентированной терминологии *объект* - это сущность реального мира, а *класс* - это совокупность объектов. Объектно-ориентированные базы данных следуют фундаментальным принципам объектно-ориентированного программирования (ООП). Сочетание свойств реляционной модели (параллелизм, транзакция и восстановление) с объектно-ориентированными принципами приводит к объектно-ориентированной модели базы данных. Объектно-ориентированная модель базы данных (OODBM) является альтернативной реализацией, что и в реляционной модели. Объектно-ориентированная база данных в принципе похожа на объектно-ориентированный язык программирования. Объектно-ориентированная система управления базами данных - это гибридное приложение, в котором для обработки данных используется комбинация принципов объектно-ориентированной и реляционной базы данных. Тем не менее, мы можем использовать следующую формулу для описания OODBM: На рисунке 1 показана объектно-ориентированная модель базы данных, а также ее принципы и возможности.

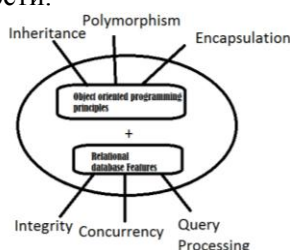


Рисунок 1- Объектно-ориентированная модель базы данных

## 1. Фундаментальные особенности объектно-ориентированных баз данных

**Объекты и Классы.** Объектно-ориентированный подход рассматривает все объекты как объекты, которые обладают свойствами (состояния) и методы (поведение). Каждый объект идентифицируется с использованием уникального идентификатора объекта. Например, рассмотрим сущность реального мира под названием «Student». У студента есть состояния или свойства, такие как имя, номер USN, дата рождения, адрес. Аналогично, у студента есть поведение или методы, включающие посещение занятий, письменные экзамены, оплату сборов. Класс представляет собой совокупность подобных объектов.

На рисунке 2 показано, как объект Student может быть представлен.

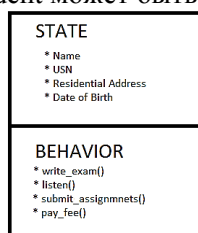


Рисунок 2 - Представление объекта Student.

**Инкапсуляция** является важной объектно-ориентированной функцией, она скрывает детали реализации от конечных пользователей и отображает только необходимые описания.

**Наследование** считается важным в объектно-ориентированном проектировании, поскольку оно позволяет использовать его повторно. Он определяется как метод создания новых классов из

существующих классов. Новые классы не только наследуют свойства своего родительского класса, но также имеют свои уникальные свойства.

*Ассоциация* относится к связям между различными объектами приложения. В объектно-ориентированной базе данных ассоциация обозначается как ссылки между различными объектами.

Концепция *сложных объектов* основана на применении конструкторов к простым объектам. Сложные объекты - это такие элементы, как карты, наборы, списки, кортежи или коллекции многих примитивных объектов.

*Простые объекты* - это, в основном, такие элементы, как целые числа, байтовые строки и символы.

## 2. Преимущества объектно-ориентированной базы данных

Существует много преимуществ использования объектно-ориентированных баз данных для создания приложений и управления данными. Некоторые из них следующие:

- Они позволяют легко обмениваться данными, программными компонентами, информацией, вычислительными средами и продуктами;
- Они позволяют интегрировать базы данных, операционные системы, электронные таблицы, языки, системы искусственного интеллекта, текстовые процессоры и другие объекты или приложения;
- Они дают возможность совместного использования продуктов и приложений, что достигается путем наследования и идентификации объекта. Примером этого могут быть гиперссылки, используемые при навигации между различными сайтами.

## Заключение

Направление объектно-ориентированных баз данных (ООБД) возникло в середине 1980-х. Однако наиболее активно это направление развивается в последние годы. С каждым годом увеличивается число публикаций и реализованных коммерческих и экспериментальных систем.

Возникновение направления ООБД определяется прежде всего потребностями практики: необходимостью разработки сложных информационных прикладных систем, для которых технология предшествующих систем БД не была вполне удовлетворительной.

Объектно-ориентированные базы данных, которые часто используются инжиниринговыми компаниями и научными лабораториями, могут содержать более сложные данные, чем инструменты реляционных баз данных, для которых требуется таблица с данными.

## Библиография

1. OODB (Object-oriented Database). - [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://ru.bmstu.wiki/OODB\\_\(Object-oriented\\_Database\)](https://ru.bmstu.wiki/OODB_(Object-oriented_Database))
2. М.Н. Гринев, С.Д. Кузнецов. Управление данными: достижения и проблемы. - [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ict.edu.ru/ft/005644/62321e1-st08.pdf>
3. Сергей Кузнецов. Объектно-ориентированные базы данных - основные концепции, организация и управление: краткий обзор). - [Электронный ресурс]. – Режим доступа:
4. Сиха Багуи. Объектно-ориентированные базы данных: достижения и проблемы. - [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.osp.ru/os/2004/03/184042/http://citforum.ru/database/articles/art\\_24.shtml](https://www.osp.ru/os/2004/03/184042/http://citforum.ru/database/articles/art_24.shtml)
5. Избачков Юрий Сергеевич, Петров Владимир Николаевич, Васильев Александр Алексеевич, Телина Ирина Сергеевна. Информационные системы: Учебник для вузов. 3-е изд. Питер, 2011г., 544 с.



# ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ AZURE DATA STUDIO

Андрей МАЛЫХИН

Технический Университет Молдовы, Департамент Программной Инженерии и Автоматики

**Аннотация:** Статья посвящена рассмотрению возможностей Azure Data Studio. В статье приведены основные сведения, официально предоставляемые Microsoft о данном продукте. Описаны его основные возможности, достоинства и недостатки.

**Ключевые слова:** Azure Data Studio, SQL, кроссплатформенность, open source, keyboard-centric, текстовый редактор, Git Hub.

## Введение

Azure Data Studio, в прошлом SQL Operations Studio - это небольшой бесплатный инструмент для разработки и эксплуатации современных баз данных. Он поддерживает SQL Server для Windows, Linux и Docker, а также базу данных SQL Azure и хранилище данных SQL Azure для Windows, Mac и Linux.

Данная программа построена вокруг редактирования запросов к БД, в то время как SQL Server Management Studio предоставляет более широкий спектр административных функций, оставаясь флагманом в управлении БД.

## 1. Преимущества Azure Data Studio

### Бесплатность и Open Source

Azure Data Studio распространяется бесплатно. Код лежит в открытом доступе на сервисе GitHub, где довольно активно развивается компанией Microsoft и Open Source сообществом. Microsoft заявляет о выпуске новых версий ежемесячно.

### Кроссплатформенность

Поскольку редактор разработан на базе фреймворка .NET Core, он является кроссплатформенным. На данный момент существуют версии для всех основных ОС для персональных компьютеров (Windows, Linux, MacOS). Также, Microsoft предоставляет готовый Docker образ для создания своих контейнеров, содержащих продукцию Microsoft.

### Расширяемость

Azure Data Studio предоставляет несколько механизмов, позволяющих расширить функциональность данного приложения. Поскольку оно было создано на основе Visual Studio Code, написание расширений для Azure Data Studio не отличается от создания расширений для VS Code (для справки, расширения для VS Code создаются на языке JavaScript с использованием среды времени исполнения Node.js). Также, программа предоставляет API для управления соединением с хранилищем данных, и проводником объектов.

### Малое потребление ресурсов

Azure Data Studio по природе своей является всего лишь редактором запросов к БД, поэтому и потребление ресурсов соответствующее.

### IntelliSense

IntelliSense – технология авто дополнения Microsoft, наиболее известная в Visual Studio. Кроме этого, IntelliSense используется для доступа к документации и устранения неоднозначности в именах переменных, функций и методов, используя средства рефлексии. Также, редактор предоставляет умные сниппеты для генерации кода для создания БД, таблиц, представлений, хранимых процедур, пользователей, ролей и т.д. и позволяет создавать свои сниппеты (полезные куски кода).

### Встроенный контроль версий

Azure Data Studio предоставляет функции контроля версий прямо внутри редактора. Редактор на данный момент поддерживает GitHub, который должен быть установлен на машине.

### Keyboard-centric

Работа в данном редакторе построена вокруг работы с клавиатурой. Azure Data Studio предоставляет большое количество горячих клавиш для того, чтобы можно было работать не отрывая рук от клавиатуры.

## 2. Недостатки Azure Data Studio

В общем-то все недостатки исходят из того, что Azure Data Studio, по сути, просто редактор в отличие от, скажем, SQL Server Management Studio. Azure Data Studio не предоставляет интегрированной среды для управления SQL инфраструктурой, от SQL-сервера до SQL-базы данных. Простой редактор не даст вам возможности для конфигурации, мониторинга и администрирования SQL сервера.

### Заключение

Azure Data Studio является кроссплатформенным инструментом, позволяющим создавать и редактировать запросы к базам данных. Вместе с малым потреблением ресурсов и простотой развёртывания, данный редактор имеет возможность быть использованным в любом современном окружении. Несмотря на малый набор функциональности, по сравнению с SQL Server Management Studio, Azure Data Studio позволяет легко увеличить этот с помощью написания расширений на JavaScript, являющимся одним из наиболее популярных языков в мире. Данный продукт призван не заменить SQL Server Management Studio, а лишь облегчить часть работы, связанную с редактированием запросов.

### Библиография

1. Docs.microsoft.com. What is Azure Data Studio? – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.microsoft.com/en-us/sql/azure-data-studio/what-is?view=sql-server-2017>
2. Vicky Harp. Azure Data Studio for SQL Server. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cloudblogs.microsoft.com/sqlserver/2018/09/25/azure-data-studio-for-sql-server/>
3. Azure Data Studio Git Hub Readme. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://github.com/Microsoft/ Azure Data Studio>
4. Docs.microsoft.com. Azure Data Studio FAQ. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.microsoft.com/en-us/sql/azure-data-studio/faq?view=sql-server-2017>

# ВЫБОР ПРАВИЛЬНОЙ БАЗЫ ДАННЫХ ДЛЯ БОЛЬШИХ ДАННЫХ

Ион ДОГА

Технический Университет Молдовы, Департамент Программной Инженерии и Автоматики

**Аннотация:** В данной статье раскрываются базовые принципы по которым стоит выбирать базу данных для больших данных. Технология 3V является сегодня одной из самых актуальных. Приведены примеры баз данных.

**Ключевые слова:** база данных, большие данные, конфиденциальность, big data.

## 1. Введение в понятие BigData

В текущее время объемы информации растут экспоненциально. Для того чтобы быстрее реагировать на изменения рынка, получить конкурентные преимущества, повысить эффективность производства нужно получить, обработать и проанализировать огромное количество данных. Для работы с такими объемами информации инженеры были вынуждены модернизировать инструменты для работы над анализом всех данных. Так в 2000-х годах сформировалось понятие BigData, которое было интересно лишь узкому кругу специалистов. Сейчас это слово на слуху у любого, кто интересуется сферой информационных технологий. И это определение, а точнее направление развития ИТ, становится крайне популярным и стратегически важным в последнее время.

Технологии BigData позволяют обработать большой объем неструктурированных данных, систематизировать их, проанализировать и выявить закономерности там, где человеческий мозг никогда бы их не заметил. Это открывает совершенно новые возможности по использованию данных.

Само понятие BigData означает не просто большие пласты данных. Это огромные хранимые и обрабатываемые массивы из сотен гигабайт, и даже петабайт данных. Данных, которые можно обработать и извлечь из них некоторое количество полезной информации. Говоря коротко, можно определить BigData как совокупность технологий обработки информации для получения информации

## 2. Основные принципы и сферы применения BigData

Большие данные (big data) — обозначение структурированных и неструктурированных данных огромных объемов и значительного многообразия, эффективно обрабатываемых горизонтально масштабируемыми программными инструментами, появившимися в конце 2000-х годов и альтернативных традиционным системам управления базами данных и решениям класса Business Intelligence. В широком смысле о «больших данных» говорят как о социально-экономическом феномене, связанном с появлением технологических возможностей анализировать огромные массивы данных, в некоторых проблемных областях — весь мировой объем данных, и вытекающих из этого трансформационных последствий. В качестве определяющих характеристик для больших данных традиционно выделяют «три V»: объем (англ. volume, в смысле величины физического объема), скорость (velocity в смыслах как скорости прироста, так и необходимости высокоскоростной обработки и получения результатов), многообразие (variety, в смысле возможности одновременной обработки различных типов структурированных и полуструктурированных данных. В дальнейшем возникли различные вариации и интерпретации этого признака. С точки зрения информационных технологий в совокупность подходов и инструментов изначально включались средства массово-параллельной обработки неопределенно структурированных данных, прежде всего, системами управления базами данных категории NoSQL, алгоритмами MapReduce и реализующими их программными каркасами, и библиотеками проекта Hadoop. В дальнейшем, к серии технологий больших данных стали относить разнообразные информационно-технологические решения, в той или иной степени обеспечивающие сходные по характеристикам возможности по обработке сверхбольших массивов данных.

Важно заметить, объемы обрабатываемых через BigData данных постоянно растут, также, как и растет скорость ее обработки. Развитие этого направления вполне соответствует современному миру, стремительному и инновационному. С развитием BigData развивались и технологии, и наоборот. На текущий момент, BigData удел не только гигантов ИТ мира. Это направление, благодаря таким решениям как Hadoop от Apache Software Foundation, набору облачных сервисов от IBM, Amazon, Google, становится доступным практически любым компаниям, работающим в сфере ИТ. А такие

решения как Clickhouse, Cassandra, InfluxDB позволяют войти в сферу работы с BigData даже отдельным персонам.

Использование BigData на сегодняшний день становится обязательным условием для развития крупных ИТ компаний. Без анализа поведения своих пользователей, без возможности прогнозирования, руководствуясь только опытом и интуицией, уже крайне сложно оставаться конкурентоспособным. Настроенная и работающая система BigData способна в секунды предоставить ценнейшую информацию, полученную из анализа миллиардов действий клиентов компании. В текущем бизнесе уже зародилось понятие Data Driven Managment, которое подразумевает управление компанией исходя строго из анализа данных. И такие способы управления показывают блестящие результаты. Facebook, Google, Mail.ru, Яндекс уже давно используют аналитику для принятия решений. На сегодняшний момент в BigData заинтересован и традиционный бизнес, представители которого нуждаются в новых инструментах повышения эффективности.

Ниже представлены основные принципы работы с BigData.

- Горизонтальная масштабируемость: так как данных может быть много, то и система, в которой они хранятся должна быть расширяемой. Если объем данных вырос в 2 раза, то и количество кластеров увеличивается в 2 раза.
- Отказоустойчивость: горизонтальная масштабируемость подразумевает тот факт, что машин в кластере большое количество. И естественно эти машины будут по тем или иным причинам выходить из строя. К примеру, Hadoop-кластер Yahoo насчитывает более 42000 машин. Методы работы с BigData должны учитывать этот фактор и продолжать работать без видимых потерь.
- Локальность данных: в больших системах данные распределены на большом количестве машин. Если данные находятся на одной машине, а обрабатываются на другой, то расходы на передачу этих данных могут и вовсе превысить расходы на обработку. Поэтому важным вопросом в проектировании BigData стоит принцип локальности данных, обработке информации там же, где она хранится.

Сфера использования технологий BigData обширна. Так, с помощью BigData можно узнать о предпочтениях клиентов, об эффективности маркетинговых кампаний или провести анализ рисков. Ниже представлены результаты опроса IBM Institute, о направлениях использования BigData в компаниях.

Большинство компаний используют BigData в сфере клиентского сервиса, второе по популярности направление — операционная эффективность, в сфере управления рисками BigData менее распространены на текущий момент. Следует также отметить, что BigData являются одной из самых быстрорастущих сфер информационных технологий, согласно статистике, общий объем получаемых и хранимых данных удваивается каждые 1–2 года. За период с 2012 по 2014 год количество данных, ежемесячно передаваемых мобильными сетями, выросло на 81 %. По оценкам Cisco, в 2014 году объем мобильного трафика составил 2,5 эксабайта (единица измерения количества информации, равная  $10^{18}$  стандартным байтам) в месяц, а уже в 2019 году он будет равен 24,3 эксабайтам. Таким образом, BigData — это уже устоявшаяся сфера технологий, даже несмотря на относительно молодой ее возраст, получившая распространение во многих сферах бизнеса и играющая немаловажную роль в развитии компаний.

### 3. Основные решения

Технологии BigData, используемые для сбора и обработки BigData, можно разделить на 3 группы: программное обеспечение; оборудование; сервисные услуги. К наиболее распространенным подходам обработки данных относятся:

- SQL — язык структурированных запросов, позволяющий работать с базами данных. С помощью SQL можно создавать и модифицировать данные, а управлением массива данных занимается соответствующая система управления базами данных.
- NoSQL — термин расшифровывается как Not Only SQL (не только SQL). Включает в себя ряд подходов, направленных на реализацию базы данных, имеющих отличия от моделей, используемых в традиционных, реляционных СУБД. Их удобно использовать при постоянно меняющейся структуре данных. Например, для сбора и хранения информации в социальных сетях.
- MapReduce — модель распределения вычислений. Используется для параллельных вычислений над очень большими наборами данных (петабайты\* и более). В программном

интерфейсе не данные передаются на обработку программе, а программа — данным. Таким образом запрос представляет собой отдельную программу. Принцип работы заключается в последовательной обработке данных двумя методами Map и Reduce. Map выбирает предварительные данные, Reduce агрегирует их.

- Hadoop — используется для реализации поисковых и контекстных механизмов высоконагруженных сайтов — Facebook, eBay, Amazon и др. Отличительной особенностью является то, что система защищена от выхода из строя любого из узлов кластера, так как каждый блок имеет, как минимум, одну копию данных на другом узле.
- SAP HANA — высокопроизводительная NewSQL платформа для хранения и обработки данных. Обеспечивает высокую скорость обработки запросов. Еще одним отличительным признаком является то, что SAP HANA упрощает системный ландшафт, уменьшая затраты на поддержку аналитических систем.

#### 4. Проблемы Bigdata

Проблемы системы BigData можно свести к трем основным группам: объем, скорость обработки, неструктурированность. Это три V—Volume, Velocity и Variety. Хранение больших объемов информации требует специальных условий, и это вопрос пространства и возможностей. Скорость связана не только с возможным замедлением и «торможением», вызываемым старыми методами обработок, это еще и вопрос интерактивности: чем быстрее процесс, тем больше отдача, тем продуктивнее результат. Проблема неоднородности и неструктурированности возникает по причине разрозненности источников, форматов и качества. Чтобы объединить данные и эффективно их обрабатывать, требуется не только работа по приведению их в пригодный для работы вид, но и определенные аналитические инструменты (системы). Но это еще не все. Существует проблема предела «величины» данных. Ее трудно установить, а значит трудно предугадать, какие технологии и сколько финансовых вливаний потребуется для дальнейших разработок. Ресурсы не бесконечны, хранение всех возможных данных в какой-то момент становится нецелесообразным. И встает необходимость отказа от части данных.

Собственно, это и является главной причиной отсрочки внедрения в компании проектов BigData (если не брать во внимание еще один фактор — довольно высокую стоимость). Подбор данных для обработки и алгоритм анализа может стать не меньшей проблемой, так как отсутствует понимание, какие данные следует собирать и хранить, а какие можно игнорировать. Становится очевидной еще одна «болевая точка» отрасли — нехватка профессиональных специалистов, которым можно было бы доверить глубокий анализ, создание отчетов для решения бизнес-задач и как следствие извлечение прибыли (возврат инвестиций) из BigData. Еще одна проблема BigData носит этический характер. А именно: чем сбор данных (особенно без ведома пользователя) отличается от нарушения границ частной жизни? Так, информация, сохраняемая в поисковых системах Google и Яндекс, позволяет им постоянно дорабатывать свои сервисы, делать их удобными для пользователей и создавать новые интерактивные программы. Поисковики записывают каждый клик пользователя в Интернете, им известен его IP-адрес, геолокация, интересы, онлайн-покупки, личные данные, почтовые сообщения и прочее, что, к примеру, позволяет демонстрировать контекстную рекламу в соответствии с поведением пользователя в Интернете. При этом согласия на это не спрашивается, а возможности выбора, какие сведения о себе предоставлять, не дается. То есть, по умолчанию в BigData собирается все, что затем будет храниться на серверах данных сайтов. Здесь можно затронуть другую проблему — обеспечение безопасности хранения и использования данных. Например, сведения о возможных покупателях и их история переходов на сайтах интернет-магазинов однозначно применимы для решения многих бизнес-задач. Но безопасна ли аналитическая платформа, которой потребители в автоматическом режиме (просто потому, что зашли на сайт) передают свои данные, — это вызывает множество споров. Современную вирусную активность и хакерские атаки не сдерживают даже супер-защищенные серверы правительственных спецслужб.

#### Заключение

BigData открывает перед нами новые горизонты в планировании производства, образовании, здравоохранении и других отраслях. Если их развитие будет продолжаться, то технологии BigData могут поднять информацию, как фактор производства, на совершенно новый качественный уровень.

Информация станет не только равноценна труду и капиталу, но и возможно станет наиважнейшим ресурсом современной экономики.

### **Библиография**

1. Веретенников А. В. BigData: анализ больших данных сегодня // Молодой ученый. — 2017. — №32. — С. 9-12. — URL <https://moluch.ru/archive/166/45354/>
2. Работа с Big Data: основные области и возможности . – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.marketing.spb.ru/lib-around/stat/Big\\_Data.htm](https://www.marketing.spb.ru/lib-around/stat/Big_Data.htm)
3. Большие данные. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D1%88%D0%B8%D0%B5\\_%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B5](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D1%88%D0%B8%D0%B5_%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B5)

# СИЛЬНЫЕ СТОРОНЫ MySQL ДЛЯ ВЫСОКОНАГРУЖЕННЫХ ПРОЕКТОВ

Дмитрий ДРЕГЛЯ

Технический Университет Молдовы, Департамент Программной Инженерии и Автоматики

**Аннотация:** Статья посвящена системе управления базами данных MySQL. Описаны ее сильные стороны в контексте сравнения с PostgreSQL. Рассмотрены механизмы репликации и компрессии данных.

**Ключевые слова:** база данных, СУБД, MySQL, PostgreSQL, репликация, компрессия данных.

## Введение

**Базы данных** - это специально разработанное хранилище для различных типов данных. Каждая база данных имеет определённую модель (реляционная, документно-ориентированная), которая обеспечивает удобный доступ к данным. Системы управления базами данных (СУБД) – это специальные приложения (или библиотеки) для управления базами данных различных размеров и форм. СУБД – это, наверное, самый сложный класс программ.

В статье пойдет речь о двух СУБД проектах - *MySQL* и *PostgreSQL*, с более чем 20-ти летней историей, с огромным набором функционала, и в таком случае детали - это главная проблема. Ни в один доклад эта информация не влезет, однако мы постараемся построить общую картину.

Речь пойдет о камне преткновения при сравнении этих двух СУБД, а именно о репликации, а также о компрессии данных.

## 1. Репликация

*Репликация* – это основа любых нагруженных проектов. Для таких проектов очень важна высокая доступность данных, а также их сохранность. Репликация позволяет разгрузить один сервер и распределять запросы между множеством серверов. Это требуется по ряду причин:

- Если мастер сервер становится недоступен, то мы переключаем клиентов на резервные сервера;
- Географическая распределённость клиентов – если у нас большой, масштабный проект, и клиент находится в США, а дата-центр в Азии, то работать им будет не очень комфортно просто в силу законов физики.

Существует репликация двух видов: физическая и логическая.

*Физическая* – самый простой вид репликации, она работает на низком уровне и передает на реплику точную побайтовую копию всех данных. Физическая репликация отсутствует в MySQL, но встроена в PostgreSQL с 2010 года.

*Логическая* – передает только изменение данных. К примеру, можно передать SQL запрос на slave-сервер и там проигрывать их заново. В PostgreSQL все аналоги решений не покрывают функционал логической репликации в MySQL.

У логической репликации следующие плюсы:

- Не создает точную побайтовую копию данных, следственно если мы на реплике перестроим таблицу, перестроим данные и индексы, то она продолжит работать, физическая нет;
- Позволяет иметь различную структуру данных на мастере и на реплике. Можно, например, добавить колонку, назначить для нее дефолтное значение и логическая репликация продолжит работать, несмотря на то, что на мастере этой колонки ещё нет. Это свойство как раз используется в высоконагруженных проектах, когда нужно изменить схему в большом распределённом кластере, сначала мы делаем каскадный апгрейд. Изменяем схемы на каждой реплике, переключаем клиентов на одну из реплик и старый мастер тоже апгрейдем;
- При логической репликации нет ограничения на чтение, с физической репликацией есть некоторые ограничения, связанные с работой механизма мульти-версионности.
- Можно делать частичную репликацию, то есть, передавать на slave не весь набор данных, а только его часть, это также используется в высоконагруженных проектах;
- Компактность – обычно набор данных передаваемых по сети намного меньше чем при физической репликации. Пример с индексами, если у нас есть много индексов в таблице, и мы изменяем какую-то строчку, то при физической репликации на реплику пойдет изменение не только данных, но и всех индексов, а при логической только данных.

## 2. Компрессия данных

Компрессия данных тоже достаточно важная функциональность для высоко нагруженных проектов. Любой проект, который работает с каким-то не тривиальным объемом данных заинтересован в том, чтобы размер этих данных на диске уменьшить. Для интернет гигантов вроде Facebook – это вопрос выживаемости.

InnoDB – это одна из подсистем низкого уровня для СУБД MySQL. InnoDB поддерживает постраничную компрессию данных, т.е. компрессируются как данные, так и индексы, и результаты компрессии и декомпрессии кэшируются, то есть в памяти хранятся как компрессированные, так и декомпрессированные образы страниц.

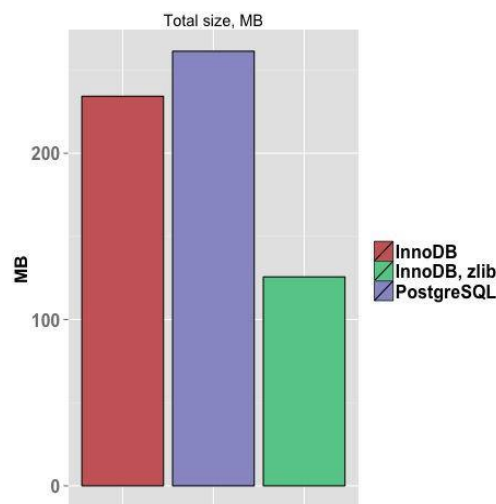
В PostgreSQL компрессии нет как таковой, есть нечто под названием TOAST, но компрессируются только отдельные записи. причем не все, а только те, которые длиннее 2 КБ.

Компрессия работает только для полей переменной длины.

Компрессируются только данные, индексы не компрессируются и результат компрессии и декомпрессии никак не кэшируется. То есть, если мы будем тысячу раз читать одну и ту же запись, и она скомпрессирована, то PostgreSQL будет тысячу раз её декомпрессировать.

К примеру, была создана некая таблица, туда было загружено миллион записей и красным мы видим объем данных InnoDB без компрессии, синим это PostgreSQL, а зеленый это InnoDB с компрессией.

Для этой таблицы TOAST компрессия даже не включилась, т.к. средний размер записи был около 180 байт, а PostgreSQL требует 2 КБ, и то, для того чтобы решить компрессировать её или нет.



## Заключение

Есть много причин использовать MySQL в высоко нагруженных проектах. Некоторые важные для крупных проектов возможности отсутствуют в PostgreSQL и не реализованы до сих пор. Однако, это не значит, что MySQL должна использоваться абсолютно везде.

Выбор между данными СУБД сложный вопрос, если кто-то вам предлагает простой ответ на этот вопрос, то этот человек либо не объективен, либо не компетентен.

## Библиография

1. Алексей Копытов. Сильные стороны MySQL, OSSDEVCONF-2016. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://catcut.net/zNzA>
2. Сергей Яковлев. MySQL и PostgreSQL. Сравнительный анализ. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ibm.com/developerworks/ru/library/os-mysql-postgresql/01/index.html>
3. Devacademy.ru. SQLite vs MySQL vs PostgreSQL: сравнение систем управления базами данных. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://devacademy.ru/posts/sqlite-vs-mysql-vs-postgresql/>



# РЕЛЯЦИОННАЯ СУБД MariaDB

Александр ЖУКОВ

Технический Университет Молдовы, Департамент Программной Инженерии и Автоматики

**Аннотация:** Статья посвящена реляционной СУБД MariaDB. Описана краткая характеристика СУБД. Дано описание достоинств и недостатков MariaDB.

**Ключевые слова:** MariaDb, реляционная, СУБД, My SQL.

## 1. Введение

Сервер MariaDB является одним из самых популярных серверов баз данных в мире. Разработана MariaDB разработчиками MySQL. Весь исходный код MariaDB распространяется под лицензиями GPL, LGPL или BSD. MariaDB не содержит закрытых модулей или компонентов, на подобие тех, что содержатся в MySQL Enterprise Edition. Однако, это не влияет на доступный функционал MariaDB. Все технологии, существующие в закрытой версии MySQL 5.5 Enterprise Edition, в полном объеме представлены и в MariaDB.

Известные пользователи включают Википедию, WordPress.com и Google.

MariaDB используется в широком спектре приложений, от банковского до веб-сайтов. Это расширенная замена для MySQL. MariaDB используется потому, что она быстрая, масштабируемая и надежная, с богатой экосистемой систем хранения, плагинами и многими другими инструментами что делает ее универсальной для самых разных случаев использования. MariaDB разработана как программное обеспечение с открытым исходным кодом и как реляционная база данных, она предоставляет интерфейс SQL для доступа к данным. В последних версиях MariaDB также есть функции GIS и JSON.

Еще больше механизмов хранения данных

В дополнении к стандартным механизмам хранения данных, - MyISAM, Blackhole, CSV, Memory, и Archive, РСУБД - MariaDB содержит следующие способы хранения данных:

- Aria;
- XtraDB (прозрачная замена InnoDB);
- PBXT (Доступно в MariaDB 5.1, 5.2 и 5.3. Не поддерживается с версии 5.5);
- FederatedX (прозрачная замена Federated);
- OQGRAPH - с версии 5.2;
- SphinxSE - с версии 5.2;
- IBMDB2I. Компания Oracle убрала поддержку этого механизма хранения данных, начиная с версии MySQL 5.1.55, но исходный код сохранен в MariaDB до версии 5.5;
- TokuDB;
- Cassandra (MariaDB 10.0);
- CONNECT (MariaDB 10.0);
- SEQUENCE (MariaDB 10.0);
- Spider (MariaDB 10.0).

## 2. Сравнение показателей MariaDB и MySQL

MariaDB имеет несколько оптимизаций, которые, как правило, повышают производительность по сравнению с MySQL. Фактически, это было именно то, что было в виду, когда MariaDB был запущен Майклом Видениусом, оригинальным основателем как MySQL, так и MariaDB.

**Представления базы данных.** Например, существует огромная оптимизация производительности в отношении представлений базы данных. «Представления» - это, по сути, виртуальные таблицы базы данных, которые могут запрашиваться как обычные таблицы базы данных. В MySQL, когда вы запрашиваете представление, запрашиваются все таблицы, связанные с представлением, независимо от того, что запрос может не потребовать некоторых из представлений. Это было оптимизировано в MariaDB, где запрашиваются только те таблицы, которые требуются по запросу.

**ColumnStore.** В качестве еще одного примера, MariaDB обеспечивает еще одно мощное повышение производительности в виде «ColumnStore», которое представляет собой распределенную

архитектуру данных, которая позволяет значительно масштабировать MariaDB. Она может масштабироваться линейно, чтобы хранить петабайты данных на разных серверах в кластере базы данных.

*Лучшая производительность во флэш-накопителе.* MariaDB также предоставляет механизм хранения MyRocks, который добавляет к нему базу данных RocksDB. RocksDB - это база данных, которая была разработана для лучшей производительности во флэш-памяти, обеспечивая более высокий уровень сжатия данных.

*Сегментированный ключевой кеш.* MariaDB представляет еще одно улучшение производительности в виде кэша сегментированных ключей. В типичном кэше различные потоки конкурируют за блокировку записи в кэше. Эти замки называются мьютексами. Когда несколько потоков конкурируют за мьютекс, только один из них может получить его, в то время как другие должны дожидаться освобождения блокировки до выполнения операции. Это приводит к задержкам выполнения этих потоков, замедляя производительность базы данных. В случае Segmented Key Cache поток не должен блокировать всю страницу, но он может блокировать только тот сегмент, к которому принадлежит страница. Это помогает нескольким потокам работать параллельно, тем самым увеличивая параллельность в приложении, что приводит к повышению производительности базы данных.

*Виртуальные столбцы.* Интересной особенностью, поддерживаемой MariaDB, является функция виртуальных столбцов. Эти столбцы способны выполнять вычисления на уровне базы данных. Это очень полезно, когда многие приложения обращаются к одному столбцу, поэтому нет необходимости писать вычисления в каждом приложении - база данных может это сделать для вас. Эта функция недоступна в MySQL.

*Параллельное выполнение запросов.* Одна из последних версий MariaDB - 10.0 - позволяет параллельно выполнять несколько запросов. Идея состоит в том, что некоторые запросы от Master могут быть реплицированы в подчиненном устройстве и поэтому могут выполняться параллельно. Этот параллелизм в выполнении запроса, безусловно, предоставляет MariaDB преимущество над MySQL.

*Объединение потоков.* MariaDB также представляет новую концепцию «Объединение потоков». Раньше, когда требовалось несколько подключений к базе данных, для каждого соединения был открыт поток, который приводил к архитектуре, основанной на «одном потоке на одно соединение». С «Объединением потоков» будет существовать пул открытых потоков, который новое соединение может получить и запросить базу данных. Таким образом, новый поток не нужно открывать для каждого нового запроса на соединение, что приводит к более быстрым результатам запроса. Эта функция доступна в версии Enterprise для MySQL, но, к сожалению, недоступна в версии сообщества.

## Заключение

MariaDB, несомненно, достаточно мощная СУБД, и предоставляет множество функций, которые чрезвычайно полезны и не поддерживаются в MySQL. Такие функции действительно делают MariaDB выгодным выбором для использования в качестве основной базы данных. Вообще говоря, организации, которые уже приобрели лицензии для Oracle, не должны инвестировать в MariaDB. Тем не менее, те, кто начинает заново и хотят решить, какую базу данных использовать, несомненно, MariaDB - лучший выбор.

## Библиография

1. The MariaDB Foundation – Supporting continuity and open collaboration in the MariaDB ecosystem. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mariadb.org/>
2. Wikipedia. MariaDB. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/MariaDB>
3. MariaDB: drop-in replacement for MySQL. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://github.com/MariaDB/server>

# РАСПРЕДЕЛЕННЫЕ И ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ БАЗ ДАННЫХ

Владислав КУШНИР

Технический Университет Молдовы, Департамент Программной Инженерии и Автоматики

**Аннотация:** В статье представлен обзор технологий распределенных и параллельных СУБД, выделены их отличительные черты, отмечены схожие признаки. Цель статьи – помочь в осмыслении уникальной роли систем каждого из этих двух типов и их взаимодополняемости в решении задач управления данными.

**Ключевые слова:** архитектура, клиент-сервер, без разделяемых ресурсов, обработка, запрос, оптимизация, декомпозиция, локализация данных, пространство поиска, глобальная оптимизация.

## Введение

Становление систем управления базами данных (СУБД) совпало по времени со значительными успехами в развитии технологий распределенных вычислений и параллельной обработки. В результате возникли *распределенные системы управления базами данных и параллельные системы управления базами данных*. Именно эти системы становятся доминирующими инструментами для создания приложений интенсивной обработки данных. Благодаря интеграции рабочих станций в распределенную среду становится возможным более эффективное распределение функций в ней, когда прикладные программы выполняются на рабочих станциях, называемых *серверами приложений*, а базы данных обслуживаются выделенными компьютерами, называемыми *серверами баз данных*. Это служит источником развития таких распределенных архитектур, где в роли узлов выступают не просто компьютеры общего назначения, а специализированные серверы.

## 1. Архитектурные проблемы

Существует множество альтернатив распределенной обработки. Наиболее популярна в настоящее время *архитектура клиент-сервер*, когда множество машин-клиентов осуществляют доступ к одному серверу баз данных. В таких системах, которые можно определить как системы типа *много-клиентов/один-сервер*, проблемы управления базой данных решаются относительно просто, поскольку вся она хранится на одном сервере. Задачи, с которыми приходится здесь сталкиваться, – это управление буферами клиентов, кэширование данных и, возможно, блокировки. Управление данными реализуется *централизованно* на одном сервере. Более распределенной и более гибкой является архитектура типа *много-клиентов/много-серверов*, когда база данных размещена на нескольких серверах, которым, для того чтобы вычислить результат пользовательского запроса или выполнить транзакцию, необходимо взаимодействовать друг с другом. Каждая клиентская машина имеет свой "домашний" сервер; ему она направляет пользовательские запросы. Взаимодействие серверов друг с другом прозрачно для пользователей. В большинстве существующих СУБД реализован один из этих двух типов архитектуры клиент-сервер. В истинно распределенной СУБД клиентские и серверные машины не различаются. В идеале каждый узел может выступать и как клиент, и как сервер. Такие архитектуры, тип которых определяют как *равный-к-равному*, требуют сложных протоколов управления данными, распределенными по нескольким узлам. Предложение продуктов такого вида задерживается из-за сложности необходимого для реализации их программного обеспечения. Архитектуры параллельных систем варьируются между двумя крайними точками, называемыми *архитектура без разделяемых ресурсов* и *архитектура с разделяемой памятью*. Промежуточную позицию занимает *архитектура с разделяемыми дисками*.

## 2. Обработка и оптимизация запросов

*Обработка запроса* – это процесс трансляции декларативного определения запроса в операции манипулирования данными низкого уровня. *Оптимизация запроса* – это процедура выбора "наилучшей" стратегии выполнения запроса из множества альтернатив.

Для централизованной СУБД весь процесс состоит обычно из двух шагов: *декомпозиции запроса* и *оптимизации запроса*. Декомпозиция запроса – это трансляция его с языка SQL в выражение реляционной алгебры. В ходе декомпозиции запрос подвергается семантическому анализу; при этом некорректные запросы отвергаются, а корректные упрощаются. Для заданного SQL-запроса существует более чем одно алгебраическое представление, причем некоторые из них могут быть "лучше" других. "Качество" алгебраического выражения определяется исходя из объема

затрат, необходимых для его вычисления. В распределенной СУБД между шагами декомпозиции и оптимизации запроса включаются еще два действия: *локализация данных* и *глобальная оптимизация запроса*. Исходной информацией для локализации данных служит исходное алгебраическое выражение, полученное на шаге декомпозиции запроса. Основная роль локализации данных заключается в том, чтобы локализовать участвующие в запросе данные, используя информацию об их распределении. На этом шаге выявляются фрагменты, реально участвующие в запросе, и запрос преобразуется к форме, где операции применяются уже не к глобальным отношениям, а к фрагментам. Распределенные отношения реконструируются путем применения инверсии правил фрагментации. Это называется *программой локализации*. Программа локализации для горизонтально (вертикально) фрагментированного отношения представляет собой объединение (union) (соединение (join)) соответствующих фрагментов. Таким образом, на шаге локализации данных каждое глобальное отношение запрос заменяется его программой локализации, а затем результирующий фрагментный запрос упрощается и реструктурируется с целью получения другого "хорошего" запроса. Цель глобальной оптимизации – найти стратегию выполнения запроса, близкую к оптимальной. Стратегию выполнения распределенного запроса можно выразить в терминах *операций реляционной алгебры* и *коммуникационных примитивов*, используемых для пересылки данных между узлами. На предыдущих шагах запрос уже был в определенной мере оптимизирован, в частности, за счет удаления избыточных выражений. Однако проведенная оптимизация не зависела от характеристик фрагментов, например, их мощности. Оптимизация запроса заключается в нахождении "наилучшего" плана из множества возможных планов, исследуемых оптимизатором.

Оптимизатор запросов обычно представляется в виде трех компонентов: пространство поиска, модель стоимости и стратегия поиска. *Пространство поиска* – это множество альтернативных планов выполнения исходного запроса. Эти планы эквивалентны в том смысле, что они дают один и тот же результат, но различаются порядком и способами выполнения отдельных операций. *Модель стоимости* – это способ оценить стоимость данного плана выполнения запроса. Для достижения точности модель стоимости должна основываться на точных знаниях о среде параллельных вычислений. *Стратегия поиска* – это способ обхода пространства поиска и выбора наилучшего плана.

## Выводы

За последние несколько лет распределенные и параллельные СУБД стали реальностью. Они предоставляют функциональность централизованных СУБД, но в такой среде, где данные распределены между компьютерами, связанными сетью, или между узлами многопроцессорной системы. Распределенные СУБД допускают естественный рост и расширение баз данных путем простого добавления в сеть дополнительных машин. Подобные системы обладают более привлекательными характеристиками "цена/производительность", благодаря современным прогрессивным сетевым технологиям. Параллельные СУБД – это, пожалуй, единственный реалистичный подход для удовлетворения потребностей многих важных прикладных областей, которым необходима исключительно высокая пропускная способность баз данных. Поэтому при проектировании параллельных и распределенных СУБД следует предусмотреть в них соответствующие протоколы и стратегии обработки, направленные на достижение высокой производительности.

## Библиография

1. Распределенные и параллельные системы управления базами данных. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://unesco.kemsu.ru/study\\_work/method/bd/umk/book/gl\\_1.html](http://unesco.kemsu.ru/study_work/method/bd/umk/book/gl_1.html)
2. Параллельные базы данных. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://knowledge.allbest.ru/programming/2c0a65635b3ac68a4d53b89421306c36\\_0.html](https://knowledge.allbest.ru/programming/2c0a65635b3ac68a4d53b89421306c36_0.html)
3. М.Тамер Оззу, Патрик Валдуриз. Распределенные и параллельные системы баз данных. Журнал системы управления базами данных № 4/1996, издательский дом "Открытые системы". – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: - [http://citforum.ru/database/classics/distr\\_and\\_parallel\\_sdb/](http://citforum.ru/database/classics/distr_and_parallel_sdb/)

# MICROSOFT SQL SERVER: СРАВНЕНИЕ ВЕРСИЙ

Максим ТИМОФЕЕВ

Технический Университет Молдовы, Департамент Программной Инженерии и Автоматики

**Аннотация:** Статья посвящена системе управления базами данных Microsoft SQL Server. Произведен сравнительный анализ версий Microsoft SQL Server, указаны нововведения различных версий.

**Ключевые слова:** СУБД, Microsoft SQL Server, сравнение версий.

## Введение

Microsoft SQL Server — система управления реляционными базами данных (СУБД), разработанная корпорацией Microsoft. Основным используемым языком запросов — Transact-SQL, создан совместно Microsoft и Sybase. Transact-SQL является реализацией стандарта ANSI/ISO по структурированному языку запросов SQL с расширениями. Используется для работы с базами данных размером от персональных до крупных баз данных масштаба предприятия; конкурирует с другими СУБД в этом сегменте рынка.

Реляционная СУБД отвечает за поддержку структуры базы данных и решает следующие задачи:

- поддерживает связи между данными в базе;
- гарантирует корректное хранение данных и выполнение правил, регламентирующих связи между ними;
- восстанавливает данные после аварии системы, переводя их в согласованное состояние, зафиксированное до сбоя.

## 1. Сравнение версий Microsoft SQL Server SQL Server 2000

Версия, вышедшая уже довольно давно. Надежная и проверенная временем стабильная версия сервера. SQL Server 2000 предоставляет много возможностей. SQL Server 2000 обладал полностью переписанным движком, поддержкой новых хранимых структур, методов доступа к данным, технологией блокировки записей, алгоритмов восстановления, новой архитектурой логирования транзакций, новой архитектурой памяти и оптимизатором. SQL Server 2000 обладал многочисленными языковыми улучшениями, равно как и серьезными изменениями в представленных ранее объектах, таких как например, табличные ограничения, представления и триггеры, в которых нуждались все разработчики и большинство администраторов БД.

### SQL Server 2005

Чтобы соответствовать возросшим потребностям всех категорий пользователей, корпорация Microsoft выпустила семейство продуктов SQL Server 2005. Будучи недорогой и популярной СУБД, SQL Server 2005 предоставляет беспрецедентную стоимость и функциональность, сравнимую с решениями ведущих мировых производителей. Снижение времени простоя приложений, быстрая масштабируемость, высокая производительность и надежное управление безопасностью SQL Server 2005 - огромный шаг вперед в поддержке наиболее востребованных систем масштаба предприятия в мире. Поскольку SQL Server является составной частью Windows Server System, заказчики получают дополнительные преимущества: уменьшение совокупной стоимости владения, сокращение времени разработки, возросшую управляемость и интегрируемость, как результат общей стратегии разработки, реализованной во всех продуктах Windows Server System.

### SQL Server 2014

SQL Server 2014 разработан для использования в гибридной среде. Версия реляционной СУБД Microsoft SQL Server 2014 обеспечила значительный прирост производительности в рамках систем онлайн транзакций. Данная версия СУБД имела встроенный in-memory OLTP «движок», построенный на технологиях Hekaton, новой, в то время, разработке Microsoft Research. Также эта версия позволила снизить издержки на оборудование, поскольку требования к необходимому для

работы СУБД «железу» стали более демократичными в части вычислительной мощности и количества серверов.

Платформа SQL Server 2014 обеспечила комплексный подход к управлению и анализу данных, в частности:

- обработку вычислений в оперативной памяти (in-memory OLTP), увеличивающую производительность в среднем в 10 – 30 раз;
- более высокую производительность обработки запросов и скорость загрузки данных;
- инструменты для бизнес-аналитики как для частных, так и для корпоративных пользователей;
- поддержку критически важных приложений, соответствующую требованиям производительности, безопасности, масштабируемости;
- мощные аналитические инструменты, удобные в использовании и имеющие привычный интерфейс.

### **SQL Server 2016**

Благодаря SQL Server 2016 можно создавать важные аналитические приложения с помощью масштабируемой гибридной платформы баз данных, в которую уже встроено все необходимое — от возможностей эффективной обработки в памяти и повышенной безопасности до функций аналитики в базе данных. В выпуске SQL Server 2016 были добавлены новые средства безопасности, возможности выполнения запросов, интеграции Hadoop, облачной интеграции, аналитики R, а также множество других усовершенствований. Преимуществами SQL Server 2016:

- Query Data Store работает как рекордер информации для базы данных, обеспечивая полную историю исполнения запросов, так что DBA может отслеживать ресурсоёмкие запросы и оптимизировать их;
- Предлагаются усовершенствованные возможности управления сервером для Master Data Services;
- Новая технология Always Encrypted (всегда зашифровано) помогает защитить данные при хранении и при перемещении, в локальных системах и в облаке, с помощью основных ключей, расположенных в приложении, без внесения изменений в приложение;
- Технология Stretch Database (расширение базы данных) позволяет держать под рукой большую часть данных клиентских журналов, перемещая данные OLTP в Microsoft Azure безопасным способом без необходимости внесения изменений в приложение;
- Повышение эффективности обработки в памяти, при которой транзакции обрабатываются в 30 раз, а запросы — в 100 раз быстрее, чем в дисковых реляционных базах данных и системах оперативной аналитики в реальном времени;
- Изучение бизнес-данных посредством визуализации на мобильных устройствах с использованием собственных приложений для Windows, iOS и Android;
- Быстрые гибридные резервные копии, высокий уровень доступности и сценарии аварийного восстановления для резервного копирования и восстановления локальных баз данных в Microsoft Azure и размещение вторичных реплик SQL Server AlwaysOn в Azure.

### **SQL Server 2017**

Новая версия SQL Server выпускается в тех же редакциях, как предыдущая, Microsoft SQL Server 2016.

Новые возможности SQL Server 2017:

- Поддержка платформы LINUX. SQL Server 2017 теперь можно установить на операционную систему Linux. Microsoft обещает в скором времени поддерживать почти все дистрибутивы;
- Поддержка языка Python. Напомню, в предыдущей версии SQL Server 2016 был интегрирован язык R, Microsoft решила пойти дальше, и уже сейчас в SQL Server 2017 был интегрирован язык Python, который можно использовать для аналитики, создавая интеллектуальные приложения в базе данных SQL Server. Другими словами, пользовательское приложение может просто вызывать хранимую процедуру на SQL сервере, в которой будет исполняться код R или Python, анализируя при этом данные в БД, не передавая их пользовательскому приложению;

- Адаптивная обработка запросов. В SQL Server 2017 появилось новое поколение функций обработки запросов, позволяющие улучшить производительность запросов в SQL Server путем адаптации к среде выполнения рабочих нагрузок приложений;
- Поддержка графовых данных.

### **Заключение**

Microsoft SQL Server - представляет собой комплексную платформу для работы с данными, которая способна расти вместе с компанией. Высокая производительность SQL Server позволяет соответствовать растущим потребностям приложений баз данных и ИТ-инфраструктуры. Технологии поддержки новейшего аппаратного обеспечения, включенные в состав SQL Server, помогают в полной мере использовать преимущества современных серверных платформ и повышать производительность Microsoft SQL Server соразмерно развитию предприятия. SQL Server способна поддерживать огромные базы данных, эффективно распределяя нагрузку и информацию. На базе Microsoft SQL Server могут быть построены решения для компаний малого, среднего и крупного бизнеса.

### **Библиография**

1. Codd E.F. Relational completeness of data base sublanguages. IBM Research Laboratory, San Jose, California. KO 987 (#170041), March 6, 1972, Computer Sciences.
2. Энтони Молинаро. SQL. Сборник рецептов. – Пер. с англ. – СПб: Символ Плюс, 2009. – 672 с.
3. Wikipedia. Microsoft SQL Server. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Microsoft\\_SQL\\_Server](https://ru.wikipedia.org/wiki/Microsoft_SQL_Server)
4. Microsoft SQL Server. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.microsoft.com/ru-ru/sql-server/sql-server-downloads>
5. Wikipedia. Список версий Microsoft SQL Server. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BF%D0%B8%D1%81%D0%BE%D0%BA\\_%D0%B2%D0%B5%D1%80%D1%81%D0%B8%D0%B9\\_Microsoft\\_SQL\\_Server](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BF%D0%B8%D1%81%D0%BE%D0%BA_%D0%B2%D0%B5%D1%80%D1%81%D0%B8%D0%B9_Microsoft_SQL_Server)
6. Как определить версию, выпуск и уровень обновления системы SQL Server и ее компонентов. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://support.microsoft.com/ru-kz/help/321185/how-to-determine-the-version-edition-and-update-level-of-sql-server-an>
7. Microsoft SQL Server Versions List. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sqlserverbuilds.blogspot.com/>

# БАЗА ДАННЫХ MICROSOFT SYSTEM CENTER CONFIGURATION MANAGER

Станислав ФРИДМАН

Технический Университет Молдовы, Департамент Программной Инженерии и Автоматики

**Аннотация:** в данной работе проводится обзор базы данных Microsoft System Center Configuration Manager. В статье выявлена необходимость использования Microsoft SCCM в управлении ИТ инфраструктурой, кратко описан функционал и принцип работы. В работе перечислены и описаны группы представлений базы данных.

**Ключевые слова:** база данных, Microsoft, System Center, администрирование систем, программное обеспечение, группы представлений, SQL.

## Введение. Необходимость использования Microsoft SCCM

Как известно, любая ИТ инфраструктура – совокупность компьютеров, серверов, принтеров, IP-телефонов, видеокамер. Как правило, больше всего компьютеров. В крупных ИТ компаниях их количество может достигать сотни или тысячи единиц. Возникает логически обоснованный вопрос: как управлять этим большим количеством оборудования? Как устанавливать программное обеспечение или отследить компьютер, зараженный вирусом? Если установка приложения с внешнего хранилища или из интернета займет в среднем 5 минут и это без возможных возникающих проблем – тогда нужно несколько рабочих дней или даже недель, чтобы установить один продукт на все компьютеры.

Чтобы облегчить жизнь системным инженерам и администраторам, компания Microsoft разработала продукт для централизованного администрирования компьютерами – Microsoft System Center Configuration Manager. С помощью этого продукта можно удаленно управлять компьютерами, при этом пользователи даже не будут замечать происходящих процессов (установка, удаление ПО, обновлений и т.д.)

## 1. База данных в Microsoft System Center Configuration Manager

Microsoft System Center Configuration Manager (сокр. SCCM) – продукт для управления ИТ инфраструктурой на семействе ОС Windows. SCCM предоставляет следующий функционал:

- управление обновлениями;
- развертывание ПО и операционных систем;
- мониторинг использования ПО;
- инвентаризация оборудования;
- удаленное управление;
- управление виртуальными машинами и мобильными устройствами на ОС Windows.

С логической точки зрения все управляемые системы объединяются в сайты (площадки).

Сайты содержат в себе: серверы сайта, системы сайта, выполняющие определенные роли по управлению инфраструктурой, собственно, управляемые клиенты.

Каждый из серверов сайта должен иметь доступ к базе данных Microsoft SQL Server. Сайты могут подразделяться на административные (Administrative Site), основные (Primary Site) и дополнительные (Secondary Site), в SCCM 2012 все сайты имеют собственную базу данных.

Сайты также образуют иерархию родительских (Parent Site) и дочерних (Child Site). Каждый дочерний сайт имеет только один родительский сайт. Дочерние сайты, в свою очередь, могут иметь свои дочерние сайты и так далее.

База данных SCCM – система сайта SCCM, предназначенная для хранения данных сайта: настроек сайта в целом и отдельных его компонентов, клиентских политик, данных, собранных на клиентах, информации о ресурсах сети предприятия и сообщений о состоянии.

Текущая версия базы SCCM (build 1810) содержит 1623 таблицы и столько же представлений, большинство имеют понятные названия, поэтому легко можно понять их назначение (содержимое). Просмотреть можно с помощью SQL Server Management Studio. Таблицы имеют такие названия: DEVICE\_CAMERA\_DATA, Network\_DATA, Disk\_DATA. Исходя из опыта, можно сказать, что с таблицами приходится работать крайне редко, а вот с представлениями – регулярно. Представления и, соответственно, таблицы можно разделить на следующие группы:



- V\_\* - данные по умолчанию;
- V\_R\_\* - представления, содержащие данные обнаружения для данных, содержащихся в скалярных свойствах WMI (Windows Management Instrumentation);
- V\_RA\_\* - представления, содержащие данные обнаружения для данных, содержащихся в свойствах массива WMI;
- V\_G\_\* - данные инвентаризации для пользовательских архитектур;
- V\_GS\_\* - текущие данные инвентаризации;
- V\_HS\_\* - история данных инвентаризации;
- V\_AI\_\* - данные Asset Intelligence. Содержат информацию об установленном ПО и их лицензировании;
- V\_LU\_\* - данные Localized Unit;
- V\_CI\_\* - данные элементов конфигурации операционной системы, приложений, общих настроек, обновлений ПО;
- V\_CH\_\* - данные Client Health. Содержат информацию о состоянии установленных SCCM клиентов на оборудовании пользователей.

На сайте Microsoft размещен.xlsx файл со всеми атрибутами всех таблиц базы данных SCCM.

Как в любой базе данных, в БД SCCM можно узнать данные инвентаризации или обновлять таблицы с помощью SQL запросов. Для этого необходимо обладать знаниями SQL и иметь представление о работе с SQL Server и SQL Server Management Studio. Гораздо удобнее делать это с помощью оснастки SCCM – пользовательский интерфейс позволяет управлять БД более интуитивно.

## **Заключение**

SCCM позволяет системным администраторам управлять большим количеством оборудования. По сути – это большая база данных, где указываются настройки для групп или конкретных пользователей. Как было написано ранее, существуют 2 способа управления этой БД – с помощью SQL и с помощью оснастки SCCM. Как правило, администраторы и системные инженеры пользуются преимущественно оснасткой.

Перед настройкой такого решения по управлению ИТ инфраструктурой, как SCCM, необходимо учитывать несколько параметров. В первую очередь, следует задаться вопросом: а стоит ли использовать этот продукт в зависимости от количества объектов ИТ инфраструктуры? Стоимость лицензии высока (\$3607 на 2 года), а управление программным обеспечением требует знаний и опыта, чтобы избежать неприятных ситуаций. Однако, существует пробная версия на 180 дней, позволяющая оценить возможности продукта.

## **Библиография**

1. Microsoft System Center Configuration Manager. - [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://en.wikipedia.org/wiki/Microsoft\\_System\\_Center\\_Configuration\\_Manager](https://en.wikipedia.org/wiki/Microsoft_System_Center_Configuration_Manager)
2. Описание базы данных SCCM. - [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://corpadmin.pp.ua/blog/sccm/post/79-opisanie-bazy-dannyh-sccm>
3. SCCM Different Types of Views. - [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.mssccm.com/sccm-super-flows/sccm-different-types-of-views/>

# РЕЛЯЦИОННАЯ АЛГЕБРА И РЕЛЯЦИОННОЕ ИСЧИСЛЕНИЕ

Алиса РЯБИНИНА

Технический Университет Молдовы, Департамент Программной Инженерии и Автоматики

**Аннотация:** Статья посвящена реляционной алгебре и реляционному исчислению. Описано как они могут быть применены. Представлено сравнение между реляционной алгеброй и реляционным исчислением.

**Ключевые слова:** реляционная, алгебра, исчисление, операция, присвоение, выборка, проекция, пересечение, соединение, деление, объединение, разность, произведение, квантор всеобщности, квантор существования.

## 1. Краткая характеристика понятий

Реляционная алгебра представляет собой абстрактный процедурный язык запросов для обработки реляционных таблиц (процедурный язык – язык, обеспечивающий пошаговое решение задач). Реляционная алгебра состоит из набора операций над таблицами: объединение, пересечение, разность, декартово произведение, присвоение, выборка (селекция), проекция, соединение, деление.

Реляционное исчисление – это непроцедурный язык создания запросов (непроцедурный язык – язык, позволяющий формулировать, что нужно сделать, а не как этого добиться).

В реляционном исчислении запрос состоит из целевого списка и определяющего выражения, разделённых двоеточием. Целевой список – список в выражении реляционного исчисления, определяющий атрибуты таблицы решения. Определяющее выражение – условие в выражении реляционного исчисления, ограничивающее вхождение элементов (строк) в таблицу решения.

Результат запроса реляционной алгебры и реляционного исчисления есть реляционная таблица.

Команды SQL построены в основном на реляционном исчислении, кроме случаев использования команд, реализующих непосредственно функции реляционной алгебры (реляционно-полный язык – язык, имеющий такую же логическую мощь, что и реляционная алгебра или реляционное исчисление).

## 2. Примеры запросов

Предположим, что необходимо найти ФИО работников, подчинённых бригадир с ID 1520?

Пример абстрактной записи запроса в реляционном исчислении будет:

{г.ФИО: г IN РАБОТНИКИ AND г.ID\_БРИГ='1520'}.

Тот же запрос в реляционной алгебре:  $\pi_{\text{ФИО}}(\sigma_{\text{ID\_БРИГ}=1520}(\text{РАБОТНИКИ}))$ .

И наконец, SQL запрос: SELECT ФИО FROM РАБОТНИКИ WHERE ID\_БРИГ='1520';

Данный запрос выполняется в следующем порядке: система просматривает строки таблицы РАБОТНИКИ одну за другой. Первой строке временно присваивается имя г и проверяется истинность определяющего выражения. В этом случае, поскольку определяющее выражение г.ID\_БРИГ='1520' ложно, то строка г.ФИО: Иванов И.И. не помещается в таблицу решения. Затем система переходит к следующей строке, даёт ей имя г и снова проверяет истинность определяющего выражения. На этот раз выражение истинно, поэтому Петров П.П. помещается в таблицу решения. Затем процесс повторяется для каждой из остальных строк таблицы РАБОТНИКИ.

Целевой список может состоять из нескольких атрибутов:

{г.ФИО, г.ID\_РАБ, г.ПОЧАСОВАЯ\_РАСЦЕНКА, г.СПЕЦИАЛЬНОСТЬ: г IN РАБОТНИКИ AND г.ID\_БРИГ='1520'}.

В выражениях реляционного исчисления применяются кванторы существования и всеобщности. Понятие квантор обозначает количество чего-либо.

Квантор существования - выражение реляционного исчисления, означающее существование хотя бы одной строки, удовлетворяющей условию.

Квантор всеобщности - выражение реляционного исчисления, обозначающее, что некоторое условие применяется к каждой строке определённого типа. Квантор всеобщности используется аналогично операции деления в реляционной алгебре для выполнения запросов со словами все и каждый.

## Заключение

Выражение реляционной алгебры определяет последовательность операций над одним или несколькими отношениями и порядок их выполнения.

Реляционное исчисление представляет адаптацию исчисления предикатов применительно к области баз данных. Оно освобождает пользователя от необходимости определения того как достичь результата.

Реляционная алгебра и реляционное исчисление логически эквивалентны, то есть любой запрос выполненный в одном из этих языков, выполняется и в другом.

Таким образом, операции выборки и проецирования поддерживаются в реляционном исчислении. Объединение, пересечение, разность и декартово произведение также можно легко вывести из конструкций реляционного исчисления. Поскольку в реляционном исчислении не используются пошаговые процедуры алгебры, операция присвоения не нужна. Для выполнения некоторых операций реляционной алгебры в реляционном исчислении требуются кванторы: квантор существования (для соединения) и квантор всеобщности (для деления).

## Библиография

1. Реляционная алгебра и реляционное исчисление. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://bgtu-ief.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=574:-7-&catid=44:2011-11-25-19-30-30&Itemid=64](http://bgtu-ief.com/index.php?option=com_content&view=article&id=574:-7-&catid=44:2011-11-25-19-30-30&Itemid=64)
2. Основы реляционной алгебры. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/145381/>
3. Реляционное исчисление. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.mstu.edu.ru/study/materials/zelenkov/ch\\_4\\_5.html](http://www.mstu.edu.ru/study/materials/zelenkov/ch_4_5.html)
4. И.Ф. Астахова, А.П. Толстобров, В.М. Мельников. SQL в примерах и задачах Учебное пособие, Воронеж, 2001.

## SECȚIA CALCULATOARE, INFORMATICĂ ȘI MICROELECTRONICĂ

### Subsecția MICROELECTRONICĂ ȘI NANOTEHNOLOGII

Nr.	Autorul, denumirea lucrării	Pagina
1	<b>Postica Vasile, Smazna Daria, Schütt Fabian, Hoppe Mathias</b> Rețele hibride în baza ZnO pentru detectarea selectivă a gazelor.	341
2	<b>Pislaru Corneliu</b> Siguranța utilizării dispozitivelor medicale în instituțiile medicale.	345
3	<b>Ababii Nicolai, Magariu Nicolae, Hoppe Mathias, Terasa Maik-Ivo, Postica Vasile, Crețu Vasilii</b> Nanoheterojuncțiuni din oxid de cupru CuO/Cu <sub>2</sub> O pentru senzori de gaze explozive și compuși volatili.	349
4	<b>Ababii Nicolai, Ulfa Maria, Hoppe Mathias, Vahl Alexander</b> Efectele funcționalizării oxidului de titan asupra performanțelor senzoriale.	353
5	<b>Ababii Nicolai</b> Creșterea localizată și cercetarea proprietăților senzoriale ale nanostructurilor oxidilor mixti de Fe-Cu	357
6	<b>Gordienko Sergiu</b> Metode de Analiză și prelucrare a datelor ECG în contextul Neuroplasticității.	361
7	<b>Magariu Nicolae, Sereacov Alexandr, Ulfa Maria</b> Efectele formării nano-heterojuncțiunilor non-planare a oxidilor de titan și zinc asupra selectivității senzoriale	364
8	<b>Babilunga Aurel</b> Materiale Hidrofile și Hidrofobe.	368
9	<b>Ciobanu Vladimir</b> Senzori d presiune în bază de Aero-GaN	370
10	<b>Bodarev Piotr</b> Impregnarea nanostructurilor în matrici polimerice utilizând tehnici de printare 3D.	373
11	<b>Gorceag Gheorghe</b> Sporirea calității serviciilor medicale prin verificarea periodică a dispozitivelor medicale.	375
12	<b>Mirzac Alexandra</b> Steady-state dynamics of a quantumoscillators coupled with a three-level emitter	378
13	<b>Lupan Cristian, Postica Vasile, Magariu Nicolae</b> Proprietățile senzoriale ale peliculelor columnare de ZnO dopate cu Eu.	379
14	<b>Pleşco Irina</b> Superelastic lightweight carbon materials for piezoresistive sensors.	383
15	<b>Seryakov Alexandr</b> Perspectives of distributed monitoring nano-sensors based networks integration into the modern city infrastructure.	387
16	<b>Strîșca Stanislav, Savițchi Evelina</b> Tehnologia imprimării 3D în chirurgia ortognată.	389
17	<b>Vidiborschii Vladimir</b> Efficiency of the LES implantable stimulator in animal tests.	393
18	<b>Pletea Ionica Marcela</b> Impactul integrării 3D asupra Construirii Arborelui de Clock.	397
19	<b>Trifan Cătălin</b> Piezoelectricitatea, flexoelectricitatea și aplicațiile lor.	400
20	<b>Morari Vadim</b> Proprietățile optice ale filmelor subțiri de Zn <sub>1-x</sub> Mg <sub>x</sub> O obținute prin Spin-Coating	402

# REȚELE HIBRIDE ÎN BAZA ZnO PENTRU DETECTAREA SELECTIVĂ A GAZELOR

Vasile POSTICA<sup>1</sup>, Daria SMAZNA<sup>2</sup>, Fabian SCHÜTT<sup>2</sup>, Mathias HOPPE<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departamentul de Microelectronică și Inginerie Biomedicală, Universitatea Tehnică a Moldovei

<sup>2</sup> Institutul de Științe ale Materialelor, Catedra de Nanomateriale Funcționale, Universitatea din Kiel, Germania

**Abstract:** Este bine cunoscut faptul că dezavantajele principale ale micro- și nanostructurilor de semiconductori oxizi, precum SnO<sub>2</sub> și ZnO, sunt selectivitatea și stabilitatea joasă în medii cu concentrația înaltă de vapori de apă. În lucrarea dată este prezentată sinteza rezultatelor în baza rețelilor hibride de ZnO (ZnO cu Me<sub>x</sub>O<sub>y</sub>, Zn<sub>x</sub>Me<sub>y</sub>O<sub>z</sub> și C<sub>60</sub>, unde Me = Fe, Cu Al, Bi sau Sn) pentru detectarea selectivă a gazelor și a vaporilor compușilor organici volatili, precum H<sub>2</sub>, CO, CH<sub>4</sub>, etanol și NH<sub>3</sub>.

**Cuvinte cheie:** materiale hibride, senzor de gaz, ZnO.

## Introducere

Posibilitățile unice de a crea materiale complexe noi prin combinarea sinergetică a componentelor anorganice la scară nanometrică-micrometrică face ca clasa de materiale hibride să fie în centrul atenției pentru elaborarea materialelor multifuncționale, în special pentru senzori selectivi de gaze, specii biologice și fotodetectoare [1]. Din punct de vedere a chimiei, termenul de material hibrid se atribuie materialelor care prezintă o structură compozită la scară moleculară [1]. Conform definiției de la „Union of Pure and Applied Chemistry” (IUPAC): „Materialele hibride sunt compuse dintr-un amestec al materialelor organice, inorganice sau ambele” cu nota că componentele de obicei sunt interconectate la o scară mai mică de 1 μm [2], astfel acestea diferă de compozitele tradiționale la scară macrometrică. O definiție mai modernă ar fi că materialele hibride sunt compuse din minimum două componente organice sau inorganice, care sunt dispersate molecular în material [1]. Astfel, materialele hibride se împart în două clase, clasa I care au legături slabe între cele două componente, precum legăturile van der Waals, legături de hidrogen sau interacțiuni electrostatice slabe, iar clasa II sunt care au legături puternice între componente, precum legături ionice sau covalente [3]. Între termenii de nanocompozite și materiale hibride nu există un hotar bine definit, însă de obicei termenul de nanocompozit se folosește în cazul în care o componentă are mărimea cuprinsă între 1 și 100 nm [1, 3]. Termenul de nanocompozit se utilizează dacă combinația dintre unitățile structurale organice și anorganice rezultă într-un material cu proprietăți compozite [1, 4]. Aceasta înseamnă că proprietățile originale ale componentelor organice și/sau anorganice separate sunt încă prezente în compozit și că nu se modifică prin amestecarea acestor materiale [4]. Cu toate acestea, dacă o nouă proprietate apare din amestec, atunci materialul devine un material hibrid [1, 3, 4]. Mărimea componentelor individuale și natura interacțiunii acestora (covalent, electrostatic, etc.) nu intră în definiția unui material hibrid [4]. La rândul său, funcționalizarea unui material prezintă adăugarea funcțiilor sau capacităților noi unui material prin modificarea proprietăților chimice de suprafață, carea este des utilizată în chimie, știința materialelor, ingineria biologică și textilă, precum și în nanotehnologii-senzori [5]. Funcționalizarea se poate efectua prin atașarea moleculelor a nanoparticulelor la suprafața materialului prin legături chimice sau adsorbție [5].

Astfel, în cazul senzorilor de gaze o altă metodă eficientă de mărire a proprietăților senzoriale a micro- și nanostructurilor de oxizi metalici prezintă funcționalizarea/hibridizarea cu (i) metale, (ii) alți oxizi de metale și (iii) materiale organice [6]. În lucrarea dată se va prezenta sinteza rezultatelor proprii în baza rețelilor hibride de ZnO pentru detectarea selectivă a gazelor și a vaporilor de compuși organici volatili la diferite temperaturi de operare.

## 1. Senzori selectivi în baza rețelilor hibride

Fabricarea rețelilor tri-dimensionale (3-D) de tetrapode de ZnO (ZnO-T) a devenit un pas important pentru progresul ingineriei, științei și a nanotehnologiilor [7-11]. ZnO-T formează rețele 3-D cu un raport suprafață-la-volum enorm și multe canale de difuzie a speciilor gazoase, astfel fiind candidați excelenți pentru aplicații de detectare a gazelor [10, 12]. Recent, a fost elaborată o metodă simplă de sinteză al rețelilor interconectate de ZnO-T cu o porozitate înaltă prin transportul de flacără utilizând creuzeta (C-FTS) și arderea (B-FTS) [7-11]. Metoda B-FTS poate fi caracterizată printr-o sinteză rapidă în 3 – 5 s ale rețelilor de ZnO-T interconectate [7]. Astfel de rețele au demonstrat proprietăți multifuncționale excelente, precum detecția rapidă a razelor de UV și a gazului de hidrogen, la fel și o activitate catalitică semnificativă [7, 9]. Datorită mecanismului specific ale brațelor interconectate, un răspuns rapid la iluminarea cu radiație UV se poate detecta [7, 9]. Totuși, dimensiunile mai mari ale tetrapodelor sintetizate prin metoda C-FTS (ZnO-T cu

grosimea piciorușelor de  $\sim 1 \mu\text{m}$  și lungimea de  $\sim 10 \mu\text{m}$ ) conduc la proprietăți senzoriale relativ slabe [7, 9]. În baza rețelelor de ZnO-T deja au fost elaborați senzori de etanol [12-15], acetaldehidă și gazul de  $\text{H}_2\text{S}$  [16]. Formarea heterojuncțiunilor în rețelele date pare a fi o metodă eficientă de îmbunătățire în continuare a proprietăților senzoriale ale rețelelor de ZnO-T [17].

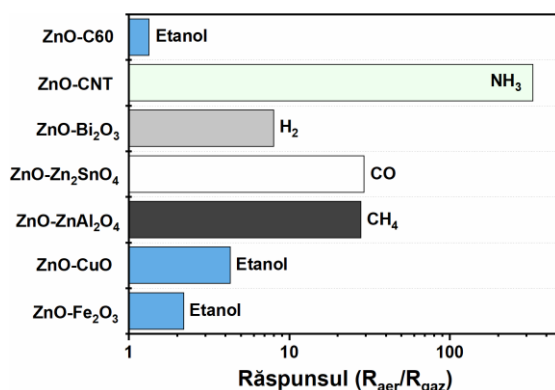


Fig. 1. Răspunsul la gaze ale rețelelor hibride în baza ZnO.

Astfel, au fost obținute și rețele 3-D hibride în baza ZnO-T cu o porozitate înaltă, care au fost combinate cu  $\text{Me}_x\text{O}_y$ ,  $\text{Zn}_x\text{Me}_y\text{O}_z$  și  $\text{C}_{60}$  ( $\text{ZnO-T-Me}_x\text{O}_y$  și  $\text{ZnO-T-Zn}_x\text{Me}_y\text{O}_z$ ). În cazul dat rețelele de ZnO-T (produse prin metoda FTS) au fost mixate în diferite rapoarte cu microparticule de metale ( $\text{Me} = \text{Fe}, \text{Cu}, \text{Al}, \text{Bi}$  și  $\text{Sn}$ ) și fulerene  $\text{C}_{60}$ , urmată de un tratament termic în aer la  $1150^\circ\text{C}$  timp de 5 ore [10, 11, 18]. Rețelele de ZnO-T au fost mixate cu microparticulele de  $\text{Me}$  în diferite rapoarte ale greutateii (30:1, 20:1, 15:1, 10:1), apoi compresate în formă de disc cu o densitate de  $0.3 \text{ g/cm}^3$  urmată de un tratament termic în aer la  $1150^\circ\text{C}$  timp de 5 ore [9, 10]. Astfel prin mixarea cu microparticule metalice de  $\text{Sn}, \text{Fe}, \text{Bi}, \text{Cu}$  și  $\text{Al}$  s-au obținut faze cristaline adăugătoare în rețele hibride și anume  $\text{Zn}_2\text{SnO}_4$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Bi}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CuO}$  și  $\text{ZnAl}_2\text{O}_4$ , respectiv [11, 18].

Măsurările la gaze ale rețelelor hibride, prezentate în lucrările precedente [11, 18], au demonstrat clar o modificare în selectivitate de la gazul de hidrogen. Rezultatele sunt sumarizate în Figura 1. A fost calculat răspunsul la gaz ( $R_{\text{aer}}/R_{\text{gaz}}$ , unde  $R_{\text{aer}}$  și  $R_{\text{gaz}}$  prezintă rezistența structurii la expunerea în aer și la introducerea gazelor în camera de test) pentru fiecare caz la temperatura de operare optimă, determinată experimental. Figura 2 demonstrează imaginile rețelelor hibride efectuate cu ajutorul microscopului electronic cu balieaj pentru fiecare tip de rețele hibride. În baza Figurilor 1 și 2 se pot face următoarele concluzii. În baza rețelelor hibride de:

- ZnO-T- $\text{Bi}_2\text{O}_3$  (20:1) cu structura de tip miez (ZnO-T)-înveliș ( $\text{Bi}_2\text{O}_3$ ) demonstrează un răspuns de tip  $p$  selectiv la gazul de  $\text{H}_2$  ( $S_{\text{H}_2} \sim 8$ ) la temperatura de operare de  $400^\circ\text{C}$  [19];
- ZnO-T- $\text{Zn}_2\text{SnO}_4$  (30:1) demonstrează o selectivitate excelentă la gazul de CO ( $S_{\text{CO}} \sim 29.3$ ) la temperatura de operare de  $275^\circ\text{C}$ . Modificarea în selectivitate a fost atribuită formării heterojuncțiunilor de  $\text{Zn}_2\text{SnO}_4/\text{ZnO-T}$  înalt sensibile la gazul de CO, și care măresc numărul de bariere de potențial în rețea, și deci respectiv sensibilitatea rețelelor [19];
- ZnO-T- $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (20:1), ZnO-T-CuO (20:1) și fulerene  $\text{C}_{60}$  demonstrează răspunsul mai mic dar selectiv la vaporii de etanol. În cazul ZnO-T- $\text{Fe}_2\text{O}_3$  răspunsul este de  $S_{\text{etanol}} \sim 2.2$  la temperatura de operare de  $250^\circ\text{C}$ , iar pentru ZnO-T-CuO răspunsul este de  $S_{\text{etanol}} \sim 4.3$  la temperatura de operare de  $350^\circ\text{C}$ . Modificarea selectivității a fost atribuită proprietăților catalitice excelente a oxizilor de fier și cupru de a oxida moleculele de etanol [18];
- ZnO-T- $\text{ZnAl}_2\text{O}_4$  (10:1) demonstrează posibilitatea de modificare a selectivității la gazul de  $\text{CH}_4$ , obținând un răspuns de  $S_{\text{CH}_4} \sim 28$  la temperatura de operare de  $250^\circ\text{C}$ . Răspunsul înalt a fost atribuit formării heterojuncțiunilor de ZnO-T/ $\text{ZnAl}_2\text{O}_4$  iar modificarea selectivității a fost atribuită proprietăților catalitice a  $\text{ZnAl}_2\text{O}_4$  de a oxida complet gazul de  $\text{CH}_4$  la temperaturi relativ înalte [18];
- Prin atașarea pe suprafața rețelelor de ZnO-T ale nanotuburilor de carbon (2.0 wt% CNT) s-a obținut o detecție ultrasenzitivă și ultrasectivă al  $\text{NH}_3$  la temperatura camerei ( $S_{\text{NH}_3} \sim 330$ ). Îmbunătățirea proprietăților senzoriale a fost explicată prin proprietățile excelente ale nanotuburilor de carbon de adsorbi moleculele de  $\text{NH}_3$  la temperatura camerei, iar sarcinile eliberate se transmit la rețelele de ZnO-T pentru a modula mai eficient barierele de potențial. Astfel s-a demonstrat posibilitatea de a combina în mod simplu și eficient structura 3-D a rețelelor de ZnO-T cu proprietățile senzoriale excelente ale CNT pentru detecția  $\text{NH}_3$  [20].

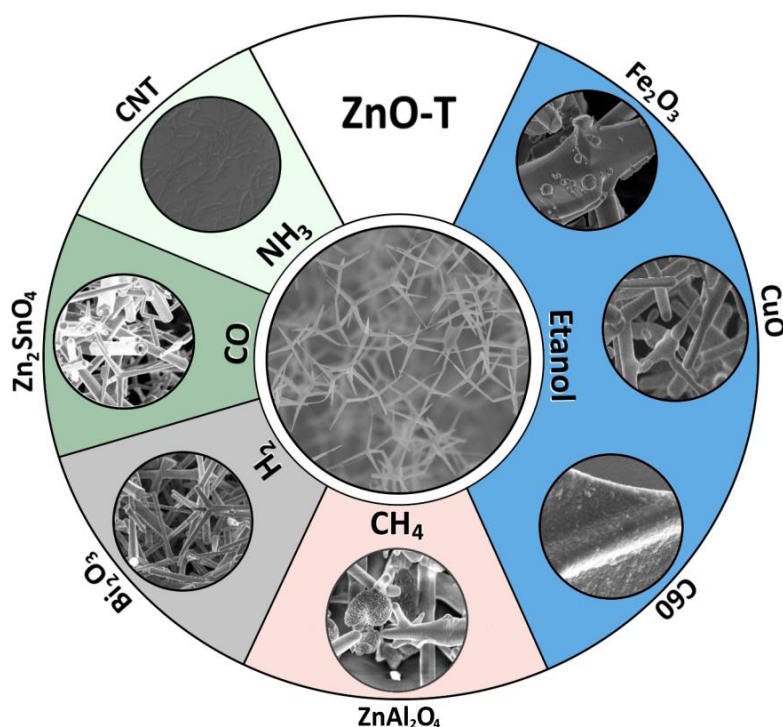


Fig. 2. Prezentarea generală ale rețelelor hibride în baza ZnO 3-D cu ilustrarea imaginilor SEM respective și selectivitatea la gaze.

### Concluzii

În lucrarea dată au fost sistematizate datele experimentale despre rețelele hibride de ZnO-T 3-D combinate cu  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CuO}$  și fullerene  $\text{C}_{60}$  care demonstrează că sunt selective la vaporii de etanol, rețelele hibride ZnO-T combinate cu  $\text{ZnAl}_2\text{O}_4$  sunt selective la gazul de  $\text{CH}_4$ , rețelele de ZnO combinate cu  $\text{Zn}_2\text{SnO}_4$  la gazul de CO, rețelele de ZnO-T combinate cu  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  și rețelele de ZnO-T combinate cu CNT la  $\text{NH}_3$ . Rezultatele obținute demonstrează clar noile posibilități/direcții de a modifica/controla sensibilitatea rețelelor de nano- și microstructuri de ZnO într-o cale rațională în baza formării heterojoncțiunilor, structurilor de tip miez-înveliș cu oxizi de metale sau compuși ternari cu proprietăți catalitice excelente la anumite gaze. Materialele sensibile de tipul dat pot fi în viitor asamblați pe un singur chip în calitate de nas-electronic pentru a monitoriza în timp real calitatea aerului în încăperi, în industrie sau în mediu.

### Mulțumiri

Postica Vasile, doctorand la Universitatea Tehnică a Moldovei (UTM), aduce sincere mulțumiri prof. univ., dr. hab. Lupan Oleg, conducător la teza de doctor, pentru suport, încurajare și îndrumare în timpul studiilor la UTM, precum și pentru discuțiile fructuoase în cadrul doctoratului. Cercetările au fost parțial finanțate de UTM. Smazna D., Schütt F. și Hoppe M aduc sincere mulțumiri prof. R. Adelung, conducător la tezele de doctor, pentru suport, încurajare și îndrumare în timpul studiilor la Universitatea din Kiel.

### Bibliografie

1. G. Kikelbick, Hybrid Materials, 1(2014).
2. J.V. Alemán, A.V. Chadwick, J. He, M. Hess, K. Horie, R.G. Jones, P. Kratochvíl, I. Meisel, I. Mita, G. Moad, S. Penczek, R.F.T. Stepto, Pure and Applied Chemistry 2007, p. 1801.
3. G. Kikelbick, Hybrid Materials, (2007).
4. G.L. Drisko, C. Sanchez, European Journal of Inorganic Chemistry, 2012(2012) 5097-5105.
5. P.-C. Ma, N.A. Siddiqui, G. Marom, J.-K. Kim, Composites Part A: Applied Science and Manufacturing, 41(2010) 1345-1367.
6. D.R. Miller, S.A. Akbar, P.A. Morris, Sensors and Actuators B: Chemical, 204(2014) 250-272.
7. D. Gedamu, I. Paulowicz, S. Kaps, O. Lupan, S. Wille, G. Haidarschin, Y.K. Mishra, R. Adelung, Advanced Materials, 26(2013) 1541-1550.
8. I. Hölken, G. Neubüser, V. Postica, L. Bumke, O. Lupan, M. Baum, Y.K. Mishra, L. Kienle, R. Adelung, ACS Applied Materials & Interfaces, 8(2016) 20491-20498.

9. Y.K. Mishra, G. Modi, V. Cretu, V. Postica, O. Lupan, T. Reimer, I. Paulowicz, V. Hrkac, W. Benecke, L. Kienle, R. Adelung, *ACS Applied Materials & Interfaces*, 7(2015) 14303-14316.
10. J. Gröttrup, I. Paulowicz, A. Schuchardt, V. Kaidas, S. Kaps, O. Lupan, R. Adelung, Y.K. Mishra, *Ceramics International*, 42(2016) 8664-8676.
11. V. Postica, I. Hölken, V. Schneider, V. Kaidas, O. Polonskyi, V. Cretu, I. Tiginyanu, F. Faupel, R. Adelung, O. Lupan, *Materials Science in Semiconductor Processing*, 49(2016) 20-33.
12. J.-J. Delaunay, N. Kakoiyama, I. Yamada, *Materials Chemistry and Physics*, 104(2007) 141-145.
13. L.M. Li, Z.F. Du, T.H. Wang, *Sensors and Actuators B: Chemical*, 147(2010) 165-169.
14. N. Van Hieu, N. Duc Chien, *Physica B: Condensed Matter*, 403(2008) 50-56.
15. C. Xiangfeng, J. Dongli, A.B. Djurišić, Y.H. Leung, *Chemical Physics Letters*, 401(2005) 426-429.
16. D. Calestani, R. Mosca, M. Zanichelli, M. Villani, A. Zappettini, *Journal of Materials Chemistry*, 21(2011) 15532-15536.
17. A. Katoch, Z.U. Abideen, H.W. Kim, S.S. Kim, *ACS Applied Materials & Interfaces*, 8(2016) 2486-2494.
18. O. Lupan, V. Postica, J. Gröttrup, A.K. Mishra, N.H. de Leeuw, J.F.C. Carreira, J. Rodrigues, N. Ben Sedrine, M.R. Correia, T. Monteiro, V. Cretu, I. Tiginyanu, D. Smazna, Y.K. Mishra, R. Adelung, *ACS Applied Materials & Interfaces*, 9(2017) 4084-4099.
19. V. Postica, J. Gröttrup, R. Adelung, O. Lupan, A.K. Mishra, N.H. de Leeuw, N. Ababii, J.F.C. Carreira, J. Rodrigues, N.B. Sedrine, M.R. Correia, T. Monteiro, V. Sontea, Y.K. Mishra, *Advanced Functional Materials*, 27(2017) 1604676.
20. F. Schütt, V. Postica, R. Adelung, O. Lupan, *ACS Applied Materials & Interfaces*, 9(2017) 23107-23118.



# SIGURANȚA UTILIZĂRII DISPOZITIVELOR MEDICALE ÎN INSTITUȚIILE MEDICALE

Corneliu PÎSLARU

Departamentul de Microelectronică și Inginerie Biomedicală,  
Universitatea Tehnică a Moldovei

**Abstract:** Astăzi un accent mare este pus pe un element de bază a managementului dispozitivelor medicale și anume siguranța utilizării dispozitivelor medicale cât și evaluarea riscurilor. În lucrarea dată este expus succint despre modalitatea de identificare și prevenire cât și a criteriilor de stabilire a siguranței utilizării dispozitivelor medicale la nivel instituțional

**Cuvinte cheie:** siguranță, evaluare, eficiență, utilizare, dispozitive medicale, media de vîrstă, sistem informațional.

## Introducere

În decursul ultimilor ani se investește mult în procurarea și dotarea instituțiilor medicale cu dispozitive medicale care la rîndul lor sînt foarte costisitoare și complexe. Mai multe studii arată că 50 % din dispozitivele medicale nu sînt utilizate sau sînt utilizate la o capacitate minimă mai ales în țările în curs de dezvoltare. [1] O altă problemă majoră este că din cauza că dispozitivele medicale nu sînt utilizate corect (60% din defecțiuni apar din cauza utilizatorului) sau au termenul de exploatare depășit prezintă un risc major atît pentru pacient cît și pentru utilizator. [2] Este de remarcat faptul că acest fenomen duce la pierderi enorme de resurse financiare din economia țării, dar cel mai grav este că suferă calitatea actului medical. Unul din instrumentele de bază cu ajutorul căruia se poate stabili acest lucru sînt sistemele informaționale de management al dispozitivelor medicale. Sistemele care au fost utilizate pentru studiu și evaluarea eficienței utilizării dispozitivelor medical în instituțiile medicale. [7]

Pentru evaluare au fost stabilite criteriile care în mod direct sau indirect pot influența calitatea actului medical cît și siguranța utilizatorului și pacientului cum ar fi: vîrsta dispozitivelor medicale, gradul de utilizare, responsabilii de mentenanța preventivă, tipul mentenanței preventive, numărul utilizatorilor care operează cu echipamentul medical. [6] Luînd în considerație că metoda de evaluare trebuie să se bazeze pe date concreate și pe un eșantion mare de dispozitive medicale a fost selectată o instituție medicală de nivel republican (IMSP IMC), la care numărul de echipamente medicale depășește 1500.

În urma analizei s-a constatat că 34% din dispozitivele medicale au o vîrstă mai mică de 5 ani, 31% au o vîrstă cuprinsă între 5-10 ani, 11% au o vîrstă între 10-15 ani și 24% au o vîrstă de peste 15 ani .

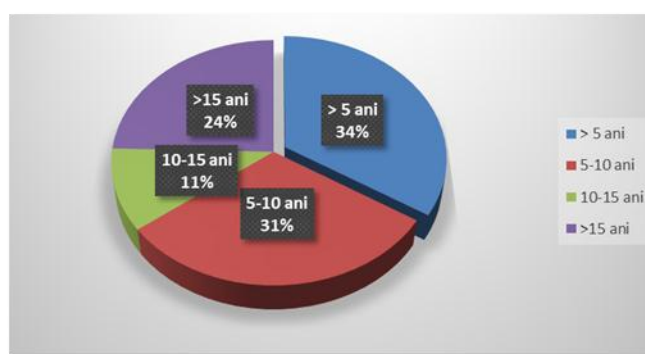


Fig. 1. Structura pe vîrstă a dispozitivelor medicale.

Aceste date ne permit să divizăm echipamentele medicale din dotare în patru categorii de dispozitive la care să le atribuim un punctaj de risc de utilizare conform tab.1.0. Dispozitivele medicale cu vîrsta mai mare de 15 ani vor avea punctaj de risc maximal [3].

Tabelul 1. Criteriu de evaluare a dispozitivelor medicale după risc.

Vîrsta dispozitivelor medicale	Puncte
< 5 ani	1
5-10 ani	2
10-15 ani	3
>15 ani	4

Un alt criteriu de evaluare a fost gradul de utilizare a dispozitivelor medicale cît și disponibilitatea în secția medicală a unui dispozitiv de rezervă. Utilizarea dispozitivelor medicale variază în dependență de departament și secție medicală. Astfel, spre exemplu dacă să analizăm gradul de utilizare a ventilatoarelor de respirație artificială din Secția Reanimare pediatrică se observă că în medie un ventilator a funcționat pe parcursul anului 2018 circa 7662 ore sau echivalentul a 21 ore pe zi. Conform normativului de lucru care este de 12 ore pe zi se observă că ventilatoarele sînt suprasolicitate. Acest fenomen duce la mărirea coeficientul de uzură a dispozitivelor și la creșterea costurilor de mentenanță și timpului de staționare. Spre comparație în Secția Reanimare chirurgicală care dispune de 6 ventilatoarele de același model au funcționat pe parcursul anului 2018 circa 3250 sau echivalentul a 9,02 ore pe zi. În secția Anestiziologie s-a constatat că în 2018 numărul mediu de utilizare a unei mașini de anestezie a fost de 372 ore cu durata medie de conectare a pacientului la dispozitiv - 1 oră, prin urmare dispozitivele sunt utilizate în regim normal Fig.2.

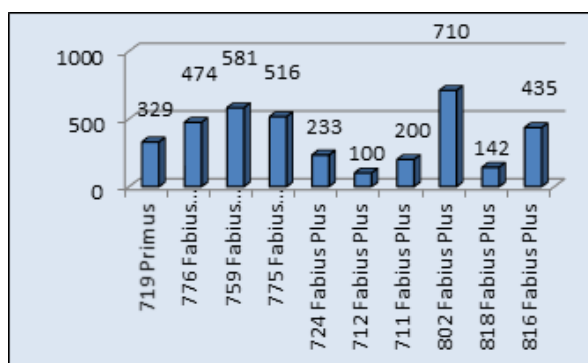


Fig. 2. Gradul de utilizare a mașinilor de anestezie.

În Departamentul de imagistică există un singur dispozitiv de tomografie computerizată care este utilizat zilnic în regim normal, însă în caz de defecțiune instituția medicală nu poate presta servicii calitative, iar viața pacienților cu necesitatea efectuării acestei investigații se supun unui risc major. Conform metodei anterioare au fost împărțite echipamentele în trei categorii la care au fost atribuite puncte de evaluare a riscului conform tab. 2. Astfel, dispozitivele medicale care sînt suprautilizate sau în acelaș departament medical nu există un dispozitiv de rezervă sînt cotate cu punctaj maximal.

Tabelul 2. Criteriu de evaluare a dispozitivelor medicale după gradul de utilizare.

Gradul de utilizare a dispozitivelor medicale	Puncte
Neutilizate	1
Utilizare normală	2
Suprautilizate sau nu există dispozitive de rezervă	3

Un alt criteriu de evaluare a fost gradul de pregătire a utilizatorilor care operează cu dispozitivele medicale. În anul 2018 au fost efectuate 59 instruirii pentru utilizatori unde au fost instruiți 95 de persoane. Luînd în considerație că instituția medicală dispune de aproximativ 1350 angajați care operează cu echipamentele medicale din dotare este foarte complicat de a identifica dacă echipamentul medical este operat de către o persoană instruită sau de un utilizator care nu are pregătire specială. În urma evaluării însă s-a observat că în secțiile medicale unde dispozitivele medicale sînt operate de mai mulți utilizatori, cum ar fi departamentele ATI, reanimare, numărul de chemări a bioinginerilor din cauza apariției erorilor, defecțiunilor este cu mult mai mare decît în cazul cînd dispozitivul medical este utilizat de către 1-2 persoane, ca de exemplu dispozitivele de ecografie, electrocardiografie, EEG. Conform metodei anterioare au fost împărțite echipamentele medicale în trei categorii la care au fost atribuit punctaj de evaluare a riscului tab.3. Astfel dispozitivele medicale care sînt utilizate de către mai mult de 5 utilizatori au punctaj maxim.

Tabelul 3. Criteriu de evaluare a dispozitivelor medicale după numărul de utilizatori.

Numărul de utilizatori pe echipament medical	Puncte
1 utilizator	1
2-5 utilizatori	2
>5 utilizatori	3

Un alt criteriu important de evaluare a fost modalitatea și responsabilitatea de efectuare a mentenanței preventive și corective. În cazul când este asigurată de către Departamentele de bioinginerie medicală în dependență de nivelul de autorizare și analizând timpul de reparație pe parcursul anului 2018 putem remarca că 2672 de lucrări au fost efectuate într-un timp foarte scurt ceea ce constituie mai puțin de o oră, 457 de lucrări au fost efectuate pînă la 5 ore, 108 lucrări au fost efectuate pînă la o zi și numai 8 lucrări au durat pînă la o lună. Un indicator important al departamentului este și timpul de reacționare care constituie în medie 20 minute. De aceea se vor considera dispozitivele medicale care sînt în gestiunea Departamentelor de bioinginerie medicală că au un risc mai mic de utilizare. Conform metodei anterioare au fost divizate echipamentele evaluate în două categorii tab. 4.

Tabelul 4 . Criteriu de evaluare a dispozitivelor medicale după gestiune.

Responsabili mentenanța dispozitivelor medicale	Puncte
Departament bioinginerie medicală	1
Companii externe	2

Ultimul criteriu de evaluare a echipamentelor medicale ar fi gradul și complexitatea efectuării mentenanței preventive. Conform studiilor efectuate există echipamente medicale la care mentenanța preventivă se reduce la verificarea funcționalității și aspectului visual, dar există și echipamente medicale care necesită mentenanță preventivă complexă care necesită pregătire specială și consumabile costisitoare. Aceste categorii de echipamente au fost divizate în trei grupe conform tab. 5.

Tabelul 5. Criteriu de evaluare a dispozitivelor medicale după tipurile de mentenanță.

Tipul mentenanței	Puncte
Mentenanță preventivă vizuală și funcțională	1
Mentenanță preventivă de bază	2
Mentenanță preventivă complexă	3

Metoda de clasificare a dispozitivelor medicale conform gradului de risc de utilizare constă în evaluarea fiecărui echipament medical din dotare prin oferire punctajelor din fiecare tabel. Echipamentele care vor acumula punctajul maxim de evaluare (10-15 puncte ) se afla în zona de risc major pentru pacient și utilizator. Cu aceste tipuri de echipamente se pot produce cel mai des incidente și defecțiuni cu urmări grave. De aceea monitorizarea utilizării și verificărilor periodice a acestor echipamente trebuie să fie prioritară pentru Departamentele de bioinginerie medicală. Planul de mentenanță și periodicitatea efectuării mentenanței preventive trebuie să fie întocmit conform indicatorilor calculați pentru fiecare echipament medical din dotare. Pentru instituțiile medicale care au în gestiune dispozitive medicale de diferită complexitate această metodă de evaluare este inevitabilă pentru elaborarea unei strategii adecvate de întreținere și de dotarea a instituției medicale cu echipamente medicale eficiente și sigure.

## Concluzii

Această lucrare prezintă o metodă de luare a deciziilor cu mai multe criterii de evaluare, cu scopul de prioritizare a dispozitivelor medicale în funcție de riscul de utilizare. Această metodă utilizează sistemul de punctaj maxim și minim pentru a identifica și a include dispozitivele medicale cu grad sporit de utilizare în programele de management a dispozitivelor medicale într-un spital instituțional. Structura propusă conține cinci criterii de evaluare în funcție de: vîrstă, grad de utilizare, numărul de utilizatori pentru un echipament, responsabili de mentenanța dispozitivului medical și tipul de mentenanță efectuată periodic. Metoda oferită este o estimare realistă a riscurilor și ia în considerare frecvența defecțiunilor și consecințele care pot apărea în urma lor. Acest model poate fi integrat într-un sistem informațional de management a dispozitivelor medicale pentru a lua decizii corecte și la timpul potrivit. Dispozitivele medicale cu punctaj minim le pot fi atribuită o prioritate mai mică într-un plan anual de mentenanță, astfel strategia de întreținere la nivel instituțional va fi bazată pe date reale și concrete. Aplicarea acestei metode într-o instituție medicală va reduce riscul de apariție a incidentelor și va spori calitatea actului medical. Siguranța utilizatorului și pacientului este prioritatea de bază pe care un manager de instituție medicală trebuie să țină cont.

## Mulțumiri

Pîslaru Corneliu, doctorand la Universitatea Tehnică a Moldovei (UTM), aduce sincere mulțumiri Prof.univ.dr Șontea V. , conducător la teza de doctor, pentru suport, încurajare și îndrumare în timpul studiilor la UTM, precum și pentru discuțiile fructuoase în cadrul doctoratului.

## Bibliografie

1. SONTEA, V.; MORGOCI S.; TURCANU, GH.; PISLARU, C. Medical Devices Management Strategy in the Republic of Moldova. Proceedings of 3<sup>rd</sup> International Conference on Nanotechnologies and Biomedical Engineering (ICNBME-2015), September 23-26, 2015, Chisinau, Republic of Moldova, IFMBE Proceedings, Volume 55, 2016, pp. 478-481. ISBN: 978-981-287-735-2
2. PISLARU, C.; GLADUN, S.; SONTEA, V. Efficiency of Medical Devices in Hospital Management. *3<sup>rd</sup> International Conference Health Technology Management (ICHTM-2016)*, October 6-7, 2016. Chisinau, Republic of Moldova. Book of abstracts, p. 34. ISBN 978-9975-51-774-4.
3. Joint Commission on Accreditation of Healthcare Organizations (JCAHO) (2004). 2004 Hospital Accreditation Standards. Joint Commission on Accreditation: Oakbrook Terrace, IL.
4. Joint Commission on Accreditation of Healthcare Organizations (JCAHO) (2005). Failure Mode and Effects Analysis in Health Care: Proactive Risk Reduction. 2nd edn, Joint Commission on Accreditation: Oakbrook Terrace, IL.
5. Kwong CK and Bai H (2002). A fuzzy AHP approach to the determination of importance weights of customer requirements in quality function deployment. *J Intell Manuf* 13: 367–377.
6. Lalib AW, Williams GB and O’Conner RF (1998). An intelligent maintenance model (system): An application of analytic hierarchy process and a fuzzy logic rule-based controller. *J Opl Res Soc* 49: 745–757.
7. GATCAN, ST.; STRATULAT, P.; PISLARU, C.; SONTEA V. Medical Devices Management Development at Institute for Mother and Child. *Book of abstracts of the 2<sup>nd</sup> Regional Workshop Health Technology Management (HTM-2014)*. April 10-11, 2014, Chisinau, Republic of Moldova, p. 21. ISBN 978-9975-45-303-5.
8. Temple-Bird, CL. Practical steps for developing health care technology policy, Institute of Development Studies, University Sussex.UK. 2000
9. Raab M. Maintenance strategies. Swiss Centre for International Health. 1999
10. Akay M., Key-note at the Int. Conf. E-Health & Bioengineering, Iasi&Constanta 2009.
11. Sontea V., Stratulat P., Werlein R. Health technology management. In: Proceedings Int. Conf. on Nanotech. & Biomed. Engng., Chisinau, Moldova, July 7-8 2011, pp. 248-51.
12. <http://www.eucomed.be/medical-technology/value-benefits>
13. World Bank An Overview of Medical Device Policy and Regulation, February 2007
14. Preliminary results of the baseline survey on medical devices. World Health Organization, 2010.

# NANOHETEROJONCȚIUNI DIN OXID DE CUPRU $\text{CuO/Cu}_2\text{O}$ PENTRU SENZORI DE GAZE EXPLOZIVE ȘI COMPUȘI VOLATILI

N. ABABII<sup>1</sup>, N. MAGARIU<sup>1</sup>, M. HOPPE<sup>2</sup>, M. TERASA<sup>2</sup>, V. POSTICA<sup>1</sup>, V. CREȚU<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamentul Microelectronică și Inginerie Biomedicală, Universitatea Tehnică a Moldovei, Republica Moldova

<sup>2</sup> Institutul de Științe ale Materialelor, Catedra de Nanomateriale Funcționale, Universitatea din Kiel, Germania

**Abstract:** Nanostructurile de oxid de cupru sunt materiale fascinante datorită proprietăților electrice, optice, termice și senzoriale remarcabile, dat fiind faptul că este posibil stabilizarea fazelor specific în mod unic la dimensiuni nanometrice. În lucrarea dată este prezentată cercetarea heterojoncțiunilor din oxizi semiconductori de dimensiuni nanometrice de  $\text{CuO/Cu}_2\text{O}$  cu diferite grosimi la gazul de hidrogen ( $\text{H}_2$ ) și vapori de etanol, astfel fiind obținute rezultate experimentale care demonstrează sensibilitatea și selectivitatea nanoheterojoncțiunilor de  $\text{CuO/Cu}_2\text{O}$  la vaporii de etanol față de gazul de  $\text{H}_2$  cu concentrația de 100 ppm. A fost obținut un răspuns de aproximativ 125% la temperatura de operare de 350 °C.

**Cuvinte cheie:** nanoheterojoncțiuni,  $\text{CuO/Cu}_2\text{O}$ , senzor de gaz, compuși volatili

## Introducere

Domeniile de aplicare a heterojoncțiunilor din oxizi de cupru ( $\text{CuO}$ ,  $\text{Cu}_2\text{O}$ ,  $\text{Cu}_3\text{O}_4$ ) la scară nanometrică [1,2] sunt destul de largi, așa ca fabricarea fungicidelor [3,4], vopselelor antivegetative [5,6], producerea sticlei mozaice romane [7], senzori de gaze, biosenzori, baterii, conversia energiei solare, supraconductori cu temperatura critică ridicată și emițătorilor de câmp [1,7-10]. Datorită performanțelor lor îmbunătățite și sensibilitatea față de gaze, explicată prin un mecanism specific de detectare, heterojoncțiunile din oxizi semiconductori, nanostructurile de oxizi de cupru au atras o deosebită atenție a cercetătorilor pentru îmbunătățirea considerabilă a sensibilității și selectivității senzorilor în baza lor [1,2]. Cercetarea asupra biosenzorilor și a senzorilor de gaze a condus la diferite combinații de oxizi semiconductori de *tip-p* și de *tip-n* prin formarea de nanoheterojoncțiuni [1]. Majoritatea oxizilor semiconductori de *tip-p*, cum ar fi  $\text{CuO}$ , sunt cunoscuți de a fi catalizatori excelenți pentru oxidarea compușilor organici volatili (VOC), în special a vaporilor de etanol [1,2,9,10]. Oxizii de cupru ( $\text{CuO}$ ,  $\text{Cu}_2\text{O}$ ,  $\text{Cu}_3\text{O}_4$ ), precum și alți oxizi de *tip-p* ( $\text{NiO}$ ,  $\text{Co}_3\text{O}_4$  și  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ), sunt cele mai promițătoare materiale care au demonstrat posibilitatea de detectare sensibilă, rapidă și fiabilă a acetonei, etanolului,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{NO}_2$  și  $\text{H}_2\text{S}$  [2,9].

În lucrarea dată, este raportată obținerea prin pulverizare a nanoheterojoncțiunilor de  $\text{CuO/Cu}_2\text{O}$  de diferite grosimi prin depunerea straturilor ultra-subțiri de  $\text{Cu}$  și oxidarea ulterioară în aer cu ajutorul unui tratament termic, precum și cercetarea proprietăților electrice și performanțele senzoriale la gaze explozive și compuși organici volatili, în particular la gazul de hidrogen și vaporii de etanol.

## Partea experimentală

Heterojoncțiunile din oxizi semiconductori de dimensiuni nanometrice de  $\text{CuO/Cu}_2\text{O}$  au fost crescute pe un substrat din sticlă (cu dimensiunile de 10 mm × 20 mm × 1 mm) prin pulverizarea straturilor subțiri de  $\text{Cu}$  (20, 40 și 60 nm, notate prin C2, C4 și C6, respectiv), urmate de un tratament termic în aer la temperatura de 425 °C timp de 20, 40 și 60 min, respectiv. Contactele din  $\text{Au}$  au fost pulverizate pe suprafața peliculelor din  $\text{CuO/Cu}_2\text{O}$  prin intermediul unei măști de tip meandru. Parametrii electrici ai heterojoncțiunilor de  $\text{CuO/Cu}_2\text{O}$  au fost înregistrate cu ajutorul Keithley 2400, conectat la un calculator prin intermediul unei interfețe grafice. Timpii de reacție și de recuperare al astfel de structuri senzor au fost calculați ca perioada de timp necesară pentru creșterea și descreșterea a 90% din valoarea absolută a răspunsului, respectiv.

## Rezultate și discuții

Pentru a determina cea mai optimală grosime a straturilor depuse pentru formarea nanoheterojoncțiunilor de  $\text{CuO/Cu}_2\text{O}$  prin pulverizare magnetronică, au fost alese trei grosimi diferite ale peliculelor ultra-subțiri, și anume de 20 nm, 40 nm și 60 nm în baza cercetărilor anterioare unde a fost demonstrat că aume grosimea straturilor de suprafață de 20-40 nm obținute prin metoda SCS sunt cele mai optime pentru senzori [1,2]. Heterostructurile superficiale de  $\text{CuO/Cu}_2\text{O}$  formate și integrate în senzori cu contacte din  $\text{Au}$  au fost testate la gazul de  $\text{H}_2$  și vaporii de etanol la diferite temperaturi de operare.

În figura 1a este reprezentat răspunsul la expunerea către gaze ( $\text{H}_2$  și vapori de etanol) la diferite temperaturi de operare ale nanoheterojoncțiunilor de  $\text{CuO/Cu}_2\text{O}$  de 20 nm (C2), 40 nm (C4) și 60 nm (C6), respectiv. Concentrația gazelor de test a fost de 100 ppm. Din figura 1a observăm că la toate temperaturile de

operare selectivitatea este mai mare pentru vaporii de etanol. La fel putem observa că la temperatura de operare de 250 °C, cel mai mare răspuns (~75%) este la proba cu grosimea de 60 nm (C6), iar la mărirea temperaturii de operare la 300 °C și 350 °C, cel mai mare răspuns a fost observat la probele cu grosimea de 20 nm (C2), cu un răspuns de ~120% și ~125%, respectiv. La toate grosimile straturilor, 20/60 nm, compuse din nanoheterojuncțiuni de CuO/Cu<sub>2</sub>O, observăm tendința de creștere a răspunsului cu creșterea temperaturii de operare. În concluzie, putem afirma că cea mai optimă grosime a straturilor depuse este de ordinul a 20 nm. În figura 1b este prezentată caracteristica volt-ampere la temperatura camerei a structurilor senzor în baza nanoheterojuncțiunilor de CuO/Cu<sub>2</sub>O cu diferite grosimi ale straturilor depuse, și anume de 20 nm (C2), 40 nm (C4) și 60 nm (C6), respectiv. În toate cazurile s-a observat formarea de contacte Ohmice. Pentru seturile de probe cu grosimea de 40 nm (C4) s-a observat cele mai mici valori ale curenților electrici, iar pentru cele cu grosimea de 60 nm (C6) cel mai mare valori.

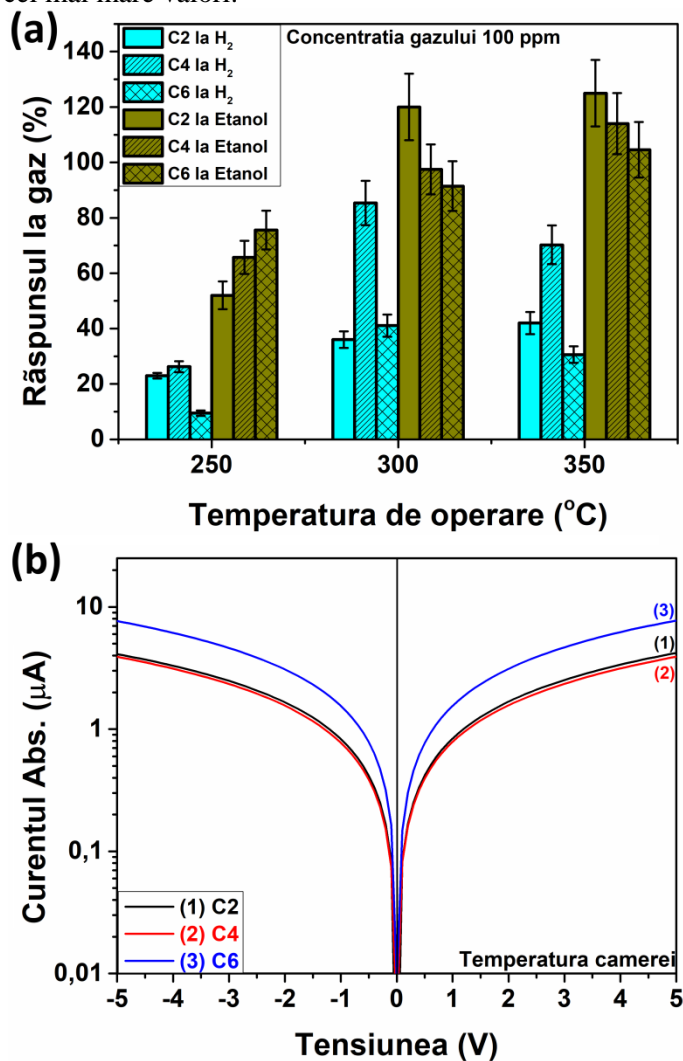


Figura 1. (a) Răspunsul la gaze (H<sub>2</sub> și vaporii de etanol) cu concentrația 100 ppm la diferite temperaturi de operare ale structurilor în baza nanoheterojuncțiunilor de CuO/Cu<sub>2</sub>O cu grosimea straturilor de 20 nm (C2), 40 nm (C4) și 60 nm (C6); (b) Caracteristica volt-ampereică la temperatura camerei a structurilor în baza nanoheterojuncțiunilor de CuO/Cu<sub>2</sub>O cu grosimea straturilor de 20 nm (C2), 40 nm (C4) și 60 nm (C6).

În figura 2 este prezentat răspunsul dinamic la vaporii de etanol cu concentrația de 100 ppm a structurilor de senzori în baza nanoheterojuncțiunilor de CuO/Cu<sub>2</sub>O cu grosimea straturilor de 20 nm (C2), 40 nm (C4) și 60 nm (C6) la temperatura de operare de 300 °C (figura 2a) și 350 °C (figura 2b). Din figura 2a observăm obținerea unui răspuns de ~120% pentru straturile cu grosimea de 20 nm (curba 1) cu un timp de răspuns de  $\tau_r = 10$  s și timp de recuperare de  $\tau_d = 40$  s. Pentru proba cu grosimea straturilor de 40 nm (curba 2) s-a obținut un răspuns de ~97% cu un timp de răspuns de  $\tau_r = 10$  s și un timp de recuperare de  $\tau_d = 38$  s, iar pentru proba cu grosimea straturilor de 60 nm (curba 3) s-a obținut un răspuns de ~90% cu un timp de

răspuns de  $\tau_r = 13$  s și un timp de recuperare de  $\tau_d = 48$  s, respectiv. În figura 2b unde este prezentat răspunsul dinamic la vaporii de etanol cu concentrația de 100 ppm a straturilor în baza nanoheterojoncțiunilor de CuO/Cu<sub>2</sub>O la temperatura de operare de 350 °C, s-a obținut un răspuns de ~125% pentru proba cu grosimea straturilor de 20 nm (curba 1). Timpul de răspuns și recuperare în cazul date este de  $\tau_r = 19$  s și  $\tau_d = 27$  s. Pentru proba cu grosimea straturilor de 40 nm (curba 2) s-a obținut un răspuns de ~114% cu un timp de răspuns de  $\tau_r = 20$  s și un timp de recuperare de  $\tau_d = 30$  s, iar pentru proba cu grosimea straturilor de 60 nm (curba 3) s-a obținut un răspuns de ~104% cu un timp de răspuns de  $\tau_r = 17$  s și un timp de recuperare de  $\tau_d = 32$  s, respectiv. Astfel putem menționa faptul că la temperatura de operare de 350 °C are loc mărirea răspunsului pentru toate grosimile straturilor depuse de CuO/Cu<sub>2</sub>O, iar cel mai mare răspuns a fost observat pentru proba cu grosimea de 20 nm (C2), la fel s-a observat că la temperatura de operare de 350 °C timpul de recuperare s-a micșorat la toate grosimile straturilor depuse în baza nanoheterojoncțiunilor de CuO/Cu<sub>2</sub>O, ceea ce prezintă un avantaj pentru aplicațiile în timp real.

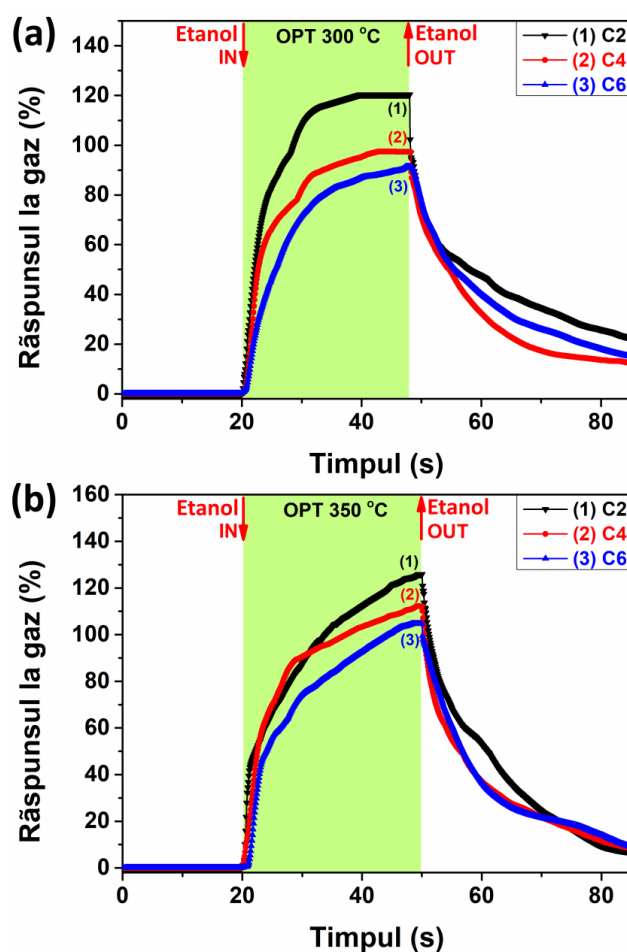


Figura 2. Răspunsul dinamic la vaporii de etanol ale structurilor senzori în baza nanoheterojoncțiunilor de CuO/Cu<sub>2</sub>O cu grosimea straturilor de 20 nm (C2), 40 nm (C4) și 60 nm (C6) la temperatura de operare de: (a) 300 °C și (b) 350 °C, respectiv.

## Concluzii

În lucrarea dată au fost elaborate nanoheterojoncțiuni din oxizi de cupru (CuO/Cu<sub>2</sub>O) ca straturi ultrasubțiri (20 – 60 nm) și cercetate proprietățile senzoriale ale lor față de gazul exploziv de H<sub>2</sub> și compuși organici volatili, astfel ca vaporii de etanol. În intervalul temperaturilor de operare cercetate (250 – 350 °C), pentru toate nanoheterojoncțiunile obținute s-a observat o selectivitate excelentă la vaporii de etanol. La fel a fost demonstrat că cea mai optimală grosime a straturilor depuse în baza nanoheterojoncțiunilor de CuO/Cu<sub>2</sub>O este de 20 nm, obținând un răspuns de ~125% cu timpul de răspuns și recuperare de  $\tau_r = 19$  s și  $\tau_d = 27$  s, respectiv. Rezultatele prezentate sunt de un mare interes pentru aplicațiile în timp real de monitorizare rapidă și selectivă a vaporilor de etanol în încăperi.

## **Mulțumiri**

Ababii Nicolai, Magariu Nicolae și Postica Vasile doctoranzi la Universitatea Tehnică a Moldovei (UTM), aduc sincere mulțumiri prof. univ., dr. hab. Lupan Oleg, conducător la teza de doctor, pentru suport, încurajare și îndrumare în timpul studiilor la UTM, precum și pentru discuțiile fructuoase în cadrul doctoratului, la fel aduc mulțumiri Guvernului Republicii Moldova pentru Bursele de excelență ale Guvernului pe anul 2018 și 2019. Cercetările au fost parțial finanțate de către proiectul pentru Tinerii Cercetători 19.80012.50.04A finanțat de Guvernul Republicii Moldova.

## **Bibliografie**

1. O. Lupan, V. Cretu, V. Postica, N. Ababii, O. Polonskyi, V. Kaidas, F. Schutt, Y.K. Mishra, E. Monaico, I. Tiginyanu, V. Sontea, T. Strunskus, F. Faupel, R. Adelung, Enhanced Ethanol Vapour Sensing Performances of Copper Oxide Nanocrystals with Mixed Phases. *Sens. Actuators B* 224C (2016) 434-448
2. O. Lupan, V. Cretu, V. Postica, O. Polonskyi, N. Ababii, F. Schutt, V. Kaidas, F. Faupel, R. Adelung,
3. Non-planar nanoscale p-p heterojunctions formation in  $Zn_xCu_{1-x}O_y$  nanocrystals by mixed phases for enhanced sensors. *Sens. Actuators B* 230 (2016) 832-843
4. P.E. Russell, A century of fungicide evolution, *J. Agr. Sci.* 143 (2005) 11-25
5. E. Somers, Studies of spray deposits. I.—Effect of spray supplements on the tenacity of a copper fungicide, *J. Sci. Food Agr.* 7 (1956) 160-172
6. I. Omae, General aspects of tin-free antifouling paints, *Chem. Rev.* 103 (2003) 3431-3448
7. M. Srinivasan, G.W. Swain, Managing the use of copper-based antifouling paints, *Environ. Manage.* 39 (2007) 423-441
8. A.S. Zoolfakar, R.A. Rani, A.J. Morfa, A.P. O'Mullane, K. Kalantar-Zadeh, Nanostructured copper oxide semiconductors: a perspective on materials, synthesis methods and applications, *J. Mater. Chem. C* 2 (2014) 5247-5270
9. K. Han, M. Tao, Electrochemically deposited p-n homojunction cuprous oxide solar cells, *Sol. Energy Mater. Sol. Cells* 93 (2009) 153-157
10. [9] H.-J. Kim, J.-H. Lee, Highly sensitive and selective gas sensors using p-type oxide semiconductors: Overview, *Sens. Actuators B* 192 (2014) 607-627
11. [10] S. Sun, X. Zhang, Y. Sun, J. Zhang, S. Yang, X. Song, Z. Yang, A facile strategy for the synthesis of hierarchical CuO nanourchins and their application as non-enzymatic glucose sensors, *RSC Adv.* 3 (2013) 13712-13719



# EFECTELE FUNCȚIONALIZĂRII OXIDULUI DE TITAN ASUPRA PERFORMANTELOR SENZORIALE

N. ABABII<sup>1</sup>, M. ULFA<sup>2</sup>, M. HOPPE<sup>3</sup>, A. VAHL<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Departamentul Microelectronică și Inginerie Biomedicală, Universitatea Tehnică a Moldovei, Republica Moldova

<sup>2</sup> Chimie ParisTech, Institutul de Cercetări Chimice din Paris IRCP, Universitatea PSL, Paris, Franța

<sup>3</sup> Institutul de Științe ale Materialelor, Catedra de Nanomateriale Funcționale, Universitatea din Kiel, Germania

<sup>4</sup> Institutul de Științe ale Materialelor, Catedra pentru Materiale Multicomponente, Universitatea din Kiel, Germania

**Abstract :** Cererile ridicate de aplicații pentru senzori de înaltă performanță indică importanța controlului precis al parametrilor oxizilor semiconductorilor. Pentru a îmbunătăți aceste performanțe prezentăm în lucrarea dată pelicule subțiri de  $\text{TiO}_2$  depuse prin metoda depunerii straturilor atomice și prin pulverizare, iar apoi și funcționalizate cu metale nobile, astfel demonstrând ridicarea selectivității față de  $\text{H}_2$  gaz și a rapidității cu timp de răspuns de ordinul a 0,6 s.

**Cuvinte cheie:**  $\text{TiO}_2$ , pelicule subțiri, straturi atomice, pulverizare, sensor de gaz, funcționalizare

## Introducere

Viața cotidiană modernă se bazează tot mai mult pe monitorizarea, detectarea și acționarea tuturor lucrurilor care ne înconjoară așa cum ar fi temperatura, umiditatea, dar nu în ultimul rând calitatea aerului precum și detectarea rapidă a gazelor sau a vaporilor nocivi și explozivi. Toate acestea duc la necesitatea de senzori de gaze cu o selectivitate și rapiditate ridicată pentru a crea o preîntâmpinare pentru oamenii din jur că a fost atins un anumit prag critic. În acest context senzorii bazați pe oxizi metalici semiconductorilor au atras un interes sporit datorită dimensiunilor, costurilor, fiabilității și posibilității de a detecta diferite gaze ușor inflamabile și toxice sau doar pentru monitorizarea calității aerului înconjurător [1-5]. Cu toate acestea senzorii bazați pe oxizi metalici semiconductorilor rămân încă o provocare care necesită investigații suplimentare pentru îmbunătățirea proprietăților sale senzoriale [6-8]. Unul dintre cele mai intens cercetate materiale din acest domeniu este oxidul de titan ( $\text{TiO}_2$ ) datorită proprietăților sale fizice, electrice și chimice excepționale [8-12].

În această lucrare au fost cercetate efectele funcționalizării cu metale nobile ale peliculelor subțiri de  $\text{TiO}_2$  obținute prin două metode diferite așa ca depunerea straturilor atomice [13] și prin pulverizare [14]. În acest context, funcționalizarea cu nanoparticule metalice nobile (de exemplu, Au, Ag, Pt, etc.) ale peliculelor subțiri de  $\text{TiO}_2$  obținute prin metodele expuse mai sus pentru aplicații de detectarea gazelor au fost raportate mai puțin [15, 16], deaceia expunem rezultatele experimentale noi.

## Partea experimentală

Peliculele subțiri de  $\text{TiO}_2$  au fost depuse pe substrat din sticlă prin metoda depunerii straturilor atomice [13] și prin pulverizare [14], după care au fost tratate termic în sobă (TA) la 450 și 600 °C, respectiv. Funcționalizarea cu metale nobile s-a efectuat în atmosferă de argon la temperatura camerei timp de 1 secundă. Contactele din Au au fost depuse printr-o mască de tip meandru pentru a forma structuri senzori. Parametrii senzoriali ai peliculelor subțiri de  $\text{TiO}_2$  au fost măsurați cu utilizarea dispozitivului Keithley 2400 care permite aplicarea tensiunii și colectarea datelor în timp real, astfel conductanța senzorilor a fost măsurată în aer, dar și sub influența atmosferei gazului de testare. Timpii de reacție ai senzorului și de recuperare au fost calculați ca timpii pentru atingere și de recuperare a 90% din valorile totale, respectiv.

## Rezultate și discuții

În figura 1 este reprezentat răspunsul la gaze cu concentrația 100 ppm (hidrogen gaz și vapori de etanol) față de temperatura de operare a peliculelor ultra-subțiri de  $\text{TiO}_2$  (a) și a peliculelor subțiri de  $\text{TiO}_2$  funcționalizate cu aur (b) obținute prin metoda depunerii straturilor atomice. Din figura 1a observăm răspunsul la gaze a peliculelor subțiri de  $\text{TiO}_2$  tratate termic TA la 450 °C unde la toate temperaturile de operare structurile senzorilor au răspuns la ambele gaze însă sunt selectivi la  $\text{H}_2$  gaz cu răspunsul de aproximativ 400%, 600% și 250% la temperaturile de operare de 200 °C, 250 °C și 300 °C, respectiv. În figura 1b este reprezentat răspunsul la gaze a peliculelor subțiri de  $\text{TiO}_2$  tratate termic TA la 600 °C timp de 1 oră și funcționalizate cu nanopuncte de Au, astfel din figură observăm că răspunsul la gaze s-a micșorat însă la temperaturi mai joase de la 275 °C până la 325 °C senzorii au răspuns numai la  $\text{H}_2$  gaz ceea ce reprezintă

un rezultat bun, la fel putem observa că cu creșterea temperaturii de operare de la 350 °C până la 400 °C apare un răspuns mic și la vaporii de etanol, dar selectivitatea la fel rămâne pentru H<sub>2</sub> gaz.

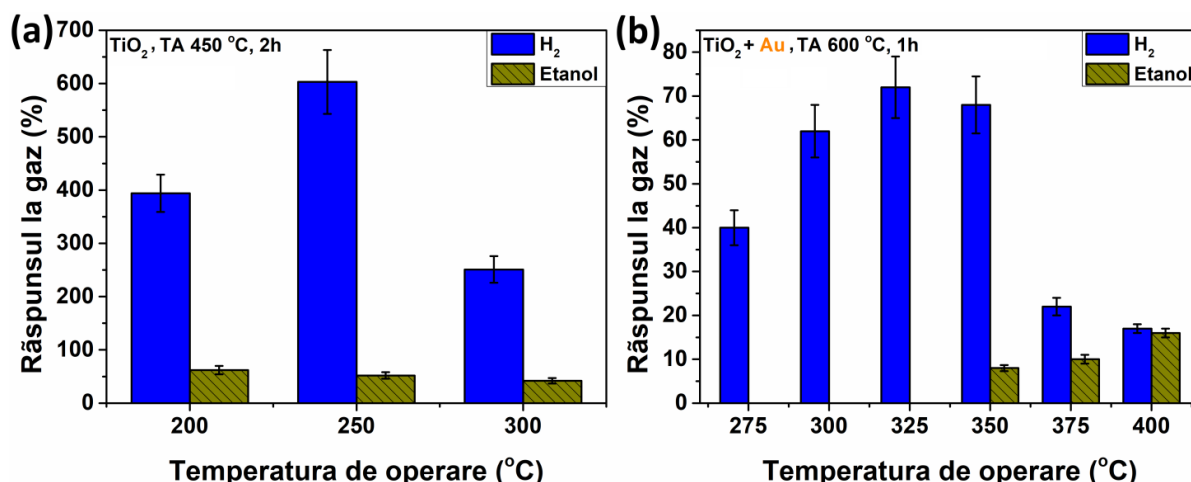


Figura 1. Răspunsul la gaze (hidrogen gaz și vaporii de etanol) față de temperatura de operare a peliculelor subțiri de TiO<sub>2</sub> (a); și a peliculelor subțiri de TiO<sub>2</sub> funcționalizate cu aur (b) obținute prin metoda depunerii straturilor atomice.

În figura 2 este reprezentat răspunsul la gaze cu concentrația 100 ppm (hidrogen gaz și vaporii de etanol) față de temperatura de operare a peliculelor subțiri de TiO<sub>2</sub> (a) și a peliculelor subțiri de TiO<sub>2</sub> funcționalizate cu argint-platină (b) depuse prin metoda pulverizării. Din figura 2a observăm răspunsul la gaze a peliculelor subțiri de TiO<sub>2</sub> tratate termic TA la 600 °C unde la toate temperaturile de operare senzorii au răspuns la ambele gaze, însă sunt selectivi la H<sub>2</sub> gaz cu răspunsul de aproximativ 190%, 580% și 610% la temperaturile de operare de 200 °C, 250 °C și 300 °C, respectiv.

În figura 2b este reprezentat răspunsul la gaze al peliculelor subțiri de TiO<sub>2</sub> tratate termic TA la 600 °C și funcționalizate cu argint-platină. Din această figură observăm că la toate temperaturile de operare răspunsul este față de ambele gaze, însă este mai mic față de peliculele nefuncționalizate. Astfel, dacă pentru peliculele nefuncționalizate senzorii indicau un comportament electric de *tip-p*, aici la H<sub>2</sub> gaz senzorii au prezentat o comportare de *tip-n*, ceea ce permite o detectare și a hidrogenului și a vaporilor de etanol cu o selectivitate foarte ridicată la toate temperaturile de operare.

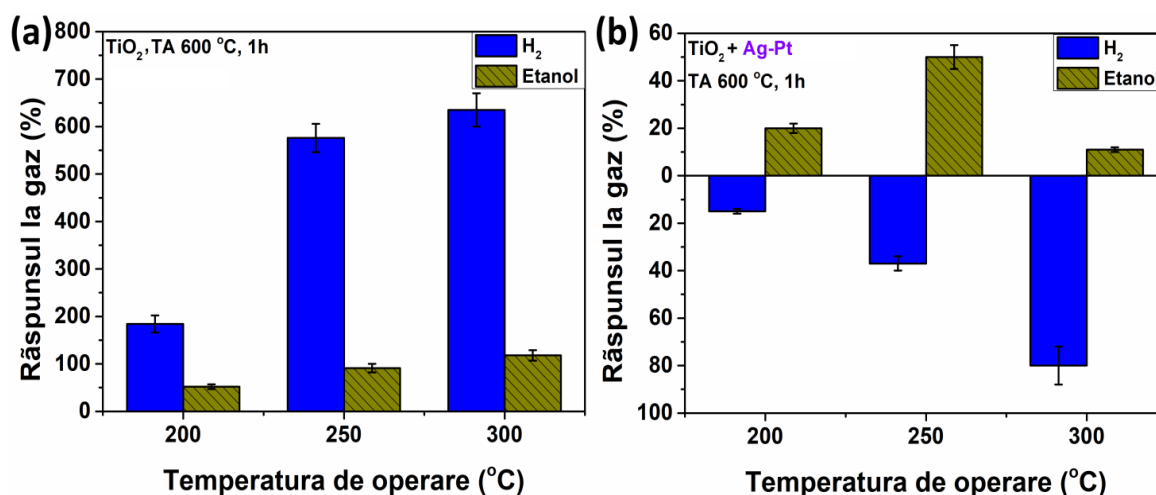


Figura 2. Răspunsul la gaze (hidrogen gaz și vaporii de etanol) față de temperatura de operare a peliculelor subțiri de TiO<sub>2</sub> (a); și a peliculelor subțiri de TiO<sub>2</sub> funcționalizate cu nanopuncte din argint-platină (b) depuse prin metoda pulverizării.

Acest fapt de schimbare a comportării tipului de conductibilitate se datorează efectelor care au loc la suprafața peliculelor semiconductoare la prezența nanopunctelor de argint-platină, deci la aplicarea vaporilor de etanol rezistența peliculelor crește, iar la aplicarea H<sub>2</sub> gaz rezistența peliculelor scade.

În figura 3 sunt prezentate răspunsurile dinamice la  $H_2$  gaz ale peliculelor subțiri de  $TiO_2$  cu și fără funcționalizare obținute prin metoda depunerii straturilor atomice (a), dar și a peliculelor subțiri de  $TiO_2$  cu și fără funcționalizare depuse prin metoda pulverizării (b). Din figura 3a putem observa răspunsul dinamic la  $H_2$  gaz cu concentrația 100 ppm a peliculelor subțiri de  $TiO_2$  cu funcționalizare (curba 2) și fără (curba 1) obținute prin metoda depunerii straturilor atomice, astfel obținând pentru curba 1 răspunsul de aproximativ 600% cu timpul de răspuns de  $\tau_r = 9$  s și timpul de recuperare de  $\tau_d = 5$  s, iar în cazul funcționalizării (curba 2) răspunsul de aproximativ 70% cu timpul de răspuns de  $\tau_r = 0,6$  s și timpul de recuperare de  $\tau_d = 4$  s, respectiv. În figura 3b observăm răspunsul dinamic la  $H_2$  gaz cu concentrația 100 ppm a peliculelor subțiri de  $TiO_2$  cu funcționalizare (curba 2) și fără (curba 1) depuse prin metoda pulverizării, astfel obținând pentru curba 1 răspunsul de aproximativ 610% cu timpul de răspuns de  $\tau_r = 11$  s și timpul de recuperare de  $\tau_d = 3,8$  s, iar în cazul funcționalizării (curba 2) răspunsul de aproximativ 70% cu timpul de răspuns de  $\tau_r = 1$  s și timpul de recuperare de  $\tau_d > 20$  s, respectiv.

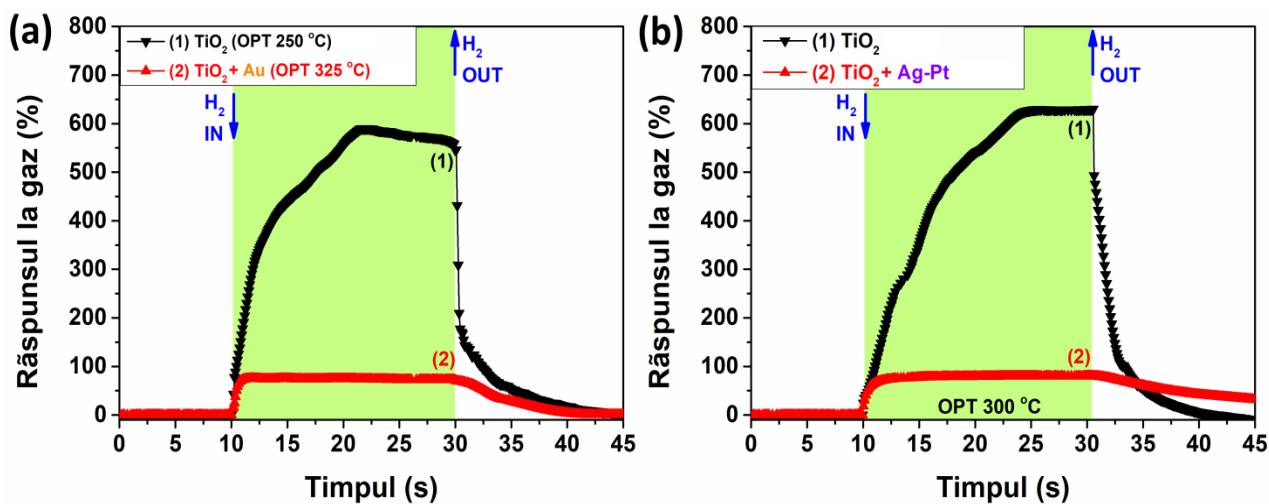


Figura 3. Răspunsul dinamic la  $H_2$  gaz a peliculelor subțiri de  $TiO_2$  cu și fără funcționalizare obținute prin metoda depunerii straturilor atomice (a); și a peliculelor subțiri de  $TiO_2$  cu și fără funcționalizare depuse prin metoda pulverizării (b).

## Concluzii

În concluzii putem afirma că peliculele subțiri de  $TiO_2$  obținute prin metodele depunerii straturilor atomice și prin pulverizare au demonstrat o selectivitate relativ bună față de  $H_2$  gaz. De exemplu, pentru peliculele obținute prin depunerea straturilor atomice, răspunsul este de peste 600%, iar prin metoda pulverizării, răspunsul este de peste 610%. S-a demonstrat că prin funcționalizarea peliculelor cu metale nobile a fost posibil să se mărească considerabil selectivitatea peliculele subțiri de  $TiO_2$  și să se observe comportamentul de *tip-p* pentru  $H_2$  gaz și comportamentul de *tip-n* la vaporii de etanol a peliculelor subțiri de  $TiO_2$  funcționalizate cu argint-platină. La fel prin funcționalizare s-a observat că e posibil de ridicat rapiditatea răspunsului la  $H_2$  gaz, obținând timpul de răspuns pentru peliculele obținute prin metoda depunerii straturilor atomice de  $\tau_r = 0,6$  s, iar pentru peliculele depuse prin pulverizare de  $\tau_r = 1$  s. Aceste rezultate sunt foarte importante pentru dezvoltarea ulterioară a heterostructurilor senzoriale și îmbunătățirea siguranței pentru viața cotidiană modernă.

## Mulțumiri

Ababii Nicolai, doctorand la Universitatea Tehnică a Moldovei (UTM), aduce sincere mulțumiri profesorului universitar dr. hab. Lupan Oleg, conducătorul de doctorat, pentru suport, încurajare și îndrumare în timpul studiilor la UTM la ciclurile 1, 2 și 3, precum și pentru discuțiile fructuoase în cadrul doctoraturii, la fel aduce mulțumiri Guvernului Republicii Moldova pentru Bursa de excelență a Guvernului pentru anul 2018. Cercetările au fost parțial finanțate de proiectul Instituțional inst-15.817.02.29A finanțat de Guvernul Republicii Moldova.

## Bibliografie

1. O. Lupan, V. Cretu, V. Postica, O. Polonskyi, N. Ababii, F. Schütt, V. Kaidas, F. Faupel, R. Adelung,

- Non-planar nanoscale p – p heterojunctions formation in  $\text{Zn}_x\text{Cu}_{1-x}\text{O}_y$  nanocrystals by mixed phases for enhanced sensors, *Sensors Actuators B Chem.* 230 (2016)
2. M. Hoppe, N. Ababii, V. Postica, O. Lupan, O. Polonskyi, F. Schütt, S. Kaps, L.F. Sukhodub, V. Sontea, T. Strunskus, F. Faupel, R. Adelung, (CuO-Cu<sub>2</sub>O)/ZnO:Al heterojunctions for volatile organic compound detection, *Sensors Actuators B Chem.* 255
  3. B. Bourrounet, T. Talou, A. Gaset, Application of a multi-gas-sensor device in the meat industry for boar-taint detection, *Sensors Actuators B Chem.* 27 (1995) 250–254.
  4. O. Lupan, V. Postica, R. Adelung, F. Labat, I. Ciofini, U. Schürmann, L. Kienle, L. Chow, B. Viana, T. Pauporté, Functionalized Pd/ZnO Nanowires for Nanosensors, *Phys. Status Solidi - Rapid Res. Lett.* 12 (2018) 1700321.
  5. V. Postica, F. Schütt, R. Adelung, O. Lupan, Schottky Diode Based on a Single Carbon–Nanotube–ZnO Hybrid Tetrapod for Selective Sensing Applications, *Adv. Mater. Interfaces.* 4 (2017) 1700507.
  6. O. Lupan, V. Postica, F. Labat, I. Ciofini, T. Pauporté, R. Adelung, Ultra-sensitive and selective hydrogen nanosensor with fast response at room temperature based on a single Pd/ZnO nanowire, *Sensors Actuators B Chem.* 254 (2018) 1259–1270.
  7. G.F. Fine, L.M. Cavanagh, A. Afonja, R. Binions, Metal Oxide Semi-Conductor Gas Sensors in Environmental Monitoring, *Sensors.* 10 (2010) 5469–5502.
  8. S. Wu, Z. Weng, X. Liu, K.W.K. Yeung, P.K. Chu, Functionalized TiO<sub>2</sub> Based Nanomaterials for Biomedical Applications, *Adv. Funct. Mater.* 24 (2014) 5464–5481.
  9. Y.-K. Jun, H.-S. Kim, J.-H. Lee, S.-H. Hong, High H<sub>2</sub> sensing behavior of TiO<sub>2</sub> films formed by thermal oxidation, *Sensors Actuators B Chem.* 107 (2005) 264–270.
  10. N. Chen, D. Deng, Y. Li, X. Liu, X. Xing, X. Xiao, Y. Wang, TiO<sub>2</sub> nanoparticles functionalized by Pd nanoparticles for gas-sensing application with enhanced butane response performances, *Sci. Rep.* 7 (2017) 7692.
  11. A.L. Linsebigler, G. Lu, J.T. Yates, Photocatalysis on TiO<sub>2</sub> Surfaces: Principles, Mechanisms, and Selected Results, *Chem. Rev.* 95 (1995) 735–758.
  12. C. Xiang, Z. She, Y. Zou, J. Cheng, H. Chu, S. Qiu, H. Zhang, L. Sun, F. Xu, A room-temperature hydrogen sensor based on Pd nanoparticles doped TiO<sub>2</sub> nanotubes, *Ceram. Int.* 40 (2014) 16343–16348.
  13. O. Lupan, V. Postica, N. Ababii, T. Reimer, S. Shree, M. Hoppe, O. Polonskyi, V. Sontea, S. Chemnitz, F. Faupel, R. Adelung, Ultra-thin TiO<sub>2</sub> films by atomic layer deposition and surface functionalization with Au nanodots for sensing applications, *Mater. Sci. Semicond. Process.* 87 (2018) 44–53.
  14. V. Postica, A. Vahl, J. Strobel, D. Santos-Carballal, O. Lupan, A. Cadi-Essadek, N.H. de Leeuw, F. Schütt, O. Polonskyi, T. Strunskus, M. Baum, L. Kienle, R. Adelung, F. Faupel, Tuning doping and surface functionalization of columnar oxide films for volatile organic compound sensing: experiments and theory, *J. Mater. Chem. A.* 6 (2018) 23669–23682.
  15. C. Marichy, N. Pinna, Atomic layer deposition to materials for gas sensing applications, *Adv. Mater. Interfaces* 3 (2016) 1600335.
  16. V. Galstyan, E. Comini, G. Faglia, G. Sberveglieri, TiO<sub>2</sub> nanotubes: recent advances in synthesis and gas sensing properties, *Sensors* 13 (2013).

# CREȘTEREA LOCALIZATĂ ȘI CERCETAREA PROPRIETĂȚILOR SENZORIALE ALE NANOSTRUCTURILOR OXIZILOR MICȘTI DE Fe-Cu

Nicolai ABABII

Departamentul Microelectronică și Inginerie Biomedicală, Universitatea Tehnică a Moldovei, Republica Moldova

**Abstract:** Este bine cunoscut faptul că în prezent se atrage o mare atenție nano-heterojoncțiunilor pe baza oxizilor semiconductori cu diferite tipuri de conductibilitate, deaceia în acest context, în lucrarea dată este prezentată creșterea localizată a nanostructurilor oxizilor micști de Fe-Cu, urmată de cercetarea morfologică, cristalină precum și a proprietăților senzoriale la compuși organici volatili. Rezultatele obținute demonstrând posibilitatea schimbării selectivității de la un tip de compus organic volatil la altul prin folosirea anume a oxizilor micști de Fe-Cu.

**Cuvinte cheie:** creștere localizată, nanostructuri, oxizi micști, Cu, Fe, senzor

## Introducere

Datorită cercetărilor extensive a oxizilor semiconductori cu conductibilitate de tip-*p* sau tip-*n* ca aplicații senzoriale cum ar fi biosenzorii, senzorii de gaze, nanosenzorii, etc. [1-5] și pentru a îmbunătăți parametrii acestora, în prezent se atrage o mare atenție la diferite combinații de oxizi semiconductori de tip *p-p*, *p-n*, și *n-n* prin formarea de nanoheterojoncțiuni [1,3]. Se cunoaște că pentru detectarea compușilor organici volatili (COV) cu concentrații foarte mici, oxizii semiconductori de tip-*n*, cum ar fi Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [6] sunt candidați excelenți, iar ca catalizatori pentru acești compuși sunt oxizii semiconductori de tip-*p* așa ca CuO, NiO, Co<sub>3</sub>O<sub>4</sub> și Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [1,4,5,7]. Una din metodele de obținere a acestor nano-heterojoncțiuni de oxizi semiconductori este creșterea localizată prin oxidarea termică în sobă (notată ca TA) [6,8].

Luând în considerație toate cele expuse mai sus, în lucrarea dată am elaborat nanostructuri ai oxizilor micști de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-CuO prin creșterea localizată și cercetat proprietățile morfologice, structurale și senzoriale la COV ale acestora.

## Partea experimentală

Nanostructurile de oxizi micști de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-CuO au fost crescute localizat prin oxidarea termică în sobă la temperatura de 425 °C timp de 4 ore. Rata de creștere a temperaturii până la 425 °C a fost stabilită de 40 °C/min și 3,4 °C/min, astfel obținând două tipuri de nanostructuri de oxizi micști. Ca substrat s-a utilizat sticla pe care prealabil au fost depuse două contacte din aur la distanța de 100 μm. Ca material inițiat au fost utilizate microparticule din Cu metalic și Fe metalic cu o puritate foarte înaltă (99,9%), și raportul masic de Cu:Fe a fost de 1:1. Pentru cercetarea morfologiei s-a utilizat microscopul electronic de scanare (SEM), pentru analiza structurii cristaline s-a utilizat difracția cu raze Röntgen (XRD) și pentru cercetarea proprietăților senzoriale s-a utilizat dispozitivul Keithley 2400 și instalația de testare a răspunsului.

## Rezultate și discuții

În figura 1 este reprezentată imaginea SEM ale microparticulelor de Fe-Cu oxidate termic în sobă în aerul ambiant la 425 °C timp de 4 ore. Din imagine putem observa că microparticulele din Fe-Cu, datorită oxidării termice la temperatura de 425 °C timp de 4 ore, are loc creșterea nanofirelor pe suprafața microparticulelor cu o densitate destul de mare. La fel se observă că nanofirele crescute pe suprafața diferitelor microparticule se interconectează între ele astfel formând joncțiuni între nanofire și în așa mod mărinid aria suprafeței nanostructurilor ceea ce duce la performanțe mai ridicate ale senzorilor de gaze. Nanofirele obținute pe suprafața microparticulelor au lungimi cuprinse între 1 μm și 4 μm.

Pentru a identifica structura cristalină și prezența ambelor oxizi de FeO, Cu<sub>2</sub>O și CuO au fost efectuate măsurările XRD care sunt reprezentate în figura 2.

Figura 2 reprezintă datele difracției XRD ale nanostructurilor de Fe-Cu oxidate termic în sobă în aerul ambiant la 425 °C timp de 4 ore. Din figură observăm că nanostructurile din Fe-Cu demonstrează cristalinitatea bună datorită intensității relative a vârfurilor care pot fi atribuite la CuO (pdf #45-0937 Tenorite syn), Cu<sub>2</sub>O (pdf #05-0667 Cuprite syn), Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (pdf #33-0664 Hematite syn), Cu metalic (pdf #04-0839) și Fe metalic (pdf #06-0696). Astfel pentru faza de oxid de cupru CuO (Tenorite) sunt atribuite vârfurile detectate la valorile unghiului 2θ de 32.75°, 35.8°, 38.95°, 46.4°, 49.1°, 53.75°, 58.5°, 61.8°, 66.5°, 68.3°, 72.55° și 75.4° cu planele cristalografice avînd indicii Miller (-110), (-111)/(002), (111), (-112), (-202), (020), (202), (-113), (-311), (-220), (311) și (-222), respectiv. Pentru faza de Cu<sub>2</sub>O (Cuprite) sunt

atribuite vârfurile detectate la valorile unghiului  $2\theta$  de  $36,7^\circ$ ,  $42,65^\circ$ ,  $52,7^\circ$ ,  $73,65^\circ$  și  $77,65^\circ$  cu indicii Miller (111), (200), (211), (311) și (222), respectiv. Pentru faza de oxid de fier  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (Hematite) sunt atribuite vârfurile detectate la valorile unghiului  $2\theta$  de  $35,7^\circ$ ,  $57,2^\circ$ ,  $62,75^\circ$  și  $89,5^\circ$  cu indicii Miller (110), (122), (214) și (226), respectiv. Vârfurile detectate la valorile unghiului  $2\theta$  de  $43,6^\circ$ ,  $50,7^\circ$  și  $74,35^\circ$  sunt atribuite pentru Cu metallic cu planele Miller (111), (200) și (220), respective. La unghiul  $2\theta$  de  $44,95^\circ$  și  $82,55^\circ$  a fost determinat Fe metallic cu indicii Miller (110) și (211), respectiv.

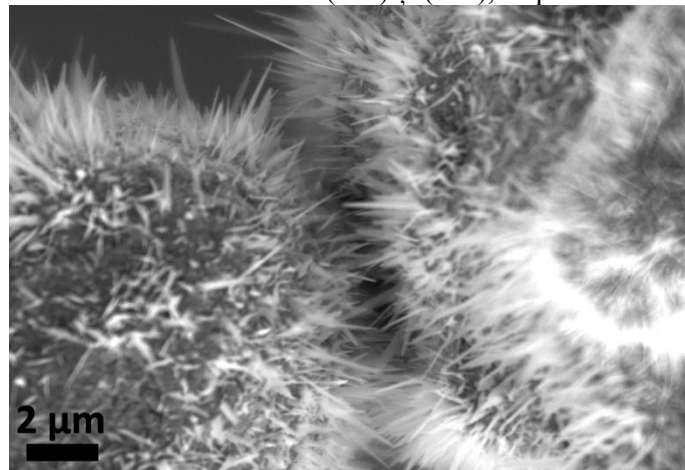


Figura 1. Imaginea SEM ale microparticulelor de Fe-Cu oxidate termic în sobă în aerul ambiant la  $425^\circ\text{C}$  timp de 4 ore.

În figura 3 se prezintă răspunsul la vaporii de *n*-Butanol și 2-Propanol cu concentrația de 100 ppm față de temperatura de operare a nanostructurilor de oxizi micști de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -CuO oxidate termic în sobă în aerul ambiant la  $425^\circ\text{C}$  timp de 4 ore cu rata de creștere a temperaturii de (a)  $40^\circ\text{C}/\text{min}$  și (b)  $3,4^\circ\text{C}/\text{min}$ . Din figura 3a, proba pentru care rata de creștere a temperaturii a fost de  $40^\circ\text{C}/\text{min}$ , observăm că la toate temperaturile de operare de  $200^\circ\text{C}$ ,  $250^\circ\text{C}$  și  $300^\circ\text{C}$ , nanostructurile sunt selective la vaporii de 2-Propanol cu răspunsul de  $\sim 18\%$ ,  $\sim 25\%$  și  $\sim 22\%$ , respectiv, iar răspunsul la vaporii de *n*-Butanol este de  $\sim 15\%$ ,  $\sim 17\%$  și  $\sim 20\%$ , respectiv.

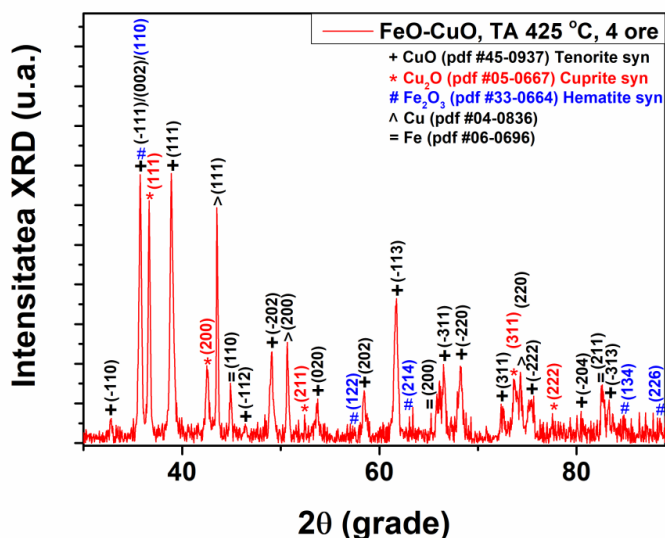


Figura 2. Difractograma XRD a nanostructurilor de oxizi micști ai Fe-Cu oxidați termic în sobă în aerul ambiant la  $425^\circ\text{C}$  timp de 4 ore.

Pentru nanostructurile cu rata de creștere a temperaturii este de  $3,4^\circ\text{C}/\text{min}$  (figura 3b), observăm că răspunsul a scăzut dramatic, însă la temperaturile de operare de  $200^\circ\text{C}$  și  $250^\circ\text{C}$ , nanostructurile sunt selective deja la vaporii de *n*-Butanol cu răspunsul de  $\sim 1,4\%$  și  $\sim 1,6\%$ , respectiv, iar la vaporii de 2-Propanol răspunsul este de  $\sim 1,1\%$  și  $\sim 1,4\%$ , respectiv. Datorită acestor rezultate putem menționa faptul că cu micșorarea ratei de creștere a temperaturii de oxidare răspunsul scade, dar e posibil de schimbat selectivitatea de la vaporii de 2-Propanol la vaporii de *n*-Butanol.

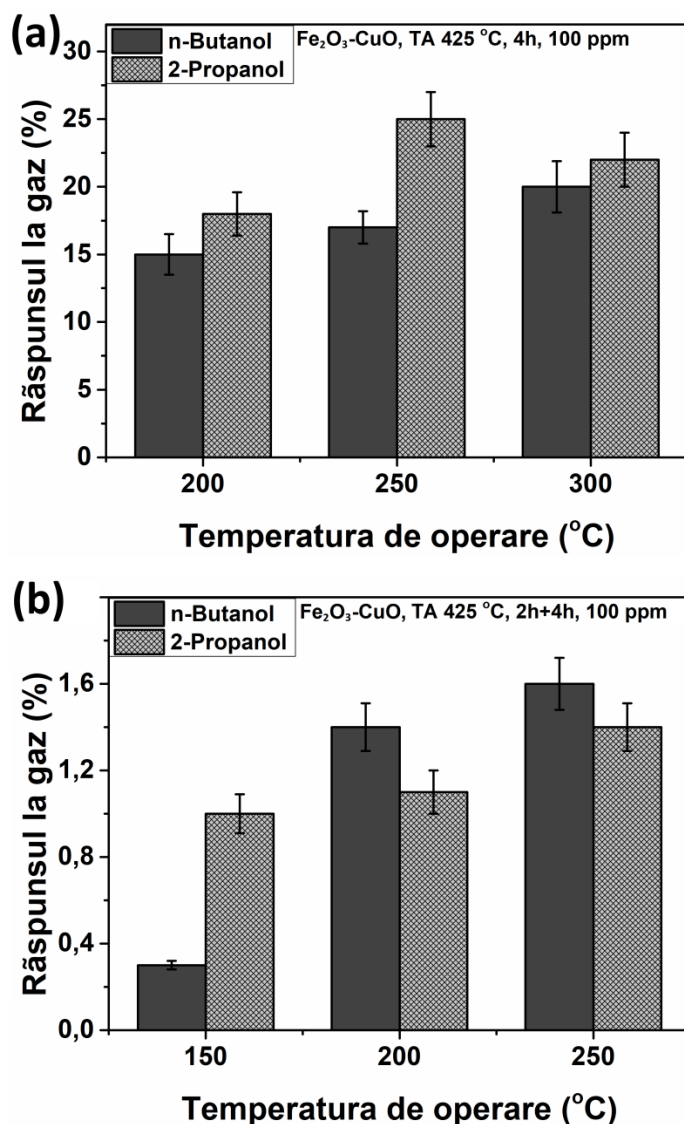


Figura 3. Răspunsul la vaporii de *n*-Butanol și 2-Propanol cu concentrația de 100 ppm față de temperatura de operare a nanostructurilor de oxizi micști ai Fe-Cu oxidați termic în sobă în aerul ambiant la 425 °C timp de 4 ore cu rata de creștere a temperaturii de: (a) 40 °C/min; și (b) 3.4 °C/min.

## Concluzii

În concluzii putem afirma faptul că au fost obținute cu succes nanostructuri din oxizi micști de Fe-Cu prin creșterea localizată între contactele din Au, iar rezultatele fiind demonstrate prin măsurările XRD în care s-a detectat fazele de CuO (Tenorite), Cu<sub>2</sub>O (Cuprite) și Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (Hematite). Cu ajutorul microscopului electronic de scanare (SEM) s-a studiat morfologia nanostructurilor în care a fost observată creșterea localizată a nanofirelor de CuO și Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> pe suprafața microparticulelor oxidate conectînd microsferile. La fel au fost cercetat proprietățile senzoriale ale nanostructurilor din oxizi micști de Fe-Cu, astfel obținînd la oxidarea termică de 425 °C timp de 4 ore cu rata de creștere a temperaturii de 40 °C/min structuri sensor selective la vaporii de 2-Propanol, iar la cele cu rata de creștere a temperaturii de 3.4 °C/min structuri selective la vaporii de *n*-Butanol. Aceste rezultate sunt importante pentru dezvoltarea ulterioară a nanostructurilor de oxizi micști de metale pentru obținerea nano-heterostructurilor pe bază de oxizi semiconductori ca aplicații senzoriale.

## Mulțumiri

Ababii Nicolai, doctorand la Universitatea Tehnică a Moldovei (UTM), aduce sincere mulțumiri profesorului universitar, dr. hab. Lupan Oleg, conducător la teza de doctor, pentru suport, încurajare și



îndrumare în timpul studiilor la UTM, precum și pentru discuțiile fructuoase în cadrul doctoratului, la fel aduce mulțumiri Guvernului Republicii Moldova pentru acordarea Bursei de excelență a Guvernului pentru anul 2018. Cercetările au fost parțial finanțate de Universitatea Tehnică a Moldovei și de către proiectul STCU și Academia de Științe a Moldovei prin Grantul 6229

## Bibliografie

1. O. Lupan, V. Cretu, V. Postica, N. Ababii, O. Polonskyi, V. Kaidas, F. Schutt, Y.K. Mishra, E. Monaico, I. Tiginyanu, V. Sontea, T. Strunskus, F. Faupel, R. Adelung, Enhanced Ethanol Vapour Sensing Performances of Copper Oxide Nanocrystals with Mixed Phases. *Sens. Actuators B* 224C (2016) 434-448
2. A.S. Zoolfakar, R.A. Rani, A.J. Morfa, A.P. O'Mullane, K. Kalantar-Zadeh, Nanostructured copper oxide semiconductors: a perspective on materials, synthesis methods and applications, *J. Mater. Chem. C* 2 (2014) 5247-5270
3. K. Han, M. Tao, Electrochemically deposited p-n homojunction cuprous oxide solar cells, *Sol. Energy Mater. Sol. Cells* 93 (2009) 153-157
4. H.-J. Kim, J.-H. Lee, Highly sensitive and selective gas sensors using p-type oxide semiconductors: Overview, *Sens. Actuators B* 192 (2014) 607-627
5. S. Sun, X. Zhang, Y. Sun, J. Zhang, S. Yang, X. Song, Z. Yang, A facile strategy for the synthesis of hierarchical CuO nanourchins and their application as non-enzymatic glucose sensors, *RSC Adv.* 3 (2013) 13712-13719
6. O. Lupan, V. Postica, N. Wolff, O. Polonskyi, V. Duppel, V. Kaidas, E. Lazari, N. Ababii, F. Faupel, L. Kienle, R. Adelung, Localized Synthesis of Iron Oxide Nanowires and Fabrication of High Performance Nanosensors Based on a Single Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Nanowire, *Small.* 13 (2017) 1602868.
7. O. Lupan, V. Cretu, V. Postica, O. Polonskyi, N. Ababii, F. Schutt, V. Kaidas, F. Faupel, R. Adelung, Non-planar nanoscale p-p heterojunctions formation in Zn<sub>x</sub>Cu<sub>1-x</sub>O<sub>y</sub> nanocrystals by mixed phases for enhanced sensors. *Sens. Actuators B* 230 (2016) 832-843
8. O. Lupan, V. Postica, V. Cretu, N. Wolff, V. Duppel, L. Kienle, R. Adelung, Single and networked CuO nanowires for highly sensitive p-type semiconductor gas sensor applications, *Phys. Status Solidi RRL* 10 (2016) 260-266.



# METODE DE ANALIZĂ ȘI PRELUCRARE A DATELOR ECG ÎN CONTEXTUL NEUROPLASTICITĂȚII

*Sergiu GORDIENCO*

*Departamentul de Microelectronică și Inginerie Biomedicală, Universitatea Tehnică a Moldovei*

**Rezumat:** *Aplicând fenomenul neuroplasticității creierului putem citi semnalele terminațiilor musculare la locul amputării unui membru al pacientului, și prin efectuarea anumitor exerciții putem antrena și remodela creierul ca el să trimită semnalele optime pentru dirijarea unei proteze robotice.*

**Cuvinte cheie:** *ECG, Neuroplasticitate, analiza.*

## Introducere

Ne propunem analiza datelor ECG primite de la senzorii neinvazivi ai unei proteze, în urma primirii datelor. Noi avem următoarele situații ce trebuie de prevăzut.

a. Senzorii neinvazivi în prezența unei mișcări libere și active ale pacientului pot devia de la amplasarea inițială.

Un exemplu practic ar fi crearea unei brățări care îmbrăcându-se pe mână dirijează o mână sau o structură robotică. Brățara ar trebui să detecteze dacă poziția ei a deviat de la cea inițială. În caz ca poziția brățării a deviat și senzorul 2 a preluat poziția senzorului 1 atunci deja datele senzorului 2 vor fi considerate ca datele senzorului 1.

b. În urma efortului fizic efectuat de către pacient, datorită factorilor biologici precum eliminarea sudorii conductibilitatea pielii poate varia considerabil.

Datorită acestui fapt noi vom trebui să detectăm schimbarea treptată a valorilor de maxim a amplitudei semnalelor. Pentru ușurarea acestui proces, se poate de definit un exercițiu de sincronizare a brățarei din 4 pași, de exemplu: o rotire la dreapta a palmei, o rotire la stânga a palmei, o strângere a pumnului fină și o strângere a pumnului în plină forță.

Acest exercițiu de sincronizare reprezintă cea mai simplă metodă de ajustare a brățarei pe parcursul variației caracteristicilor conductive a țesuturilor pacientului.

Modelul cel mai sofisticat și corect de ajustare și sincronizare a brățarei ar fi simularea impulsurilor în o zonă a pielii neutilizată și luarea în calcul a parametrilor primiți.

c. Nu toți mușchii ascultați prin ECG pot oferi semnale la fel de stabile și precise de lungă durată.

Datorită faptului ca la dirijarea unei proteze, vom avea nevoia să simulăm mișcări ce necesită o stabilitate a semnalului foarte ridicată, va fi necesară selectarea și maparea semnalelor nu după funcționalitate, dar după nivelul de stabilitate și gradul de dirijare.

Dacă pacientul are un antebraț amputat, și îmbracă brățara ce va dirija mâna robotică, atunci pentru dirijarea mâinii robotice vom alege ca puncte de dirijare (zonele de unde vor fi culese datele) semnalele ce posedă stabilitate înaltă. Exemplu potrivit al acestei situații ar fi: dacă semnalul citit atunci când pacientul încearcă să miște degetul arătător la membrul amputat sunt foarte slabe, atunci noi vom alege alt semnal ca reper pentru acea mișcare. Apoi pe parcursul mai multor exerciții vom remodela creierul pentru pacientul să trimită semnalul necesar atunci când va dori să miște degetul arătător.

## Prelucrarea și ajustarea datelor

Dispozitivul reprezintă un cilindru înconjurat de 8 senzori acești senzori trimit semnale analog la Modulul de Control ce va detecta poziția curentă a sistemului de senzori față de momentul când ei au fost calibrați.



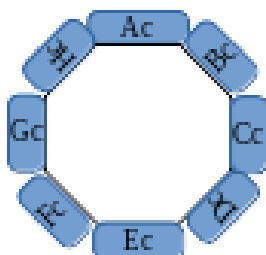
Figura 1. Brățara oymotion gforce 100.

Calibrarea senzorilor se efectuează simplu:

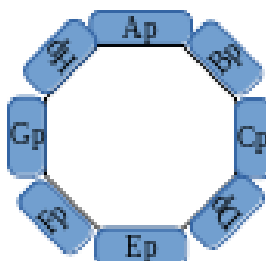
1. Pacientul trebuie să își aleagă o consecutivitate de încordare a musculaturii în urma căreia vor fi utilizați cât mai mulți mușchi.

2. Consecutivitate de încordare a mușchilor la momentul calibrării va deveni un mecanism de control pentru detectarea dacă proteza este amplasată corect.

La îmbrăcarea protezei pacientul va trebui să apese un buton, indicând sistemului ca ea trebuie să-și detecteze poziționarea.



Ac.. Hc – reprezintă senzorii ce au fost luați ca reper la prima calibrare pentru fiecare senzor i se vor memora măsurările obținute.



Ap .. Hp – reprezintă aceiași senzori ai protezei dar care au fost îmbrăcați peste o perioadă de timp.

În urmă exercițiului de calibrare se va determina cu ajutorul măsurărilor care senzor [?]p.. cărui senzor [?]c va corespunde.

Prin acest procedeu se detectează poziționarea sistemului de senzori

Figura 2. Senzori ai protezei.

În **figura 2.a** sunt reprezentați senzorii ce au fost luați ca reper la prima calibrare, pentru fiecare senzor i se vor memora măsurările obținute.

În **figura 2.b** sunt reprezentați aceiași senzori ai protezei dar care au fost îmbrăcați peste o perioadă de timp.

### Cum este posibilă „REMODELAREA“ creierului ?

*"Axonii, care asigură legătura dintre neuroni, au capacitatea de a-și prelungi terminațiile pentru a reconecta neuronii care au fost izolați din cauza unor leziuni produse la nivel cerebral. Practic, se formează o nouă hartă neuronală, cu noi legături între neuroni, care au scopul de a resuscita o funcție pierdută, dar necesară. De exemplu, dacă o emisferă cerebrală este afectată, cealaltă emisferă cerebrală, rămasă intactă, poate ajunge să-i preia funcțiile în virtutea unei funcționări cât mai aproape de normalitate.*

*De asemenea, se vorbește tot mai des despre neuro-regenerare, adică despre posibilitatea neuronilor de a se reface, asemeni altor celule din organism, precum și despre necesitatea neuroprotecției și a unei hrăniri adecvate a creierului (neurotrofi citate). Toate aceste aspecte sunt determinante în recuperarea persoanelor afectate de boli cu o componentă neurologică. În alte situații, neuroplasticitatea poate fi de vină pentru anumite tulburări. De exemplu, tinitusul, în cazul persoanelor care suferă de surditate, este rezultatul neuroplasticității. Mai exact, creierul încearcă să compenseze lipsa auzului și se ajunge la stimularea ariilor cerebrale care corespund auzului fiindcă celulele neuronale din zona respectivă se reorganizează, dar nu pot compensa defectele de funcționare de la nivelul urechii. Prin urmare, pentru ca rezultatul neuroplasticității să fie unul pozitiv, atunci stimularea reorganizării cerebrale trebuie să se facă într-un mod corect, nu trebuie lăsată la voia întâmplării."*

( Dr. Ionuț Băcanu, Director medical SECOM )

*"Different teams of neurologists and cognitive psychologists that study the processes of synaptic plasticity and neurogenesis have shown that the battery of clinical exercises for brain stimulation designed*

*by CogniFit encourages the creation of new synapses and neural circuits able to reorganize and recover the function of the damaged area and compensatory transmission capabilities. Researchers show that brain plasticity or neuroplasticity is activated and strengthened by applying this clinical intervention exercise program. See below an artistic representation of how continuous brain training may grow a neural network."*

( Sursă: Cognifit.com )

Compania Cognifit Fondată în 1999 de către profesorul Shlomo Breznitz din Israel rector și preșident al Universității din Haifa efectuează antrenamente cognitive și în aliniatul următor vom prezenta un exemplu vizual a aplicării neuro plasticității pe parcursul unei perioade mai îndelungate.

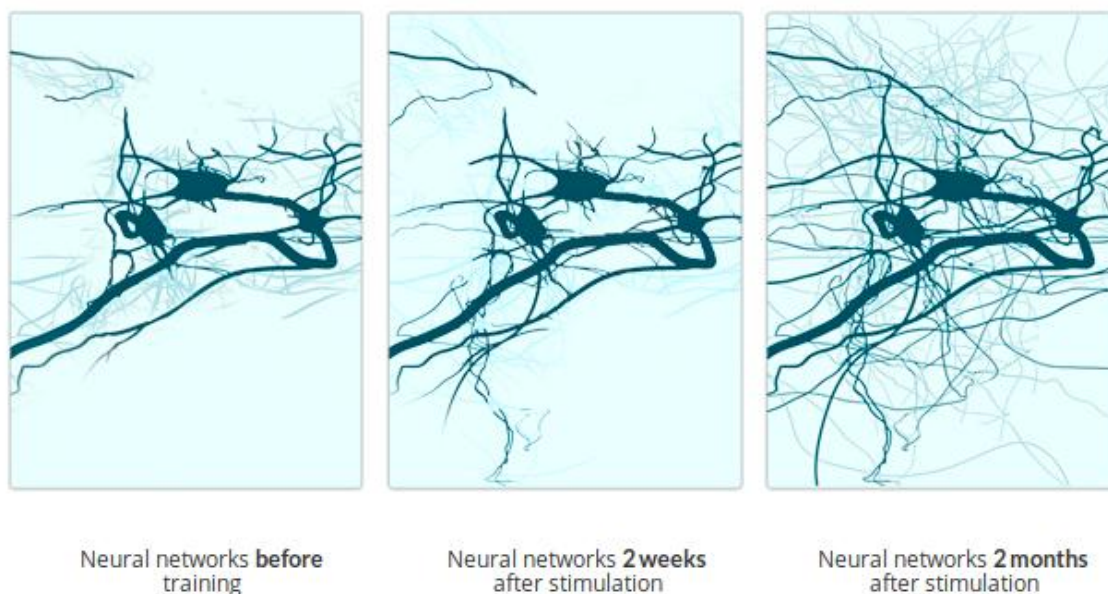


Figura 3. Exemplu vizual a aplicării neuro plasticității pe parcursul unei perioade mai îndelungate.

## Concluzii

Se poate susține ca am putea utiliza fenomenul neuro plasticității pentru remodelarea creierului ca pacientul să utilizeze doar semnalele cu grad stabilitate înalt pentru dirijarea unei proteze robotice.

## Mulțumiri

Gordienco Sergiu, doctorand la Universitatea Tehnică a Moldovei (UTM), aduce sincere mulțumiri prof. univ., dr. Șontea Victor, conducător la teza de doctor, pentru suport, încurajare și îndrumare în timpul studiilor la UTM.

## Referințe

1. Neuroplasticity, Structure and organization, CogniFit © 2019 ( cognifit.com ).
2. Practica farmaceutică vol. 5, nr. 3-4, an 2012 126 neuroplasticity, the continuous metamorphosis of the brain.

# EFECTELE FORMĂRII NANO-HETEROJOECȚIUNILOR NON-PLANARE A OXIZILOR DE TITAN ȘI ZINC ASUPRA SELECTIVITĂȚII SENZORIALE

N. MAGARIU<sup>1</sup>, M. ULFA<sup>2</sup>, A. SEREACOV<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamentul Microelectronică și Inginerie Biomedicală, Universitatea Tehnică a Moldovei

<sup>2</sup>Universitatea PSL, Chimie ParisTech, Institutul de Cercetări Chimice din Paris IRCP, Paris, Franța.

**Abstract:** Problema poluării aerului este una globală. În lucrarea dată am studiat caracteristicile structurilor senzori în baza oxidului de zinc dopați cu argint și cu paladiu. Aceste structuri de senzori au fost testate la concentrații mici de hidrogen și etanol. S-a studiat care este răspunsul la ambele gaze, pentru determinarea celui mai bun material senzor, la fel a fost determinată care este cea mai mică temperatură de operare. În lucrare este prezentată caracteristica dinamică la gaz pentru a verifica dacă senzorul elaborat are același răspuns la gaz după un anumit interval de timp, apoi sunt prezentați timpii de răspuns și de recuperare calculați până și după aplicarea gazului de test.

**Cuvinte-cheie:** senzor de gaz, oxid de titan, oxid de zinc, heterojoncțiuni.

## Introducere

Cercetătorii din diferite țări caută cele mai bune mijloace pentru a preveni poluarea. Pentru depistarea gazelor eliminate în atmosferă se folosesc diferite dispozitive și abordări tehnice. Multe dispozitive au la bază pentru funcționare încorporați senzori de gaze, care pot detecta diferite specii, precum CO, CO<sub>2</sub>, etanolul, amoniacul și multe alte specii de gaze periculoase sau nocive. Astfel pentru depistarea vaporilor și a gazelor respective se elaborează senzori de gaze care sunt compuși din diverse materiale, inclusiv și din diferiți semiconductori și oxizi. Oxidul de zinc este un semiconductor de tip *n* care are lățimea benzii interzise între 3,1-3,3 eV [1]. Pentru modificarea benzii interzise la producerea oxidului de zinc se folosesc diferite impurități precum oxidul de titan, paladiu [2], argint, cadmiu, europiu, fier și alte materiale. Cel mai important avantaj al ZnO constă în faptul că substraturile de ZnO sunt comercializate și sunt acum în uz curent. ZnO a atras atenția și pentru producerea de tranzistori cu strat subțire. Datorită abilității de a fi depus pe substraturi flexibile și mobilităților sale superioare celor obținute prin tehnologiile bazate pe semiconductoare organice. Prin doparea cu Mn sau cu metale de tip 3D, ZnO devine un material interesant și adecvat utilizării în producerea dispozitivelor spintronice [5]. Proprietățile optice ale oxidului de titan, care determină caracteristicile fotocatalitice depind și de proprietățile structurale ale acestuia, de aceea studierea proprietăților structurale reprezintă un aspect important în investigarea acestui tip de material [3]. În dependență de lățimea benzii interzise a oxidului de titan se cunosc 3 tipuri de forme ale oxidului de titan: anatase, rutil și brookit [4]. În această lucrare sunt cercetate caracteristicile structurilor senzori în baza oxidului de zinc dopat cu impurități de argint și paladiu. La fel sunt investigate și efectele formării nano-heterojoncțiunilor non-planare a oxizilor de titan și zinc asupra selectivității senzoriale.

## I. Experimental

Una din cele mai simple și eficiente metode de elaborare a oxidului de zinc este metoda sintezei din soluții chimice (SCS) care permite de a crește destul de eficient semiconductorii oxidici puri și dopați cu impurități conform literaturii de specialitate [6, 7]. Sticla-substrat pe care s-a depus oxidul de zinc a fost curățită preventiv, apoi a fost sensibilizată în soluție de SnCl<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O/HCl. Reagenții inițiali pentru formarea soluției complexe sunt sulfatul de zinc care a fost folosit ca precursor cationic și hidroxid de sodiu. Toate soluțiile de reagenți chimici au fost de o puritate analitică fără nici o purificare ulterioară. Soluția de ZnSO<sub>4</sub> a fost gradual adăugată la soluția de NaOH care a fost amestecată continuu cu un agitator magnetic până când soluția a devenit transparentă. Doparea se realizează prin introducerea ionilor de argint și de paladiu în soluția complexă. După depunerea chimică SCS a peliculelor, se produce clătirea în apă deionizată și uscarea într-un flux fierbinte de aer la ~150 °C timp de 1 min. Tratamentul termic post-creștere se aplică obligator pentru materialele depuse SCS în scopul îmbunătățirii proprietăților structurale, chimice și optice, precum și pentru a diversifica domeniul de aplicare a nanomaterialelor respective. După ce s-au obținut peliculele de oxid de zinc dopate cu ioni de paladiu și ioni de argint, deasupra s-a depus un strat de oxid de titan prin metoda pulverizării. Ulterior, aceste nano-heterostructuri cu stratul deasupra de oxid de titan peste oxidul de zinc au fost testate pentru detectarea gazului de hidrogen și etanol. Ambele tipuri de structuri senzori au fost cercetate la concentrații mici ale gazului, care sunt de 100 ppm. Pentru a determina răspunsul la ambele gaze, senzorii au fost supuși testării la diferite temperaturi de operare, începând cu temperatura de 150 °C, mărind treptat valoarea acesteia cu 25 °C. Rezultatele obținute sunt prezentate în figurile de mai jos.

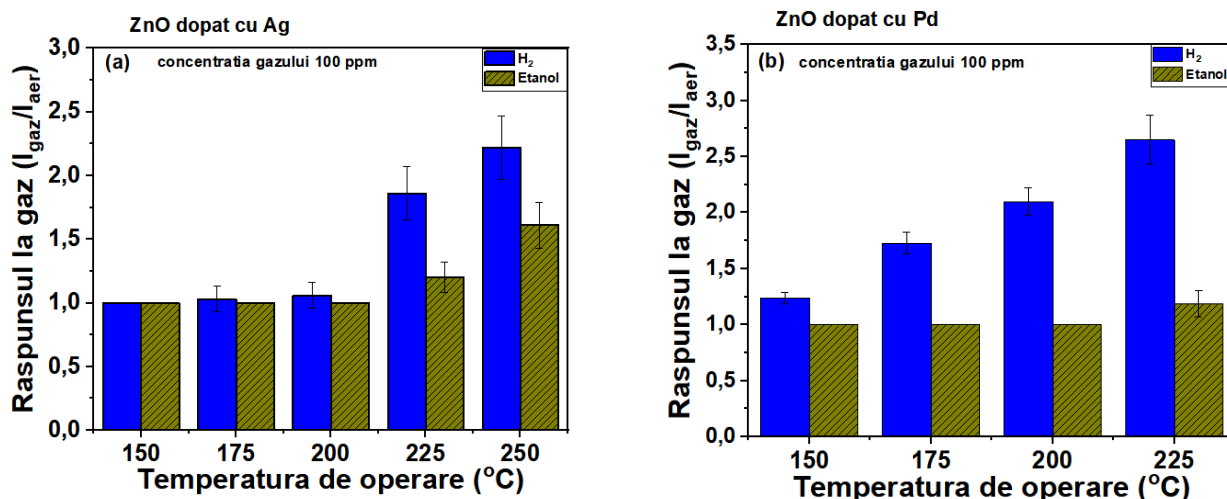


Figura 1. Răspunsul obținut la diferite temperaturi de operare după aplicarea gazelor de hidrogen și etanol ale nano-heterostructurilor TiO<sub>2</sub>/ZnO dopate cu: (a) Ag și (b) Pd.

Pentru determinarea valorii răspunsului senzorului asupra gazului studiat s-a utilizat următoarea relație

$$R = \frac{I_{\text{gas}}}{I_{\text{air}}} \quad (1)$$

În **figura 1.a** este prezentat răspunsul senzorului pe bază de nano-heterostructuri cu stratul deasupra de oxid de titan peste oxid de zinc dopat cu ioni de argint. Din figura dată putem menționa că răspunsul față de hidrogen este la temperatura de 175 °C. Deci senzorul dat sesizează atomii de hidrogen la temperatura de 175 °C, însă etanolul nu este detectat. Mărind temperatura cu 25 °C și ajungând la temperatura de operare de 200 °C senzorul are răspuns și la etanol. Însă răspunsul față de hidrogen este mai înalt comparativ cu vaporii de etanol. Observăm că treptat cu mărirea temperaturii de operare răspunsul structurii senzor față de hidrogen se mărește.

În **figura 1.b** este reprezentat răspunsul senzorului pe bază de nano-heterostructuri cu stratul deasupra de oxid de titan peste oxid de zinc dopat cu paladiu. Analizând graficul dat putem spune că răspunsul față de hidrogen este începând cu temperatura de operare de 150 °C. Mărind treptat temperatura de operare, răspunsul față de hidrogen se îmbunătățește, iar față de vaporii de etanol apare primul răspuns abia la temperatura de 225 °C.

Analizând toate acestea putem menționa că impuritățile de paladiu din structura oxidului de zinc cu dioxid de titan au dus la îmbunătățirea răspunsului față de hidrogen. La temperatura de 225 °C s-au obținut cele mai înalte răspunsuri la hidrogen, deci vom arăta compararea dinamică la hidrogen pentru ambii senzori pe bază de oxid de zinc. Rezultatele obținute sunt prezentate în figura de mai jos.

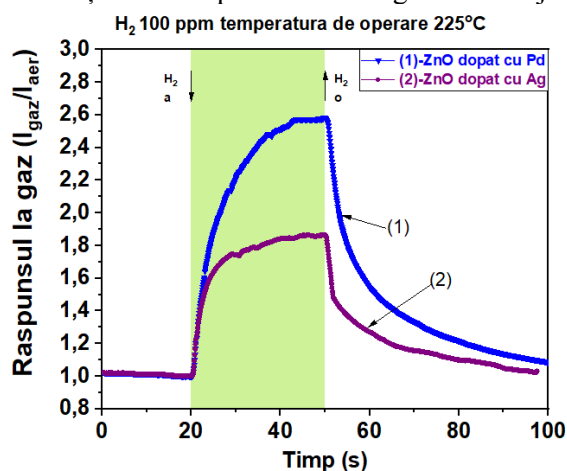


Figura 2. Răspunsul față de hidrogen a structurilor senzori de gaz în baza oxidului de zinc dopați cu impurități de paladiu (1) și argint (2).

Datorită faptului că s-a obținut un răspuns înalt față de hidrogen a senzorului dopat cu impurități de paladiu s-a decis de a verifica răspunsul față de hidrogen la temperatura de 225 °C.

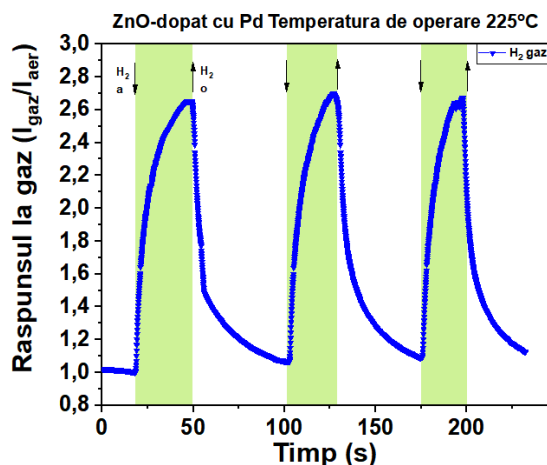


Figura 3. Răspunsul dinamic față de hidrogen (100 ppm) a nano-heterostructurii cu stratul de oxid de titan deasupra peste oxid de zinc dopat cu paladiu.

Din datele reprezentate putem afirma că cea mai bună nano-heterostructură este aceea dopată cu paladiu, fiindcă are răspuns față de hidrogen începând cu cea mai mică temperatură de operare, vom calcula timpii de răspuns și de recuperare. Datele obținute sunt indicate în următorul tabel.

Tabelul 1. Indicarea timpilor de răspuns și de recuperare

Temperatura de operare (°C)	Timp de răspuns (s)	Timp de recuperare (s)
150	21,24	>50
175	19,35	49,5
200	17,26	37,86
225	13,1	23,87

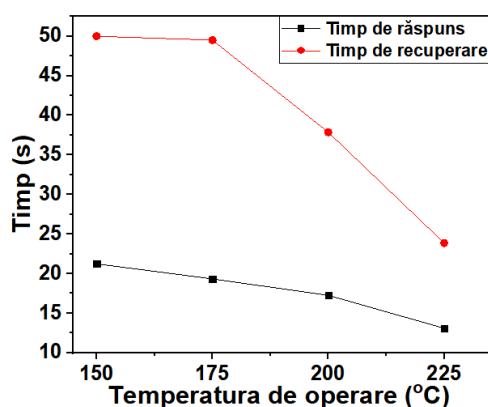


Figura 4. Timpii de răspuns și recuperare față de temperatura de operare.

Analizând tabelul și graficul timpilor de răspuns și de recuperare ajungem la concluzia că odată cu creșterea temperaturii s-a îmbunătățit-micșorat timpul de răspuns de la 21,24 secunde până la 13,1 secunde. Însă cel mai mult s-a modificat timpul de recuperare, de la recuperarea parțială la temperatura de 150 °C până la 23,87 s la temperatura de 225 °C.

## Concluzii

Nano-heterostructura din TiO<sub>2</sub>/ZnO dopat cu paladiu este selectivă la hidrogen începând cu temperatura de operare de 150 °C. Modificând treptat temperatura, răspunsul se îmbunătățește doar la hidrogen, etanolul fiind sesizat doar la 225 °C de către acest material. Comparativ cu nano-heterostructura

TiO<sub>2</sub>/ZnO dopat cu impurități de argint, aceasta are răspuns mai mic față de cea cu paladiu. Deci structurile senzori pe baza oxidului de zinc dopați cu paladiu și acoperiți cu un strat subțire de dioxid de titan au o selectivitate înaltă la hidrogen la o temperatură relativ mică de operare.

### Mulțumiri

Magariu Nicolae, doctorand anul 2 din cadrul Școlii Doctorale, Știința Calculatoarelor, Electronică și Energetică, aduce mulțumiri domnului profesor universitar dr.hab. Lupan Oleg pentru suportul și ghidarea activă în cadrul studiilor de doctorat la UTM. Magariu Nicolae aduce mulțumiri Guvernului Republicii Moldova pentru acordarea Bursei de Excelență pe domenii pentru anul 2019, conform hotărârii de Guvern nr.4 din data de 18.01.2019. Cercetările au fost parțial finanțate de Universitatea Tehnică a Moldovei și de către proiectul Instituțional inst-15.817.02.29A.

### Bibliografie

1. Srikant V., Clarke D. R. *On the optical band gap of zinc oxide. Journal of Applied Physics*, 83(10), 5447–5451. (1998).
2. Lupan O., Postica V., Hoppe M., Wolff N., Polonskyi O., Pauporté T., Viana B., Majéus O., Kienle L., Faupel F. and Adelung R. *PdO/PdO<sub>2</sub> functionalized ZnO : Pd films for loweroperating temperature H<sub>2</sub> gas sensing* *Nanoscale*, 2018, **10**, 14107-14127
3. A. Molea, V. Popescu *Proprietățile structurale ale dioxidului de titan A X Conferinta Nationala multidisciplinara- cu participare international "Profesorul Dorin Pavel-fondatorul hidroenergeticii romanesti" SEBES, 2010* 89-94
4. M.Yang , *Band gap engineering and carrier transport in TiO<sub>2</sub> for solar energy harvesting p.1-142*
5. Noushin, N., Renheng, B. , Fan, W. , Lan, F. , Antonio T., *Ultraporous Electron-Depleted ZnO Nanoparticle Networksfor Highly Sensitive Portable Visible-Blind UV Photodetectors, Advacend. Material. 2015, 27, 4336–4343*
6. Lupan O. *Structuri de dimensiuni reduse în bază de oxizi: Tehnologii, proprietăți și dispozitive* Teză de doctor habilitat în tehnică: Universitatea Tehnică a Moldovei; 2011, p.1-335.
7. Lupan O. *Tehnologia obținerii oxizilor ZnO, Cu<sub>2</sub>O, SiO<sub>2</sub> cu încălzirea fonică pentru dispozitive cu semiconductori* Teză de doctor; Universitatea Tehnică a Moldovei; 2005, p. 1-151.



# MATERIALE HIDROFILE ȘI HIDROFOBE

Aurel BABILUNGA

Departamentul Microelectronica și Inginerie Biomedicală. Centrul Național de Studii și Testare a Materialelor.  
Universitatea Tehnică a Moldovei (UTM)

**Abstract:** Hidrofilia este specifică moleculelor cu legături covalente și coordinative care sunt polare, adică au molecule ne-simetrice; substanțelor care sunt ionice și substanțelor organice sau anorganice care pot furniza protoni în soluție. Hidrofobia - proprietatea opusă hidrofiliei reprezintă o proprietate fizică a moleculelor unui corp oarecare de a respinge realizarea unei legături cu apa.

**Cuvinte – cheie:** Hidrofilia, Hidrofobia.

Unghi de contact și proprietăți de umectare a suprafețelor.

Studiile de umectare a suprafeței implică măsurarea unghiurilor de contact ca și date inițiale. Aceste date ne indică gradul de udare (racordare) când un solid și un lichid interacționează. Unghiuri mici de contact ( $<90^\circ$ ) corespund la nivel mare de udare, iar unghiurile mari ( $>90^\circ$ ) corespund la un nivel scăzut de udare a suprafeței. Să considerăm o picătură de lichid pe o suprafață solidă plană, orizontală. Unghiul de contact este definit ca fiind unghiul format la intersecția interfeței lichid-solid cu interfața lichid-vapori (acest lucru este obținut geometric prin trasarea unei tangente din punctul de contact până la interfața lichid-vapori în profilul picăturii).

Interfața unde solidul, lichidul și vaporii coexistă se numește "linia de contact a celor 3 faze". Udarea completă a unei suprafețe apare la valoare 0 a unghiului de contact. Suprafețele superhidrofobe indică valori ale unghiului de contact peste  $150^\circ$  (suprafața și picătura sunt aproape fără punct de contact) – exemplu Efectul lotus.

Unghiul de contact nu este limitat la interfața lichid-vapori pe o suprafață solidă; teoriile se aplică și la interfețe lichid-lichid pe un solid. Frunzele de lotus sunt mereu curate pentru că au o caracteristică remarcabilă, aceea de a respinge total apa, adică sunt super hidrofobe. Picăturile de apă se rostogolesc pe suprafața frunzei, în loc să alunece și antrenează murdăria după ele, lăsând frunza curată. Frunza de lotus are o structură ce prezintă nanocristale de ceară pe suprafața acesteia. Nanocristalele de pe suprafața frunzei sunt compuse din materiale hidrofobe, proprietate accentuată de rugozitate - nanostructură. De aceea, picăturile de apă care ajung pe o astfel de frunză sunt mai mult în contact cu aerul și se rostogolesc. „Efectul lotus” a fost inspirația pentru numeroase materiale inovative, în principal pentru a le da proprietăți de auto-curățare, pentru a reduce nevoile de curățare, cu beneficiu pentru mediul de viață.

Exemple de aplicații inspirate din efectul lotus:

1. Vopsea folosită la fațada clădirilor - murdăria nu aderă de suprafață și când ploua aceasta se curăță.
2. Unele materiale folosite pentru confecționarea țesăturilor sunt inspirate din „efectul lotus”, fiind rezistente la pete. Acestea nu au un strat de ceară, ci au atașate mici molecule care nu se lipesc de țesătură.
3. Există, de asemenea, spray-uri care se aplică pe suprafețele de la baie și bucătărie, extrem de „impermeabile” pentru murdărie, făcând ca aceasta să fie ușor de curățat.

Aplicații ale suprafețelor hidrofobe:

- anti-umectare – stratul protector superhidrofobic păstrează obiectele uscate, apa și alte lichide fiind respinse;
- anti-coroziv – din moment ce stratul superhidrofobic de pe suprafața obiectului împiedică contactul cu lichidele, protecția anticorozivă asigurată este maximă;
- anti-îngheț – substanța hidrofobică păstrează suprafețele acoperite complet uscate, împiedicând astfel formarea gheții;
- anti-contaminare – praful, lichidele sau noroiul fiind împiedicate să ia contact cu suprafața protejată, avem o puternică protecție antibacteriană sau contra radiațiilor dacă este vorba despre o zonă contaminată radioactiv;
- auto-curățare – deoarece apa sau substanțele uleioase nu vor putea adera la suprafața protejată, aceasta rămâne curată și sterilă. Eventualele particule de praf sau alte pulberi se îndepărtează ușor cu un jet de apă sau de aer;
- extinderea duratei de viață a produselor – multe produse devin inutilizabile din cauza umezelii, a uleiurilor sau devin prea murdare pentru a mai putea fi utilizate. Prin protecția oferită de Ultra-



Ever Dry durata de utilizare a nenumărate echipamente poate fi prelungită, realizându-se importante economii sau scăderi ale costurilor de producție.

#### Suprafețe hidrofile

Hidrofilicitate – loves water – afinitate față de apă. Proprietatea unei suprafețe de material să intre în contact direct cu moleculele de apă prin intermediul legăturilor de hidrogen. Moleculele de apă pot pătrunde prin porii materialului și udă suprafața complet. Majoritatea compușilor naturali (polimeri naturali, proteine, polizaharide etc) sunt hidrofilii. Acoperirile hidrofile sunt foarte eficiente și mențin efectul pe o suprafață foarte mult timp. Folosirea acoperirilor hidrofile elimină folosirea lubrifianților pentru diferite tipuri de materiale. Exemple: polizaharidele au grupări OH cu afinitate mare față de apă.

Metode de transformare a unei suprafețe hidrofile în hidrofobă:

- Transformarea unui solid hidrofil într-un solid lipofil (hidrofob) prin tratare cu molecule amfifile;
- Tratarea sticlei cu clorsilani - moleculele de clorsilani se leagă chimic sau prin punți de hidrogen cu grupările silanice ale sticlei formând un strat monomolecular, hidrofob, datorită catenelor alchilice.
- Hidrofobizarea cimentului/betonului se face cu produse pe baza de silani, ce oferă proprietăți hidrofobe betonului, betonului armat, crescând semnificativ durata de viață a acestora.
- Tratarea suprafețelor hidrofobe cu molecule amfifile în vederea inducerii unui caracter hidrofil. Polietilena este un produs cu suprafața hidrofobă. Tratarea acesteia cu polietilen oxid (care are blocuri hidrofile și hidrofobe) duce la obținerea unui material cu suprafață hidrofilă.
- altă metodă de hidrofilizare a suprafețelor hidrofobe este tratamentul în plasmă (descărcări luminoase de tip Corona, presiune scăzută, presiune atmosferică etc). În acest fel se pot genera grupe de tip OH

#### Concluzie

1. Evaluarea unghiului de contact și a tensiunii superficiale este o analiză extrem de utilă pentru tipuri de suprafețe solide ce vin în contact cu un lichid sau pentru 2 lichide aflate în contact.

2. Acest tip de analiză depinde foarte mult de tipul de material și tehnica de lucru/metoda trebuie aleasă în funcție de necesitățile fiecărui cercetător. În funcție de tipul de material analizat se solicită producătorului instrumentul corect pentru măsurătorile dorite.

3. Aplicațiile ce derivă din această tehnică acoperă materiale și domenii largi cu importanță mare: lacuri, vopsele, polimeri, materiale ceramice, metale, fibre – construcții, industria aeronautică, acoperiri anti(bio)fouling, aplicații biomedicale, industria detergenților și agenților tensioactivi în general etc.

#### Bibliografie

1. <http://www.tsocm.pub.ro/PERFORM/suportcurs/2015-07-28%20A4.pdf>
2. <https://ro.wikipedia.org/wiki/Hidrofilie>
3. [https://ro.wikipedia.org/wiki/Hidrofobie\\_\(chimie\)](https://ro.wikipedia.org/wiki/Hidrofobie_(chimie))
4. Bogdan Marculescu, Edina Rusen, Livia Maria Butac, Adezivi, lacuri și vopsele, Editura Ars Docendi 2009, ISBN 978-973-558-408-5
5. E.L. Decker, B. Frank, Y. Suo, S. Garoff, Physics of contact angle measurement, Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, 156(1–3), 15 October 1999, pg. 177–189
6. <http://www.biolinscientific.com/>; <http://www.biolinscientific.com/ksvnima/>

# SENZORI DE PRESIUNE ÎN BAZĂ DE AERO-GaN

Vladimir CIOBANU

Centrul Național de Studiu și Testare a Materialelor, Universitatea Tehnică a Moldovei

**Abstract:** Au fost elaborați și caracterizați senzori de presiune în baza aero-materialului ultraporos de GaN. Aeromaterialul este obținut prin creșterea epitaxială din fază hidridă de vapori a unui strat de câteva zeci de nanometri de nitrură de galiu pe o rețea interpenetrată de tetrapozi din oxid de zinc. În timpul procesului de creștere substratul de ZnO este descompus, obținând în final o rețea interpenetrată de microtuburi de GaN, sensibilitatea cărora a fost caracterizată la presiune hidrostatică. Sensibilitatea senzorilor în bază de Aero-GaN până la 40 atm oferă posibilitatea utilizării acestora într-o gamă largă de aplicații, cum ar fi în domeniul auto, aerospațial, submarine și altele. Nivelul de răspuns al curentului de ordinul zecilor de mA permit ca acești senzori să fie ușor de folosit în echipamente portabile.

**Cuvinte cheie:** nitrura de galiu, senzori de presiune ultra-ușori, aeromaterial, creștere HVPE.

## Introducere

Nitrura de Galiu (GaN), un semiconductor cu banda interzisă largă ( $E_g=3.4$  eV la 300 K), posedă un șir de proprietăți unice cum ar fi lucru la frecvențe înalte, conductivitate electrică înaltă, stabilitate termică și la radiații cu energie înaltă, ceea ce a dus la implementarea acestuia în domenii precum electronica de putere/de frecvențe înalte, optică, optoelectronică, aplicații ca senzori, etc. Pe lângă proprietățile enumerate, GaN mai posedă proprietatea piezoelectrică pronunțată ceea ce deschide o gamă largă de aplicații în piezotronică, nanogeneratori, senzori SAW, sisteme micro-electro-mecanice [1-4]. Recent, grupul de la Centrul Național de Studiu și Testare a Materialelor a demonstrat senzori de presiune în baza aerogelului de grafenă decorat cu nanocristalite de GaN [5], precum și memristori în baza membranelor ultrafine de GaN de numai 15 nm, un analog al sinapselor biologice [6].

Pentru multe aplicații, senzorii de presiune trebuie să posede stabilitate la accelerații și vibrații, temperaturi înalte, radiație, stabilitate chimică. Senzorii de presiune în baza aeromaterialului GaN, denumit în continuare Aero-galnit (A-GaN) posedă proprietățile enumerate mai sus și poate fi folosit până la presiuni de 40 atm ceea ce presupune posibila utilizare a astfel de senzori în domeniul auto, submarinelor, precum și în domeniul aerospațial.

Aeromaterialele, reprezintă materiale ultra-ușoare cu gradul de porozitate înalt format din rețele de nanostructuri de diferite forme și mărimi precum nanofire, nanotuburi, nanotetrapozi sau alte structuri 3D [7]. Elaborarea și dezvoltarea procedurilor de obținere a aeromaterialelor are loc datorită demonstrării în ultimul timp a mai multor aplicații ale acestora precum senzori, celule solare, supercondensatori [8], sisteme de transport a medicamentelor, inginerie tisulară, dispozitive implantabile [9], și altele.

## Rezultate și discuții

Aeromaterialul GaN folosit în această lucrare, a fost crescut prin metoda creșterii Epitaxiale Hidride din Fază de Vapori (HVPE) ce presupune depunerea unui strat subțire de GaN pe un templat de sacrificiu compus din rețele de micro-tetrapozi de ZnO cu porozitate înaltă. Pentru creșterea HVPE a fost utilizat un reactor cu 4 zone de temperatură controlabile. Ca surse de material au fost utilizate Ga metalic, amoniac ( $\text{NH}_3$ ), și clorură de hidrogen, în timp ce gazul de transport a fost hidrogenul. În zona de reacție, are loc formarea GaCl ca rezultat al reacției dintre Ga și HCl la temperatura de 850 °C. Reacția dintre GaCl și  $\text{NH}_3$  în zona de reacție duce la formarea GaN care se depune pe templatul de sacrificiu de ZnO. Creșterea GaN are loc în două etape: prima etapă fiind nucleerea unui strat de GaN timp de 10 min la temperatura de 600 °C, iar în a doua etapă temperatura este crescută până la 850 °C și timpul de depunere fiind 10 min, crescându-se astfel un strat calitativ de GaN. Odată cu creșterea stratului de GaN la temperaturi înalte, în același timp, are loc și descompunerea miezului de ZnO, ce în final duce la obținerea tetrapozilor goi de GaN cu grosimea pereților de aproximativ 70 nm.

În figura 1 sunt reprezentate imagini SEM a rețelelor de microtetrapozi de ZnO ce reprezintă substratul de sacrificiu, și micro-tetrapozii de GaN obținuți după creșterea nitrurii de galiu. Gradul de porozitate,  $\epsilon$ , a A-GaN are valoarea de aproximativ 93% conform calculului  $\epsilon=(1-\rho_a/\rho_t)\times 100\%$ ,

unde  $\rho_a$  reprezintă valoarea densității aparente a aerogelului, iar  $\rho_t$  fiind densitatea reală a materialului masiv ( $\rho_{\text{GaN}}=6.4\text{g/cm}^3$ ).

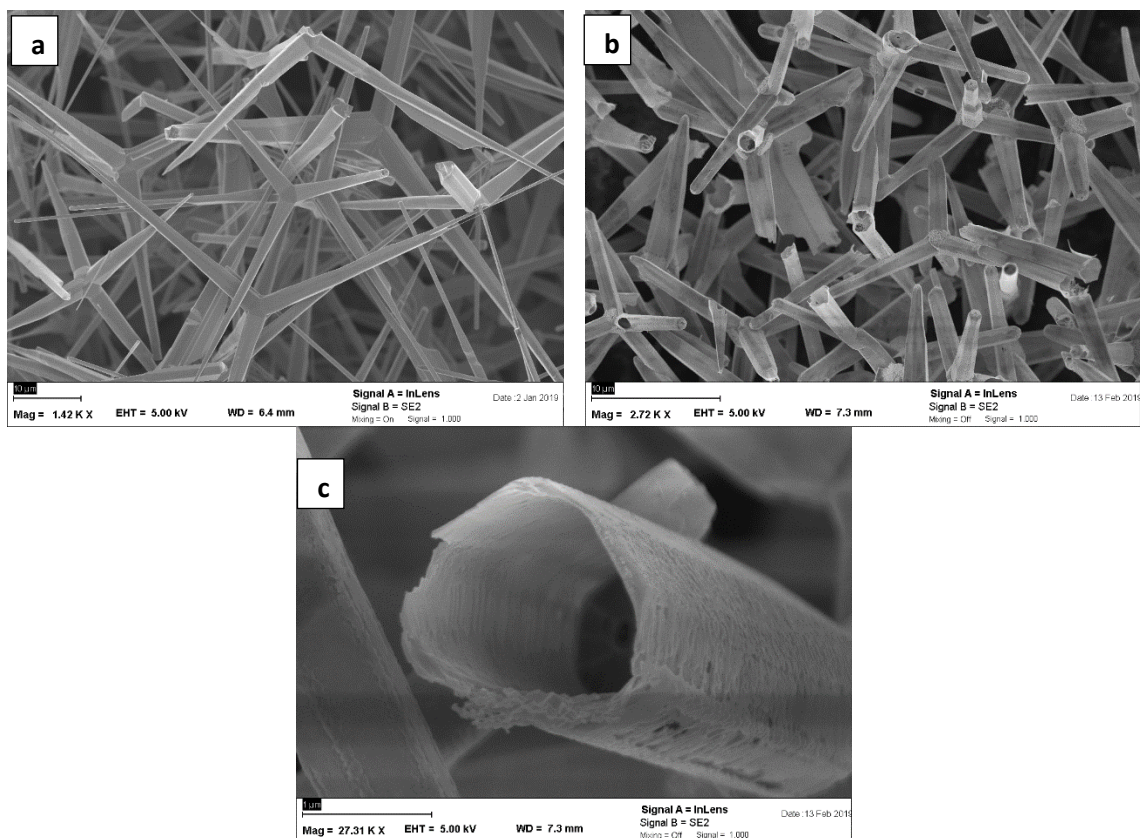


Figura 1. Imagini SEM a micro-tetrapozilor de (a) ZnO și (b, c) GaN.

Caracterizarea electrică a senzorilor în baza A-GaN a fost făcută utilizând echipamentul Keithley 4200 SCS conectat la senzor care se află într-o cameră unde presiunea este crescută până la 40 atm pompând azot pur în interior. Camera de lucru este calibrată pentru creșterea presiunii până la 40 atm. Toate măsurătorile sunt controlate de la calculator. În figura 2 este ilustrat schematic echipamentul utilizat pentru caracterizarea senzorilor de presiune elaborați.

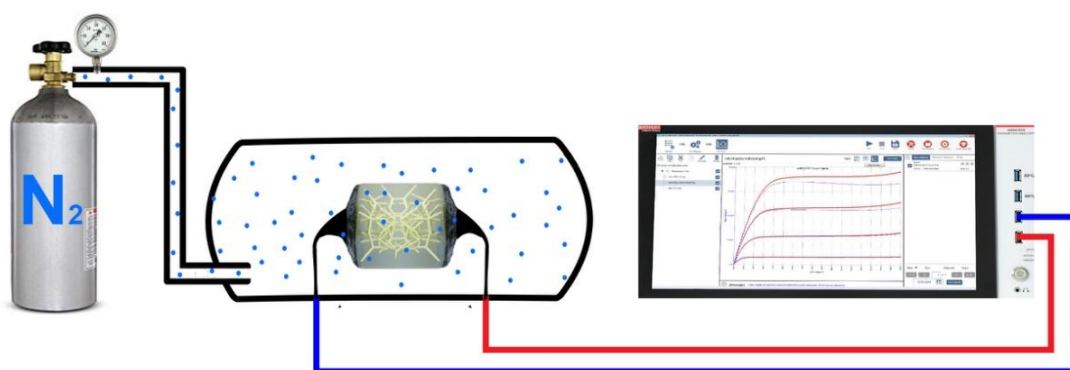


Figura 2. Reprezentarea schematică a echipamentului de măsurare a senzorilor de presiune în baza Aero-GaN [10]

Din caracteristica IV, a fost extrasă conductanța,  $G$ , în funcție de presiunea aplicată, după cum este ilustrat în figura 3a. Se observă o dependență neliniară, conductanța scade odată cu creșterea nivelului de presiune.

Răspunsul nelinear al senzorului în baza Aero-GaN poate fi atribuit în mare parte variației rezistenței de contact între microtetrapozi dar și variației rezistivității intrinseci a materialului. Sensibilitatea senzorului definită ca  $S = (\Delta G / G_0) / \Delta P$ , unde  $G_0 = G(P_0 = 1 \text{ atm})$ , este una neliniară și variază de la  $16.2 \times 10^{-3}$  la presiuni joase (5 atm), la  $7.4 \times 10^{-3}$  la presiuni înalte (40 atm).

Pentru studiul stabilității în timp a senzorului de presiune, a fost aplicată o tensiune constantă de -3.2 V și înregistrat curentul. Se poate observa din figura 3b că este necesar un timp scurt de stabilizare a curentului, timp în care are loc rearanjarea microstructurilor, acest timp fiind comparabil cu cel al senzorilor în baza structurilor hibride grafenă-GaN [11].

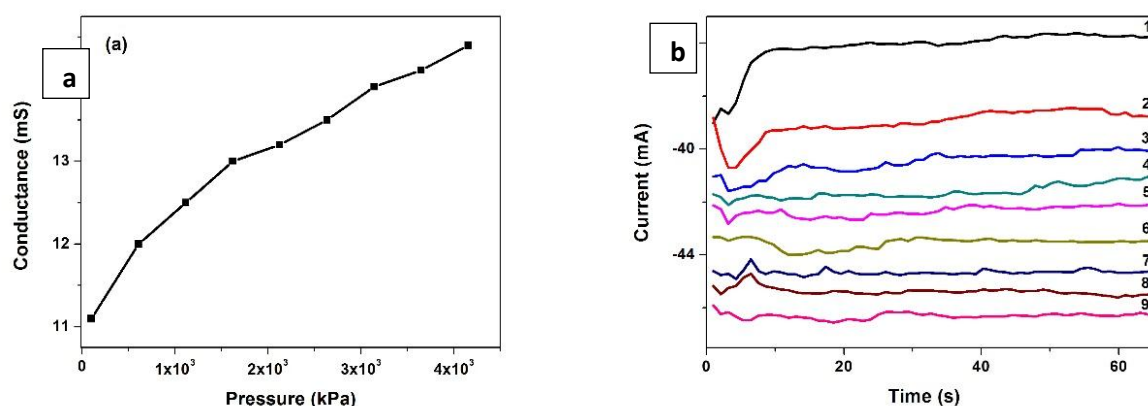


Figura 3. Dependența (a) conductanței și (b) a curentului în timp la diferite nivele de presiune (1- 1 atm, 2- 6 atm, 3-11 atm, 4- 16 atm, 5- 21 atm, 6- 26 atm, 7- 31 atm, 8-36 atm, 9- 41 atm) [10]

## Concluzii

Au fost elaborați și demonstrați senzori de presiune în baza aero-materialului GaN. Sensibilitatea acestora variază de la  $16.2 \times 10^{-3}$  la presiuni joase (5 atm) la  $7.4 \times 10^{-3}$  la presiuni înalte (40 atm). Nivelul dat de sensibilitate și răspunsul curentului de ordinul zecilor de mA fac ca acești senzori să fie fezabili pentru echipamentele portabile.

## Referințe

1. M.S. Kang, C.-H. Lee, J.B. Park, H. Yoo, G.-C. Yi, Gallium nitride nanostructures for light-emitting diode applications, *Nano Energy* 1 (2012) 391–400, <https://doi.org/10.1016/J.NANOEN.2012.03.005>.
2. X. Wang, W. Peng, R. Yu, H. Zou, Y. Dai, Y. Zi, C. Wu, S. Li, Z.L. Wang, Simultaneously enhancing light emission and suppressing efficiency droop in GaN microwire-based ultraviolet light-emitting diode by the piezo-phototronic effect, *Nano Lett.* 17 (2017) 3718–3724, <https://doi.org/10.1021/acs.nanolett.7b01004>.
3. M. Peng, Y. Liu, A. Yu, Y. Zhang, C. Liu, J. Liu, W. Wu, K. Zhang, X. Shi, J. Kou, J. Zhai, Z.L. Wang, Flexible self-powered GaN ultraviolet photoswitch with piezo-phototronic effect enhanced on/off ratio, *ACS Nano* 10 (2016) 1572–1579, <https://doi.org/10.1021/acs.nano.5b07217>.
4. X. Wang, R. Yu, W. Peng, W. Wu, S. Li, Z.L. Wang, Temperature dependence of the piezotronic and piezophototronic effects in a-axis GaN nanobelts, *Adv. Mater.* 27 (2015) 8067–8074, <https://doi.org/10.1002/adma.201504534>.
5. M. Dragoman, L. Ghimpu, C. Obreja, A. Dinescu, I. Plesco, D. Dragoman, T. Braniste, and I. Tiginyanu, Ultra-lightweight pressure sensor based on graphene aerogel decorated with piezoelectric nanocrystalline films, *Nanotechnology* 27, 475203 (2016).
6. M. Dragoman, I. Tiginyanu, D. Dragoman, T. Braniste, and V. Ciobanu, Memristive GaN ultrathin suspended membrane array, *Nanotechnology* 27, 295204 (2016).
7. S. M. Jung, H. Y. Jung, M. S. Dresselhaus, Y. J. Jung, J. Kong, *Sci. Rep.* 1 2012, 2, 849.
8. J. Mao, J. Icozzia, J. Huang, K. Meng, Y. Lai, and Z. Lin, *Energy Environ. Sci.* (2018).
9. H. Maleki, L. Duraes, C.A. Garcia-Gonzalez, P. del Gaudio, A. Portugal, and M. Mahmoudi, *Adv. Colloid Interface Sci.* 236, 1 (2016).
10. M. Dragoman, V. Ciobanu, S. Shree, D. Dragoman, T. Braniste, S. Raevschi, A. Dinescu, A. Sarua, Y. K. Mishra, N. Pugno, R. Adelung, and I. Tiginyanu, Sensing up to 40 atm Using Pressure-Sensitive Aero-GaN, *PSS RRL*, 1900012 (2019), <https://doi.org/10.1002/pssr.201900012>.
11. L. Durães, H. Maleki, C. A. García-González, P. del Gaudio, A. Portugal, and M. Mahmoudi, Synthesis and biomedical applications of aerogels: possibilities and challenges, *Advances in Colloid and Interface Science* 236, 1-27 (2016).

# IMPREGNAREA NANOSTRUCURILOR ÎN MATRICI POLIMERICE UTILIZÂND TEHNICI DE PRINTARE 3D

Piotr BODAREV

Departamentul Microelectronică și Inginerie Biomedicală, UTM  
Centru Național de Studiu și Testare a Materialelor, UTM

**Rezumat:** În această lucrare au fost analizate principalele metode de impregnare a nanostructurilor în matrici polimerice. Studiind articolele științifice am identificat 4 cele mai esențiale metode de impregnare: utilizând polimeri hibridi, undele acustice, printarea 3D a polimerului impregnat cu nanoparticule, precum și sinteza nanoparticulelor direct în pereții matricilor printate 3D. În lucrare sunt scoase în evidență avantajele și dezavantajele acestor metode, se discută în ce caz și care metodă se potrivește mai bine, sunt aduse exemple de materiale și tehnici descrise în articolele studiate, precum și proprietățile materialelor obținute prin aceste metode.

**Cuvinte cheie:** printare 3D, nanoparticule, materiale hibride, nanoarhitecturi multifuncționale.

Nanocompozitele polimerice, fiind formate din materiale cu proprietăți diferite dau un spectru larg de combinații posibile ale proprietăților structurilor finale, ceea ce atrage un interes sporit din partea cercetătorilor și a industriei, mai ales cu apariția și dezvoltarea printerei 3D cu ajutorul căreia ușor se poate obține orice structură 3D a matricelor polimerice.

Impregnarea nanostructurilor în matrici de polimer constă în amestecul dintre nanostructuri și un polimer hibrid format din două componente: prima componentă se utilizează în calitate de material de bază (carcasă), iar în cea de a doua nanoparticulele sunt suspendate (dacă este cazul). Ca polimer de bază poate fi folosit orice polimer, solidificarea cărui poate fi ușor controlată de un parametru reglabil ca temperatura sau anumite unde electromagnetice. Polimerul de acoperire se alege în corespundere cu proprietățile aditive ale polimerului de bază și nanoparticule. De exemplu pentru impregnarea nanoparticulelor de Au, într-un polimer biodegradabil PPF (polypropylen fumarate), nanoparticulele de Au se funcționalizează inițial cu PPV (polyvinyl pyrrolidone), cu scopul de a spori gradul de adeziune a nanoparticulelor la matricea polimerică de bază [1]. S-a observat că proprietățile termice depind de concentrația nanoparticulelor de Au, iar odată cu creșterea dimensiunilor nanoparticulelor de Au proprietățile mecanice ale structurilor polimerice se îmbunătățesc pînă la dimensiunea nanoparticulelor de 0,16  $\mu\text{m}$  apoi ele se diminuează;

Neajunsul principal al metodei cu polimer hibrid este faptul că matricele obținute au o distribuție haotică a nanostructurilor, iar pentru a controla distribuția 3D a nanoparticulelor în matricea polimerică se utilizează undele acustice. Această metodă se caracterizează prin utilizarea ultrasunetului pentru ordonarea nanostructurilor în timpul printării prin stereolitografie. Pentru aceasta sunt utilizate mai multe surse independente de unde ultrasonice, iar prin acționare asupra anesteziului de polimer și nanostructuri acestea se ordonează în funcție de frecvența și direcția undelor. În lucrarea [2] această metodă se utilizează pentru cercetarea formării fișilor de conductori în interiorul matricelor polimerice utilizând nanoparticule conductive de Cu, nanoparticule magnetice și nanofibre de carbon. Se utilizează 6 surse de ultrasunet aranjate în hexagon. A fost demonstrată obținerea structurilor planare formate din fișii de nanoparticule aranjate orizontal și sub unghiuri de 60 și 120°, precum și a structurilor 3D de conductori în formă de spirală și un întrerupător în formă de zig-zag.

Avantajele acestei metode față de cea precedentă sunt:

- 1) poziția nanoparticulelor este parțial controlată, iar ordonarea nanoparticulelor este reglată cu ajutorul frecvenței undelor acustice;
- 2) proprietățile aditive dintre polimer și nanostructuri nu joacă un rol important la formarea structurilor 3D, deci nu e nevoie de un polimer suplimentar cu anumite proprietăți aditive.

Această metodă se potrivește structurilor simple (fășii, sfere, cilindri, etc.), însă pentru structuri mai complicate metoda dată devine costisitoare pentru că necesită o construcție complicată a aparatului acustic. Pe de altă parte sunt 2 procese rulate paralel (printarea 3D și ordonarea nanostructurilor prin acționare acustică) dirijate de calculator care necesită resurse umane pentru proiectarea nu doar a modelului 3D dar și a procesului de ordonare.

O altă metodă de impregnare a nanoparticulelor în matrice polimerică presupune printarea 3D a polimerului impregnat cu nanoparticule/nanostructuri. De obicei se utilizează printarea prin stereolitografie (Stereolithography - SLA) (tratare cu lumină UV) sau printare prin DPP (Digital Projection Printing). Pot fi obținute structuri complicate însă distribuția nanostructurilor nu este omogenă. Această metodă permite

obținerea nanocompozitelor de cu o structură 3D complicată și rezoluție înaltă. Această metodă este descrisă în articolul unde se cercetează obținerea matricelor polimerice impregnate cu nanoparticule piezoelectrice de  $\text{BaTiO}_3$  (titanat de bariu). S-a utilizat doar un polimer de bază - polyethylene glycol diacrylate într-un proces de printare 3D prin proiectarea luminii UV (DPP) printr-o mască optică, care oferă posibilitatea generării diferitor șabloane în regim dinamic. [3]

Avantaje: structuri complexe, realizare simplă, etc.

Dezavantaje: complicat de obținut structuri cu distribuția omogenă a unor anumite tipuri de particule în matrice; e necesar de a găsi un polimer pentru aditivitate bună între polimer utilizat la printare și nanoparticule. Prin impregnarea nanostructurilor în matrici polimerice este complicat de a obține o structură cu distribuția omogenă a nanostructurilor.

Pentru a rezolva această problemă s-a recurs la sinteza nanoparticulelor direct în interiorul matricelor polimerice în timpul procesului de printare sau ulterior. În polimer nu se impregnează nanoparticulele, dar sărurile din care acestea se vor forma la acționarea anumitor factori externi (ex. iluminare încălzire, etc.). Sărurile se dizolvă mult mai bine în polimer decât nanostructurile, astfel în final se pot obține structuri polimerice cu o distribuție mai omogenă a nanoparticulelor. Adică în polimerul utilizat pentru printare se dizolvă sarea/săruri, se printează structura 3D dorită, apoi după un tratament specific în cadrul structurii polimerice se formează nanoparticulele necesare. Experimental aceasta este ilustrat în lucrarea [4]. Structurile 3D au fost obținute prin dizolvarea sărurilor metalice, urmate de printarea prin DLP (Digital Light Processing). După care a urmat tratamentul termic a structurilor 3D printate.

Avantaje: Obținerea structurilor cu o distribuție omogenă a nanoparticulelor; Pot fi concomitent impregnate mai multe tipuri de nanoparticule; Nu necesită un polimer adăugător pentru acoperirea nanostructurilor; Putem controla concentrația și localizarea nanoparticulelor prin tratament.

Dezavantaj: Această metodă poate fi aplicată doar pentru impregnarea nanoparticulelor care pot fi obținute din săruri prin tratament suportat de polimer.

## Concluzii

Au fost evidențiate cele mai esențiale metode de impregnare a nanoparticulelor în matrici de polimer, fiecare având avantaje și neajunsuri care și determină domeniul lor de aplicație. Spre exemplu pentru testarea proprietăților polimerului impregnat când nu e nevoie de o structură tridimensională complexă, se poate utiliza metoda impregnării utilizând polimer hibrid, deoarece ea are o implementare simplă în raport cu celelalte metode. Pentru o structură 3D simplă dar cu o distribuție omogenă și cu o configurație specifică (linii, fișii) mai bine se potrivește metoda a 2-a. Pentru structuri cu o morfologie complicată se pot utiliza metodele 3 și 4. Metoda a 3-a se potrivește pentru aplicațiile cu distribuția neomogenă a nanoparticulelor, iar pentru o distribuție omogenă se potrivește metoda a 4-a dacă nanoparticulele pot fi generate din săruri.

## Bibliografie:

1. Gaser N. Abdelrasoul, Balazs Farkas, Ilaria Romano, Alberto Diaspro, Szabolcs Beke. Nanocomposite scaffold fabrication by incorporating gold nanoparticles into biodegradable polymer matrix: Synthesis, characterization, and photothermal effect. *Materials Science and Engineering*, C 56 (2015), 305–310.
2. Doruk Erdem Yunus, Salman Sohrabi, Ran He, Wentao Shi and Yaling Liu. Acoustic patterning for 3D embedded electrically conductive wire in stereolithography. *J. Micromech. Microeng.* 27 (2017) 045016 (8pp).
3. Kanguk Kim, Wei Zhu, Xin Qu, Chase Aaronson, William R. McCall, Shaochen Chen, and Donald J. Sirbuly. 3D Optical Printing of Piezoelectric Nanoparticle-Polymer Composite Materials. *ACS NANO* VOL. 8, NO. 10, (2014), 9799–9806.
4. Erika Fantino, Annalisa Chiappone, Flaviana Calignano, Marco Fontana, Fabrizio Pirri, and Ignazio Roppolo. In Situ Thermal Generation of Silver Nanoparticles in 3D Printed Polymeric Structure. *Materials* 9, (2016), 589.

# SPORIREA CALITĂȚII SERVICIILOR MEDICALE PRIN VERIFICAREA PERIODICĂ A DISPOZITIVELOR MEDICALE

Gheorghe GORCEAG

*Departamentul de Microelectronică și Inginerie Biomedicală, Universitatea Tehnică a Moldovei*

**Rezumat:** Dispozitivele medicale joacă un rol esențial în asigurarea calității serviciilor medicale prestate, protejării și promovării sănătății populației. De asemenea siguranța pacienților și a utilizatorilor de dispozitive medicale, depinde de calitatea dispozitivelor medicale utilizate. Mai mult ca atât conform unui Raport al Organizației Mondiale a Sănătății, dispozitivele medicale împreună cu bioinginerul constituie 50% din actul medical, celelalte 50 % constituie medicamentul împreună cu medicul.

**Cuvinte cheie:** dispozitive medicale, utilizator, cerințe de securitate, cerințe de performanță, verificare periodică metrologică, verificare periodică prin încercări de laborator, cadrul legislativ și normativ, proceduri specifice de verificare, organisme de evaluare a conformității, autoritate publică.

## Introducere

La data de 14 octombrie 2017, a intrat în vigoare Legea nr. 102 din 09 iunie 2017 cu privire la dispozitivele medicale, au fost efectuate verificările periodice a dispozitivelor medicale de către organismul de evaluare a conformității recunoscut prin Ordinul fostului Minister al Sănătății. Acesta a fost acreditat și ulterior recunoscut pentru verificarea periodică a 10 tipuri de dispozitive medicale acoperind circa 15 % din tipurile de dispozitive medicale utilizate în instituțiile medicale din țară.

Acțiunile din urmă au fost primele inițieri de trecere de la verificarea metrologică a dispozitivelor medicale la verificarea periodică, un concept nou de verificare și corespunzător necesităților sistemului de sănătate al RM.

Respectiv, verificarea periodică a dispozitivelor medicale rămâne încă o problemă nesoluționată pentru sistemul de sănătate al RM.

## 1. Noul Concept de verificare periodică a dispozitivelor medicale

Pentru asigurarea utilizării unor dispozitive medicale sigure, inofensive și calitative, verificarea periodică adecvată a dispozitivelor medicale puse în funcțiune și aflate în utilizare este extrem de importantă pentru creșterea siguranței pacienților și a utilizatorilor.

Pe când, verificarea metrologică nu prevede verificări de securitate generală, de securitate electrică, de funcționalitate și de control a alarmelor, în conformitate cu inventarul de dispozitive medicale utilizat în instituțiile medicale din țară și cu cerințele actuale de verificare, fapt ce nu garantează sănătatea populației și a personalului medical ce prestează servicii medicale.

A fost analizată și studiată practica internațională în domeniu în țări precum: Italia, Franța, Olanda, România, Japonia, Elveția, Germania, care ne demonstrează că în toată lumea, cu excepția țărilor din fosta URSS, pentru dispozitivele medicale puse în funcțiune și aflate în utilizare, se efectuează verificări periodice prin încercări de către laborator acreditat la standardul ISO/CEI 17025 sau care sunt organisme de evaluare a conformității la nivel național, în conformitate cu prevederile Legii nr. 235 din 1 decembrie 2011 privind activitățile de acreditare și de evaluare a conformității, cu modificările și completările ulterioare.

O parte din instituțiile medicale din țările dezvoltate, practică același tip de verificări periodice prin încercări, însă cu bioinginerii locali și echipamentele de testare proprii, atunci când instituția medicală dispune de resurse umane și mijloace financiare suficiente.

În această ordine de idei, întru asigurarea sănătății populației și a personalului medical ce prestează servicii medicale prin Legea nr. 102 din 9 iunie 2017 cu privire la dispozitivele medicale se asigură temeiul legal de aprobare a mecanismului de verificare periodică a dispozitivelor medicale la condițiile actuale și corespunzătoare de verificare.

## 2. Dezvoltarea Sistemului de verificare periodică a dispozitivelor medicale

În anul 2017 a fost aprobată Hotărârea Guvernului nr. 966 din 14 noiembrie 2017, pentru aprobarea Regulamentului privind verificarea periodică a dispozitivelor medicale puse în funcțiune și aflate în utilizare.

Regulamentul aprobat a fost promovat, inclusiv, la consolidarea sectorului de verificare periodică a dispozitivelor medicale în conformitate cu cele mai bune practici din statele membre ale Uniunii Europene și



promovarea alinierii activității de verificare periodică a dispozitivelor medicale din Republica Moldova la criteriile și principiile recunoscute la nivel european și internațional, cuprinzând următoarele aspecte a verificării periodice a dispozitivelor medicale este constituită din activități de evaluare a parametrilor definatorii de securitate, prin examinare și încercări și a parametrilor definatorii de performanță, prin examinare și încercări;

Totodată, pe lângă reglementarea mecanismului de verificare periodică a dispozitivelor medicale puse în funcțiune și aflate în utilizare, Regulamentul prevede Nomenclatorul tipurilor de dispozitive medicale și periodicitatea verificării acestora. De asemenea acesta prevede că verificarea periodică a dispozitivelor medicale puse în funcțiune și aflate în utilizare se efectuează de laboratoare de încercări acreditate și recunoscute în domeniul dispozitivelor medicale, independente față de producători, utilizatori și persoanele care asigură mentenanța dispozitivelor medicale.

Pentru definitivarea promovării cadrului normativ integral privind verificarea periodică a dispozitivelor medicale se impune aprobarea procedurilor specifice de verificare periodică în conformitate cu cerințele standardelor aplicabile dispozitivelor medicale la producerea acestora, cu condițiile aplicării doar a metodelor de încercare nedistructive și a unui număr minim de metode, care să garanteze siguranța și calitatea dispozitivului medical prin verificarea parametrilor de securitate electrică și de performanță.

Acest lucru a fost realizat prin Ordinul Ministerului Sănătății, Muncii și Protecției Sociale nr. 30 din 12 ianuarie 2018 care aprobă procedurile specifice de verificare periodică a dispozitivelor medicale, publicat în Monitorul Oficial din 23 februarie 2018.

### **3. Realizări, Probleme, soluții**

Noul concept de verificare a dispozitivelor medicale constituie un pas important pentru sistemul de sănătate al Republicii Moldova, astăzi fiind aplicabil cadrul legal și normativ integral pentru a putea efectua astfel de verificări.

Acest lucru va contribui nemijlocit la creșterea calității serviciilor medicale, prin asigurarea nivelului înalt al parametrilor de performanță și de securitate a dispozitivelor medicale.

Totodată, mai există probleme cu care se confruntă sistemul de sănătate al RM, precum insuficiența resurselor umane și anume bioinginerii care activează în cadrul instituțiilor medio-sanitare, persoane responsabile referitor la verificarea periodică, de pregătirea dispozitivelor medicale pentru verificare, acele persoane care au un rol esențial în funcționarea corectă și sigură a dispozitivelor medicale.

***Reamintim că specialitatea de Inginerie a Sistemelor Biomedicale din cadrul Universității Tehnice a Moldovei își are debutul în 2006, respectiv pînă în prezent au fost pregătiți mai mulți bioingineri, circa 150. În acest sens s-au efectuat câteva evaluări (ultima în 2018) și s-a constatat că în instituțiile medico-sanitare publice activează peste 150 de bioingineri, ingineri și tehnicieni, necesitatea reală fiind de aproximativ 300.***

### **Concluzii**

Datorită noului concept de verificare periodică a dispozitivelor medicale, va crește calitatea și siguranța actului medical urmare asigurării unui nivel înalt al parametrilor de performanță și de securitate a dispozitivelor medicale.

Respectiv, prestatorii de servicii medicale vor putea asigura un diagnostic și tratament corect și eficient.

### **Mulțumiri**

Gorceag Gheorghe, doctorand la Universitatea Tehnică a Moldovei (UTM), aduce sincere mulțumiri prof. univ., dr. hab. Șontea Victor, conducător la teza de doctor, pentru suport, încurajare și îndrumare în timpul studiilor la UTM, precum și pentru discuțiile fructuoase în cadrul doctoratului.

### **Bibliografie:**

1. Ordinul Agenției Medicamentului și Dispozitivelor Medicale privind verificarea periodică a dispozitivelor medicale puse în funcțiune și aflate în utilizare: nr. 126 din 23 iunie 2015. In: Monitorul oficial al Republicii Moldova, 2015, nr. 185-189, 1296.
2. Legea cu privire la dispozitivele medicale: nr. 102 din 09 iunie 2017. In: Monitorul oficial al Republicii Moldova, 2017, nr. 244-251, 389.
3. Hotărîrea Guvernului pentru aprobarea Regulamentului privind verificarea periodică a dispozitivelor medicale puse în funcțiune și aflate în utilizare: nr. 966 din 14 noiembrie 2017. In: Monitorul oficial al Republicii Moldova, 2017, nr. 399-410, 1076.



4. Ordinul Ministerului Sănătății, Muncii și Protecției Sociale cu privire la procedurile specifice de verificare periodică a dispozitivelor medicale: nr. 30 din 12 ianuarie 2018. In: Monitorul oficial al Republicii Moldova, 2018, nr. 58-66, 257.
5. SONTEA, V.; MORGOCI S.; TURCANU, GH.; PISLARU, C. Medical Devices Management Strategy in the Republic of Moldova. Proceedings of 3rd International Conference on Nanotechnologies and Biomedical Engineering (ICNBME-2015), September 23-26, 2015, Chisinau, Republic of Moldova, IFMBE Proceedings, Volume 55, 2016, pp. 478-481. ISBN: 978-981-287-735-2.
6. Temple-Bird, CL. Practical steps for developing health care technology policy, Institute of Development Studies, University Sussex.UK. 2000.
7. Akay M., Key-note at the Int. Conf. E-Health & Bioengineering, Iasi&Constanta 2009.
8. Sontea V., Stratulat P., Werlein R. Health technology management. In: Proceedings Int. Conf. on Nanotech. & Biomed. Engng., Chisinau, Moldova, July 7-8 2011, pp. 248-51.
9. World Bank An Overview of Medical Device Policy and Regulation, February 2007.
10. Preliminary results of the baseline survey on medical devices. World Health Organization, 2010

# STEADY-STATE DYNAMICS OF A QUANTUM OSCILLATOR COUPLED WITH A THREE-LEVEL EMITTER

Alexandra MIRZAC

<sup>1</sup> Institute of Applied Physics

**Abstract:** A laser-pumped three-level  $\Lambda$ -type system the upper state of which is being coupled with a quantum oscillator characterized by a single quantized leaking mode has been investigated. Two distinct situations leading to cooling or lasing effects of the quantum oscillator's degrees of freedom have been identified and the mechanisms behind them have been described. Particularly, the interplay between single- or two-quanta processes accompanied by quantum interference effects among the induced emitter's dressed-states responsible for flexible lasing or deeper cooling effects has been proved, respectively.

**Keywords:** quantum, dynamics,  $\Lambda$  – type system.

We have researched out the quantum dynamics of a quantum oscillator coupled with the most upper state of a three-level  $\Lambda$ -type system. The two transitions of the three-level emitter are coherently pumped with a single or two electromagnetic field sources, respectively possessing orthogonal dipole moments. Certain ranges for flexible lasing or cooling phenomena referring to the quantum oscillator's degrees of freedom were found out. Appropriate system may be a nanomechanical resonator coupled with the most excited state of the three-level emitter fixed on it. On the other hand, if the upper state of the  $\Lambda$ -type system possesses a permanent dipole then it can couple with a cavity electromagnetic field mode which can be in the terahertz domain, for instance. Here, we have explored two distinct situations leading to cooling or lasing effects of the quantum oscillator's degrees of freedom and have described the mechanisms behind them. Remarkably, we have proved that interaction involving single- or two-quanta processes accompanied by quantum interference effects among the induced emitter's dressed-states are responsible for flexible lasing or deeper cooling effects, respectively. Mutual influences between the quantum oscillator's dynamics where shown to occur as well [1].

## References

1. A. Mirzac, M. A. Macovei, Dynamics of a quantum oscillator coupled with a three-level Lambda-type emitter, [arXiv:1810.09264v1](https://arxiv.org/abs/1810.09264v1)

# PROPRIETĂȚILE SENZORIALE ALE PELICULELOR COLUMNARE DE ZnO DOPATE CU Eu

Cristian LUPAN, Vasile POSTICA, Nicolae MAGARIU

Departamentul de Microelectronică și Inginerie Biomedicală, Universitatea Tehnică a Moldovei

**Rezumat:** În lucrarea dată sunt prezentate proprietățile morfologice, chimice și optice ale peliculelor columnare de oxid de zinc dopate cu Eu (ZnO:Eu) prin depunerea chimică. De asemenea, sunt prezentate și proprietățile senzoriale dependente de temperatura de operare pentru aceste structuri. Peliculele columnare de ZnO:Eu au demonstrat proprietăți senzoriale la compușii organici volatili, și anume vaporii de *n*-butanol și acetonă. Rezultatele au fost explicate în baza măririi proprietăților bazice ale ZnO în urma dopării cu ioni de Eu, ceea ce conduce la catalizarea proceselor de dehidrogenare a moleculelor, și respectiv la un răspuns mai mare.

**Cuvinte cheie:** ZnO:Eu, pelicule columnare, senzori de gaze, compuși organici volatili.

## Introducere

Conform datelor din literatură, oxidul de zinc cu o bandă interzisă largă (3.37 eV la temperatura camerei) este un material atractiv pentru doparea cu elemente ale pământurilor rare, precum Ce, Er, La, Eu, etc. [1-4]. Elementele ale pământurilor rare se cunosc de a avea abilități de donare a perechilor de electroni de valență și la creșterea proprietăților bazice ale ZnO [1, 5]. În acest context, metoda de depunere a peliculelor columnare prin sinteza din soluții chimice (SCS) prezintă un avantaj, deoarece permite doparea simplă și eficientă cu ioni ai diferitor metale, inclusiv și a pământurilor rare, prin adăugarea sărurilor respective în soluția complexă cu ioni de zinc [6, 7]. Astfel doparea peliculelor are loc simultan cu depunerea lor pe diferite tipuri de substraturi [6, 7]. Printre toate elementele ale pământurilor rare, europiul (Eu) a atras o atenție deosebită din cauza proprietăților optice excelente [1-4]. Ionii de  $\text{Eu}^{3+}$  sunt niște centri de luminiscentă atractivi, din cauza că tranzițiile electronice între nivelele 4f ( $^5\text{D}_0$ - $^7\text{F}_2$ ) pot genera linii de emisie intense [8]. Incorporarea cu succes a ionilor de  $\text{Eu}^{3+}$  în rețeaua cristalină a ZnO și crearea nivelelor energetice noi a fost raportată de mai mulți autori [1, 5], ceea ce prezintă un interes sporit pentru aplicațiile senzoriale. În literatură sunt prezentate doar câteva rapoarte cu privire la senzorii de gaze în baza nano- și microstructurilor de ZnO dopate/modificate cu Eu. Spre exemplu, Somacescu *et al.* a demonstrat posibilitatea de detectare selectivă a gazului de  $\text{NO}_2$  în comparație cu gazul de CO de către nanoparticulele de ZnO-Eu<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [9]. Stănoiu *et al.* de asemenea a demonstrat proprietățile senzoriale excelente ale nanoparticulelor de ZnO-Eu<sub>2</sub>O<sub>3</sub> la gazul de  $\text{NO}_2$  [1]. Xu și Yan au fabricat un senzor fluorescent în baza heterostructurilor de ZnO@MOF funcționalizate cu Eu(III) pentru detectarea la temperatura camerei a gazelor volatile de tip aldehide [10]. În lucrarea dată se vor prezenta proprietățile morfologice, chimice, optice și senzoriale ale peliculelor columnare de ZnO dopate cu Eu. De asemenea, se va demonstra posibilitatea de detecție a vaporilor de *n*-butanol și acetonă ale probelor dopate cu 0.20 at% Eu la o temperatură de operare de 300 °C.

## 1. Partea experimentală

Peliculele columnare de ZnO dopate cu Eu au fost depuse pe substrat de sticlă prin metoda sintezei chimice din soluții (SCS) [6]. Grosimea peliculelor este de 1.3 – 1.5  $\mu\text{m}$  și a fost măsurată în secțiune cu ajutorul microscopului electronic cu balieaj (SEM). Pentru doparea cu ioni de Eu, în soluția complexă cu ioni de Zn a fost adăugat 40 mM de  $\text{EuCl}_3$ . După depunerile SCS, peliculele au fost tratate termic în aer (TA) la o temperatură de 650 °C. Caracterizarea morfologică, chimică și optică a fost efectuată conform procedurilor și echipamentului descris anterior [2, 6]. Măsurările la gaze au avut loc cu ajutorul unei instalații de tip "home-made", precum a fost descris anterior [2, 6].

## 2. Rezultate și discuții

**Figura 1** prezintă imaginile SEM ale peliculelor columnare de ZnO:Eu tratate termic în aer la 650 °C timp de 2 ore. După cum se observă, peliculele sunt formate din granule cu o formă columnară, care sunt bine împachetate pe substratul de sticlă. Nu au fost observate formări de aglomerări sau insule unde lipsește creșterea granulelor (chiar și la o analiză a unei arii mai mare, vezi **Figura 1a**). Diametrul granulelor columnare este de 200 – 400 nm, ceea ce este comparabil sau aproape similar cu peliculele columnare de ZnO:Fe și ZnO:Sn, depuse prin aceeași metodă SCS, raportate anterior [6, 11]. Avantajele granulelor parțial

interconectate pentru aplicațiile senzoriale (la gaze și radiația UV) au fost deja discutate în lucrările precedente, și pot contribui esențial la mărirea răspunsului la gaze [6, 11].

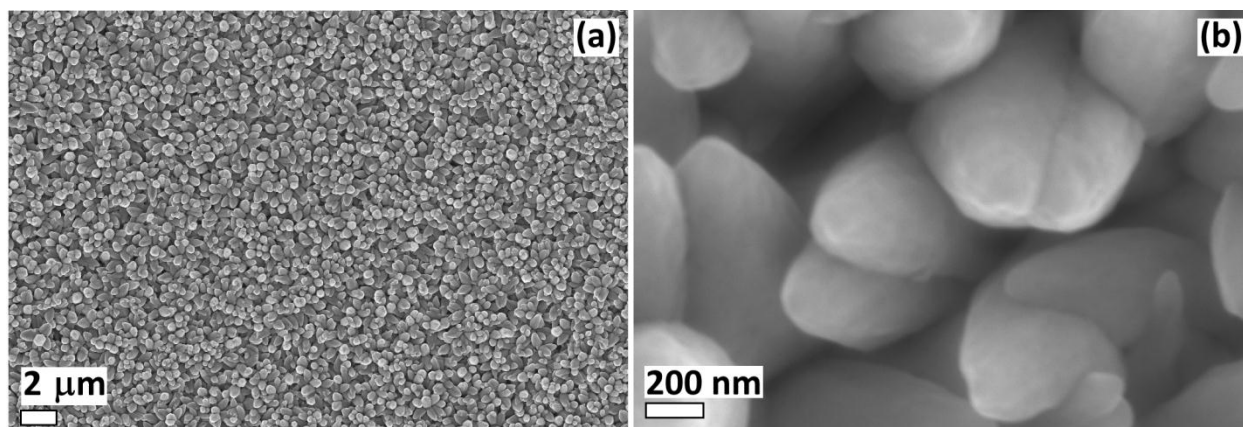


Fig. 1. Imaginile SEM ale peliculelor columnare de ZnO:Eu la o mărire mai mică (a) și mai mare (b).

Cantitatea de 0.20 at% Eu în peliculele columnare de ZnO:Eu a fost măsurată cu ajutorul EDX. Figura 2 prezintă maparea spațială a elementelor chimice (Zn, O și Eu), detectate în aceste depuneri. După cum se observă, elementul Eu este bine distribuit pe suprafața peliculei, ceea ce indică doparea destul de uniformă. Datele EDX de asemenea indică și stoechiometria bună a ZnO în urma tratamentului termic în aer la 650 °C timp.

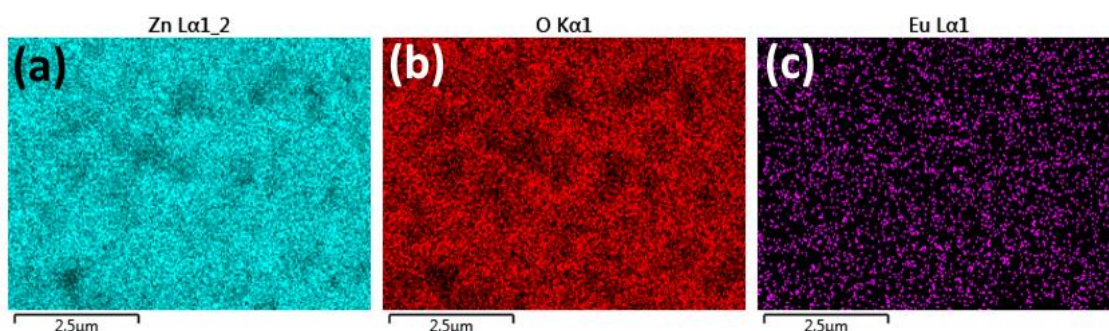


Fig. 2. Maparea spațială a elementelor chimice cu ajutorul tehnicii EDX: (a) Zn; (b) O și (c) Eu.

Figura 3a prezintă spectrul de adsorbție al peliculelor columnare de ZnO:Eu tratate termic la 650°C, măsurat la temperatura camerei. Se observă o absorbție mai puternică pentru lungimele de undă mai mari de 400 nm, adică în domeniul radiației ultraviolete. Descreșterea rapidă a absorbției la valoarea de aproximativ 380 nm, corespunde tranzițiilor directe ale electronilor între banda de valență și banda de conducție a ZnO :Eu. Valoarea benzii interzise a fost determinată din dependența  $(\alpha h\nu)^2$  față de energia fotonilor ( $h\nu$ ), care este prezentată în **Figura 3b**. Astfel, pentru pelicula columnară de ZnO:Eu s-a obținut o valoare de aproximativ  $E_g = 3.22$  eV.

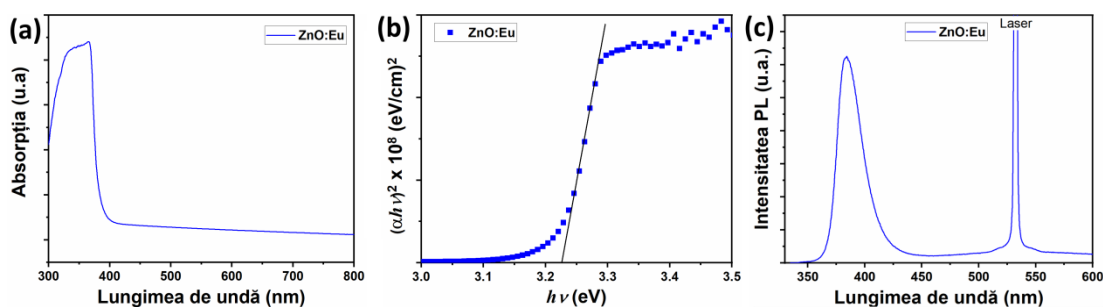


Fig. 3. (a) Spectrul de adsorbție, (b) dependența  $(\alpha h\nu)^2$  față de energia fotonilor ( $h\nu$ ) și (c) spectrul de fotoluminescență a peliculei columnare de ZnO:Eu.

Figura 3c prezintă spectrul de fotoluminescență a peliculelor columnare de ZnO:Eu tratate termic la 650 °C. Măsurările au fost efectuate la temperatura camerei. Tehnica dată poate furniza informații utile în

privața defectelor structurale ale nano- și microstructurilor de ZnO, ceea ce este foarte important pentru proprietățile senzoriale [6]. Se poate observa un vîrf cu o intensitate relativ înaltă la valoarea de  $\sim 370$  nm, care poate fi atribuit emisilor între banda de valență și cea de conducție. În regiunea vizibilă a spectrului nu se observă vîrfuri cu intensități mari ceea ce indică cristalinitatea înaltă a probelor depuse prin metoda SCS și urmat de tratamentul termic la  $650^\circ\text{C}$  în aer. Prezența unui vîrf lat în regiunea vizibilă este deseori atribuită defectelor și complexelor de defecte în rețeaua cristalină a ZnO, precum și vacanțelor sau interstițiilor de zinc sau oxigen.

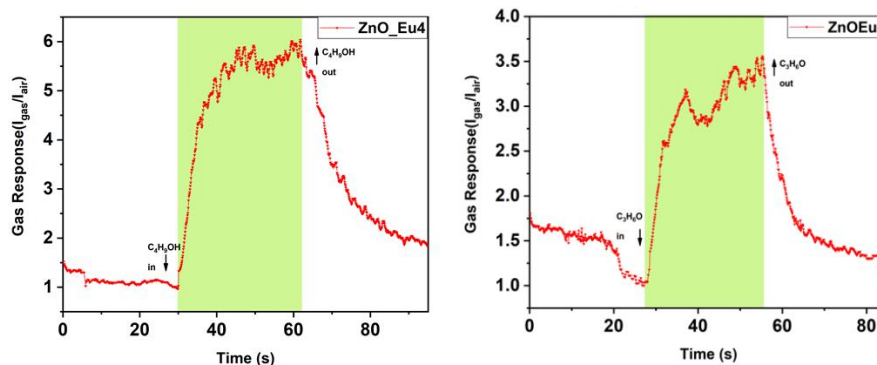


Fig. 4. Răspunsul dinamic la temperatura de operare de  $300^\circ\text{C}$  ale peliculei columnare de ZnO:Eu la 100 ppm de vapori de: (a) *n*-butanol și (b) acetonă.

Răspunsul la gaz ( $S$ ) a fost calculat ca raportul curenților măsurați la introducerea gazelor ( $I_{gas}$ ) în camera de test și la expunerea doar în aer ( $I_{aer}$ ),  $S = I_{gas}/I_{aer}$ . Măsurările la gaze au fost efectuate la temperatura de  $300^\circ\text{C}$  la 100 ppm de *n*-butanol ( $C_4H_9OH$ ) și acetonă ( $C_3H_6O$ ). Răspunsul dinamic este prezentat în Figura 4a și 4b, demonstrînd o valoare de  $\sim 5.9$  la vaporii de *n*-butanol și  $\sim 3.5$  la vaporii de acetonă. Timpul de răspuns și recuperare în ambele cazuri sunt de  $\sim 10$  s și  $\sim 30$  s, respectiv. Rezultatele la vaporii de compuși organici volatili pot fi explicate în baza mării proprietăților bazice în urma incorporării ionilor de  $\text{Eu}^{3+}$  în rețeaua cristalină a ZnO, datorită unei electronegativități mai mici a  $\text{Eu}^{3+}$  față de  $\text{Zn}^{2+}$  [12], ceea ce conduce la mai multe procese de dehidrogenare a moleculelor de compuși organici volatili, deci respectiv conduce la un răspuns mai mare [13].

## Concluzii

Astfel, a fost raportat în lucrare că prin intermediul sintezei din soluții chimice SCS se pot depune pelicule columnare de ZnO:Eu cu o cristalinitate înaltă. Imaginele SEM au demonstrat că peliculele sunt compuse din granule columnare bine împachetate și parțial interconectate. De asemenea, măsurările EDX au demonstrat o dispersie bună a Eu prin pelicula columnară de ZnO:Eu. Măsurările optice a evidențiat că după tratamentul termic în aer la  $650^\circ\text{C}$  timp, se poate obține un grad de cristalinitate înalt cu o densitate mică de defecte la suprafață. Măsurările la gaze au dezvăluit un potențial excelent de fabricare a senzorilor de gaze înalt sensitivi la vaporii de compuși organici volatili prin ajustarea în continuare a parametrilor de sinteză și a controlului concentrației de ioni de Eu în peliculele columnare de ZnO:Eu.

## Mulțumiri

Lupan Cristian, student la Universitatea Tehnică a Moldovei (UTM), aduce sincere mulțumiri prof. univ., dr. hab. Adelung Ranier pentru îndrumarea pe parcursul stagiilor de practică la Universitatea din Kiel CAU din Germania și prof. univ., dr.hab. Pauporté Th. la Universitatea PSL, Paris, Franța. Postica Vasile și Magariu Nicolai, doctoranzi la Universitatea Tehnică a Moldovei (UTM), aduc sincere mulțumiri prof. univ., dr. hab. Lupan Oleg, conducător la tezele de doctor, pentru suport, încurajare și îndrumare în timpul studiilor la UTM, precum și pentru discuțiile fructuoase în cadrul doctoratului. Cercetările au fost parțial finanțate de UTM.

## Referințe

1. A. Stănoiu, C.E. Simion, S. Somăcescu,  $\text{NO}_2$  sensing mechanism of ZnO– $\text{Eu}_2\text{O}_3$  binary oxide under humid air conditions, *Sensors and Actuators B: Chemical*, 186(2013) 687-694.
2. O. Lupan, T. Pauporté, B. Viana, P. Aschehoug, M. Ahmadi, B.R. Cuenya, Y. Rudzevich, Y. Lin, L. Chow, Eu-doped ZnO nanowire arrays grown by electrodeposition, *Applied Surface Science*, 282(2013) 782-788.

3. S.M. Ahmed, P. Szymanski, L.M. El-Nadi, M.A. El-Sayed, Energy-Transfer Efficiency in Eu-Doped ZnO Thin Films: The Effects of Oxidative Annealing on the Dynamics and the Intermediate Defect States, *ACS Applied Materials & Interfaces*, 6(2014) 1765-1772.
4. S. Geburt, M. Lorke, A.L. da Rosa, T. Frauenheim, R. Röder, T. Voss, U. Kaiser, W. Heimbrod, C. Ronning, Intense Intrashell Luminescence of Eu-Doped Single ZnO Nanowires at Room Temperature by Implantation Created Eu–O<sub>i</sub> Complexes, *Nano Letters*, 14(2014) 4523-4528.
5. S. Chi Tsang, C. Bulpitt, Rare earth oxide sensors for ethanol analysis, *Sensors and Actuators B: Chemical*, 52(1998) 226-235.
6. V. Postica, I. Hölken, V. Schneider, V. Kaidas, O. Polonskyi, V. Cretu, I. Tiginyanu, F. Faupel, R. Adelung, O. Lupan, Multifunctional device based on ZnO:Fe nanostructured films with enhanced UV and ultra-fast ethanol vapour sensing, *Materials Science in Semiconductor Processing*, 49(2016) 20-33.
7. S.T. Shishiyanu, T.S. Shishiyanu, O.I. Lupan, Sensing characteristics of tin-doped ZnO thin films as NO<sub>2</sub> gas sensor, *Sensors and Actuators B: Chemical*, 107(2005) 379-386.
8. V. Kumar, V. Kumar, S. Som, M.M. Duvenhage, O.M. Ntwaeaborwa, H.C. Swart, Effect of Eu doping on the photoluminescence properties of ZnO nanophosphors for red emission applications, *Applied Surface Science*, 308(2014) 419-430.
9. S. Somacescu, A. Dinescu, A. Stanoiu, C.E. Simion, J.M. Calderon Moreno, Hydrothermal synthesis of ZnO–Eu<sub>2</sub>O<sub>3</sub> binary oxide with straight strips morphology and sensitivity to NO<sub>2</sub> gas, *Materials Letters*, 89(2012) 219-222.
10. X.-Y. Xu, B. Yan, Eu(iii)-functionalized ZnO@MOF heterostructures: integration of pre-concentration and efficient charge transfer for the fabrication of a ppb-level sensing platform for volatile aldehyde gases in vehicles, *Journal of Materials Chemistry A*, 5(2017) 2215-2223.
11. V. Postica, M. Hoppe, J. Gröttrup, P. Hayes, V. Röbisch, D. Smazna, R. Adelung, B. Viana, P. Aschehoug, T. Pauporté, O. Lupan, Morphology dependent UV photoresponse of Sn-doped ZnO microstructures, *Solid State Sciences*, 71(2017) 75-86.
12. A. Allred, Electronegativity values from thermochemical data, *Journal of inorganic and nuclear chemistry*, 17(1961) 215-221.
13. T. Jinkawa, G. Sakai, J. Tamaki, N. Miura, N. Yamazoe, Relationship between ethanol gas sensitivity and surface catalytic property of tin oxide sensors modified with acidic or basic oxides, *Journal of Molecular Catalysis A: Chemical*, 155(2000) 193-200.



# SUPERELASTIC LIGHTWEIGHT CARBON MATERIALS FOR PIEZORESISTIVE SENSORS

Irina PLEȘCO

National Center for Materials Study and Testing, Technical University of Moldova

**Abstract.** This article aims to give a comparative overview on carbonic materials of various geometries and compositions, which are developed for applications in production of strain and pressure sensors. We discuss the preparation methods and resulting geometries of carbonic porous materials, hybrid and reinforced composites. Various architectures combined with synergistic effect of graphene and additional components reveal a series of mechanical properties (compressibility, fatigue resistance, time of recovery) and variation of electrical parameters, which make them suitable for integration in wearable electronics as highly sensitive devices.

Presented materials refer to own investigations and published studies of other research groups.

**Key words:** graphene aerogel; strain sensor; pressure sensor; piezoresistive sensor.

## Introduction

Strain and pressure sensors represent one of the most popular research topics in recent years. Light flexible sensors can become base components for wearable personal electronics. Carbon and graphene materials of all possible geometries have been developed recently [1-3]. They compete in electrical conductivity, mechanical hardness and flexibility, density and production cost. These materials provide great potential for applications in mechatronics, robotics, automation, human-machine interaction, etc. In order to mount easier the wearable sensors on the human skin for real-time human motion detection, several performance and parameter requirements need to be fulfilled. Lightweight, flexibility, stretchability, durability, biocompatibility, and low power consumption are crucial properties for wearable sensors [4-6].

Transduction methods of graphene-based strain and pressure sensors include resistive [7, 8], capacitance [9, 10], and piezoelectricity [11-12].

Resistive sensors convert external forces into a variation of resistance, which can be directly detected through changes in the electrical signals. It obtains a resistive sensing signal through the change of the resistance [12-15]. Due to a simple measurement method and the large scope of applications [16], resistive sensors have been widely used. Resistive effect is generated by an applied external force changing the conductive path of the sensing material, which changes the resistance. Piezoresistive effect was found in single layer CVD graphene [17] and was demonstrated by construction of a graphene-membrane pressure sensor. At the same time effect didn't depend on cristallographic alignment of the layer and multiple grain flakes. It means, that the piezoresistive effect can manifest both in single layers as well as in multi-layered structures like graphene aerogel. Piezoresistive effect consists in change of electrical resistance under applied pressure. As a common type of strain and pressure sensor, the advantages of graphene-based resistive sensors are a wide detection range, simple equipment construction, and signal testing.

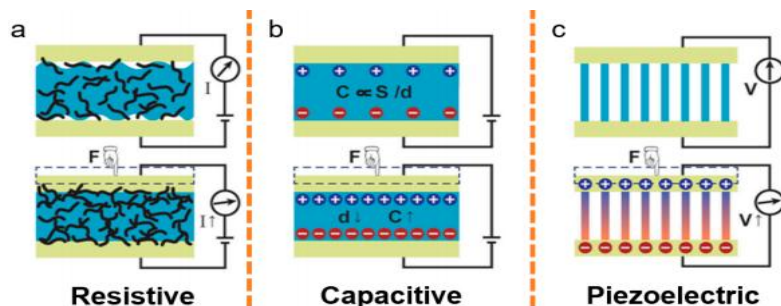


Fig. 1. Schematics of different sensing mechanisms of graphene strain and pressure sensors. Copyright 2018 Elsevier Ltd. [18].

Another sensing mechanism is represented by capacitive strain and pressure sensors [19-22]. The base principle consist in conversion of mechanical displacement into capacitance change. Force variation in different directions is detected by changes of sensor's effective area and the spacing between contacts to obtain an electrical signal [23]. Capacitive sensors exhibit extreme sensitivity to weak changes and are suitable for detection of small forces [24-26].

## Major Parameters of Graphene-Based Strain and Pressure Sensors

The sensitivity of pressure sensors generally refers to the ratio between the variables involved in the output and input signals. For graphene-based pressure sensors with different transduction mechanisms, the input and output signals are different. For instance, the sensitivity of resistive pressure sensors is calculated by dividing the relevant variation of resistance by the variation of the applied pressure. In the same way, sensitivities of capacitive and piezoelectric pressure sensors correspond to capacitance and voltage, respectively

$$S = \left| \frac{\Delta R/R_0}{\Delta P} \right| \quad (1)$$

Gauge factor, which makes no sense to pressure sensors, is an important parameter for strain sensors. Gauge factor (GF), also named strain factor, of a strain sensor is the ratio of the relevant change in electrical resistance  $R$ , to the mechanical strain  $\varepsilon$ , which means this parameter is only significant for the resistive strain sensor

$$GF = \left| \frac{\Delta R/R_0}{\varepsilon} \right| \quad (2)$$

Linearity is an important indicator to describe the static characteristics of a sensor. It is used to characterize the parameters whose actual characteristics do not match the fitted line. In certain conditions, the ratio of the maximum deviation between the sensor calibration curve to the fitted line and the full-scale output is called linearity, also known as nonlinearity error [27]. For the graphene-based strain and pressure sensors, it is still a technical challenge to balance the relationship between sensitivity and linearity. At present, researchers still cannot achieve both high sensitivity and good linearity for graphene-based strain and pressure sensors, which needs further study.

Hysteresis is another important indicator of sensor performance. Hysteresis of stress-strain or strain-resistance curves between forward and backward cycling is observed due to the fact that, when the sensor is compressed and released, graphene flakes require a specific amount of time to return to their original position. Effect of hysteresis shows how high is mechanical instability or damage of sensor. Hence, hysteresis is an important parameter for graphene-based strain and pressure sensors.

### Piezoresistive 3D graphene aerogel/semiconductor pressure sensors

Hybrid graphene aerogel/semiconductor structures for pressure sensor fabrication were prepared by magnetron sputtering of nanocrystalline layers of semiconductors on graphene aerogel substrates acquired from Graphene Supermarket.

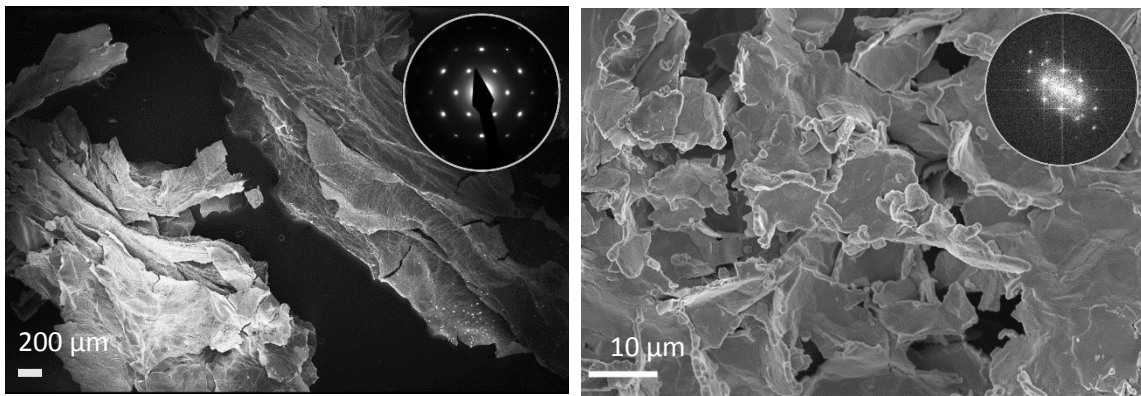


Fig. 2. SEM images of pure graphene aerogel (left) and aerogel/CdS hybrid structure, insets show diffraction patterns confirming high crystallinity of graphene and CdS.

Our previous investigations disclosed the presence of individual well exfoliated graphene nano-sheets in the GA specimens [11, 12]. The CdS, InP, CdTe and GaN nanocrystalline films were deposited on graphene aerogel by RF magnetron sputtering techniques in a high vacuum chamber. Distance between electrodes was set at 8 cm, the pressure in chamber was maintained at  $7.4 \times 10^{-3}$  mbar, was maintained Ar flow at  $60 \text{ ml min}^{-1}$ . MTM-10/10 A High Resolution thickness monitor quartz microbalance was used to



control the film thickness during sputtering. CdS, InP, CdTe and GaN wafers served as targets for sputtering. The substrate temperature ( $T_s$ ), kept at 30 °C, was controlled by using a chromel-alumel thermocouple.

The high crystalline quality of the graphene aerogel is demonstrated by the diffraction pattern analysis (Fig. 2 insets). The disclosed crystalline phase of semiconductor layers corresponds to wurzite type  $P6_3mc$ . Lattice parameters of nanocrystal are slightly increased. This might have its origin in the intergrowth with the aerogel substrate. The promising pressure sensing properties are attributed to the large surface to volume ratio and accordingly large area exposed to pressure differentials. This in turn makes the entirety of the piezoelectric component susceptible to pressure-induced strain unlike in bulk piezoelectric materials, where only the surface proximate volume generates a piezoelectric response when exposed to pressure differentials.

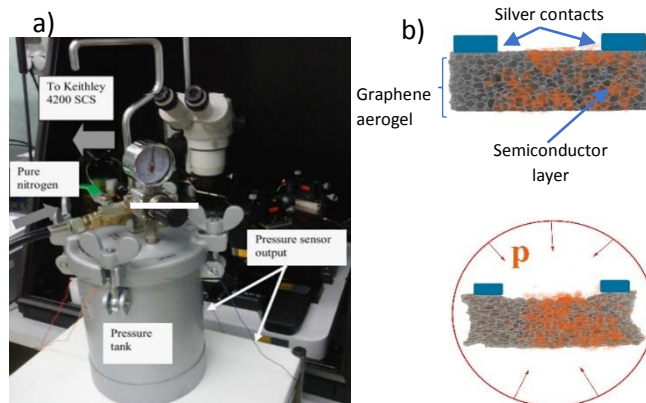


Fig. 3. a) Pressure testing chamber. b) Sensor structure before testing (top) and exposed to hydrostatic pressure (down).

The pressure sensor was built by contacting graphene aerogel/semiconductor samples with silver paste with further drying. The wires from the pressure sensor were connected to a Keithley 4200 SCS instrument with low noise amplifiers at outputs, and the electrical characterization was performed at room temperature at different pressures in a pressure tank, which is calibrated to increase the pressure from 1 to 5 atm by pumping pure nitrogen inside. Figure 4 displays the resistance–pressure dependence of bare aerogel at different pressure values and the same dependences for graphene aerogel decorated with semiconductor nanocrystalline layers. As can be observed, pure aerogel device the same as hybrid structures display resistance change. However, hybrid structures show improved linearity in the wide pressure range [11]. Pressure sensor sensitivity was defined 5 V of  $5.6 \times 10^{-4} \text{ kPa}^{-1}$  for the aerogel– $\text{SnO}_2$  nanocomposite with 250 nm thickness and  $6.7 \times 10^{-4} \text{ kPa}^{-1}$  with 350 nm,  $6.75 \times 10^{-4} \text{ kPa}^{-1}$  for aerogel–GaN nanocomposite with 250 nm semiconductor layer, in case of 250nm CdS this value was calculated as  $3.2 \times 10^{-4} \text{ kPa}^{-1}$ .

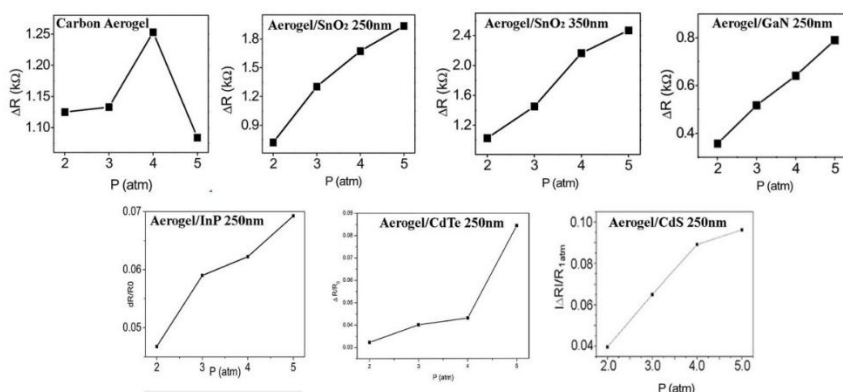


Fig. 4. Electro-mechanical characteristics of graphene aerogel/semiconductor pressure sensors.

Comparing proposed aerogel-semiconductor pressure sensors one can evidentiate higher linearity of aerogel/ $\text{SnO}_2$ , GaN, CdS structures, resistance change for these structures is directly proportional to applied pressure. At forward-backward sensor cycling can also be attested hysteresys which can be reduced by increase of delays between application of pressure and collection of electrical signal.

## Conclusions

Miniaturized, integrated smart devices generate an inevitable trend in the development of technology, which requires researches on combination of further sensors with integrated circuits. Although abundant ultra-sensitive sensors have been reported, new types of materials and sensing mechanisms still should be continuously optimized to meet the increasingly demanding application requirements. Moreover, emerging healthcare technologies such as real-time human health monitoring and clinical medicine require intelligent sensors for higher quality service. This work demonstrate that integration of piezoelectric semiconductor nanocrystals with flexible graphene aerogel contribute to the development of high efficient pressure sensitive devices, which have a great applicative potential at industrial, medical and household level.

## References

1. M. Mecklenburg, A. Schuchardt, Y. K. Mishra, S. Kaps, R. Adelung, A. Lotnyk, L. Kienle, and K. Schulte, *Aerographite: Adv. Mater.* 2012, DOI: 10.1002/adma.201200491.
2. H. Sun, Z. Xu, and C. Gao, *Adv. Mater.* 25, 2013, 2554-2560.
3. Meng Wang, Changyou Shao, Sukun Zhou, Jun Yang, Feng Xu, *Cellulose* 2018.
4. He, J.; Nuzzo, R.G.; Rogers, J.A. *Proc. IEEE* 2015, 103, 619–632.
5. Oh, J.Y.; Rondeau-Gagné, S.; Chiu, Y.C.; Chortos, A.; Lissel, F.; Wang, G.N.; Schroeder, B.C.; Kurosawa, T.; Lopez, J.; Katsumata, T. *Nature* 2016, 539, 411.
6. Chen, X. Making Electrodes Stretchable. *Small Methods* 2017, 1, 1600029.
7. Jonghwa, P.; Youngoh, L.; Jaehyung, H.; Minjeong, H.; Young-Do, J.; Hyuneui, L.; Sung Youb, K.; Hyunhyub, K. *ACS Nano* 2014, 8, 4689–4697.
8. Pan, L.; Chortos, A.; Yu, G.; Wang, Y.; Isaacson, S.; Allen, R.; Shi, Y.; Dauskardt, R.; Bao, Z. *Nat. Commun.* 2014, 5, 3002.
9. Ruo-Zhou, L.; Anming, H.; Tong, Z.; Oakes, K.D. *ACS Appl. Mater. Interfaces* 2014, 6, 21721–21729.
10. Woo, S.J.; Kong, J.H.; Kim, D.G.; Kim, J.M. *J. Mater. Chem. C* 2014, 2, 4415–4422.
11. Dragoman, M.; Ghimpu, L.; Obreja, C.; Dinescu, A.; Plesco, I.; Dragoman, D.; Braniste, T.; Tiginyanu, I., *Nanotechnology* 27 (2016) 475203.
12. Plesco, I.; Dragoman, M.; Strobel, J.; Ghimpu, L.; Schütt, F.; Dinescu, A.; Ursaki, V.; Kienle, L.; Adelung, R.; Tiginyanu, I., *Superlattices and Microstructures* 117 (2018) 418-422.
13. Liu, Y.; Tao, L.-Q.; Wang, D.-Y.; Zhang, T.-Y.; Yang, Y.; Ren, T.-L. *Appl. Phys. Lett.* 2017, 110, 123508.
14. Samad, Y.A.; Li, Y.; Schiffer, A.; Alhassan, S.M.; Liao, K. *Small* 2015, 11, 2380–2385.
15. He, Y.; Li, W.; Yang, G.; Liu, H.; Lu, J.; Zheng, T.; Li, X. *Materials* 2017, 10, 684.
16. Chwee-Lin, C.; Mun-Bo, S.; Byoung-Sun, L.; Sanghun, J.; Dong-Su, K.; Tae-Hyung, K.; Jihyun, B.; Sung Hoon, L.; Kyung-Eun, B.; Jungkyun, I. *Adv. Mater.* 2014, 26, 3451–3458.
17. Smith A D et al 2013, *Nano Lett.* 13, 3237–43.
18. Zewei Luo, Xiaotong Hu, Xiyue Tian, Chen Luo, Hejun Xu, Quanling Li, Qianhao Li, Jian Zhang, Fei Qiao, Xing Wu, V. E. Borisenko and Junhao Chu, *Sensors* 2019, 19, 1250.
19. Pyo, S.; Choi, J.; Kim, J. *Adv. Electron. Mater.* 2018, 4, 1700427.
20. Cataldi, P.; Dussoni, S.; Ceseracciu, L.; Maggiali, M.; Natale, L.; Metta, G.; Athanassiou, A.; Bayer, I.S. *Adv. Sci.* 2018, 5, 1700587.
21. Mitrakos, V.; Macintyre, L.; Denison, F.; Hands, P.; Desmulliez, M. *Design, Micromachines* 2017, 8, 41.
22. Nie, B.; Li, R.; Cao, J.; Brandt, J.D.; Pan, T. *Adv. Mater.* 2015, 27, 6055–6062.
23. Chen, S.; Jiang, K.; Lou, Z.; Chen, D.; Shen, G. *Adv. Mater. Technol.* 2018, 3, 1700248.
24. He, Z.; Chen, W.; Liang, B.; Liu, C.; Yang, L.; Lu, D.; Mo, Z.; Zhu, H.; Tang, Z.; Gui, X. *ACS Appl. Mater. Interfaces* 2018, 10, 12816–12823.
25. Choi, T.; Hwang, B.U.; Kim, B.Y.; Trung, T.Q.; Nam, Y.H.; Kim, D.N.; Eom, K.; Lee, N.E. *ACS Appl. Mater. Interfaces* 2017, 9, 18022–18030.
26. Ho, D.H.; Sun, Q.; Kim, S.Y.; Han, J.T.; Kim, D.H.; Cho, J.H. *Adv. Mater.* 2016, 28, 2601–2608.
27. Amjadi, M.; Kyung, K.U.; Park, I.; Sitti, M. *Adv. Funct. Mater.* 2016, 26, 1678–1698.

# PERSPECTIVES OF DISTRIBUTED MONITORING NANO-SENSORS BASED NETWORKS INTEGRATION INTO THE MODERN CITY INFRASTRUCTURE

Alexandr SERYAKOV

*Department of Microelectronics and Biomedical Engineering, Technical University of Moldova*

**Abstract:** *There is a very notable trend that, the part of world population who live in cities grow, thus grows of the accompanying infrastructure: transportation system, energy system, water delivery system. This leads to some environmental changes, which are hardly estimate, without having precise enough monitoring system. In this article, it is described a possibility to use the distributed nano-sensor based networks in order to implement stable monitoring systems.*

**Keywords:** *nano-sensor, distributed network, monitoring system;*

## Background

Almost three-quarters of the EU population live in urban areas: cities, towns and suburbs, with more than 40% residing in cities alone. The share of the urban population in Europe is projected to rise to just over 80% by 2050 [1]. Cities and communities are therefore essential for Europeans' well-being and quality of life as they serve as hubs for economic and social development and innovation. They attract many people because of the wide range of opportunities for education, employment, entertainment and culture that are available there. This large concentration of people and wealth, however, often comes with a range of complex challenges, like air pollution. Ensuring the sustainability of urban transport, by improving the accessibility and attractiveness of public transport systems, among other measures, is one of these challenges. Another is dealing with the negative environmental impacts arising from the large quantities of waste they generate. Cities are consequently seen as both a source of economic, environmental and social challenges as well as a solution to these issues. As such, they may be viewed as a key driver for achieving a sustainable future.

Another potential advantage of urban sprawl relates to the economy and air pollution. Companies may tend to move to city outskirts because of the need for more space and to improve connections with the wider transport system. Although this may increase the distances between residential areas and workplaces, and thus increase commuter traffic and air pollution, some authors argue that sprawl reduces freight transport into central city areas, and therefore reduces air pollution in cities and traffic congestion. The decentralizations of both residential and employment areas is seen by some as an efficient way to reduce air pollution and the travel distances for commuters between work and homes [2].

One of urban sprawl related challenges is air pollution, and is a global threat leading to large impacts on health and ecosystems. Emissions and concentrations have increased in many areas worldwide. When it comes to Europe, air quality remains poor in many areas, despite reductions in emissions and ambient concentrations. Effective action to reduce air pollution and its impacts requires a good understanding of its causes, how pollutants are transported and transformed in the atmosphere, how the chemical composition of the atmosphere changes over time, and how pollutants impact humans, ecosystems, the climate and subsequently society and the economy. To curb air pollution, collaboration and coordinated action at international, national and local levels must be maintained, in coordination with other environmental, climate and sectoral policies. Holistic solutions involving technological development, structural changes and behavioral changes are also needed, together with an integrated multidisciplinary approach. Air pollution is perceived as the second biggest environmental concern for Europeans after climate change (European Commission, 2017b) and people expect the authorities to implement effective measures to reduce air pollution and its effects [3]. In this work an overview of sensors networks for monitoring is discussed.

## Monitoring systems

One of the main tasks of the modern monitoring systems is the preparation of gridded emission data sets as input for long-range transport models. As data submitted by parties is not always complete and as several parties do not submit data it is necessary to fill in missing information before these emission data sets can be used by modelers. To gap-fill those missing data, CEIP applies different gap-filling methods. After the gap-filling, sector emissions are used for spatial emission mapping, i.e. the EMEP grid.[4]

Information on pollutant's emission to the atmosphere and other environmental media is one of the

key parameters required for model assessment of pollution levels and transboundary fluxes. Completeness and uncertainties of emission data can significantly affect quality of the model estimates. Sensitivity analysis of the modeling results has shown that, in many cases, emission uncertainties largely determine the overall uncertainty of the model assessment.

Application of chemical transport models for assessment of HMs (Heavy metals) pollution levels in the EMEP (European Monitoring and Evaluation Programme) countries requires anthropogenic emission data spatially distributed (or “gridded”) over the regular EMEP grid. It should be noted that modeling of air concentration and deposition fluxes needs emission data covering the entire EMEP domain that includes not only territories of all EMEP countries but also adjacent areas (Northern Africa, Middle East etc.). Along with this, application of the gridded emission data for modeling requires evaluation of additional emission parameters. They comprise chemical composition of emitted pollutants, vertical distribution of emission height and temporal variation of anthropogenic emissions along the year.

The gridded (distributed) environmental monitoring systems should have at least some basic properties:

- Low energy consumption / High operation efficiency. Nano-sensors, being devices with very low power consumption, should keep this advantage [5].
- Simplicity of adding every new node (sensor). It is necessary to implement a network-system, where every new sensor could be integrated without additional configurations and adjustments.
- Disconnection of some sensor or moving to idle mode (offline) should not influence the overall system behavior.
- Self-diagnosis capability. In a system with thousands of sensing nodes, it is necessary to have an automatic failure detection function.

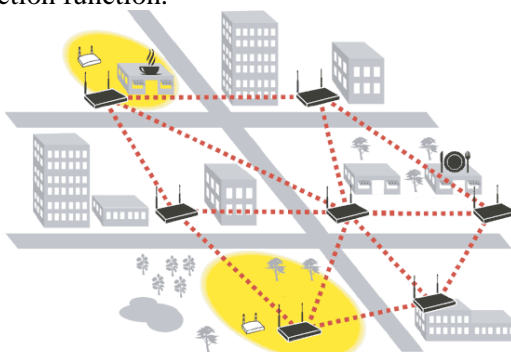


Fig. 1. Monitoring mesh-type network.

## Conclusion

Nano-sensors being multifunctional, cheap, having low power consumption, are very suitable candidates to be used for creation of a city-wide or region-wide distributed monitoring system. Such a system, being autonomous enable non-stop monitoring all day long, without instant human access. The modern cities, which have a tendency to create an intelligent infrastructure will benefit from having additional information about environmental state, and from improvements of predictive ability of climate models.

## References

1. Sustainable development in the European Union. Monitoring Report on Progress Towards the Sdgs in an eu context [2018], ISBN 978-92-79-88744-4, p. 199.
2. Urban sprawl in Europe Joint EEA-FOEN report [2016], ISBN 978-92-9213-738-0, p. 25.
3. M. Tista, K. Mareckova, R. Wankmüller, S. Schindlbacher [2017] Joint CEIP/MSCE report on emission inventory improvement for persistent organic pollutants modeling, ISBN 978-3-99004-442-1 p. 5
4. Aulinger A., V. Matthias and M. Quante [2010]. An Approach to Temporally Disaggregate Benzo(a)pyrene Emissions and Their Application to a 3D Eulerian Atmospheric Chemistry Transport Model, Water, Air, & Soil Pollution, vol. 216, No. 1-4, pp. 643-655.
5. Lupan O. *Structuri de dimensiuni reduse în bază de oxizi: Tehnologii, proprietăți și dispozitive* Teză de doctor habilitat în tehnică: Universitatea Tehnică a Moldovei; 2011, p.1-335.

# TEHNOLOGIA IMPRIMĂRII 3D ÎN CHIRURGIA ORTOGNATICĂ

Stanislav STRÎȘCA<sup>2</sup>, Evelina SAVIȚCHI<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamentul de Microelectronică și Inginerie Biomedicală, Universitatea Tehnică a Moldovei

<sup>2</sup> IP Universitatea de Stat de Medicină și Farmacie „Nicolae Testemițanu”

**Rezumat:** Chirurgie ortognatică este intervenția chirurgicală de corectare a malpoziției oaselor maxilare, care, nefiind tratată, în timp poate provoca diverse afecțiuni, de la aspectul fizic, până la respirație, ocluzie, dureri în articulația temporomandibulară, etc. În timpul intervenției gnatochirurgicale, pe cale orală, oasele maxilare sunt osteotomizate, deplasate și fixate rigid în poziția nouă planificată. Progresele tehnologice recente în imagistica tridimensională (3D), au permis ca planificarea chirurgicală virtuală asistată de calculator și de prototipare rapidă să fie pe larg utilizate pentru analiza structurilor anatomice craniofaciale, în scopul îmbunătățirii rezultatelor chirurgicale.

**Cuvinte cheie:** chirurgie ortognatică, planificare chirurgicală virtuală, imprimare 3D.

## Introducere

Chirurgia ortognatică corectează deformările maxilarului superior și ale mandibulei ca urmare a cauzelor congenitale și/sau dobândite. În mod tradițional, planificarea intervențiilor ortognatice presupune utilizarea imaginilor radiologice cefalometrice bidimensionale (2D) precum și a modelelor de studiu din ghips. Totuși aceste metodele imagistice prezintă o serie de neajunsuri datorită suprapunerii structurilor anatomice, în special la pacienții cu asimetrii vădite. Progresul tehnologiilor imagistice tridimensionale, prin implementarea computer tomografului cu fascicol conic (CBCT), au oferit posibilitatea de a analiza în detalii anatomia complexă a regiunii oro-maxilo-faciale. De asemenea, tehnologiile de planificare asistată pe calculator și de manufacturare rapidă (CAD/CAM) s-au dezvoltat rapid și sunt implementate în diferite sfere ale medicinei (traumatologie, neurochirurgie, chirurgie OMF, chirurgie estetică, implantologie, etc.), iar în baza imaginilor digitale cu ajutorul imprimării 3D avem posibilitatea să obținem modelele pacienților în raport real de 1:1. Printarea 3D este procesul prin care un model digital tridimensional este transformat într-un obiect fizic, prin depunerea materialului în straturi succesive, folosind o imprimantă 3D sau chiar un creion 3D. Primele imprimante 3D au fost dezvoltate în anii 1980 și erau denumite echipamente de prototipare rapidă. Primul procedeu de imprimare 3D a fost numit „stereolitografie” și a fost inventat de Charles Hull în 1983[3]. Ulterior, diferite companii (DTM Corporation, Z Corporation, Solidscap, Object Geometries) au dezvoltat această tehnologie pentru aplicații comerciale [2]. Această tehnologie a câpătat popularitate datorită preciziei excelente, a economisirii materialelor consumabile, precum și datorită posibilității obținerii obiectelor cu geometrii sofisticate. Evoluția digitală a dus la apariția de noi tehnologii de printare și materiale care au fost adaptate și în domeniul medical. În stomatologie, imprimantele 3D au fost introduse la începutul anilor 2000, acestea inițial fiind destinate implantologiei și proteticii dentare. Stomatologia a beneficiat semnificativ de implementarea imprimantelor 3D, iar metodele digitale devin deja o rutină. Dezvoltarea modelelor printate 3D și a șabloanelor chirurgicale individualizate au îmbunătățit planificarea chirurgicală și au facilitat transferul acestui plan în sala de operație în scopul îmbunătățirii rezultatelor chirurgicale. În chirurgia ortognatică, imprimarea 3D se folosește în producția splinturilor ocluzale, șabloanelor de osteotomie, ghidurilor de repoziționare, plăcilor de fixare și a modelelor anatomice [1].

## 1. Tehnologii de printare 3D (Fig.1)

Metoda clasică de imprimare este modelarea în straturi cu ajutorul plasticului topit. Pentru a reduce consumul de plastic, apar noi alternative. Stereolitografia este una dintre ele. Tehnologia de printare constă în utilizarea unui laser pentru a depune rășina lichidă. Expunerea digitală a luminii este o metodă prin care se folosesc razele UV pentru a solidifica rășinile. O altă opțiune rapidă și eficientă este Sintetizarea Selectivă cu Laser. Această tehnologie constă în utilizarea unei lumini puternice de laser cu scopul de a topi pulberii în straturi. În tabelul 1 sunt redate caracteristicile tehnologiilor de printare 3D.

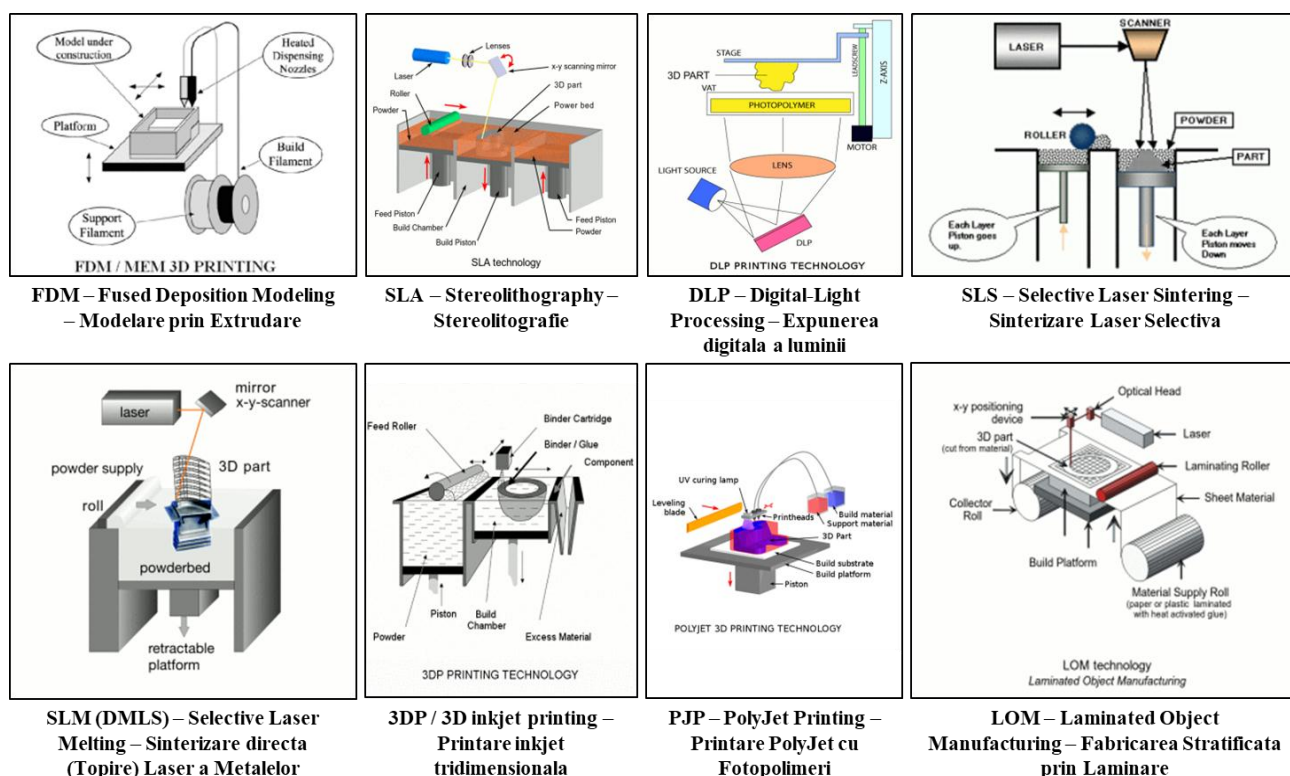


Fig. 1. Tehnologii de printare 3D.

Tabelul 1 Specificațiile tehnice ale imprimantelor 3D.

Tehnologia	Acuratețea printării	Viteza de printare	Materiale	Aplicații
FDM	medie	scăzută	ABS, PLA, PVA, PC, polietilenă HDPE, elastomeri, polipropilenă	Design conceptual, piese de detaliu pentru aplicații medicale, forme de turnare
SLA	foarte bună	bună	Rășini lichide fotosensibile, materiale ceramice	Piese și componente foarte detaliate, modele de producție rapidă a sculelor
DLP	foarte bună	bună	Rășini, fotopolimeri, rășini transparente, polimeri pe bază de ceară	Prototipuri și modele fine, precise, fabricare în serii mici de modele în medicină (restaurări dentare, implanturi)
SLS	bună	medie	Pulberi (termo)plastice, pulberi metalice, ceramice, din sticlă	Piese rezistente pentru testare funcțională, modele de turnare
SLM	bună	medie	Pulberi metalice din oțel inoxidabil, titan, aluminiu, oțel de scule, cobalt crom	Piese de geometrii organice, complexe și structuri cu pereți subțiri și goluri sau canale ascunse
3DP	medie	foarte bună	Pulberi (amidon, ipsos, pulberi plastice PMMA)	Design conceptual, vizualizare științifică, modele marketing
LOM	medie	medie	Hârtie, plastic	Testare fizică a formei, modele 3D voluminoase, piese fără prea multe detalii
PjP	foarte bună	bună	Fotopolimeri de diferite tipuri (rigizi, maleabili, transparenti, bio-compatibili, elastomeri)	Piese de detaliu, subansamble rezistente pentru testare funcțională, forme de turnare, design conceptual



## 2. Modele anatomice printate 3D (Fig.2)

Modelele anatomice au o importanță semnificativă în procesul de instruire și predare. Interacțiunea fizică cu aceste modele facilitează o mai bună înțelegere a anatomiei regiunii de interes. Simularea preoperatorie pe modele personalizate printate 3D reduc riscurile intraoperatorii [6]. Progresele tehnologice a algoritmilor de segmentare (extragerea regiunilor de interes prin procedee automate sau semi-automate) precum și disponibilitatea imprimantelor 3D, au permis obținerea modelelor personalizate într-un timp și la un preț redus. Calitatea și rezoluția acestor modele continuă să crească, imprimantele contemporane permit obținerea grosimii straturilor de până la 16μm pentru SLA(Polyjet, Stratasys), 20μm DLP (Moonray S100), 80μm SLS(sPro230HS, 3D Systems), 178 FDM (Fortus 900mc, Stratasys). Odată cu creșterea rezoluției va fi posibilă și obținerea detaliilor de dimensiuni mai mici, astfel încât precizia și acuratețea intervențiilor chirurgicale se va mări. În chirurgia ortognatică modele printate 3D, obținute în baza imaginilor CT, sunt utilizate pentru a analiza dizarmoniile dento-alveolare și maxilo-faciale. De asemenea, modelele anatomice individualizate au îmbunătățit considerabil evaluarea, dar și au facilitat planificarea intervențiilor reconstructive.



Fig. 2. Modele anatomice individualizate printate 3D utilizând tehnologia SLA (Stereolitografie)

## 3. Splinturile ocluzale (Fig.3)

Fabricarea splinturilor ocluzale implică utilizarea modelelor din ghips, a arcului facial și a articulaturii, totuși aceste metode convenționale adesea sunt supuse erorilor. Comparativ cu metodele analogice, splinturile ocluzale obținute digital oferă precizie înaltă ce poate fi reprodusă. Datorită acestor avantaje, splinturile ocluze digitale sunt din ce în ce mai des utilizate în practica chirurgiei ortognatice [1]. Primul care a elaborat algoritmul de creare a splinturilor digitale, și le-a obținut, a fost Lauren în 2008 [5]. Hernandez-Alfaro într-un studiu prospectiv a fuzionat imaginile scanate intraoral cu CBCT-ul și a cercetat precizia și exactitatea acestora, iar rezultatele studiului au dezvăluit o precizie înaltă [4]. Ulterior Shouman și colab. au propus utilizarea ghidurilor de osteotomie a maxilarului superior cu utilizarea splinturilor intermediare de poziționare în chirurgia ortognatică. Majoritatea autorilor au fost de acord că splinturile ocluzale CAD/CAM sunt sigure și pot substitui splinturile obținute prin metodele tradiționale.



Fig. 3. Splinturile ocluzale modelate virtual și printate 3D prin DLP (expunerea digitală a luminii)

## 4. Ghiduri de osteotomie și repoziție (Fig.4)

Ghidurile de osteotomie sunt utilizate pentru a asigura că linia de osteotomie este plasată exact ca pe planificarea digitală preoperatorie astfel încât ghidurile de poziționare să permită deplasarea fragmentelor în poziția dorită [1]. Aceste ghiduri pot fi utilizate atât la nivelul maxilarului superior, cât și la mandibulă. Inițial acestea au fost utilizate de Zhang și colab., Polley și colab., Peter și colab., Suojanen și colab., în intervențiile de osteotomie sagitală bilaterală mandibulară pentru a preveni lezarea fascicolului vasculonervos alveolar inferior. Autorii au elaborat un algoritm inovativ și sigur de transpunere a planului virtual în sala de operație. Diferențele de precizie pre- și postoperatorii au fost în limitele acceptabile, discrepanța medie a rezultatelor postoperatorii în comparație cu planul virtual preoperator au fost de

1.3±1.4mm. De asemenea, imprimantele 3D au oferit posibilitatea obținerii ghidurilor de repoziționare ca alternativă la splinturile ocluzale intermediare. În consecință, aceste metode au redus timpul intraoperator, iar predictibilitatea intervenției chirurgicale a crescut semnificativ.

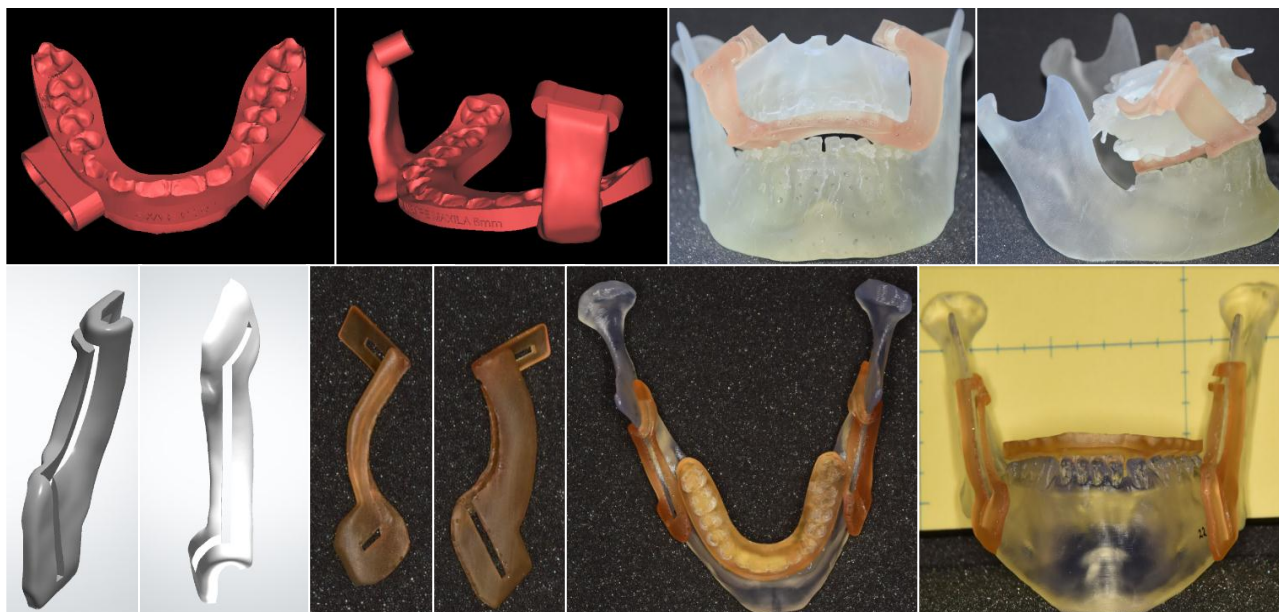


Fig. 4. Ghidurile de osteotomie și de repoziție modelate virtual și printate 3D prin tehnologia DLP.

## Concluzii

Revoluția tehnologiilor CAD/CAM și a imagisticii medicale digitale au permis obținerea modelelor ce replică anatomia fiecărui pacient în parte, din o gama largă de materiale. Avantajele tehnologiei de printare 3D utilizată în chirurgia ortognatică constau în posibilitatea individualizării tratamentului. Confecționarea dispozitivelor ce se adaptează la situsul operator cu o precizie înaltă, permit transpunerea planului preoperator în sala de operație, în consecință intervenția devenind predictibilă. Totuși, există încă mult potențial de cercetare a tehnologiei de printare 3D utilizată nu doar în chirurgia ortognatică, dar și în alte discipline medicale, cu lărgirea domeniilor de aplicare și precăutarea noilor biomateriale.

## Referințe

1. 3D printing in orthognathic surgery. A literature review. Hsiu-Hsia Lin a, Daniel Lonc b, Lun-Jou Lo. Journal of the Formosan Medical Association (2018) 117, 547e558.
2. 3D Printing and Digital Processing Techniques in Dentistry: A Review of Literature. Liwei Lin, Yingfeng Fang, Yuxuan Liao, Gang Chen, Chunxia Gao, and Peizhi Zhu. Advanced engineering materials. T. S. Prasad, G.
3. Sujatha, J. Muruganandhan, S. Patil, A. T. Raj, J. Contemp. Dent. Pract. 2018, 19, 1. G. Kickelbick, Hybrid Materials, (2007).
4. Hernandez-Alfaro F, Guijarro-Martinez R. New protocol for three-dimensional surgical planning and CAD/CAM splint generation in orthognathic surgery: an in vitro and in vivo study. Int J Oral Maxillofac Surg 2013;42:1547e56.
5. Lauren M, McIntyre F. A new computer assisted method for design and fabrication of occlusal splints. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2008;133:S130e5.
6. McGaghie WC, Issenberg SB, Petrusa ER, Scalese RJ. A critical review of simulation-based medical education research: 2003–2009. Med Educ. Wiley Online Library; 2010; 44: 50–63. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2923.2009.03547.x> PMID: 20078756.



# EFFICIENCY OF THE LES IMPLANTABLE STIMULATOR IN ANIMAL TESTS

Vladimir VIDIBORSCHII

*Department of Microelectronics and Biomedical Engineering, Technical University of Moldova*

**Abstract.** Gastroesophageal reflux disease in recent years is gaining clinical and social significance. One of the new, promising treatment methods is the modulation of the tone of the lower esophageal sphincter using an implantable electrical stimulator. Author has developed and fabricated a prototype of a miniature electrostimulator, rechargeable wireless and with Bluetooth BLE control by Android smartphone. The effectiveness of the manufactured prototype was demonstrated during tests on laboratory animals (pigs).

**Key words:** GERD, midfield wireless implant powering, Bluetooth BLE.

## Introduction

Gastroesophageal reflux disease, the regurgitation of gastroduodenal contents into the esophagus, is a common chronic disease<sup>38</sup>. The strategic objectives of long-term treatment are prevention of erosive damage to the esophageal mucosa and its progression, as well prevention of severe complications, like Barrett's esophagus and adenocarcinoma<sup>23</sup>. One of the new, promising treatment methods is the modulation of the tone of the lower esophageal sphincter using an implantable electrical stimulator<sup>4</sup>. Because of its relatively large size, the pulse generator itself is implanted subcutaneously into the abdominal wall and connected to electrodes attached to the esophagus during the laparoscopic procedure. Wireless powered implantable stimulators could receive energy from an electric and / or magnetic field and may be significantly smaller sized, resulting improves quality, safety and ease of use<sup>1</sup>.

## Object

The object of the clinical animal trials is an experimental prototype of a programmable micro-stimulator of the lower esophageal sphincter with wireless powering<sup>17</sup>. This prototype was manufactured within the framework of project No. 15.817.04.19A "Electrostimulation of the inferior esophageal sphincter with a wireless chargeable implantable micro-stimulator on patients with gastro-oesophageal reflux disease"<sup>5</sup> **Ошибка! Источник ссылки не найден.**<sup>67</sup>.

## Scope

Evaluation of the clinical efficacy of various operating modes of the prototype during trials on laboratory animals.

## Trials location

Trials were conducted on 15.10.2018 in *Centrul de chirurgie experimentală "Pius Brânzeu", P-ța Eftimie Murgu Nr. 2, 300041 Timisoara, Romania*, equipped with a proper technical experimental base and trained personnel for surgical operations on laboratory animals.

## Testing equipment and measuring instruments

Digital scope meter Siglent SHS810, tailor made test bench "Implant activity checker", tailor made test bench "High resolution LES pressure manometry analyzer (HiLESPMA)", PC (notebook).

## Test conditions

Testing the clinical effectiveness of an implantable prototype was performed during surgery procedure with fixation of electrodes on the esophagus of a laboratory animal (pig), with subsequent registration of implant activity with test equipment. After implanting of the prototype, operational access was closed to test performance of wireless communication through animal tissues.

Prototype was programmed to perform 5 different modes of operation:

1. stimulation mode #1 (pulse width 220  $\mu$ s, frequency 20 Hz, duration 10 sec)
2. stimulation mode #2 (pulse width 100  $\mu$ s, frequency 10 Hz, duration 10 sec)
3. stimulation mode #3 (impulse width 300  $\mu$ s, frequency 40 Hz, duration 10 sec)
4. stimulation mode #4 (pulse width 220  $\mu$ s, frequency 20 Hz, duration 60 sec)
5. stimulation mode #5 (pulse width 375 ms, 6 imp / min, duration 60 sec)

Commands and telemetry data of the installed device (communication signal power, temperature, device version) was received via Bluetooth BLE radio communication using custom made mobile application installed on an Android-based smartphone (Samsung Galaxy J5).

Implant activity was registered with three different methods:

1. Comparative temperature measurements with esophageal probe vs internal prototype sensor;

2. Indirect electrical activity measurement with scope meter;
3. Modulation of esophageal sphincter pressure using Sengstaken-Blackmore catheter.

To evaluate the electrical activity and measure esophageal temperature was manufactured custom made catheter probe with 3 electrical leads and NTC thermocouple sensor, connected to test bench with digital thermometer and 3 leads test pins.

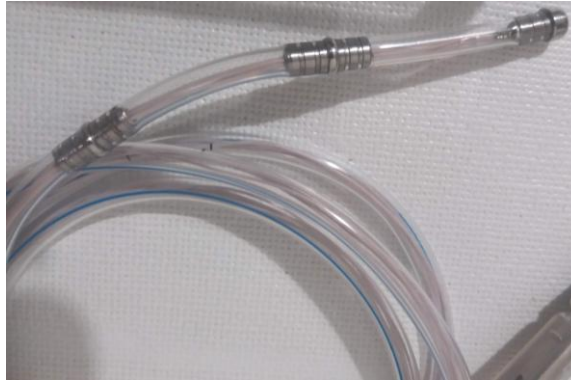


Fig. 1. Probe for evaluation of electrical activity and temperature.

During trials catheter probe was installed by its sensitive end in the esophagus of a laboratory animal in the projection of implanted prototype electrodes. At the other end, the probe connected to the “Implant activity checker” test bench with an oscilloscope connected to evaluate the output electrical activity of the prototype and to compare the probe temperature data with the temperature transmitted by the prototype, measured by high resolution digital temperature sensor.

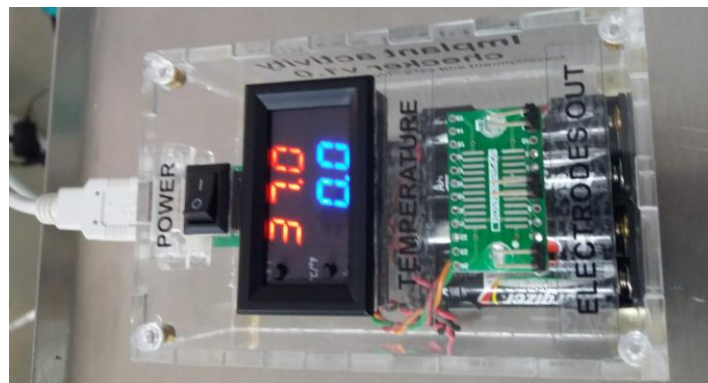


Fig. 2. “Implant activity checker” test bench with running temperature test.

During the tests, various operating modes of the prototype were sequentially launched from smartphone with simultaneous recording of electrical signals using an Siglent SHS810 oscilloscope.

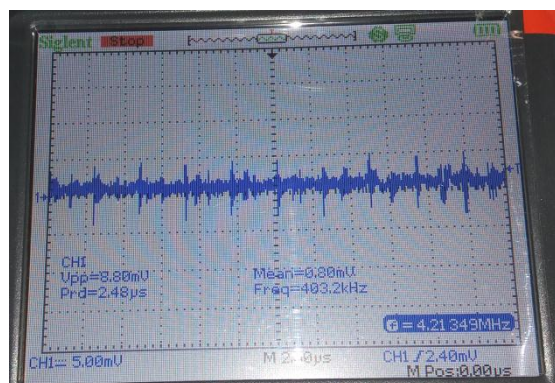


Fig. 3. “Implant activity checker” test bench with running electrical activity test.

To explore the effectiveness of modulating the tone of the lower esophageal sphincter (PS), a standard Sengstaken-Blackmore three-lumen esophageal obturating catheter was used, connected to the HiLESPMA (High Resolution LES Pressure Manometry Analyzer) custom test bench with data transfer to PC (laptop) with running Software (Honeywell SEK002 Sensor Evaluation Kit v4.0.0.5).



Fig. 4. “High Resolution LES Pressure Manometry Analyzer” test bench test.

Esophageal Sengstaken-Blackmore catheter was installed according to the standard technique with the location of the esophageal balloon in the projection of the lower esophageal sphincter.

The esophageal balloon of catheter was pre-inflated with a HiLESPMA’s microcompressor to a pressure about 50 mmHg by a dial gauge, after that were started electro stimulation of implanted prototype, resulting modulation of the lower esophageal sphincter (LES). Different pulse length, frequency and current values (2, 4 and 6 mA) were tried. LES tone changes were observed by moving of pressure dial gauge and registered with high resolution pressure sensor, connected to

PC with running data recording and analyzing software.

**Trials results.** The test results are shown in table 1.

Table 1.

Parameters	Compliance criteria	Tests results
Electrical activity	Registration of pulses with a width corresponding to the width of the mode of stimulation pulses	successful registration of electrical pulses of a given width and amplitude
LES tonus modulation	Increasing the LES tone over background fluctuations	* LES tone clearly increased depending on the mode of stimulation
Telemetry	Establishing communication with the module, obtaining telemetry data (signal power, temperature, stimulation current, etc.)	Successful establishment of communication with the prototype - signal power up to -81 dB. Acquisition of stimulation current data (2, 4 or 6 mA), temperature values (difference with probe temperature $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ )

\* see photo of the modulation of the LES below.

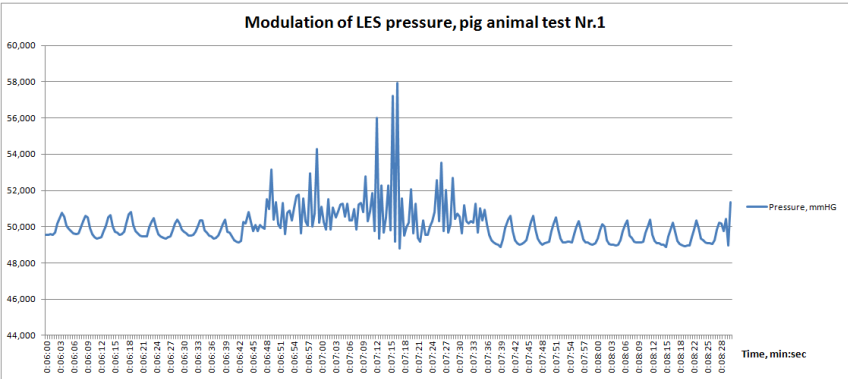


Fig. 4. LES pressure modulation during work of prototype.

During the modulation of the LES tone test, a positive increase up to +8.78 mmHG was recorded above the background fluctuations caused by respiration.

At the same time, the normal pressure of the lower esophageal sphincter in a healthy person is about 20 mmHG, while pathological - less than 10 mmHG.

It should be noted that the most pronounced results were obtained for 6 mA stimulation current. Receiving similar effect from weaker currents like 1-2 mA should require modification of the type of electrode contact with muscle tissue from a single point to a diffuse contact (for example, circular or multi-point).

To estimate the bioimpedance, the output pulse of working mode #5 was recorded with a direct connection of the oscilloscope to the implanted electrodes. A pulse amplitude of 1.6 volts was recorded, which, at programmed pulse current of 6 milliamps, is equivalent to electrodes bioimpedance of 266.7 Ohms.

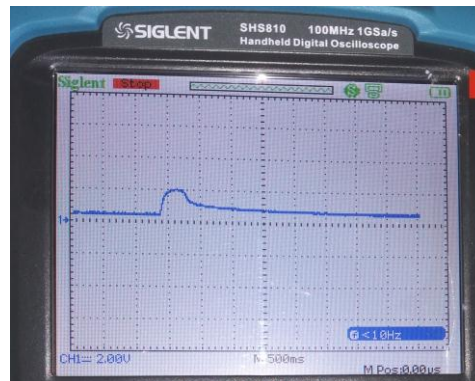


Fig. 5. Recorded electrical activity of prototype, working mode #5.

## Conclusion

The manufactured prototype successfully demonstrated the possibility of modulating the tone of the lower esophageal sphincter. The most effective was the operation mode #5 with a stimulation current of 6 mA. Additional modification of the Bluetooth transceiver antenna is necessary to compensate shielding effect of biological tissues. For a more detailed estimation of the effectiveness of various LES electrostimulation modes, additional studies are required.

## References.

1. Ho JS, Yeh AJ, Neofytou E, Kim S, Tanabe Y, Patlolla B, Beygui RE, Poon AS, "Wireless power transfer to deep-tissue microimplants", *Proc Natl Acad Sci USA*. 2014 Jun 3;111(22):7974-9
2. Hoppo T, Rodríguez L, Soffer E, Crowell MD, Jobe BA. "Long-term results of electrical stimulation of the lower esophageal sphincter for treatment of proximal GERD. *Surg Endosc*. 2014 Jul 22
3. Katz, Philip O., Lauren B. Gerson, and Marcelo F. Vela. "Guidelines for the diagnosis and management of gastroesophageal reflux disease." *The American journal of gastroenterology*, (2013)
4. Peter D. Siersema, Albert J. Bredenoord, José M. Conchillo et al: Electrical Stimulation Therapy (EST) of the Lower Esophageal Sphincter (LES) for Refractory Gerd and Two Year Results of an International Multicenter Trial, *Gastroenterology* April 2017 Volume 152, Issue 5, Supplement 1, Page S470
5. Sergiu Ungureanu, Natalia Sipitco, Vladimir Vidiborschii, Doina Fosa, Clinical study of the lower esophageal sphincter electrical stimulation, *GLOBAL JOURNAL FOR RESEARCH ANALYSIS*, P.423-426, VOLUME-7, ISSUE-1, JANUARY-2018, ISSN No 2277 – 8160, Journal DOI : 10.15373/22778160.
6. Ungureanu S.N, Lepadatu K.I., Sipitco N.I., Vidiborschi V.L., Gladun N.V., Balica I.M.: Influence of electrical stimulation on the function of lower esophageal sphincter in patients with gastroesophageal reflux disease. *Experimental and Clinical Gastroenterology*, 2016,128(4),p.51–55.
7. Ungureanu S., Sontea V., Sipitco N., Fosa D., Vidiborschii V. "Long distance wireless powered implantable electrostimulator", *Ist International scientific and practical conference "Information Systems and Technologies in Medicine" ISM-2018*, November 28-30, 2018, Kharkiv, Ukraine
8. Vakil, Nimish, et al. "The Montreal definition and classification of gastroesophageal reflux disease: a global evidence-based consensus." *The American journal of gastroenterology* 101.8 (2006): 1900–1920.



# IMPACTUL INTEGRĂRII 3D ASUPRA CONSTRUIRII ARBORELUI DE CLOCK

Ionica-Marcela PLETEA

Departamentul de Microelectronică și Inginerie Biomedicală, Universitatea Tehnică a Moldovei

**Rezumat:** Arborele de clock este structura cea mai utilizată pentru distribuirea semnalului de clock în rețea. Atingerea performanțelor designului din punct de vedere al frecvenței circuitului poate fi ajutată de obținerea unui arbore de clock performant. Întârzierea pe arborele de clock (skew-ul) și consumul de putere sunt principalele obiective luate în considerare în optimizarea arborelui de clock [8]. În cazul integrării 3D, impactul arborelui de clock asupra ariei și vitezei este evidențiat prin raportarea la arborele de clock în integrarea 2D.

**Cuvinte cheie:** skew, arbore de clock, integrare 3D, optimizare, performant

## Introducere

Scaderea rapidă a dimensiunilor tranzistoarelor folosite în procesul de fabricare pe *discul de siliciu*, conduce la o creștere semnificativă a dimensiunilor circuitelor electronice, pe care programele de proiectare vor trebui să o proceseze. Proiectarea, reprezentarea și implementarea circuitelor integrate 3D va necesita modificări în mai multe etape din metodologia de proiectare. Circuitele integrate 3D tind să fie mult mai complexe, pe măsură ce trebuie să integreze o cantitate mai mare de funcționalități și conțin diverse tehnologii.

Unul dintre scopurile realizării integrării 3D este de a reduce complexitatea interconexiunilor și întârzierile asociate cu integrarea 2D. Acestea sunt considerate ca fiind principalele obstacole în calea creșterii performanțelor în continuare pentru generațiile viitoare de circuite integrate. Acest aspect se reflectă în toate etapele procesului de proiectare a circuitelor integrate, iar în lucrarea de față este analizat impactul creării arborelui de clock asupra lungimii interconexiunilor și întârzierilor asociate cu acestea.

## Partea experimentală

Balansarea întârzierilor pe ramurile arborelui de clock în vederea obținerii unui skew eficient se face prin inserarea bufferelor și/sau inversoarelor pe caile semnalului de clock. Clock tree synthesis – sinteza arborelui de clock - reprezintă o etapă importantă în flow-ul de proiectare a circuitelor integrate digitale și joacă un rol important în implementarea unui arbore de clock echilibrat care să ajute la atingerea constrângerilor de timp din design. Scopul principal în construirea arborelui de clock este de a reduce skew-ul, de a acoperi toate registrele din design și de a menține o arie cât mai mică a designului.

Bufferele și inversoarele care formează arborele de clock în designul din figura 1, sunt puse în evidență prin marcarea lor cu alb. Arborele de clock a fost implementat pentru o perioadă de 3ns iar structura lui cuprinde 8 nivele cu 274 de buffere/inversoare care ajung la cele 7729 de bistabile din design.

În mod obișnuit implementarea arborelui de clock într-un flow 2D arată ca cel din figura 1.

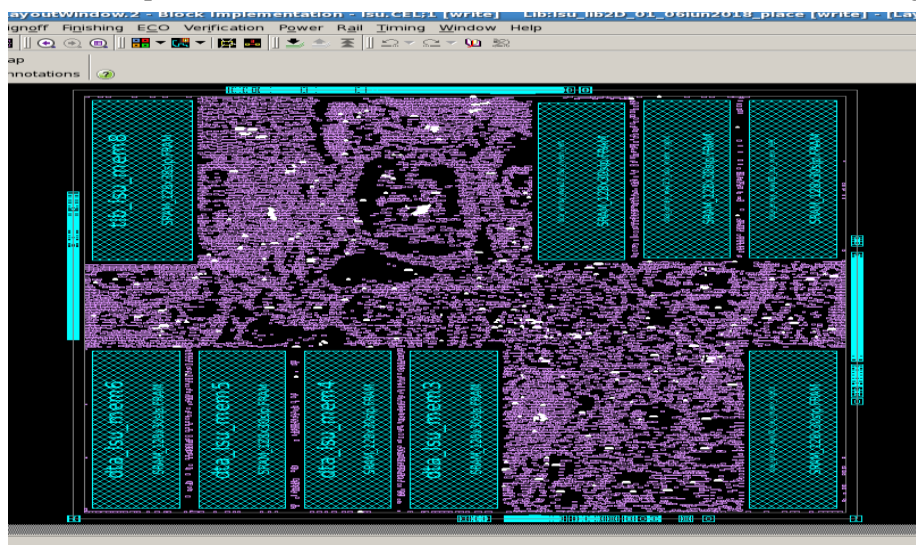


Fig. 1 Arbore de clock în circuit integrat 2D.

Implementarea arborelui de clock in dimensiunea 3D cu ajutorul toolului de proiectare a circuitelor integrate 2D[4], s-a realizat dupa plasarea memoriilor reprezentate grafic printr-o serpentina ca in figura 2, al carei pas este mai mic decat cea mai mica memorii din design, astfel incat sa poata fi evitate violarile de DRC care ar fi aparut daca inlocuiam memoriile virtuale cu cele reale[5]. In structura arborelui de clock s-au folosit buffere si inversoare din tehnologie cu marimi de la 2X la 32X, astfel incat sa se obtina un arbore echilibrat si cu o arie cat mai mica.

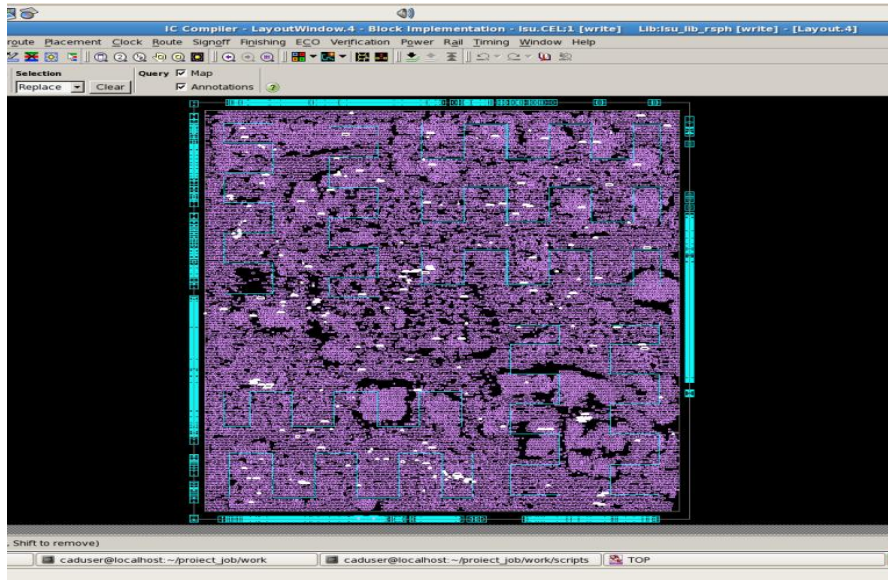


Fig. 2 Arbore de clock in circuit integrat 3D.

Spre deosebire de distributia arborelui de clock 2D, unde bufferele/inversoarele folosite in structura sunt plasate in aria din jurul memoriilor, in cazul plasarii 3D, structura arborelui de clock este imprastiata pe toata suprafata core-ului. Disparand constrangerea de arie, distributia arborelui de clock este mult mai uniforma in cazul 3D, iar necesarul de buffere/inversoare din structura scade semnificativ.

## Rezultate si discutii

În raportul detaliat de la **2D report CLOCK** sunt prezentate caracteristicile arborelui de clock "l2clk" si anume: arii celule, arie totala, numar de bufere/inversoare, numarul de nivele pe care s-a creat arborele, skew, calea cea mai lunga de timing din design si cea mai scurta, perioada clockului, conditiile tehnologice in care s-a implementat clockul, intarzierile pe caile cele mai lungi si cele mai scurte, precum si scenariul in care a fost implementa si anume "modul functional"

### 2D report CLOCK

Clock Tree Name	: "l2clk"
Scenario	: "func"
Clock Period	: 3.00000
Clock Tree root pin	: "l2clk"
Number of Levels	: 8
Number of Sinks	: 7729
Number of CT Buffers	: 274
Number of CTS added gates	: 0
Number of Preexisting Gates	: 180
Number of Preexisting Buf/Inv	: 10
Total Number of Clock Cells	: 464
Total Area of CT Buffers	: 1565.27307
Total Area of CT cells	: 2057.03809
Max Global Skew	: 0.05655

### 3D report CLOCK

Clock Tree Name	: "l2clk"
Scenario	: "func"
Clock Period	: 3.00000
Clock Tree root pin	: "l2clk"
Number of Levels	: 9
Number of Sinks	: 7729
Number of CT Buffers	: 204
Number of CTS added gates	: 0
Number of Preexisting Gates	: 180
Number of Preexisting Buf/Inv	: 9
Total Number of Clock Cells	: 393
Total Area of CT Buffers	: 1383.56042
Total Area of CT cells	: 1879.39172
Max Global Skew	: 0.04670

În raportul detaliat de la **3D report CLOCK** sunt prezentate caracteristicile arborelui de clock "l2clk" si anume: arii celule, arie totala, numar de buffere/inversoare, numarul de nivele pe care s-a creat arborele, skew-ul, aria toatala a celulelor de clock.

## Concluzii

Dupa etapa de construire a *arborelui de clock* se poate observa ca sunt folosite cu 25% mai putine buffere respectiv inversoare.

Organizarea tridimensionala a circuitului[3], reduce lungimile conexiunilor atat cele medii cat si cele maxime, necesare pentru a conecta componentele sistemului, reducand disiparea puterii si crescand performanta in acelasi timp. Reducerea totala a ariei designului datorata suprapunerii memoriilor peste standard celuri se reflecta in rumatoarele aspecte:

- a. numarul de inversoare si buffere folosite la optimizare este redus;
- b. aria totala a celulelor combinationale este micsorata;
- c. lungimea neturilor este redusa;
- d. lungimea conexiunilor dintre standard celuri si memorii se reduce;
- e. numarul de buffere si inversoare folosite la construirea arborelui de klok este redus;
- f. valoarea skewului este redusa.

## Bibliografie

1. Xie, Y., Cong, J., Sapatnekar, S. "Three-Dimensional Integrated Circuit Design," Springer, 2010.
2. S. Bobba et al., "CELONCEL: Effective Design Technique for 3-D Monolithic Integration targeting High Performance Integrated Circuits" ASPDAC, 2011, pp. 337-343.
3. Chiang, C, Sinha, S. „The road to 3D EDA tool readiness”, Asia and South Pacific Design Automation Conference, 2009, pp. 429-436.
4. D. H. Kim, S. K. Lim., "Impact of through-silicon-via scaling on the wirelength distribution of current and future 3D ICs." Interconnect Technology Conference, IEEE, 2011.
5. Pletea I, Wurman ZE, Or-Bach Z, et al. "Monolithic 3D layout using 2D EDA for embedded memory-rich designs". IEEE. 2015:1–2.
6. K. Sakuma, et al., "3D chip-stacking technology with through-silicon vias and low-volume lead-free interconnections," IBM J. Res. & Dev., v52 n6 (2008), pp. 611-622
7. Synopsys, Proceedings of 3D Architectures for Semiconductor Integration and Packaging Conference, December 2010.
8. Clock Tree Synthesis for Timing Convergence and Timing Yield Improvement in Nanometer Technologies.

# PIEZOELECTRICITATEA, FLEXOELECTRICITATEA ȘI APLICAȚIILE LOR

Catalin TRIFAN

Centrul Național de Studiu și Testare a Materialelor, Universitatea Tehnică a Moldovei

**Rezumat:** Piezoelectricitatea și flexoelectricitatea, fiind efecte de cuplu electromecanic, în combinație cu nanotehnologia, prezintă un interes datorită potențialului aplicativ la scară industrială. O aplicație deosebită și importantă este colectarea energiei prin intermediul nanogeneratoarelor bazate pe materiale flexoelectrice. În această lucrare, de asemenea, sunt incluse o listă de materiale, aplicații, tendințe și concluzii referitor la viitorul tehnologiilor bazate pe aceste efecte.

**Cuvinte – cheie:** Piezoelectricitate, flexoelectricitate, colectarea energiei, polarizare electrică

Piezoelectricitatea este un efect de cuplu electromecanic ce constă în polarizarea electrică sub influența tensiunii mecanice. Acest fenomen apare în diferite categorii de materiale precum solide, cristale lichide, polimeri, biomembrane ș.a. Aceasta se poate manifesta în două moduri: direct, atunci când se aplică tensiune mecanică și apare polarizare electrică și indirect, atunci când obiectul cercetat începe să vibreze datorită câmpului electric existent [1]. Un alt fenomen similar este flexoelectricitatea, dar ele se disting prin modul de aplicare a tensiunii mecanice, fapt ce duce la apariția unor categorii de substanțe în care poate apărea flexoelectricitatea și nu poate să apară piezoelectricitatea. Ultima apare în urma aplicării uniforme a tensiunii mecanice, fapt ce blochează apariția acestui fenomen în substanțe cu simetrie centrală, pe când, flexoelectricitatea poate surveni datorită gradientului de tensiune mecanică [4]. Aceste fenomene prezintă un interes deosebit pentru oamenii de știință, deoarece au o aplicabilitate largă în domeniul senzorilor și actuatorilor. Tendința de a crea nanotehnologii ce ar permite colectarea energiei după un principiu absolut inovativ de asemenea nu-i lasă indiferenți pe cercetători.

În continuare este prezentată o serie de aplicații ale piezoelectricității:

- Generator de tensiune electrică .
- Senzori.
  - Dispozitiv de prindere de chitara acustică-electrică (microfon de contact).
  - Detectarea, generarea undelor sonore.
  - Microbalanțe care sunt folosite ca senzori chimici și biologici foarte sensibili.
- Actuator.
  - Alinierea oglinzii laserului.
  - Modulator acustico-optic (utilă pentru calibrarea frecvenței unui laser).
  - Microscop de forță atomică.
  - Printer cu cerneală.
- Piezochirurgie (destinată spre posibilitatea de a tăia anumite țesuturi cu daune minime pentru celelalte țesuturi).
- Celule fotovoltaice.

Un moment important despre efectul flexoelectric este că la scară micro-nanometrică acesta tinde să devină la fel de puternic ca cel piezoelectric și chiar să-l depășească [4]. Iată o altă serie de aplicații, deja ale flexoelectricității:

- Nanogenerator.
- Sesizare: Micro/nano accelerometru.
- Acționare: Microtuburi cu electrozi interdigitali.
- Posibile aplicații pentru memorie feroelectrică.

Concluzionând, avantajele esențiale a flexoelectricității față de piezoelectricitate sunt următoarele:

- poate apărea în cristale cu simetrie centrală.
- la scară micro/nanometrică ea devine mai semnificativă decât piezoelectricitatea.

Conceptul de nanogenerator a fost format și prezentat pentru prima dată de Wang în 2006. Pentru demonstrarea acestuia, el a folosit nanofire de ZnO aranjate vertical cu intenția de a amplifica intensitatea curentului electric. În 2013 s-au înregistrat parametrii curentului electric precum 57 V, 134  $\mu$ A, cu densitatea de putere de 0.78  $W/cm^3$  suficient pentru a irita un nerv sciatic al unei broaște. Pe lângă nanofire de ZnO au fost folosite mai apoi și nanofire din PZT, PVDF și nanofire de PMN-PT [4]. Ce ține de eficacitate, în urma prelucrării datelor experimentale, s-a ajuns la concluzia că polarizarea flexoelectrică depășește pe cea



piezoelectrică considerabil (în cazul unei diafragme circulare cu grosimea considerabil mai mică ca raza, circa de 20 de ori). Cele expuse anterior demonstrează avantajul practic al flexoelectricității și arată că viitorul nanogeneratoarelor va fi determinat de setul nostru de cunoștințe despre acest fenomen. Problema actuală constă în găsirea materialelor cu coeficienți flexoelectrice înalți, deoarece, la moment, coeficienții vizați pentru materialele cunoscute sunt mici [5]. În continuare urmează un tabel cu materiale flexoelectrice și cu coeficienții flexoelectrice corespunzători:

Tabelul 1. Coeficientul flexoelectric teoretic și practic pentru diferite materiale.

Compoziția materialului	Coeficientul flexoelectric (teoretic) ( $nCm^{-1}$ )	Coeficientul flexoelectric (practic) ( $nCm^{-1}$ )
$BaTiO_3$	+0,15 <sup>(d)</sup> (51) -5.5 <sup>(d)</sup> (51) -1.9 <sup>(d)</sup> (51)	
$Ba_{0.5}Sr_{0.5}TiO_3$	10-20 (53) 6-10 (53)	
$SrTiO_3$	-0,26 <sup>(d)</sup> (51) -3.7 <sup>(d)</sup> (51) -3.6 <sup>(d)</sup> (51)	0,2 <sup>(e)</sup> (64,65) 7 <sup>(e)</sup> (64,65) 5.8 (21,65)
$KTaO_3$		
$PbTiO_3$		
C		
$GaAs$		+0.51 $\times 10^{-2(d)}$ (51) +0.85 $\times 10^{-2(c)}$ (51) -0.84 $\times 10^{-2(d)}$ (51) +0.50 $\times 10^{-2(c)}$ (51) +0.26 $\times 10^{-2(d)}$ (51) +0.17 $\times 10^{-2(c)}$ (51)

## Concluzie

Piezoelectricitatea și flexoelectricitatea sunt două efecte electromecanice similare și importante datorită universalității înalte, fapt ce duce la o aplicabilitate înaltă. De asemenea, datorită faptului că efectul flexoelectric crește odată cu micșorarea dimensiunilor dispozitivului, el devine un factor important ce necesită studiere minuțioasă pentru a fi posibilă aplicarea acestuia în nanodispozitive și crearea unor noi tehnologii avansate.

## Bibliografie

1. Katzir S. Who knew piezoelectricity? Rutherford and Langevin on submarine detection and the invention of sonar. *Notes Rec. R. Soc.* 66 (2): 2012. 141-157. doi:10.1098/rsnr.2011.0049. Archived from the original on 2015-11-17.
2. Migliorato Max et al. *A Review of Non Linear Piezoelectricity in Semiconductors. AIP Conference Proceedings. 2014, 1590 (N/A): 32–41.* doi:10.1063/1.4870192.
3. Pavlo Zubko, Gustau Catalan and Alexander K. Tagantsev Flexoelectric Effect in Solids. *Annual Review of Materials Research.* 2013, 43: 387–421. doi:10.1146/annurev-matsci-071312-121634. hdl:10261/99362.
4. Xiaoning Jiang, Wenbin Huang, Shujun Zhang Flexoelectric nano-generator: Materials, structures and devices, *Nano Energy*, 2013, 2, 1079–1092. https://doi.org/10.1016/j.nanoen.2013.09.001
5. Alexander K. Tagantsev, Petr V. Yudin Flexoelectricity in Solids From Theory to Applications, WSPC, August 12, 2016, 414 p., ISBN-13: 978-9814719315, ISBN-10: 9814719315

# PROPRIETĂȚILE OPTICE ALE FILMELOR SUBȚIRI DE $Zn_{1-x}Mg_xO$ OBTINUTE PRIN METODA SPIN-COATING

Vadim MORARI

Universitatea de Stat „Dimitrie Cantemir”  
Școala Doctorală - Științe Fizice

**Abstract** — Soluțiile ternare  $Zn_{1-x}Mg_xO$  sunt de mare interes datorită potențialului lor de aplicare în dispozitive optoelectronice pe baza heterojoncțiunilor  $MgZnO/ZnO$  pentru domeniul UV [1,2]. În această lucrare prezentăm rezultatele investigării morfologiei (microscopia SEM), compoziției chimice (EDX) și proprietăților optice ale filmelor în funcție de concentrația Mg. Deoarece odată cu mărirea concentrației de Mg în ZnO se mărește banda interzisă a materialului, în acest studiu este ilustrat cum se schimbă banda interzisă a filmului  $Zn_{1-x}Mg_xO$  în dependență de concentrația Mg.

**Cuvinte cheie** — filme subțiri semiconductoare, UV, spin-coating, SEM, EDX.

## Introducere

Materialele ZnO și MgO au energia benzilor interzise de 3.3 eV [3] și 7.8 eV, respectiv [4]. ZnO este un semiconductor cu banda interzisă largă, iar MgO este practic un material dielectric. Materiale semiconductoare cu banda interzisă cuprinsă între 3.3 eV și 7.8 eV pot fi obținute prin amestecarea ZnO și MgO în soluții solide ternare  $Zn_{1-x}Mg_xO$ . Banda interzisă a unui astfel de material depinde nu numai de fracția molară (x) a Mg, dar și de tipul de rețea cristalină. Soluțiile solide  $Zn_{1-x}Mg_xO$  cu rețeaua hexagonală, au o lățime a benzii interzise mai mică decât cele cu rețea cubică. Pentru dirijarea cu banda interzisă a materialului și, respectiv, deplasarea spectrului de emisie (în cazul emițătoarelor de lumină) sau a diapazonului spectral de sensibilitate (în cazul detectoarelor de radiație) spre lungimi de undă mai scurte, poate fi aplicată producerea soluțiilor solide  $Zn_{1-x}Mg_xO$ . Sistemul ZnO -  $Zn_{1-x}Mg_xO$  asigură posibilitatea modelării proprietăților optice, luminescente și fotoelectrice într-un diapazon destul de larg, prin ajustarea compoziției în sistem (valoarea parametrului x). Nanostructurarea acestor materiale, în particular producerea filmelor nanostructurate, este un element adăugător pentru modelarea proprietăților specifice. Prin schimbarea compoziției pot fi produse dispozitive pentru lungimi de unde scurte de la UV-A (320-400 nm), la UV-B (280-320 nm) și UV-C (200-280 nm) [5].

În această lucrare au fost analizate filmele subțiri în sistemul oxidic  $Zn_{1-x}Mg_xO$  prin metoda spin coating, inclusi pentru producerea heterojoncțiunilor pe suporturi de Si pentru aplicații în fotodiode.

## Tehnologia de obținere a filmelor

Metoda spin-coating (Fig.1) este o procedură utilizată pentru a depune pelicule subțiri, uniforme, pe suporturi de Si, safir, cuarț, sticlă ș.a. De obicei, în centrul suportului, care se rotește la o anumită viteză (în cazul dat 2000 rpm/min), se aplică o cantitate mică de soluție, care se extinde pe toată suprafața substratului prin forța de centrifugare. Rotația durează 20 s, apoi substratul se usucă la temperatura de 150 °C, timp de 10 min. Procesul continuă până la obținerea grosimii dorite a filmului. Cu cât este mai mare viteza de rotire, cu atât este mai subțire filmul. Grosimea filmului depinde, de asemenea, de concentrația și vâscozitatea soluției, dar și de solventul utilizat. După depunerea a 10 straturi, s-a aplicat tratamentul termic în aer la 500 °C timp de o oră.

Pentru depunerea filmelor subțiri de  $Zn_{1-x}Mg_xO$  prin metoda Spin-Coating, s-a folosit soluții de acetat de Zn ( $Zn(Ac)_2$ ) și acetat de Mg ( $Mg(Ac)_2$ ), (0,35M) dizolvate în câte 20 ml de 2-Methoxyetanol fiecare + 0,5 ml de diethanolamine (DEA), amestecate în baia ultrasonică timp de 30 min, la o temperatură de 50 - 60 °C. Cu acești doi acetati, s-au preparat soluții cu diferite concentrații de Mg.

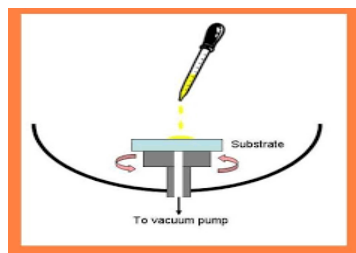


Fig.1. Metoda **Spin Coating** de producere a filmelor în baza soluțiilor.

### Studiul morfologiei, compoziției chimice și proprietățile optice

Cu ajutorul microscopului electronic de scanare Hitachi SU 8230, echipat cu detector-analizor EDX Oxford, s-a studiat morfologia filmelor subțiri de  $Zn_{1-x}Mg_xO$  utilizând imagini de electroni secundari, obținute la diferite mărimi: 10k, 40k, 60k. Astfel de imagini SEM ale filmului de  $Zn_{1-x}Mg_xO$  obținut prin metoda spin-coating, sunt prezentate în (Fig.2), unde se observă că filmul depus este planar. Au fost preparate filme cu grosimea între 200 - 500 nm cu o morfologie uniformă ceea ce este demonstrat și în imagine.

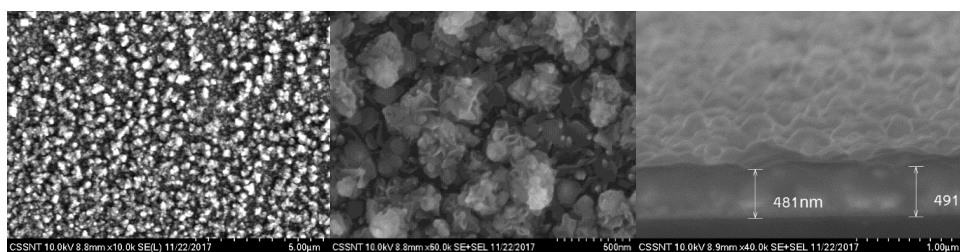


Fig. 2. Imagini SEM de sus (a,b) și în secțiune (c) ale materialului p-Si/n- $Zn_{1-x}Mg_xO$  obținut prin metoda spin-coating.

Deoarece raza ionică a  $Mg^{2+}$  (0,57 Å) este aproape de cea a  $Zn^{2+}$  (0,6 Å) [9], înlocuirea zincului cu magneziu, nu ar trebui să producă o schimbare semnificativă a constantei rețelei. Cu toate acestea, o diferență mare între structura hexagonală ZnO ( $a = 3,25$  Å și  $c = 5,21$  Å) și structura cubică MgO ( $a = 4,21$  Å) poate conduce la amestecarea fazelor instabile [6]. Figura 3, demonstrează diferența dintre banda interzisă a filmului  $Zn_{1-x}Mg_xO$  și fazele corespunzătoare. Zona umbrită este regiunea cu faze mixate care nu are o bandă interzisă bine definită [7]. În lucrarea [7] se concluzionează că separarea fazelor are loc în intervalul de  $0.37 \leq x \leq 0.6$ . Un strat cu structura rețelei hexagonale crește la valori ale lui  $x$  mai mici decât 0.37, iar la valori mai mari decât 0.6 se obține rețeaua cubică. Acest lucru poate fi explicat prin observația, că structura stratului depinde puternic de metodele și condițiile de creștere. Este dificil să se crească un strat de  $Zn_{1-x}Mg_xO$  de calitate înaltă [8], pe strat tampon de ZnO, chiar și cu o valoare scăzută a lui  $x$ , deoarece solubilitatea termodinamică a MgO în ZnO este foarte scăzută. Din cauza separării fazelor, se formează zone cu concentrații mai mari sau mai mici de MgO. Suprafața unui astfel de strat tinde să fie foarte rugoasă, deoarece este compusă din nanoroduri relativ înalte.

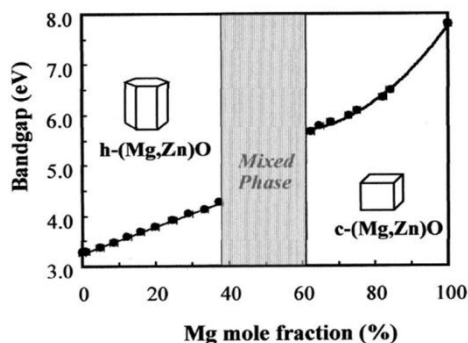


Fig.3. Banda interzisă a filmului  $Zn_{1-x}Mg_xO$  în dependență de concentrația Mg.

Mai jos (Fig.4) este prezentată creșterea benzii interzise la utilizarea a trei concentrații de Mg diferite. Din spectrele de transmisie optică a fost determinată valoarea benzii interzise ( $E_g$ ) utilizând ecuația (1) [10]:

$$\alpha h\nu = B(h\nu - E_g)^{1/2} \quad (1)$$

unde:  $\alpha$  este coeficientul de absorbție,  $h\nu$  corespunde energiei fotonice,  $B$  este o constantă, iar factorul exponențial  $1/2$  corespunde tranzițiilor directe permise. Așa cum se arată în Fig. 4, valoarea benzii interzise  $E_g$ , poate fi obținută prin intersecția segmentului linear al funcției  $(\alpha h\nu)^2$  cu axa absciselor. Dacă să analizăm proprietățile optice ale soluțiilor solide ternare  $Zn_{1-x}Mg_xO$  în dependență de concentrația molară a Mg (Fig. 4) atunci putem observa foarte bine, că odată cu mărirea concentrației de Mg, se mărește banda interzisă a materialului.

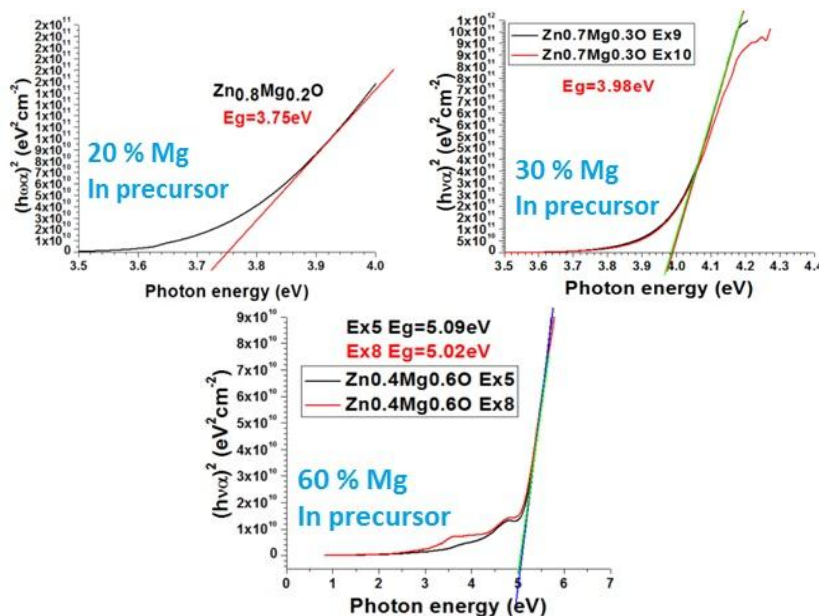


Fig.4.  $(\alpha h\nu)^2$  în funcție de  $h\nu$  a filmelor  $Zn_{1-x}Mg_xO$  la diferite concentrații de Mg.

S-a constatat faptul că, la o concentrație de Mg de 20 % în soluțiile precursorare, avem banda interzisă 3,75 eV, iar pentru 30 % și 60 % avem, 3,98 eV și respectiv, 5,02 eV.

Analizând transparența optică (Fig.5) a filmelor subțiri  $Zn_{1-x}Mg_xO$  la diferite concentrații de Mg, putem observa că, la 20 % concentrație de Mg în soluțiile precursorare avem o transparență optică de 82 %. La 30 % concentrație de Mg, deja avem o transparență de 85 %. În cazul unei concentrații mai mari, de exemplu 60 %, am obținut transparența optică de 92 %.

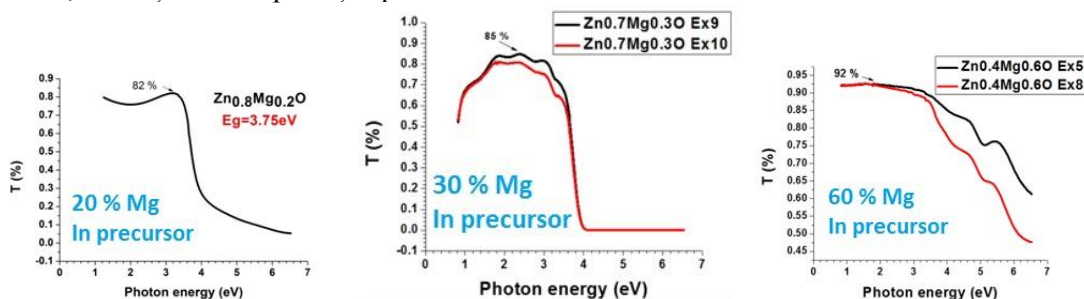


Fig.5. Transparența optică a filmelor subțiri  $Zn_{1-x}Mg_xO$ .

Cu ajutorul microscopului electronic de scanare Vega TS 5130, echipat cu detector-analizor EDX, s-a studiat compoziția chimică a filmelor obținute (Fig. 6). Din analiza acestor date se observă că avem un deficit considerabil de Zn în măsurători în comparație cu concentrația zincului în soluțiile precursorare.

Aceste observații se explică prin prezența unei faze separate de MgO în filmele obținute, în plus la prezența soluției solide ZnMgO.

(a)	Element	Weight%	Atomic%	(b)	Element	Weight%	Atomic%	(c)	Element	Weight%	Atomic%
$x = 0.2$	O K	38.0	56.51	$x = 0.3$	O K	45.34	63.41	$x = 0.6$	O K	49.34	60.94
	Mg K	12.32	11.29		Mg K	23.12	14.30		Mg K	37.34	31.84
	Zn K	49.68	32.20		Zn K	31.53	22.29		Zn K	13.31	7.22
	Totals	100.00			Totals	100.00			Totals	100.00	

Fig.6. Analiza compoziției chimice EDX a filmelor subțiri  $Zn_{1-x}Mg_xO$ .

## Concluzii

În urma efectuării acestui studiu, au fost obținute filme nanostructurate de  $Zn_{1-x}Mg_xO$  cu diferite concentrații de Mg. S-a constatat faptul că prin metoda de depunere spin-coating pot fi obținute structuri planare cu transparență optică înaltă, iar odată cu creșterea concentrației de Mg are loc creșterea benzii interzise. Prin urmare, are loc deplasarea marginii de absorbție optică în domeniul UV îndepărtat, ceea ce face ca materialul  $Zn_{1-x}Mg_xO$  să fie promițător pentru mai multe aplicații optoelectronice și fotoelectrice.

## Mulțumiri

Lucrarea dată a fost susținută financiar de către AȘM și ANCSI prin grantul no. **16.80013.5007.08/Ro**. De asemenea aduc mulțumiri Fundației **ALEXANDER VON HUMBOLDT** pentru suportul financiar acordat.

## Bibliografie

1. A. Ohtomo, M. Kawasaki, T. Koida, K. Masubuchi, H. Koinuma, Y. Sakurai, Y. Yoshida, T. Yasuda and Y. Segawa.  $MgxZn_{1-x}O$  as a II–VI widegap semiconductor alloy. Applied Physics Letters, Vol. 72, No. 19 (1998) 2466.
2. N. B. Chen, H. Z. Wu, D. J. Qiu, T. N. Xu, J. Chen and W. Z. Shen. Temperature-dependent optical properties of hexagonal and cubic  $MgxZn_{1-x}O$  thin-film alloys. Journal of Physics: Condensed Matter, 16 (2004) 2973-2980.
3. C. X. Cong, B. Yao, G. Z. Xing, Y. P. Xie, L. X. Guan, B. H. Li, X. H. Wang, Z. P. Wei, Z. Z. Zhang, Y. M. Lv, D. Z. Shen, and X. W. Fan. Control of structure, conduction behavior, and band gap of  $Zn_{1-x}MgxO$  films by nitrogen partial pressure ratio of sputtering gases. Applied Physics Letters, 89, 262108 (2006).
4. C. Klingshirn. ZnO: Material, Physic and Aplications. ChemPhysChem, 8(6) (2007), 782 – 803.
5. O.E. Taurian, M. Springborg and N.E. Christensent. Self-consistent electronic structures of MgO and SrO. Solid State Communications, Vol. 55, No. 4 (1985), pp. 351-355.
6. X. Chen and J. Kang. The structural properties of wurtzite and rocksalt  $MgxZn_{1-x}O$ . Semiconductor Science and Technology, 23 (2008) 025008 (6pp).
7. W. I. Park, Gyu-Chul Yi and H. M. Jang. Metalorganic vapor-phase epitaxial growth and photoluminescent properties of  $Zn_{1-x}MgxO$  ( $0 \leq x \leq 0.49$ ) thin films. Applied Physics Letters, Vol. 79, No. 13 (2001) 2022.
8. C. J. Pan, K. F. Lin, W. T. Hsu and W. F. Hsieh. Reducing exciton–longitudinal optical phonon coupling with increasing Mg incorporation in  $MgZnO$  powders. Journal of Applied Physics, 102, 123504 (2007).
9. A. K. Sharma, J. Narayan, J. F. Muth, C. W. Teng, C. Jin, A. Kvit, R. M. Kolbas and O. W. Holland. Optical and structural properties of epitaxial  $MgxZn_{1-x}O$  alloys. Applied Physics Letters, Vol. 75, No. 21 (1999) 3327.
10. Z. L. Liu, Z. X. Mei, R. Wang, J. M. Zhao, H. L. Liang, Y. Guo, A. Yu Kuznetsov and X. L. Du. Alloy-fluctuation-induced exciton localization in high-Mg-content ( $0.27 \leq x \leq 0.55$ ) wurtzite  $MgxZn_{1-x}O$  epilayers. Journal of Physics D: Applied physics, 43 (2010) 285402 (5pp).

## SECȚIA CALCULATOARE, INFORMATICĂ ȘI MICROELECTRONICĂ

### Subsecția CALCULATOARE ȘI REȚELE

Nr.	Autorul, denumirea lucrării	Pagina
1	<b>Lukman Adedayo Onabanjo</b> Networking, Data Communication and Computer Network.	407
2	<b>Șestacov Andrei</b> Managementul riscurilor în sistemul informațional.	410
3	<b>Hlopeanico Claudia</b> Analiza protocoalelor rețelelor de telecomunicații.	414
4	<b>Ameen Ali</b> The using of SDN technologies for security insurance of computer networks.	417
5	<b>Hlopeanico Claudia</b> Mecanisme și protocoale de protecția informației în rețele și sisteme informaționale.	421
6	<b>Furtuna Andrei</b> Pipe plugin for hybrid petri nets visual simulation of Wireless Sensor Networks.	424
7	<b>Nistiriuc Ana, Țurcan Ana, Dubovoi Andrei, Dilevschi Sergiu, Safonov Ghenadie</b> Sistem multi-agent în baza modelelor de calcul colectiv.	428
8	<b>Bordian Dimitrie, Țurcan Ana, Oșovschi Mariana, Roșca Neonil, Lungu Iulian</b> Modelarea rețelelor informaționale cu trafic limitat de transfer date.	430
9	<b>Roșca Neonil, Lungu Iulian, Bordian Dimitrie, Gonciar Nichita, Focșa Petru, Miron Andrei</b> Rețea de senzori pentru ghidarea roboților mobili.	434
10	<b>Munteanu Silvia, Lazu Victoria, Focșa Petru, Șestacov Andrei, Ungureanu Valeria, Miron Andrei</b> Sistem de calcul adaptiv pentru aplicații distribuite și în timp real	437
11	<b>Lazu Victoria, Sanduta Stanislav, Ungureanu Valeria, Safonov Ghenadie</b> O metodă de rezolvare a problemei de sumarizare a informației textuale.	440
12	<b>Miron Andrei, Stroia Dragos, Surdu Dan, Bordian Dimitri, Calugari Dmitri</b> Sistem autonom pentru creșterea plantelor în condiții de microclimat.	442
13	<b>Romaniuc Andrian</b> Produsul program pentru implementarea modelului matematic al procesului industrial.	446
14	<b>Daniel Curmei, Stanislav Sănduță</b> Dispozitiv de dirijare a unei platforme și rampe din automobil pentru persoane cu dizabilități	451
15	<b>Munteanu Silvia, Lazu Victoria, Sanduța Veaceslav, Ungureanu Valeria, Bordian Dimitrie</b> Modelul cunoștințelor pentru rețele de roboți NAO.	455
16	<b>Ababii Constantin, Negara Eugen, Bordian Dimitrie, Calugari Dmitri, Miron Andrei, Roșca Neonil, Lungu Iulian</b> Sisteme de conducere orientate pe structuri de calcul evolutive.	458
17	<b>Calugari Dmitri, Ababii Constantin, Bordian Dimitrie, Miron Andrei, Roșca Neonil, Lungu Iulian</b> Modelul de procesare concurentă a datelor pentru evaluarea parametrilor spațiu-timp ai plachetelor cu cablaj imprimat.	462
18	<b>Ion Samoil, Ion Smochina, Mihai Rusu, Andrei Țurcanu, Eugeniu Nicolenco</b> SELF-DRIVING CAR	466
19	<b>Mititelu Vitalii</b> Recunoașterea imaginilor în baza indicilor de moment	469
20	<b>Belii Valentin</b> Road quality monitoring system.	473
21	<b>Iavorschi Inga</b> Botnet pericol subestimat.	476
22	<b>Marjina Alexandru</b> Java Spring Framework, Spring Boot utilizarea și avantajele în dezvoltarea unei aplicații web.	480
23	<b>Nistiriuc Ana</b> Investigarea atenuatorului optic în baza fluidului magnetoreologic	483



# NETWORKING, DATA COMMUNICATION AND COMPUTER NETWORK

ONABANJO LUKMAN ADEDAYO

University of Ibadan, Nigeria

**Abstract:** Taking a look at Networking, Data Communication and Computer Networking, what are these three topics? Well, they are branches of technologies that deals with Connections, sharing of information and the group of systems that mostly take advantage of the first two technologies. But, what do they have in common? By delving into these three technological fields, it is obvious that they are systems which enables interconnectivity, sharing of information and the type of systems that comes together to make sharing of resources possible. We can further assume that these three technologies should, and can coexist to form a stronger, more versatile interconnected web of different systems that can be called **Synchronous Systems**. With the goal of; Allowing continuous implementation of task across different systems and machines.

**Keywords:** Networking, Data, Systems, Communication, Synchronous System, Computers

## Introduction

Focusing on the Information Technology field of study;

NETWORKING defines that process of creating and using computer networks. while this can be implemented in a wired or wireless technological configurations, hardware devices, protocols and software technologies are other factors behind its implementation.

DATA COMMUNICATION on the other hand makes the exchange of data possible between a point and another; that is, a source and a receiver, through transmission medias such as a wire cable or wireless radio transmitters and receivers. While data communications allow seamless transfer of data and maintenance of data, it's important to note that the generation of information(data) at the source and receiving end is not carried out by data communication.

Furthermore, COMPUTER NETWORK are sets of computer devices connected to share resources, the sets of computers on a computer network can also be called nodes, its worthy of note that resources shared by network computers are vast and not limited to files, printers, access to the internet (WEB-world wide web). All these made possible via Ethernet cabling, wireless radio frequencies and even light based data transmission means like fiber optics.

It can therefore be observed that there is a relation of data exchange between these three. Therefore, the relation can thus be assumed to be: Synchronous System. Why not?

## Review

Networking is the process of creating and using computer networks. Data Communication is the process of exchanging data between a source and a receiver via transmission medias such as wire cable, wireless radios or fiber optics. While, Computer Network is a set of computer devices connected together for the purpose of sharing resources in order for the computers to do more.

Again, why not eliminate the twist between these three information technology architecture and define them as Synchronous System? Let's have a broader view of the three and point out the relation.

First off, how can we define **Synchronous System**?

Synchronous System is assumed to be a group of different systems linked together to allow continuous implementation of task like data sharing, system resources sharing and processed task that can be paused and resumed at a later time, thereby enabling continuity across systems of different architecture, protocols and operations.

### Evolution of a Synchronous System

Taking the three systems one after the other, standard procedure in Networking require selecting materials like cabling and networking hardware while at the same time establishing required telecommunication protocols, software and hardware. Without forgetting that networking hardware's have also advanced by providing multiple hardware technologies, like hubs, routers and switches. These can be taken in as one of the base for the creation of a Synchronous System.

Networking will therefore serve as the means of linking the Synchronous System altogether while eliminating the need to build up a new framework of connectivity which will cost a lot of money, lots of research, lots of time and eventually prove to be inefficient.



Data communication handles the delivery of information which will be transmitted over the networking channels. At this point it, ensuring that data is adequately sent over the synchronous System might become more of a challenge. Therefore, there will be the need to establish a unique identification ID on each machines within the synchronous System.

While we start thinking of ways to go about executing this, it's essential that we look back at the fundamental rules that govern data transmission in the current data communication systems. This in turn requires that we study data communication and how nodes on a network system transfers and receive data, which can be referred to as data packets transmission.

The movement of data from one node of a network to the next is called **node-to-node data transfer**, **this** is handled by the lowest two layers in the OSI (Open System Interconnection) which are: the data link layer and the physical layer.

### **Data link layer**

The **data layer**, is the second layer of the seven-layer OSI model of computer networking. This layer is the protocol layer that transfers data between adjacent network nodes in a wide area network (WAN) or between nodes on the same local area network (LAN) segment. The data link layer provides the functional and procedural means to transfer data between network entities and might provide the means to detect and possibly correct errors that may occur in the physical layer.

The data link layer is concerned with local delivery of frames between nodes on the same level of the network. Data-link frames, as these protocol data units are called, do not cross the boundaries of a local area network. Inter-network routing and global addressing are higher-layer functions, allowing data-link protocols to focus on local delivery and addressing. In this way, the data link layer is analogous to a neighborhood traffic cop; it endeavors to arbitrate between parties contending for access to a medium, without concern for their ultimate destination. When devices attempt to use a medium simultaneously, frame collisions occur. Data-link protocols specify how devices detect and recover from such collisions, and may provide mechanisms to reduce or prevent them.

Examples of data link protocols are Ethernet for local area networks (multi-node), the Point-to-Point Protocol (PPP), HDLC and ADCCP for point-to-point (dual-node) connections. In the Internet Protocol Suite (TCP/IP), the data link layer functionality is contained within the link layer.

### **Physical layer**

The **physical layer** or **layer 1** is the first and lowest layer. This layer may be implemented by a PHY chip.

The physical layer consists of the electronic circuit transmission technologies of a network. It is a fundamental layer underlying the higher level functions in a network. Due to the plethora of available hardware technologies with widely varying characteristics, this is perhaps the most complex layer in the OSI architecture.

The physical layer defines the means of transmitting raw bits rather than logical data packets over a physical data link connecting network nodes. The bitstream may be grouped into code words or symbols and converted to a physical signal that is transmitted over a transmission medium. The physical layer provides an electrical, mechanical, and procedural interface to the transmission medium. The shapes and properties of the electrical connectors, the frequencies to broadcast on, the line code to use and similar low-level parameters, are specified here.

Within the semantics of the OSI model, the physical layer translates logical communications requests from the data link layer into hardware-specific operations to cause transmission or reception of electronic signals.

By factoring the data link layer and the physical layer, data communication within the synchronous systems becomes a practical possibility. Although, the need to enhance data communication in the system may become a requirement due to the large volumes of different machines exchanging data over the communication link. Therefore, an optimization protocol may be factored into the synchronous system configuration.

Computer Networks as we know, are the set of computing devices sharing resources over the network, these set of computers have laid the bases for a working synchronous system. In what way?

Since the goal is to create a group of different systems linked together to allow continuous implementation of task like data sharing, system resources sharing and processed task which can be paused and resumed at a later time; this made the computer networks have their issues resolved with the

synchronous system and what is left is to modify the hardware and software configuration of other systems and machines to accommodate networking interface and allow data communication across the different architecture.

## **Conclusion**

How interesting can it be?

A versatile system whereby every machine we use to achieve productivity is linked to provide a continuous loop of operations, sharing task and resuming task from each other; With the likes of File sharing, Communications, System-resource sharing and up to sharing of technical task from one machine to another while arriving at the same result.

This may seem to be an impossible marriage of existing network protocol systems but, it's worthy of note that a similar interconnectivity method is currently on the horizon across tech devices of different architecture. That interconnectivity is what is called IOT (Internet of Things), as much as this is a new venture into ways we can get systems of different platform to cross communicate, it is without doubt that Synchronous System is the ultimate solution to creating a seamless interconnected platform for systems of different functionality.

## **References**

1. [www.techopedia.com](http://www.techopedia.com)
2. [tutorialspoint.com](http://tutorialspoint.com)
3. [www.wikepedia.com](http://www.wikepedia.com)

# MANAGEMENTUL RISCURILOR ÎN SISTEMLILE INFORMAȚIONALE

Andrei ȘESTACOV

Academia Militară a Forțelor Armate „Alexandru cel Bun” mun. Chișinău, Republica Moldova

**Rezumat:** Managementul riscurilor în sistemele informaționale reprezintă procesul de identificare, evaluare și control al amenințărilor la adresa rețelor informaționale, inclusiv informațiile stocate atât pe servere interne cât și externe sau pe servicii de cloud public, precum și informații digitale în tranzit. Acestea amenințări sau riscuri ar putea proveni dintr-o mare varietate de surse, inclusiv erorile de gestionare strategică, accidentele și dezastrele naturale. Amenințările la adresa securității IT și riscurile legate de date, precum și strategiile de gestionare a riscurilor pentru a le atenua, au devenit o prioritate principală pentru instituțiile digitalizate. În consecință, un plan de gestionare a riscurilor include din ce în ce mai mult procesele instituțiilor pentru identificarea și controlul amenințărilor la adresa activelor sale digitale, inclusiv datele cu caracter secret și informațiile personale ale clienților.

**Cuvinte chei:** Managementul riscurilor, identificare, evaluare, ISO, politici de securitate.

Managementul riscului pentru un sistem informațional poate fi definit ca totalitatea metodelor de identificare, control, eliminare sau minimalizare a evenimentelor ce pot afecta resursele sistemului. Managementul riscului include analiza riscurilor, analiza costului beneficiilor, selecția mecanismelor, evaluarea securității măsurilor adoptate și analiza securității în general. Riscul poate fi definit ca o amenințare care poate să exploateze eventualele vulnerabilități ale sistemului. Pentru a preîntâmpina apariția unui eveniment care să afecteze sistemul informațional trebuie luate măsuri de securitate corespunzătoare, riscurile trebuind a fi gestionate în mod corespunzător.

Organizația Internațională pentru Standardizare (ISO) definește riscul drept "Efectul incertitudinii asupra obiectivelor". Managementul riscurilor este procesul continuu de identificare, evaluare și răspuns la risc și include de obicei următoarele politici:

- Stabilirea contextului și domeniului de risc intern și extern, precum și alegerea cadrului de gestionare a riscurilor.
- Identificarea și evaluarea riscurilor în ceea ce privește consecințele acestora asupra afacerii și probabilitatea apariției acestora.
- Stabilirea liniilor de comunicare cu părțile interesate pentru a le informa despre probabilitatea și consecințele riscurilor identificate și a stării de risc.
- Stabilirea priorităților pentru tratamentul și acceptarea riscurilor.
- Stabilirea priorităților pentru a reduce șansele de apariție a riscurilor.
- Stabilirea proceselor de monitorizare a riscurilor și de revizuire a riscurilor.
- Educarea părților interesate și a personalului cu privire la riscurile pentru organizație și la acțiunile întreprinse pentru a le atenua.

Pentru a gestiona riscurile, organizațiile ar trebui să evalueze probabilitatea și impactul potențial al unui eveniment și apoi să determine cea mai bună abordare pentru a face față riscurilor: evitarea, transferul, acceptarea sau atenuarea. Pentru a reduce riscurile, o organizație trebuie să determine în cele din urmă ce fel de controale de securitate (prevenire, descurajare, detectare, corectare etc.) să se aplice politici de securitate. Nu toate riscurile pot fi eliminate și nici o organizație nu are un buget nelimitat sau suficient personal pentru a combate toate riscurile. Gestionarea riscurilor vizează gestionarea efectelor incertitudinii asupra obiectivelor organizaționale într-un mod care să permită utilizarea cea mai eficientă și mai eficientă a resurselor limitate.

Un program bun de management al riscului ar trebui să stabilească o comunicare clară și o conștientizare situațională cu privire la riscuri. Aceasta permite deciziile de risc să fie bine informate, bine luate în considerare și făcute în contextul obiectivelor organizaționale, cum ar fi oportunitățile de a sprijini misiunea organizației sau de a căuta recompense în afaceri. Gestionarea riscurilor ar trebui să ia o imagine largă a riscurilor în cadrul unei organizații pentru a informa alocarea resurselor, pentru a gestiona mai bine riscurile și pentru a permite responsabilitatea. În mod ideal, gestionarea riscurilor contribuie la identificarea rapidă a riscurilor și la implementarea unor măsuri de atenuare adecvate pentru prevenirea incidentelor sau atenuarea impactului acestora. După identificarea anumitor tipuri de riscuri, organizația determină probabilitatea apariției acestuia, precum și consecințele acestuia. O parte din planul de atenuare include urmărirea atât a riscurilor, cât și a planului general de monitorizare și urmărire continuă a riscurilor noi și existente. Procesul general de gestionare a riscurilor ar trebui, de asemenea, revizuit și actualizat în consecință.

După identificarea riscurilor specifice ale instituției și implementarea procesului de gestionare a riscurilor, există mai multe strategii diferite pe care instituțiile pot lua în privința diferitelor tipuri de risc.

Deși eliminarea completă a riscului este posibilă, dar o strategie de evitare a riscurilor este concepută astfel încât să evite cât mai multe amenințări, pentru a evita consecințele costisitoare și disruptive ale unui eveniment dăunător.

Uneori, consecințele unui risc sunt împărțite sau distribuite între mai mulți participanți sau departamente de afaceri ale proiectului. Riscul ar putea fi împărțit și cu o terță parte, cum ar fi vânzătorul sau partenerul de afaceri.

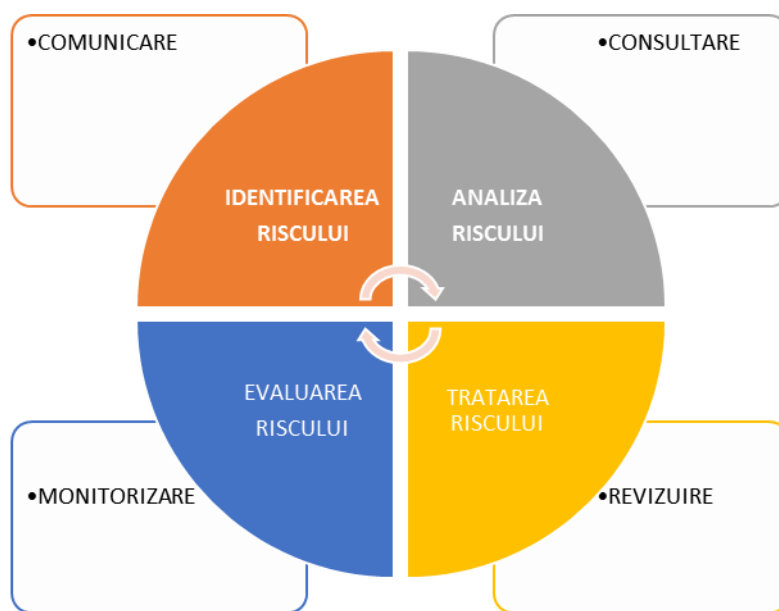
Menținerea riscului merită din punct de vedere al afacerilor și decid să păstreze riscul și să facă față eventualelor efecte negative. Întreprinderile vor păstra adesea un anumit nivel de risc pentru care profitul anticipat al unui proiect este mai mare decât costurile riscului său potențial.

### Planificarea unui program de gestionare a riscurilor.

Cele mai multe standarde de management al riscurilor, cum ar fi cele de la ISO, COSO și NIST, și au procese cheie comune.

Managementul riscului stabilește doi piloni: guvernanta și politica de securitate. Guvernanta ar trebui să includă un grup de experți în luarea deciziilor în materie de risc și factori de decizie care să utilizeze un cadru de procese de gestionare a riscurilor care să asigure implicarea principalilor factori interesați. Politicile de securitate comunică așteptările privind gestionarea riscurilor, definițiile riscurilor și îndrumările în întreaga întreprindere. Odată ce programul de gestionare a riscurilor funcționează, restul elementelor gestionează continuu riscul.

Procesul standard de evaluare a riscurilor



Managerii organizației stabilesc o cultură a securității informatice și a gestionării riscurilor în întreaga organizație. Prin definirea unei structuri de guvernare și prin comunicarea intențiilor și a așteptărilor, liderii și managerii asigură implicarea, responsabilizarea și instruirea adecvată a conducerii.

Securitatea este un sport de echipă. Actorii potriviți trebuie să fie conștienți de riscuri, în special de riscurile transversale și partajate, și să fie implicați în luarea deciziilor. Procesele de comunicare ar trebui să includă praguri și criterii pentru comunicarea și creșterea riscurilor. Impactul potențial asupra afacerilor al riscurilor cibernetice ar trebui clarificat. Instrumentele de schimb de informații, cum ar fi tablourile de bord ale măsurătorilor relevante, pot ține părțile interesate conștiente și implicate. Toate organizațiile au buget și personal limitat, pentru a acorda prioritate riscurilor și răspunsurilor, aveți nevoie de informații, cum ar fi tendințele în timp, impactul potențial, orizontul de timp pentru impact și când se va materializa probabil un risc (aproape de termen, mediu sau pe termen lung). Aceste informații vor permite compararea riscurilor.

Managerul de rețea nu poate garanta succesul în protejarea împotriva tuturor riscurilor. Gestionarea riscurilor trebuie să permită, de asemenea, continuitatea misiunilor critice în timpul și după evenimentele distrugătoare sau distructive, inclusiv atacurile cibernetice. Resiliența este o proprietate emergentă a unei entități pentru a putea continua să opereze și să-și îndeplinească misiunea în stres și întreruperi operaționale.

Atunci când o organizație este expusă unui risc, răspunsul rapid poate minimiza impactul. Identificarea riscurilor ajută devreme. Răspunsul la incident și recuperarea depind de planificarea și pregătirea pentru gestionarea incidentelor. Planurile de gestionare a incidentelor ar trebui să fie exercitate periodic.

Mediul amenințării nu acordă întotdeauna suficientă atenție mediului amenințării. Organizațiile ar trebui să-și îmbunătățească inteligența în capacitățile de adversari (iau în considerare senzorii de securitate de rețea și alte rapoarte), contabilizând, de asemenea, riscurile generate de terțe părți (lanțul de aprovizionare) și amenințările interne. Insiderii, indiferent dacă sunt rău intenționați sau neintenționați (cum ar fi victimele phishing), cauzează cele mai multe probleme de securitate.

Implementarea politicilor de securitate reprezintă un bun punct de plecare pentru gestionarea riscurilor cibernetice. Politicile de securitate se concentrează asupra activităților de bază pentru asigurarea infrastructurii, prevenirea atacurilor și reducerea riscurilor. Atunci când implementați politici de securitate, începeți prin a vă îmbunătăți cunoștințele despre propriile servicii și valori de valoare. Acestea necesită protecție suplimentară, inclusiv controale sporite de acces și monitorizare a sistemului informațional.

La elaborarea planului de tratare a riscurilor trebuie să fie selectate și utilizate instrumentele ale sistemului de detectare a intruziunilor (IDS). IDS este un sistem de securitate care monitorizează sistemele informatice și traficul de rețea și analizează faptul că traficul pentru ostil posibil atacurile provenite din afara organizației și, de asemenea, pentru abuzul sau atacurile sistemelor provenind din interiorul organizației și verifică modulele rețelei și găsește nodurile care nu funcționează normal. IDS este o unitate suplimentară instalată la clienți sau server sau ambele. Această unitate este numită agent pentru identificarea intruziunilor.

Agent IDS funcționează în trei etape esențiale: monitorizează comportamentul rețelei, detectează intruziune și răspunde la activitatea anormală.

În altele cuvinte, agentul IDS funcționează în trei faze și fiecare fază are o unitate cum ar fi:

- Unitate de detectare: realizează politica de detectare în consecință pentru a găsi intruziuni.
- Unitate de răspuns: generează alerte în caz de detectare traficului suspicios.

Pentru fiabilitatea acestor sisteme sunt utilizate diferite abordări în funcție de natura arhitecturii rețelei. În acesta cercetare explicăm diferite modalități de instalare a IDS agent și definesc, de asemenea, diferitele politici de detectare și prevenirea intruziunilor în rețele informaționale. Agentul de detectare intruziunilor în rețele informaționale îndeplinește o sarcină importantă pentru securizarea rețelei de la atacuri intruzive.

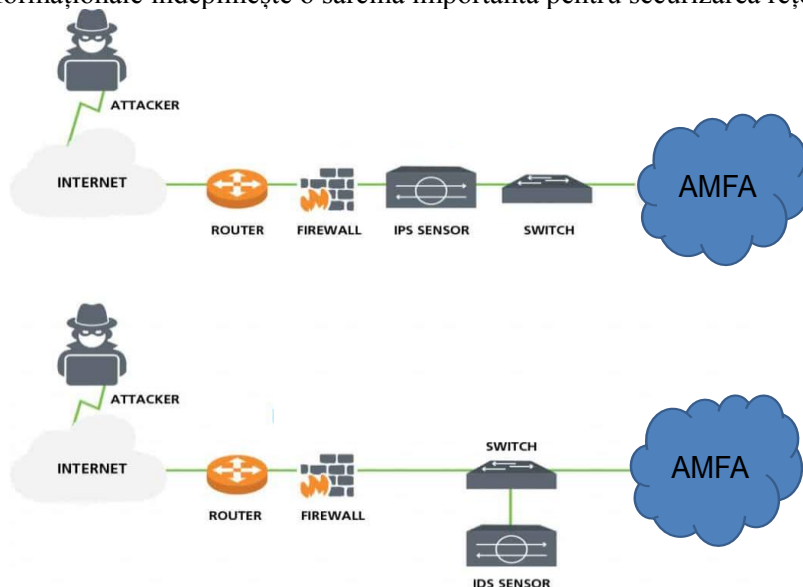


Figura 1 Exemplu de detectarea vulnerabilităților în rețele informaționale.

Ca soluții distincte de detectarea și prevenirea intruziunilor în rețele informaționale care tratează problema securității informaționale deosebit:

Snort este liderul în soluțiile IDS cu sursă deschisă. Deși nu are o interfață grafică sau o interfață de administrare ușoară, instrumentul a câștigat o acceptare largă ca soluție eficientă IDS pentru o gamă largă de

scenarii și cazuri de utilizare.. Snort folosește atât detecția intruziunilor pe bază de semnături, cât și metodele bazate pe anomalii și poate să se bazeze pe reguli sau semnături create de utilizatori provenind din baze de date cum ar fi Emerging Threats.

Suricata este un concurent direct pentru Snort și folosește o metodologie bazată pe semnătură, o siguranță bazată pe reguli sau politici și o abordare bazată pe anomalii pentru detectarea intruziunilor. Pentru unii, soluția este o alternativă modernă la instrumentul standard al industriei - Snort, cu capabilități multi-threading, accelerare și detectarea anomaliilor statistice multiple.

Bro IDS utilizează detectarea intruziunilor bazate pe anomalii și, de obicei, este utilizată împreună cu Snort, deoarece cele două se completează reciproc destul de bine. Bro este de fapt un limbaj specific domeniului pentru aplicații de rețea în care este scris IDS Bro. Tehnologia este eficientă în special la analiza traficului și este adesea folosită în cazurile de criminalistică și de utilizare asociată.

Security onion este de fapt o distribuție Linux bazată pe Ubuntu pentru IDS și monitorizarea securității rețelei, și constă în mai multe dintre tehnologiile open-source de mai sus, care lucrează în mod concertat unul cu celălalt. Platforma oferă o detectare complexă a intruziunilor, monitorizarea securității rețelei și gestionarea jurnalului, prin combinarea celor mai bune dintre Snort, Suricata, Bro - precum și alte instrumente cum ar fi Sguil, Squert, Snorby, ELSA, Xplico.

## Concluzii

Abordarea profesionistă a managementului riscurilor și asigurarea consistenței de securitate în schimbul de informații între componentele sistemului informațional, va duce la creșterea capacității de identificare și prevenirea riscurilor în sisteme informaționale. O abordare general aplicabilă, indiferent de domeniul de activitate al organizației, va determina politici de securitate pentru evaluare separată a sistemelor și implementare de controale individuale, constituindu-se într-un instrument comun de implementarea unor controale specifice în rețele informaționale.

Managementul riscurilor în sistemele informaționale impune utilizarea unor soluții care să aibă în vedere diferitele tipuri de incidente și amenințări care pot proteja informații sensibile, precum și obiectivele propuse, aria securității și apărării sistemelor informaționale din perspectiva implementării „Strategiei de securitatea națională a Republicii Moldova” trebuie să devină o soluție completă de securitate a informațiilor care ași proteja datele și resursele informatice.

## Bibliografie

1. Victoria Stanciu, Andrei Tinca, „Securitatea informației. Principii si bune practici.” Ediția a doua, 2015 p. 159–186;
2. International Standards for Business, Government and Society - <http://www.iso.org/>
3. Managementul Riscurilor - risks are everywhere - <http://www.managementul-riscurilor.ro/>
4. Udrișu, M, „Securitatea informațiilor în societatea informațională”, Editura Universitară, 2010, p. 402;
5. SANS Institute, InfoSec Reading Room, „Intrusion Detection Systems”, 2001.
6. Sarcinschi A., Vulnerabilitate, risc, amenințare. Securitatea ca reprezentare psihosocială, Editura Militară, 2009;
7. Mihai I.C., Securitatea informațiilor, Editura Sitech, 2012, p. 317;
8. Hotărârea Parlamentului pentru aprobarea Strategiei securității naționale a Republicii Moldova nr. 153 din 15.07.2011 // Monitorul Oficial nr. 170-175 din 14.10.2011;
9. Informații multiple, <http://support.microsoft.com>

# ANALIZA PROTOCOALELOR REȚELELOR DE TELECOMUNICAȚII

Claudia HLOPEANICOV

Academia Militară a Forțelor Armate „Alexandru cel Bun” mun. Chișinău, Republica Moldova

**Rezumat:** Analiza cerințelor pentru sistemele și rețelele moderne de telecomunicații, în special analiza cerințelor privind indicatorii de calitate ai transmisiei de date în sistemele informatice de uz special. Sunt luate în considerare protocoalele de securitate a rețelelor celor mai comune rețele IP de telecomunicații, fiind investigate trăsăturile de asigurare a integrității, autenticității și confidențialității transmiterii pachetelor de date.

**Cuvinte cheie:** sisteme de telecomunicații, protocoale de securitate a rețelei, integritate, autenticitate, confidențialitate

Sistemele și rețelele de telecomunicații moderne se caracterizează printr-o creștere rapidă a numărului de utilizatori și a consumatorilor de informații, extinderea gamei de servicii de telecomunicații furnizate, în total, oferind acces la diverse servicii și tehnologii multimedia, suport pentru utilizatorii de la distanță, servirea subiectelor de interacțiune automată a informațiilor etc. Aceste tendințe determină o creștere accentuată a volumului de date procesate și transmise și, prin urmare, sporirea cerințelor de timp probabilistic pentru componente principale ale telecomunicațiilor sisteme și rețele în toate etapele de informare a schimbului de date. Cel mai important indicator al eficienței sistemelor și rețelelor de telecomunicații moderne este securitatea acestora, prin care înțelegem capacitatea de a asigura integritatea, autenticitatea și confidențialitatea datelor prelucrate și transmise. Gradul de implementare a acestor caracteristici determină în mod direct nivelul de protecție față de cel modern, amenințările la adresa securității rețelelor și, în cele din urmă, calitatea serviciilor de telecomunicații furnizate.

Tendințele globale în dezvoltarea industriei telecomunicațiilor determină construcția sistemelor moderne și a rețelelor de comunicații sub forma rețelelor de telecomunicații multiservice cu un anumit nivel de calitate a serviciului (Quality of Service, QoS).

În conformitate cu recomandările standardelor E.430, E.800, X.134 și altele ale Uniunii Internaționale a Telecomunicațiilor, calitatea serviciului (QoS) este înțeleasă ca un efect util (generalizat) util, care este determinat de gradul de satisfacție a utilizatorului atât de la serviciul primit, cât și de la sisteme de servicii. Schema generală a caracteristicilor și indicatori privind calitatea serviciului și eficiența rețelei de telecomunicații în conformitate cu recomandările internaționale (ITU-T, ETSI, TL 9000, E.800) prezentată în figura 1.

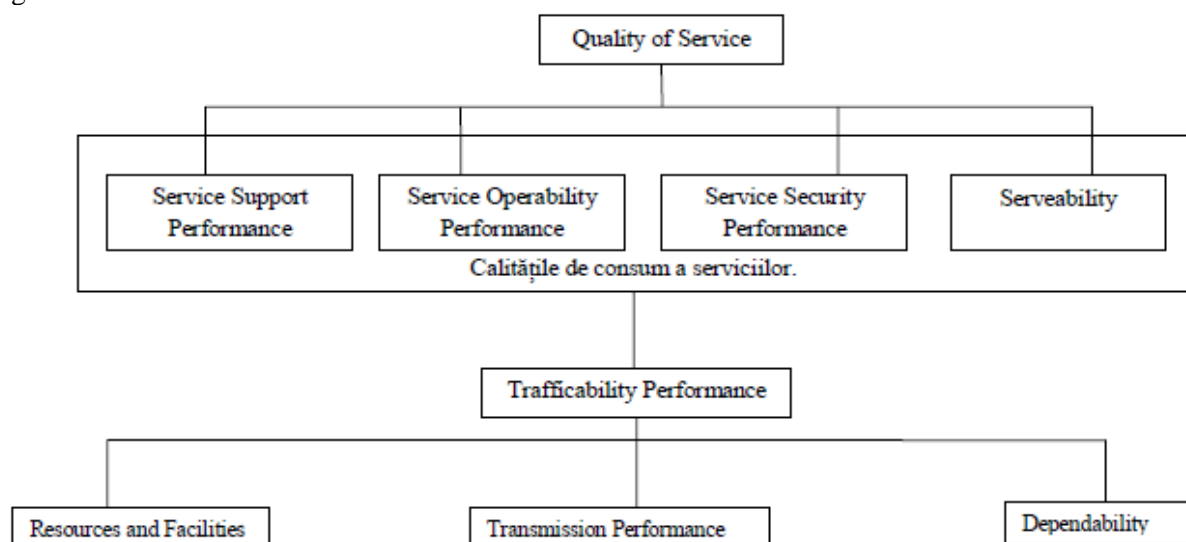


Figura 1 Schema generală de caracteristici și indicatori ai calității serviciului și a eficienței rețelei de telecomunicații.

Astfel, calitatea serviciului este caracterizată de patru proprietăți ale consumatorilor de servicii: securitate (Performanța suportului de service), utilitate (Performabilitate de serviciu), eficiență



(Serveabilitate) și serviciu de securitate Performanță). Implementarea acestor proprietăți depinde în principal de capacitatea rețelei de a "gestiona încărcăturile de trafic" (Trafficability Performance). Calitatea unei astfel de procesări depinde de capacitățile de resurse ale telecomunicațiilor rețelele implicate de operator (Resurse și Facilități), fiabilitatea canalelor de comunicații și a echipamentelor de rețea (Dependabilitate), precum și calitatea schimbului de informații (Transmission Performance), care se caracterizează prin eficiența, fiabilitatea și securitatea transmiterii datelor prin canalele sistemelor și rețelelor de telecomunicații.

Pe baza datelor obținute ca rezultat al cercetării de către Centrul European de Cercetare în Telecomunicații (RACE - Cercetare privind Comunicarea Avansată), sunt determinate valorile admisibile ale cerințelor pentru principalii indicatori de calitate a serviciului în rețele de telecomunicații.

Analiza a arătat că creșterea rapidă a numărului de utilizatori și consumatori de informații, extinderea gamei de servicii de telecomunicații furnizate, mai ales prin asigurarea accesului la diverse servicii și tehnologii multimedia, care au crescut drastic în ultimul deceniu, volumul datelor prelucrate și transmise, conduce la o întărire a cerințelor de probabilitate, prezentat principalelor componente ale sistemelor și rețelelor de telecomunicații, în toate etapele schimbului de date. Acest lucru se aplică, în primul rând, indicatorilor de securitate a datelor.

Astfel, urgența creării de sisteme și rețele de telecomunicații cu canale de transmisie de date sigure a crescut dramatic în ultimii ani. Cerințele privind indicatorii de securitate a transmisiei de date în sistemele și rețelele de telecomunicații au crescut, de asemenea, în special în rețelele cu destinație specială în care refuzul de serviciu sau producția de parametri specifici de calitate dincolo de limitele stabilite poate duce la consecințe catastrofale în sectorul financiar, industrie, sectorul energetic etc.

În funcție de sarcinile pentru care este orientat un anumit protocol, acesta poate fi atribuit uneia dintre numeroasele categorii. De exemplu: Protocoalele de transport reglează ordinea transmisiei de date între dispozitivele de rețea. Aceste protocoale formează "cadru" rețelei de telecomunicații, realizând mecanismul de transport. Această categorie include protocoale: IP, TCP, IPX, SPX, X.25. Protocoalele de autentificare vă permit să organizați procesul de autentificare a utilizatorilor și a dispozitivelor implicate în interacțiunea în rețea. Această categorie include protocoalele Kerberos și RADIUS. Protocoalele de rutare sunt utilizate pentru implementarea interconectării dispozitivelor numite routere. Protocoalele de rutare sunt folosite de routere pentru a construi astfel de tabele (protocoalele RIP, OSPF, IS-IS, BGP).

Protocoale de securitate a datelor. Acest grup include protocoale de tunelizare și protocoale de criptare a datelor: de exemplu, SSL, PPTP, L2TP, IPSec.

Protocoale auxiliare. Acest grup de protocoale implementează servicii auxiliare de rețea - DHCP, HTTP, FTP.

Protocoalele de comunicare ale sistemelor și rețelelor de telecomunicații moderne sunt implementate atât în software, cât și în hardware. Implementarea cea mai compromisă a caracteristicilor de securitate în sistemele și rețelele de telecomunicații sunt protocoalele de securitate IPSec care operează într-o rețea. nivel. Pe de o parte, sunt transparente pentru aplicații și, pe de altă parte, pot funcționa în aproape toate rețelele, deoarece se bazează pe protocolul IP utilizat pe scară largă.

Protocoalele IPSec de securitate a rețelei (Internet Protocol Security (IPSec) reprezintă un set consistent de standarde deschise, care are în prezent o specificație specifică care poate fi în același timp completată de noi protocoale, algoritmi și caracteristici de securitate a rețelei.

Scopul principal al protocoalelor IPSec este de a asigura o transmitere sigură a datelor prin intermediul rețelelor IP. Utilizarea lor asigură: integritatea, adică capacitatea unei rețele de telecomunicații de a furniza transfer de date fără denaturarea, pierderea sau duplicarea; autenticitate, adică capacitatea rețelei de telecomunicații de a furniza transmiterea de date cu capacitatea de a-și dovedi autenticitatea (adică faptul că datele sunt transmise de către expeditorul pentru care pretinde că este); confidențialitatea i. capacitatea rețelei de telecomunicații de a furniza transmiterea datelor într-o formă care să împiedice vizionarea neautorizată a acestora. Componentele principale ale IPsec sunt: RFC2402 "IP Authentication Header" (AH), concepute pentru a controla integritatea și autenticitatea pachetelor de date în rețelele IP; RFC2406 IP Encapsule Security Load Payload (ESP), conceput pentru a asigura confidențialitatea, integritatea și autenticitatea pachetelor de date în rețelele IP; RFC2408 "Asociația pentru securitatea Internetului și Protocolul de gestionare a cheilor" (ISAKMP), menită să asigure armonizarea parametrilor, crearea, modificarea, distrugerea contextelor conexiunilor securizate (SA) și gestionarea cheilor în rețelele IP; RFC2409 "Internet Key Exchange" (IKE), o dezvoltare și adaptare ulterioară a ISAKMP, proiectată să funcționeze cu protocoale IPsec. Miezul IPSec este format din trei protocoale: protocolul de autentificare (Header Authentication, AH), protocolul de criptare (Encapsulation Security Payload, ESP) și protocolul de schimb de chei (Internet Key Exchange, IKE).

Astfel, analiza protocoalelor moderne de securitate a rețelelor utilizate în rețelele IP pentru a asigura integritatea, autenticitatea și confidențialitatea transmiterii datelor ne permite să tragem următoarele concluzii: utilizarea mecanismelor de protecție a informațiilor la nivelele superioare (nivel de aplicație, nivel de prezentare sau sesiune) OSI vă permite să implementați în mod eficient caracteristicile de securitate ale anumitor servicii de rețea. În același timp, există o dependență a implementării serviciilor de rețea și a aplicațiilor specifice pe versiunea protocolului de securitate a rețelei. Reducerea nivelului (conform specificațiilor modelului OSI) mărește caracterul universal al protecțiilor aplicate pentru orice aplicații și protocoale de nivel de aplicație, însă apare dependența protocolului de protecție de o tehnologie specifică a rețelei; Protocoalele de securitate ale rețelei IPSec, care funcționează la nivel de rețea, reprezintă o opțiune de compromis. Pe de o parte, acestea sunt "transparente" pentru aplicații și, pe de altă parte, pot funcționa în aproape toate rețelele, deoarece se bazează pe protocolul IP utilizat pe scară largă. Pentru a controla integritatea și autenticitatea pachetelor de date în protocoalele IPSec, se folosesc mecanisme speciale de protecție. Utilizarea acestora face posibilă introducerea unei redundanțe special create (MDC, MAC) în datele transmise, pentru a rezolva în mod eficient problema protejării pachetelor de date împotriva modificărilor accidentale și rău intenționate. Formarea codurilor pentru monitorizarea integrității și autenticității pachetelor de date se bazează pe utilizarea funcțiilor de tip hash (MAC) și keyless (MDC). Aceste mecanisme sunt aplicate implicit în protocoalele IPSec pentru a asigura integritatea și autenticitatea pachetelor de date în toate implementările rețelelor IPv6.

Analiza a arătat că sistemele și rețelele moderne de telecomunicații extind în mod constant gama de servicii oferite pentru accesul la diverse servicii și tehnologii multimedia, suport pentru utilizatorii de la distanță etc. În același timp, creșterea rapidă a volumului datelor prelucrate conduce la o înăsprire a cerințelor privind probabilitatea timpului pentru componentele principale ale sistemelor și rețelelor de telecomunicații în toate etapele schimbului de date. Una dintre cele mai eficiente metode de construire a mecanismelor de control al integrității și autenticității informațiilor este chestionarea de date cheie și fără cheie. Utilizarea practică a mecanismelor de securitate adecvate face posibilă asigurarea indicatorilor necesari de integritate și autenticitate a datelor prelucrate și transmise fără a atrage fonduri suplimentare.

## Bibilografie

1. Teodor N. Tirdea, - *Securitatea informațională în condițiile informatizării societății*.
2. McClure Stuart, - *Securitatea rețelelor*, Editura Teora, 2002.
3. Cartea tehnologiile INDEX – Securitatea datelor și sistemele informatice.
4. Emilian Stancu, *Terorism și Internet*, în „Pentru Patrie”, nr. 12/2000, p. 26.
5. Столлингс В. Криптография и защита сетей: принципы и практика: пер. с англ. / В. Столлингс. – 2-е изд. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2001. — 672 с.
6. Романец Ю.В. Защита информации в компьютер-ных системах и сетях / Ю.В. Романец, П.А. Тимофеев, В.Ф. Шаньгин; Под ред. В.Ф. Шаньгина. – 2-е изд., пере-раб. и доп. – М.: Радио и связь, 2001. – 376 с.
7. Чмора А.Л. Современная прикладная криптогра-фия / А. Л. Чмора. – М., 2002. – 508 с.
8. Евсеев С.П. Исследование методов обеспечения аутентичности и целостности данных на основе одно-сторонних хеш-функций / С.П. Евсеев, О.Г. Король // Научно-технический журнал «Захист інформації». Спецвыпуск (40). – 2008. – С. 50-55.
9. Евсеев С.П. Анализ эффективности передачи данных в компьютерных системах с использованием ин-тегрированных механизмов обеспечения надежности и безопасности / С.П. Евсеев, Д.В. Сумцов, Б.П. Томашев-ский, О.Г. Король // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2010. – 2/2(44). – С. 45-50.

# THE USING OF SDN TECHNOLOGIES FOR SECURITY INSURANCE OF COMPUTER NETWORKS

ALI AMEEN

Technical University of Moldova

**Abstract:** software-defined networking is a new technology that affects different aspects and fields of information technology and is used to provide a better security for networks environment and uses different other technologies to achieve this goal. Due to the growing data and the need to accommodate with these data, also as we mentioned earlier to secure networks because of the ever-evolving security threats we have to find a new technology or method to match the growing threats. This article provides a simple analysis for the structure of SDN and gives some information about the history of SDN and related work that shows the effect of SDN in the world of technology. Then we'll talk about the pros and cons of software-defined networks, after that comes the simple description for some ideas and proposed topologies and algorithms. And we attach a simple conclusion about this article.

**Keywords:** control plane, data plane, DDoS, NFV, ONF, programming

## Introduction

Networking field hasn't seen much development since the 80's after the invention of OSI model, and since this field is the essence of mostly used technology in today's life which is the internet, it is of a great deal of necessity to develop it to be able to accommodate with the other ever evolving technologies. Also, due to the huge growth of data centers and clouds we got another issue which is dealing with these huge amounts of data resulting from these technologies alongside with other technologies like the emergence of IoT technology and the usage of smartphones...etc.

All that led to the need to develop networks to be able to contain and work with these data and information; so, a few years ago came the invention of software-defined networks or (SDN), which simply means adding the ability of programmability to networks instead of the old rigid structure of usage where we have some preconfigured vendor-dependent devices that constrain us in the form of our developed needs. In the classical network, devices can be configured to a simple limited extent by the network administrator but, with SDN admins can accommodate with the ever-evolving needs of enterprises and datacenters.

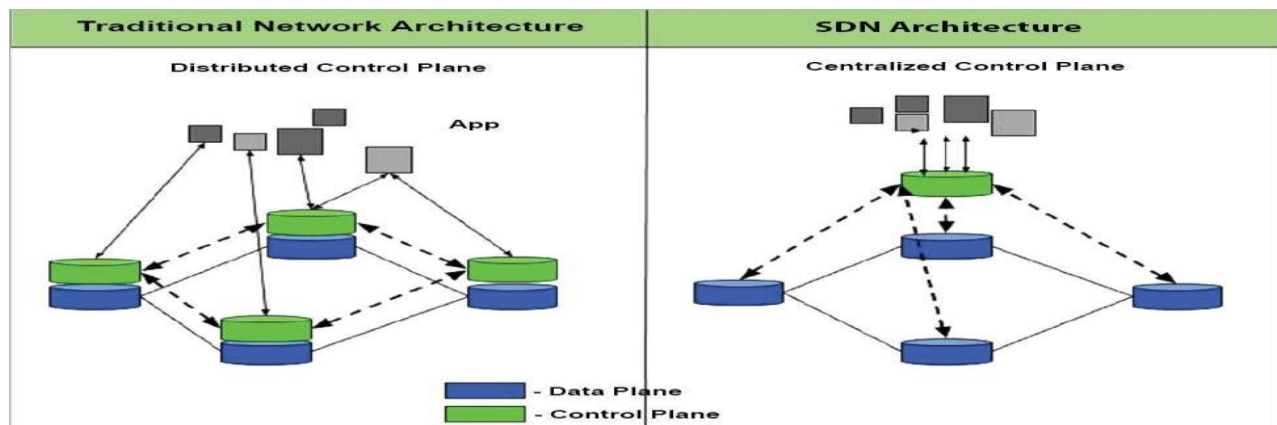


Figure 1. Traditional network vs Software-defined network architectures.

Also, software-defined networking has also a different architecture from the legacy network's architecture, which can be simply categorized or classified into 3 planes, layers or loops and they are:

- Application plane: which is represented by a whole suite of applications that are used by the admin to configure the network and enforce policies as per the business needs. So, in other words there will be direct interaction between the user or network admin with this layer. This layer is connected with the control layer via various APIs.
- Control plane: represented by the controller or group of controllers, which is the main brain of the network and these controllers could be software-based or hardware-based. It is the middle layer that connects the application layer with the data plane layer and translated the human readable high-level instructions in the application layer to machine-understandable low-level

commands in the data plane layer to achieve the intended purpose. The control plane uses communication protocols like openflow protocol to communicate with the below or (southern direction) plane as an expression for lower level which is in the data plane, in this case and north direction is for higher levels or loops.

- Data plane: it's like the muscles of the system, it is represented by the switches which are merely data forwarding devices. They don't have dedicated brain and they only do what the controller commands them to do by blocking a data flow dropping a specific packet or permitting one. The switches of this layer are also either hardware-based or software-based.

#### **Related work:**

SDN is a great technology that could affect every other technology around in a positive way, in an interchangeable way we can use other technologies to develop SDN and use SDN to enhance other technologies for example the researchers A. Wani and S. Revathi in their research [1] have used SDN-based Intrusion detection system IDS to detect threats compromising IoT networks. Others

Used SDN to create a DDoS and Dos attacks detection and mitigation methods [2], while we see some researchers used the tools and techniques residing in the cloud to defend SDN environment against timing channel attacks [3]. Also, by integrating SDN with other technologies some researchers created technologies that are based on SDN like SDN-oriented WSN (wireless sensor and actuator network) and how they succeeded designing an interface or a protocol called WSNFlow between SDN control plane and end devices (data plane) in that kind of environment [4].

#### **Features of software-defined networks:**

Before we dive into solutions for some issues in SDN we have to get a simple comprehension of some positives and negatives of SDN. Some of the positives are:

- SDN provides a better enhancement for security through the management centralization it provides using the control plane, where the system admin can configure easily the whole network regardless of its size and enforce policies required as per business needs and that also provides flexibility in management.
- Great deal of programmability, by using network functions virtualization NFV as one of its main features and services. Also, the ability to develop management apps for the application layer to make the network behave according to enterprise's needs.
- Cost saving when building and managing the infrastructure devices for the used network. So, in order to start anything new, we should know what in it for us because it could be less than the expenditures, hence it will be useless to refurbish the network and update it so, in other words some legacy network devices could be used with SDN and that means that we don't have to leave the equipment we have but, we can use them with SDN and enhance the network environment instead.
- Abstraction for layers and infrastructure [5].
- It has inevitable need to match the growing technology and data in the world.
- SDN Provides freedom and independence from vendor-constrained software and hardware by developing our own apps for our own needs and by creating open projects like the open network foundation (ONF).

Coming to the SDN cons or negatives, we can see that they are not a lot but still we have to mention them to find some remedies for them:

- Software-defined network is simply a network that can be programmed so, it's based on programming and that could mean bugs.
- Software-defined networks provide central management for the network architecture and that's a good thing to facilitate the network configuration and enhance security but, this feature itself promotes a single point of failure for the network in case of an attack on the control plane.
- Also, in case of a group or cluster of controllers the connection between controllers is called east-west bound application programming interface (API) and there are not much about securing it so, that will be among our priorities.

#### **Ideas for future research and proposed algorithms:**

Here we'll try to give a brief description for some proposed ideas to ease or solve some of the issues of SDN; most articles and researches revolve about enhancing the security of data plane in the architecture of

SDN and as we mentioned earlier that the central point of management in SDN is an advantage and disadvantage itself and since it represents ( meaning the controller or control plane) the brain of the SDN structure so, it represents a great deal of importance, that's why we'll concentrate on the control plane more than other planes.

In our proposed solutions we have 3 topologies we can use any one of them and each one will use 4 algorithms.

The topologies are:

- Topology V.1: contains a group of controllers that work as main and backup but they work in a redundant like way and that's by giving a priority number to each controller and the controller with the less priority number will be the main one and it will be controlling the whole structure and every 10 seconds a copy of the main controller's configuration will be sent to the backup controller or controllers.
- Topology V.2: in this topology the only difference will be by making the group of controllers redundant 100% where there is no priority number and the group of controllers work as a whole like one entity.
- Topology V.3: it will be a mix of both topologies so, we will have also a cluster of controllers where their will be main controllers and each one of them will have its own backup controller. We'll apply the rules of topology version 1 in the relationship between the main and backup controllers, and the 2nd topology rules will be applied in the relationship between main controllers.

The algorithms are:

- HYDRA: distributed controller system, where the backup controller takes lead directly in case of a DDoS or DoS attack there will be a botnet in the proposed framework regardless of the topology used and after blocking the IP of the attacker and the infected controller we'll counter attack the attackers resource IP while all controllers in the topology will be alerted of an attack and the a new controller will be directly elected as the main controlling entity so, the attack of the attacker even if it was able to infect the main controller, it will trigger an alert in the environment so, the attacker will now lose the opportunity to continue the attack not just because his IP will be blocked but also because the environment will have a whole new main controller that was backup previously and hence comes the HYDRA-like behavior.
- VPN: since Virtual private networking provides tunneling between two endpoints, we'll use VPN to create a point to point tunneling between every 2 controllers; because VPN provides a high level of security so, in case of an attack or attempt to break the connection or the tunnel, the connection will be disconnected directly and that will alert the whole network of an attack but, in case if the attacker was able to infiltrate the VPN tunneling then, we will use the next algorithm which is RSA.
- RSA: inside the tunneling connection we'll use the public key RSA algorithm to exchange the keys of connection to start a connection session and of course that's beside the IPsec algorithm used in VPN.
- Blockchain: blockchain is a promising technology and most people would know it from its biggest participation in information technology which is cryptocurrency. Our proposed algorithm uses blockchain technology to create blocks of hashes between controllers to authenticate and validate the connection between controllers.

The previous topologies and algorithms will be used not just to defend controllers hence defending the SDN environment but also, to secure the connection between the controllers.

## Conclusion

- SDN provides Abstraction for layers and infrastructure.
- SDN is the new era of technology and it could be used for developing other fields of technology and SDN itself enhances network security by itself and by using other technologies for that purpose.
- It is a new technology so, it's still has some security issues despite that SDN itself was developed as a kind of security solution for networks.
- Blockchain could be used as a way for securing the SDN environment.

- SDN Provides freedom and independence from vendor-constrained software and hardware by developing our own apps for our own needs and by creating open projects like the open network foundation (ONF).
- SDN provides programmability and virtual environment using NFV which is both cost and resource effective

## References

1. Wani A., Revathi S., Analyzing Threats of IoT Networks Using SDN Based Intrusion Detection System (SDIoT-IDS), Crescent B. S. Abdur Rahman University, Vandalur, Chennai 600048, India, ISSUE 2018, Journal of Cryptology, 7-pages.
2. Zakaria Bawany N., A. Shamsi J., Salah K., DDoS Attack Detection and Mitigation Using SDN: Methods, Practices, and Solutions, King Fahd University of Petroleum & Minerals, ISSUE 2017, Journal of Cryptology, 17-pages.
3. Anyi Liu, Jim X. Chen, Harry Wechsler, Real-Time Timing Channel Detection in a Software-Defined Networking Virtual Environment, Department of Computer Science, Indiana University—Purdue University Fort Wayne, Fort Wayne, USA, ISSUE 2015, Journal of information security ,20-pages.
4. Burhan Al-Shaikhli A., Ceken C., Al-Hubaishi M., WSANFlow: An Interface Protocol Between SDN Controller and End Devices for SDN-Oriented WSAN, Department of Computer and Information Engineering, Institute of Natural Sciences, University of Sakarya, 54187 Sakarya, Turkey, ISSUE 2018, Journal of Cryptology, 19-pages.
5. [https://www.slideshare.net/martin\\_casado/sdn-abstractions](https://www.slideshare.net/martin_casado/sdn-abstractions) [online][accessed: 04.03.2019].

# MECANISME ȘI PROTOCOALE DE PROTECȚIA INFORMAȚIEI ÎN REȚELE ȘI SISTEME INFORMAȚIONALE

Claudia HLOPEANICOV

Academia Militară a Forțelor Armate „Alexandru cel Bun” mun. Chișinău, Republica Moldova

**Rezumat:** Investigarea protocoalelor de securitate a informațiilor în rețele și sisteme informaționale reprezintă principalele tipuri de amenințări privind clasificarea încălcărilor ale securității care decurg din utilizarea rețelelor de calculatoare. Consider ca mecanismele, serviciile și opțiunile de bază pentru implementarea sistemelor de criptare sunt tipuri pentru a asigura autentificarea, integritatea și confidențialitatea informațiilor transmise. Tendințele prospective în dezvoltarea transformărilor criptografice sunt determinate și analizate pentru a asigura protecția informațiilor în rețelele și sistemele informaționale.

**Cuvinte cheie:** securitatea informațiilor, criptografie conversii, confidențialitate, autentificare, integritate algoritmi de criptare a integrității datelor.

Metodele de protecție a informațiilor se dezvoltă dinamic, devin mai complexe și se dezvoltă treptat într-o industrie separată a tehnologiilor informaționale și comunicațiilor. Pentru protecția informațiilor cu acces limitat sunt folosite diferite instrumente criptografice. Scopul articolului este de a studia protocoalele și mecanismele de protecție a informațiilor în sistemele și rețelele informaționale, analizând direcțiile promițătoare pentru dezvoltarea transformărilor criptografice pentru a asigura confidențialitatea, autentificarea și integritatea informațiilor.

Problema protejării rețelelor de calculatoare împotriva accesului neautorizat a devenit deosebit de acută. Dezvoltarea tehnologiilor de comunicare permite construirea arhitecturii rețelelor informaționale distribuită care unesc un număr mare de segmente situate la o distanță considerabilă una de cealaltă. Toate acestea determină o creștere a numărului de noduri de rețele și numărul de diferite căi de comunicare între ei, care, la rândul său, crește riscul de conectare neautorizată la rețea și accesul la informații importante. O astfel de perspectivă poate fi deosebit de nefavorabilă pentru structurile de stat sau militare care dețin informații secrete de stat sau de orice altă natură. În acest caz, sunt necesare instrumente speciale pentru a identifica utilizatorii din rețea, asigurând accesul la informații numai dacă aceștia sunt pe deplin siguri că utilizatorul are drepturi de acces la acesta. În tabelul 1 prezintă principalele tipuri de amenințări la încălcarea securității care decurg din utilizarea rețelelor de calculatoare. Tabel de analiză nr. 1 arată că toate nivelurile modelului de referință ISO/OSI sunt supuse atacului.

Pentru a proteja informațiile în diferite combinații, se utilizează controlul accesului, autorizarea și criptarea informațiilor, suplimentate cu redundanță. Distribuția serviciilor și a mecanismelor de securitate pe niveluri ale modelului de referință al interacțiunii sistemelor deschise (OSI) sunt prezentate în figura 1 [1,2,4].

Tabelul 1 Caracteristicile amenințărilor la adresa încălcării securității.

Indicatori	Riscuri	Urmările
Autentificarea	- falsificarea datelor - încercări ale intrusului să se implice unui utilizator legitim.	- experiență incorectă a utilizatorului. - încrederea în date false.
Integritatea	- schimbarea datelor utilizatorului - schimbarea fluxului de mesaje prin transmiterea	- pierderea datelor informaționale - compromiterea sistemului informațional
Confidențialitatea	- furtul informației păstrat în servere/calculatoare - preluarea informației de configurarea a rețelei	- pierderea datelor - încălcarea secretelor informațiilor.
Refuzul serviciului	- izolarea sistemului prin atacul pe servere DNS - finisarea sesiunii de accesul utilizatorului	- consecințele devastatoare pentru sistem - întârzierea activităților de utilizator

Astfel, se iau și, în considerare mecanismele și serviciile de bază pentru a asigura autentificarea, integritatea și confidențialitatea informațiilor transmise în rețele și sisteme informaționale. Autentificarea asigură faptul că mesajul a provenit efectiv din sursa dorită, precum și protecția față de modificări, întârzieri,



reluarea și reordonarea mesajelor. Pentru a asigura autentificarea, se folosesc algoritmi de criptare, semnătură digitală, coduri de autenticitate a mesajelor (MAC) și funcții de hash. În permanență se pune punctul pe considerarea mecanismelor și protocoalelor care oferă autentificarea mesajelor în detaliu.

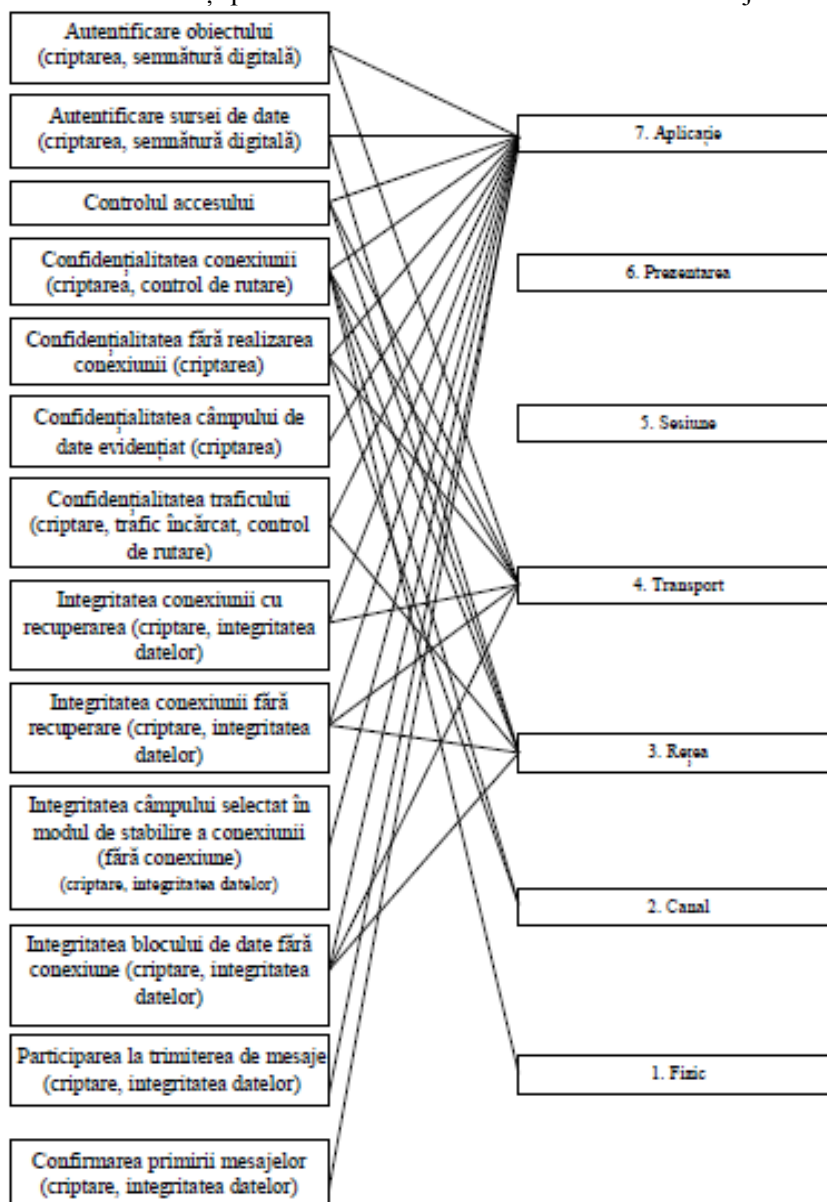


Figura 1 Distribuția serviciilor și a mecanismelor de securitate prin nivelurile modelului de referință ISO/OSI.

Atunci când se utilizează un algoritmi de criptare simetric, se asigură confidențialitatea și un anumit nivel de autentificare. Metodele de criptare asimetrice oferă atât confidențialitatea, cât și autentificarea mesajelor transmise.

Putem vorbi despre trei opțiuni pentru protejarea mesajelor utilizând criptarea asimetrică. Prima opțiune - transferul mesajelor cu cheia publică a unui abonat. Acest lucru asigură confidențialitatea mesajului (numai un abonat poate avea cheia privată), dezavantajul schemei fiind imposibilitatea de a furniza autentificare (orice abonat poate folosi cheia publică a sistemului pentru a se declara sub nume altuia abonat).

A doua opțiune - utilizarea de către un abonat la trimiterea unui mesaj al cheii sale secrete. În acest caz, sunt furnizate autentificarea și semnătura digitală (numai primul abonat are cheia secretă). Dezavantajul schemei este capacitatea oricărui utilizator de a utiliza cheia publică pentru a verifica semnătura.

A treia opțiune este utilizarea de către cel puțin doi abonați a cheilor lor pentru schimbul de mesaje. Acest lucru asigură confidențialitatea, semnătura digitală (deoarece se folosește cheia publică) și autentificarea (deoarece se folosește cheia privată).

Tot odată se pune accentul pe mecanismele de protecție utilizând protocolul de Internet (Internet Protocol), care oferă autentificare, confidențialitate și gestionarea cheilor.

Pentru a proteja schimbul de date în rețelele locale (LAN), rețelele corporative și publice (WAN) și Internetul, se utilizează protocolul IPSec.

Obiectul cheie în mecanismele de autentificare și confidențialitate pentru IP este asociația de securitate, care asigură protecția unilaterală a fluxului de date la nivel de transport și utilizează diferite portocoale: fie protocolul AH (Authentication Header), fie ESP (Encapsulating Security Payload header) antetul de protecție a încărcăturii). Autentificarea în protocoalele AH și ESP se bazează pe utilizarea unui cod de autentificare MAC cu o lungime prestabilită de 96 de biți, iar serviciul de criptare a protocoalelor ESP utilizează algoritmi de criptare : "Triple" DES cu trei chei, RC5, IDEA, "Triple" IDEA cu trei taste, SAST, Blowfish. Protocoalele AH și ESP susțin două moduri de utilizare: transport și tunel. Modul de transport este proiectat pentru a proteja protocoalele de nivel înalt și asigură comunicarea între două noduri informaționale principale (un utilizator și un server sau două stații de lucru). Avantajul modului de transport este acela de a asigura confidențialitatea pentru orice aplicație care utilizează acest mod, ceea ce evită necesitatea implementării funcțiilor de confidențialitate, în fiecare aplicație individuală. Dezavantajul este că utilizarea acestuia nu exclude posibilitatea de a analiza traficul de pachete transmise.

Modul tunel protejează întregul pachet IP și este util în configurarea rețelei, care necesită o metodă de protecție, ca de exemplu un firewall sau un gateway de securitate. Avantajul acestui mod este de a descărca nodurile informaționale rețelei interne de la necesitatea de a cripta datele și de a simplifica procedura de distribuție a cheilor. Dezavantajul este complexitatea analizei fluxului de date către o anumită destinație.

Analiza protocoalelor și a mecanismelor de protecție a arătat că metodele criptografice bazate pe utilizarea algoritmilor de conversie a informațiilor simetrice și asimetrice sunt utilizate pentru a asigura autentificarea, integritatea și confidențialitatea transmisiei de date în rețelele și sisteme informaționale. În același timp, sporirea în continuare a amenințărilor/riscuri indică necesitatea unei abordări integrate pentru a asigura protecția informațiilor transmise.

Metodele criptografice sunt utilizate în mod tradițional pentru a construi mecanisme de securitate. Metodele de criptare simetrice se bazează pe blocuri simple și ușor implementate de permutare a datelor. Metodele de criptografie a cheilor publice se bazează pe utilizarea problemei teoretice și complexe corespunzătoare (factorizare, logaritmă discretă etc.).

Astfel, studiile au arătat că, pentru a asigura protecția datelor transmise în rețele de calculatoare, se folosesc seturi de protocoale de securitate care nu asigură pe deplin confidențialitatea, autentificarea și integritatea datelor.

O direcție promițătoare a soluționării integrate a problemelor de asigurare a indicatorilor necesari este utilizarea protocoalelor și a mecanismelor de protecție a schemelor teoretice și codurilor pe codurile de bloc algebrice.

## Bibilografie

1. Горбенко И.Д., Потий А.В., Терещенко П.И. Ре-комендации международных стандартов по оценке без-опасности информационных технологий // Мат-лы тре-тней международн. научно-практич. конф. "Безопас-ность информации в информационно-телекоммуника-ционных системах" – К., 2000.-pag. 150-160.
2. Бондаренко М.Ф., Черных С.П., Горбенко И.Д., Замула А.А., Ткач А.А. Методологические основы концеп-ции и политики безопасности информационных техноло-гий // Радиотехника. – 2001. – Вып.119. – pag. 5-17.
3. Горбенко И.Д., Потий А.В., Терещенко П.И. Критерии и методология оценки безопасности информа-ционных технологий // Радиотехника.
4. Стасєв Ю.В., Кузнецов О.О., Корольов Р.В. Аналіз існуючих послуг і механізмів захисту інформації // Системи озброєння і військова техніка. – Х.: ХУ ПС. – 2006.– 4(8) – pag. 81-87.
5. Garfinkel,S., and Spafford, G. Web Security & Commerce. Cambridge, MA: CTReilly fnd Associates, 1997.
6. Кузнецов А.А., Евсеев С.П. Разработка теоре-тико-кодовых схем с использованием эллиптических ко-дов // Системи обробки інформації. – Х.: ХВУ, 2004. – Вип. 5. – pag. 127-132.

# PIPE PLUGIN FOR HYBRID PETRI NETS VISUAL SIMULATION OF WIRELESS SENSOR NETWORKS

Andrei FURTUNA

Technical University of Moldova

**Abstract:** This paper presents an overview of proposed plugin for adding feature of modeling hybrid petri nets for Platform-Independent Petri Net Editor (PIPE), an open-source tool that supports the design and analysis of Generalized Stochastic Petri Net (GSPN) models. Petri nets are a widely used formalism for the analysis of concurrent systems and as such there are a lot of existing tools which allow users to edit, animate and analyze a range of Petri net classes. PIPE 's extensible design enables developers to add functionality via pluggable analysis modules. It also acts as a front-end for a parallel and distributed performance evaluation environment.

**Keywords:** Wireless sensor networks (WSN), hybrid Petri Nets, computer system.

## Introduction

We can see that latest trends in wireless sensor networks (WSN) has touched a wide range of applications of WSNs in military sensing, traffic surveillance, target tracking, environment monitoring, healthcare monitoring, and so on. Here we describe such type advances in WSN and their applications in various fields.

Topology control is one of the fundamental problems in WSNs. It has great importance for prolong lifetime, reducing radio interference, increasing the efficiency of media access control protocols and routing protocols. It also ensures the quality of connectivity & coverage and increase in the network service as well. A significant progress in research can be seen in WSNs topology control. Many topology control algorithms have been developed till date, but problems such as lack of definite and practical algorithm, lack of efficient measurement of network performance and idealness of mathematical model still exist. [1][2]

For modeling and simulating a WSN topology it can be used different tools and formal languages, we have chosen to use Petri Nets (PN) which are a well-accepted formalism for modelling concurrent and distributed systems in various application areas: workflow management, embedded systems, production systems, WSN and traffic control are but a few examples. The main advantages of PNs are their graphical notation, their simple semantics, and the rich theory for analyzing their behaviour.

Performance verification and evaluation are some of techniques widely used to design and analyze different distributed systems and hybrid applications with discrete-continuous processes [3]. Using this techniques design, gaps can be identified at the beginning stage [4, 5, 6, 7]. Thus these problems can be eliminated earlier, and troubleshooting, maintenance and maintenance costs can be significantly reduced.

In spite of their graphical nature, getting an understanding of a complex system just from studying the Petri net model itself is quite hard – if not impossible. In particular, this applies to experts from some application area who, typically, are not experts in PNs. [8]

Platform-Independent Petri Net Editor (PIPE) is a Java-based tool for the construction and analysis of Generalised Stochastic PN (GSPN) models. PIPE began life in 2002/3 as a postgraduate team programming project in the Department of Computing at Imperial College London and has been steadily improved through a number of successive versions, implemented by students at Imperial College London and with input from industry (particularly Intelligent Automation, Inc.) In addition, a branched version with significant improvements to different aspects of functionality (e.g. the addition of inhibitor arcs and fixed-capacity places, and an experimental framework) has also been implemented at the Universitat de les Illes Balears. [9]

In this paper we propose to add the feature for modeling hybrid PNs (HPN) in the above mentioned software. This will facilitate the analysis and visualization of further work in domain of Wireless Sensor Networks, which is one of the top trends from last decades.

In Section 2 we briefly introduce the definition of HPNs. Then we proceed, in Section 3, to present the PIPE tool and the way of adding new functionality from software view. Last, the 4<sup>th</sup> section is reserved for conclusions and possible future work.

## 1. Hybrid Petri Nets

The theory of PNs has its origin in C.A. Petri's dissertation "Communication with Automata", submitted in 1962. PNs are used as describing formalism in a wide range of application fields. They offer

formal graphical description possibilities for modeling systems consisting of concurrent processes. PNs extend the automata theory by aspects like concurrency and synchronization.

In the past, there were applications of HPNs described in many cases but essentially, they were concentrated on the fields of process control and automation. In the following we demonstrate the possibilities of using HPNs to model wireless sensor networks infrastructure, which is an embedded hybrid systems. The used PN class of Hybrid Dynamic Nets (HDN) and its object oriented extension is described in [10] and [11]. This class is derived from the above-mentioned approach of David and Alla [12] and defines the firing speed as function of the marking from the continuous net places.

Continuous PNs are particularly suitable for modeling flows: liquid flow, data flows (suitable for WSN), continuous production of a machine. However, a flow may be suddenly interrupted: closing a valve or machine breakdown for example. This is equivalent to suddenly having another continuous PN. This situation can be modeled by a HPN containing continuous places and transitions (**C-places and C-transitions**) and discrete places and transitions (**D-places and D-transitions**). In addition, in a HPN, a discrete marking may be converted into a continuous marking and vice-versa. The marking of a C-place is represented by a real number, whose unit is called a mark, and the marking of a D-place is represented by dots, called *tokens* (or *marks* when a common word is useful).

In Figure 1 is represented an example of HPN, where transition **t1** is enabled only if there is at least one token in **p1**.

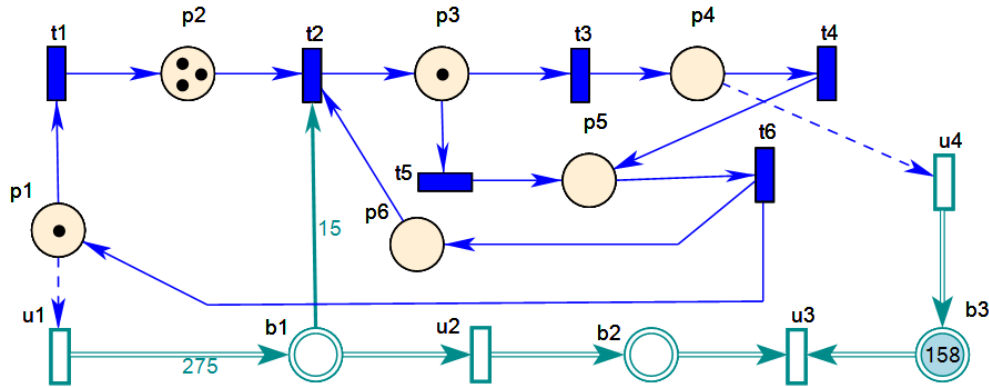


Figure 1 Example of Hybrid petri net.

Discrete part			Continuous part		
<b>D-Place</b>	Immediate transition	Normal arc 	<b>C-Place</b>	Continuous transition	Fluid arc 
Tokens	Timed transition	Test arc 	Fluid		Normal arc 
					Test arc 

Same convention is used in the Rewriting Hybrid Petri Net tool developed by UTM under the guidance of Dr. Guțuleac Emilian.

The formal definition described in continuation is same as in [12] which is considered to be one of wide used formalization of Petri Nets.

#### Formal Definition [12]

A marked **autonomous hybrid Petri net** is a sextuple  $R = \langle P, T, Pre, Post, m_0, h \rangle$  fulfilling the following conditions:

$P = \{P_1, P_2, \dots, P_n\}$  is a finite, not empty, set of places;

$T = \{T_1, T_2, \dots, T_m\}$  is a finite, not empty, set of transitions;

$P \cap T = \emptyset$ , i.e. the sets  $P$  and  $T$  are disjoint;

$h: P \cup T \rightarrow \{D, C\}$ , called "hybrid function", indicates for every node whether it is a discrete node (sets  $P^D$  and  $T^D$ ) or a continuous one (sets  $P^C$  and  $T^C$ );

$Pre: P \times T \rightarrow Q_+$  or  $N$  is the input incidence application;

$Post: P \times T \rightarrow Q_+$  or  $N$  is the output incidence application;

$m_0: P \rightarrow R_+$  or  $N$  is the initial marking

In the definitions of  $Pre, Post$ , and  $m_0, N$  corresponds to the case where  $P_i \in P^D$ , and  $Q_+$  or  $R_+$  corresponds to  $P_i \in P^C$ .  $Pre$  and  $Post$  functions must meet the following criterion: if  $P_i$  and  $T_j$  are such that  $P_i \in P^D$  and  $T_i \in T^D$ , then  $Pre(P_i, T_j) = Post(P_i, T_j)$  must be verified.

As for a discrete or a continuous PN, the structure (implying the incidence matrix) is defined by the quadruple  $\langle P, T, Pre, Post \rangle$ . An *unmarked hybrid PN* is a 5-tuple  $Q = \langle P, T, Pre, Post, h \rangle$ , i.e., in addition to the structure, the nature of each node (discrete or continuous) is specified in  $Q$ .

The last condition states that an arc must join a C-transition to a D-place as soon as a reciprocal arc exists. This ensures marking of D-places to be an integer whatever evolution occurs.

### Definition 2.

A **discrete transition** in a hybrid PN is **enabled** if each place  $P_i$  in  ${}^*T_j$  meets the condition (as for a discrete PN):

$$m(P_i) = Pre(P_i, T_j).$$

### Definition 3.

A **continuous transition** in a hybrid PN is **enabled** if each place  $P_i$  in  ${}^*T_j$  meets the condition (as for a discrete PN):

$$\begin{cases} m(P_i) \geq Pre(P_i, T_j), & \text{if } P_i \text{ is a D-place} \\ m(P_i) > 0, & \text{if } P_i \text{ is a C-place} \end{cases}$$

## 2. PIPE modelling software

Models are drawn on a canvas using components from a drawing toolbar including places, transitions, arcs and tokens Figure 2. Nets of arbitrary complexity can be drawn and annotated with additional user information. Besides basic model design functionality, the designer interface provides features such as zoom, export, tabbed editing and animation. The animation mode is particularly useful for aiding users in the intuitive verification of the behaviour of their models. PIPE uses the Petri Net Markup Language (PNML) [13] as its file format, which permits interoperability with other Petri net tools including P3 [14], WoPeD [15] and Woflan [16] and the models are saved into XML files [9].

Central to the architecture of PIPE is its support for modules, which allow its functionality to be extended at runtime with user-implemented code. PIPE comes equipped with a number of specialized analysis modules that perform structural and performance-related analyses on PN models. A panel to the left of the canvas enables users to access these modules.

In Figure 3.1 it can be seen the famous problem of “dinning philosophers” designed in PIPE tool using Petri Net modeling language. This tool permits to simulate and to evaluate the model.

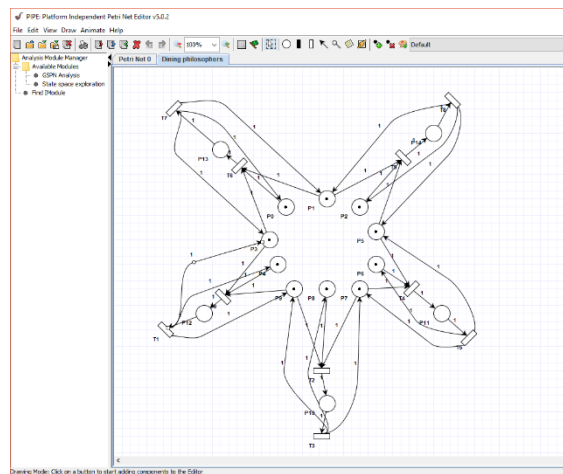


Figure 2. PIPE design interface.

The project is maintained in programming language Java 8, and has a wide community of users. The source code of the project are present on GitHub versioning server [17]. For project building automation is used Maven [18] which permits to add easily a new module (in our case – the proposed plugin).

## Conclusion

The feature of modeling HPNs, brings PIPE simulation and evaluation tool to a larger space of problems. One of them are flows and WSN which we propose to evaluate. We are currently implementing and testing this plugin. Future work on this subject can be, graphical representation of analysis, in form of graphs.

## References

1. Gupta, Dr. Deepti. "Wireless Sensor Networks 'Future trends and Latest Research Challenges'." ISSN: 2278-8735, pp. 41-46, (2015).
2. Yang, Yuanyuan & Wang, Cong & Li, Ji. Wireless Rechargeable Sensor Networks - Current Status and Future Trends. Journal of Communications. 10. 696-706. 10.12720/jcm.10.9.696-706, (2015).
3. Guțuleac E., Zaporojan S., Țurcanu I., Furtuna A. „Analiza Performanțelor Sistemelor de Calcul prin Rețele Petri Hibride Stocastice Aproximativ Agregate”, ISBN 978-9975-45-540-4, pp. 271-275, (2018).
4. A.T. Belmansour, M. Nourelfath, "An aggregation method for performance evaluation of a tandem homogenous production line with machines having multiple failure modes," Reliability Eng.and System Safety, Vol 95, No 11, pp. 1193-1201, (2010).
5. R. Bierbooms, I. Adan, M. Vuuren, "Approximate performance analysis of production lines with continuous material flows and finite buffers," Stochastic Models, 29, pp. 1–30, (2013).
6. E. Guțuleac, "Descriptive compositional HSPN modeling of computer systems," Annals of the University of Craiova, România, Series: Atomation, Computers, Electronics and Mechatronics, Vol. 3(30), No.2, pp. 82-87, (2006).
7. E. Guțuleac, Evaluarea performanțelor sistemelor de calcul prin rețele Petri stocastice. Ed. „Tehnica-Info”, Chișinău, - 276 p, (2004)
8. Hummel, Thorsten & Fengler, Wolfgang & Adamski, Marian & Karatkevich, Andrei & Wegrzyn, Marek. Design of Embedded Control Systems Using Hybrid Petri Nets. 10.1007/0-387-28327-7\_12, (2005).
9. J. Dingle, Nicholas & J. Knottenbelt, William & Suto, Tamas. PIPE2: A tool for the performance evaluation of generalised stochastic Petri Nets. SIGMETRICS Performance Evaluation Review. 36. 34-39, (2009).
10. Drath, R.: Modeling Hybrid Systems Based on Modified Petri Nets. PhD Thesis, TU Ilmenau, (1999)
11. Drath, R.: Hybrid Object Nets: An Object-oriented Concept for Modeling Complex Hybrid Systems. In: Hybrid Dynamical Systems. Third International Conference on Automation of Mixed Processes, ADPM'98, Reims, (1998).
12. Alla, H., David, R., Le Bail, J.: Hybrid Petri nets. Proceedings of the European Control Conference, Grenoble, (1991)
13. The Petri Net Markup Language – <http://www2.informatik.hu-berlin.de/top/pnml/>.
14. D. Gasevic and V. Devedzic, "Software support for teaching Petri nets: P3," Proceedings 3rd IEEE International Conference on Advanced Technologies, Athens, Greece, pp. 300-301, doi: 10.1109/ICALT.2003.1215093, (2003).
15. WoPeD: Workflow Petri Net. Designer – <http://www.woped.org/>.
16. H. Verbeek and W. van der Aalst, "Woflan 2.0: A Petri-net-based workflow diagnosis tool," in Proc. 21<sup>st</sup> International Conference on Application and Theory of Petri Nets (ICATPN'00), vol. LNCS 1825. Springer, pp. 475–484, (2000).
17. PIPE source code - <https://github.com/sarahtattersall/PIPE> .
18. Apache Maven automation build tool - <https://maven.apache.org/> .

# SISTEM MULTI-AGENT IN BAZA MODELELOR DE CALCUL COLECTIV

Ana NISTIRIUC, Ana ȚURCAN, Sergiu DILEVSCHI,  
Ghenadie SAFONOV, Andrei DUBOVOI

Universitatea Tehnică a Moldovei, R. Moldova

**Abstract:** În lucrarea de față sunt prezentate rezultatele cercetărilor efectuate în scopul identificării unui model de calcul colectiv pentru sistemele multi-agent. Conceptul de calcul colectiv se bazează pe algoritmul de optimizare oferit de coloniile de furnici. Pasul următor efectuat de agent este calculat în rezultatul analizei pașilor efectuați de restul agenților. Rolul de feromoni în algoritmul de optimizare îl joacă gradientul maximal al direcției de deplasare pentru a se atinge valoarea optimală.

**Cuvinte cheie:** Sistem multi-agent, calcul colectiv, decizii colective, comunicare, swarm intelligence, ant colony optimization algorithms.

## Introducere

Un sistem multi-agent poate fi definit ca un set de procese de calcul care activează în același timp, pe mai multe diapozitive sau utilizează aceleași resurse și comunică între ele, pentru a soluționa o problemă complexă. Problema majoră aparentă în sistemele multi-agent este sincronizarea deciziilor și analiza de convergență a acestora spre o decizie optimală pentru toți agenții [1,2].

Aplicarea unui sistem multi-agent este specific pentru sistemele inteligente în care rezolvarea problemei complexe se reduce la împărțirea cunoștințelor între mai mulți agenți unde fiecare dintre ei activează independent comunicând prin mesaje cu alți agenți.

Domeniul de aplicare a sistemelor multi-agent este foarte vast. Ca exemplu, pot fi menționate, procese tehnologice și de producere, procese ecologice și sociale, etc.

Noțiunea de Calculul colectiv (Swarm Intelligence) [3,4,5] este specifică și pentru sistemele multi-agent. Modelele de Inteligență Colectivă (Swarm Intelligence) sunt inspirate din comportamentul de roi naturale. Până la moment sunt cunoscute diferite modele aplicate cu succes în multe domenii ale științei și tehnicii, precum: optimizarea în baza coloniilor de furnici (Ant Colony Optimization); optimizarea în baza roiului de albine, etc.

Scopul cercetărilor efectuate este identificarea unui sistem de calcul colectiv (Swarm Intelligence) pentru optimizarea deciziilor într-un sistem multi-agent în scopul atingerii unui profit maximal.

## 1. Optimizarea în baza modelelor de colonii de furnici

La baza acestui algoritm se află comportamentul coloniilor de furnici care prin comunicare identifică calea cea mai eficientă sau optimală [6]. Direcția de deplasare este determinată din modelul probabilistic definit prin formula (1):

$$P_i = \frac{l_i^q \cdot f_i^p}{\sum_{k=0}^K (l_k^q \cdot f_k^p)}, \quad (1)$$

unde:  $P_i$  - probabilitatea de deplasare în direcția  $i$ ;

$l_i$  - complexitatea direcției de deplasare  $i$ ;

$f_i$  - cantitatea de feromoni pe direcția de deplasare  $i$ ;

$q$  - complexitatea algoritmică;

$p$  - credibilitatea algoritmică de deplasare în direcția  $i$ ;

$q + p = 1$ .

Pentru sistemul multi-agent valoarea  $P_i$  va determina probabilitatea deciziei de deplasare în direcția  $i$  a agentului pentru a atinge valoarea optimală definită de funcția de calitate sau optimizare.

## 2. Modelul sistemului multi-agent

Un agent prezintă o colecție de elemente funcționale care efectuează o mulțime de operații specifice algoritmului de funcționare. Dinamica comportării unui agent este definită prin modelul matematic (2):



$$A_n(T) = g_n(A^N(T-1), P_n), \forall n = \overline{1, N}, \quad (2)$$

unde:  $A^N(T-1)$  - starea precedentă a tuturor agenților implicați în luarea deciziilor,  $\forall n = \overline{1, N}$ ;  $P_n^K$  - mulțimea de probabilități de deplasare a agentului  $n$  în direcția  $i, \forall i = \overline{1, K}$  pentru a atinge valoarea optimală;  $g_n$  - funcție de calcul;  $A_n(T)$  - starea curentă evaluată pentru agentul  $n$ . Pentru ași atinge scopul agentul  $n$  efectuează activități calculate din expresia (3):

$$\Delta U_n(T) = \varphi_n(A_n(T), A_n(T-1)), \quad (3)$$

unde:  $\Delta U_n(T)$  - activitatea agentului  $n$  pentru a atinge valoarea optimală, și  $\varphi_n$  - funcția de calcul a acestei activități.

### 3. Structura sistemului multi-agent

În Figura 1 este prezentată structura sistemului multi-agent care activează în baza modelelor de calcul colectiv. Structura include: mulțimea de agenți; mediul de comunicare **COM**; vectorii ce determina direcția de deplasare  $U$  obținuți în rezultatul procesării valorilor  $P_i$ ; valoarea optimală.

Rolul de feromoni în expresia (1) este identificat de gradientul maximal al direcției de deplasare pentru atingerea valorii optimale.

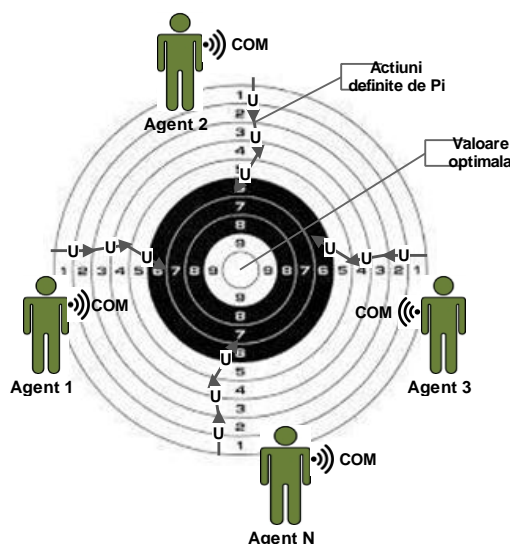


Figura 1. Structura sistemului multi-agent.

### Mențiuni

Cercetările prezentate în lucrare fac parte din tematica tezelor de doctorat planificate în cadrul Departamentului Informatica și Ingineria Sistemelor, FCIM, UTM. Modelarea și testarea funcțională s-a efectuat în baza dispozitivelor oferite de Centrul de Creativitate Tehnică „HARD & SOFT” din cadrul FCIM.

### Bibliografie

1. Ferber, J. *Multi-Agent Systems : an Introduction to Distributed Artificial Intelligence*. Reading, MA, Addison-Wesley, 1999.
2. Weiss, G. *Multi-agent Systems : a Modern Approach to Distributed Artificial Intelligence*, MIT Press, 1999.
3. Миллер, П. Роевой интеллект: Муравьи, пчелы и птицы способны многому нас научить. // National Geographic. Россия. — 2007. — № 8. — С. 88—107.
4. Beni G., Wang J. *Swarm Intelligence in Cellular Robotic Systems*. In: Dario P., Sandini G., Aebischer P. (eds) *Robots and Biological Systems: Towards a New Bionics?*. NATO ASI Series (Series F: Computer and Systems Sciences), vol. 102. Springer, Berlin, Heidelberg. 1993. pp. 703-711.
5. Ritika Arora, Neha Arora. *Swarm Intelligence*. Biz and Bytes, Vol. 7. Issue: 1, 2016. pp. 89-95. ISSN: 2320 897X.
6. Inés Alaya. *Ant Colony Optimization for Multi-objective Optimization Problems*, in *Proceedings of the 19th IEEE International Conference on Tools with Artificial Intelligence*, pp. 450-457, 2007.



# MODELAREA REȚELELOR INFORMAȚIONALE CU TRAFIC LIMITAT DE TRANSFER DATE

Dimitrie BORDIAN, Ana ȚURCAN, Mariana OȘOVSCI  
Nionil ROȘCA, Iulian LUNGU

Universitatea Tehnică a Moldovei

**Abstract:** În lucrarea de față sunt prezentate rezultatele modelării rețelelor informaționale care asigură un trafic limitat de transfer date. Aceste modele sunt caracteristice pentru rețelele de senzori care dispun de resurse limitate de stocare, procesare și comunicare. Modelul rețelelor informaționale este prezentat în formă de rețele Petri temporizate în care fiecare nod este definit ca un obiect cu date și metode de procesare a acestora.

**Cuvinte cheie:** Modelare, rețele informaționale, trafic limitat de comunicare, rețele Petri temporizate, obiect, ESP8266, NodeMCU.

## Introducere

Procesul de transfer de date într-un sistem informațional constituie factorul decisiv în calitatea și corectitudinea funcționării acestuia. Este evident faptul că canalele de transfer de date dispun de parametri limitați în ceea ce privește volumul de date pe unitatea de măsură. Un interes deosebit în acest domeniu îl constituie rețelele de senzori care dispun și de resurse limitate de stocare, și de procesare, și de comunicare.

Analiza și modelarea parametrică a acestor sisteme permite reducerea considerabilă a cheltuielilor în procesul de proiectare și implementare [1], respectându-se parametrii de calitate a datelor (cantitatea de date pierdute și probabilitatea ca un pachet să atingă punctul de destinație). La baza acestor modele se află sistemele de așteptare marcoviene care asigură aparatul matematic de calcul al probabilității de pierdere a datelor sau de atingere a punctului de destinație [1,2].

## 1. Definirea Obiectelor în baza modelelor de rețele Petri temporizate

Rețelele Petri reprezintă una din metodele de bază în modelarea sistemelor de calcul distribuite cu procesare concurentă a datelor [3,4].

O rețea Petri  $PN = (P, T, F, M_0)$  este un 4-tuplu, unde:

- $P = \{p_i, \forall i = \overline{1, N}\}$  este o mulțime finită și nevidă de locații;
- $T = \{t_j, \forall j = \overline{1, L}\}$  este o mulțime finită și nevidă de tranziții;
- $F \subseteq (P \times T) \cup (T \times P)$  este o mulțime de arce de conectare a locațiilor cu tranzițiile și a tranzițiilor cu locațiile;
- $M_0$  este marcajul inițial al rețelei.

Comportamentul dinamic al rețelei Petri este definit de regulile de declanșare a tranzițiilor și marcajul locațiilor în fiecare moment de timp [3,4,8].

O rețea Petri cu tranziții temporizate este un cuplu de forma  $TPN = (PN, \theta)$ , unde  $\theta$  este un set de funcții care atribuie fiecărei tranziții un timp de întârziere [5,8]:  $\theta: T \rightarrow \mathbb{R}^+, \tau_j = \theta(t_j)$ .

Pentru modelarea rețelelor informaționale cu trafic limitat de transfer date sunt necesare trei tipuri de **Obiecte** elaborate în baza modelelor de rețele Petri temporizate  $(O^{TPN} = \{O_{DG}^{TPN}, O_{DS}^{TPN}, O_{DC}^{TPN}\})$ . Un **Obiect** este considerat un cuplu format dintr-o mulțime de date și metode de procesare a acestora:

$O_{DG}^{TPN}$  - obiect generator de date, este prezentat în Figura 1.a), unde:  $t1$  - tranziție temporizată care determină intervalul de timp  $\tau_{DG}$  de generare a datelor,  $t2$  - tranziție pentru validarea transmiterii datelor în rețeaua de comunicare,  $p1$  - locație care indică prezența datelor pentru transmiterea acestora în rețeaua de comunicare;

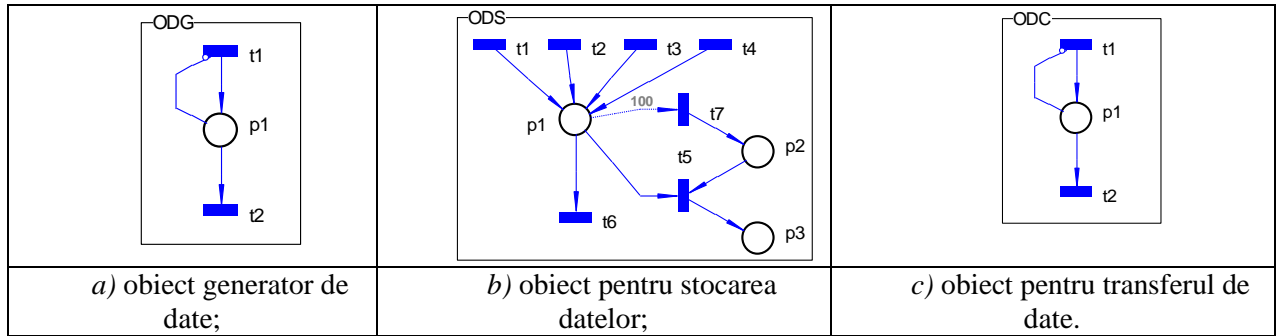


Fig. 1. Obiecte pentru modelarea rețelelor informaționale.

$O_{DS}^{TPN}$  - obiect pentru stocarea datelor, este prezentat în Figura 1.b), unde: **t1, t2, t3, t4** - tranziții temporizate care validează primirea datelor pentru transmiterea acestora în canalul de comunicare, **t6** - tranziție temporizată care determină intervalele de timp  $\tau_{DS}$  pentru transmiterea unui pachet de date în rețeaua de comunicare, **t7** - tranziție pentru monitorizarea bufer-ului de date, dacă cantitatea de date stocate este mai mare de 100, are loc eliminarea datelor din memoria de stocare, **t5** - tranziție care monitorizează descărcarea bufer-ului de date, **p1** - locație care modelează cantitatea de date stocate în bufer-ul de date, **p2** - locației care indică că bufer-ul de date este supraîncărcat și necesită eliminare parțială a datelor din acesta, **p3** - poziție care monitorizează numărul de pachete de date pierdute în rezultatul suprasolicitării bufer-ului de date;

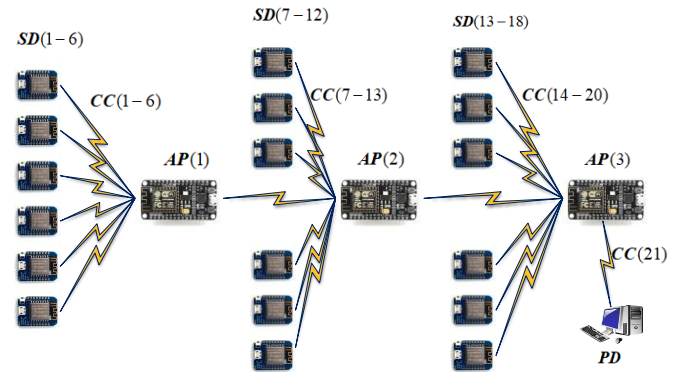


Fig. 2. Topologia rețelei modelate.

$O_{DC}^{TPN}$  - obiect pentru transferul de date, este prezentat în Figura 1,c), unde: **t1** - tranziție pentru validarea datelor pentru comunicare; **t2** - tranziție temporizată care determină durata timpului  $\tau_{DC}$  pentru transmiterea unui pachet de date, **p1** - locație care indică starea canalului de transmitere a datelor.

## 2. Structura rețelei informaționale

Pentru modelare s-a selectat o topologie de rețea senzorială (Figura 2), unde: **SD** - sunt surse de date (senzori) elaborate în baza dispozitivelor ESP8266 (WeMos D1 mini WiFi module) ; **CC** - sunt canale de comunicare; **AP** - sunt puncte de acces cu funcții de concentrator elaborate în baza dispozitivelor NodeMCU (ESP-12E) [6]; **PD** - este un centru de stocare și procesare a datelor cu performanțe înalte.

Din topologia rețelei se observă punctele slabe ale acesteia și anume canalele de comunicare amplasate între punctele de acces **AP**.

## 3. Modelul rețelei informaționale în baza rețelelor Petri

Pentru a obține caracteristicile de performanță ale rețelei definită prin topologia din Figura 2 s-a elaborat modelul acesteia în baza rețelelor Petri temporizate. Pentru implementarea rețelei Petri (Figura 3) s-a utilizat mediul de modelare VNP elaborat de membrii catedrei Calculatoare [7].

Rezultatele modelării sunt prezentate în Figura 4.

În model pot fi menționate principalele locații care determină parametrii de performanță: **p7** - cantitatea de date stocată în memoria punctului de acces **AP(1)** (Figura 4, a);

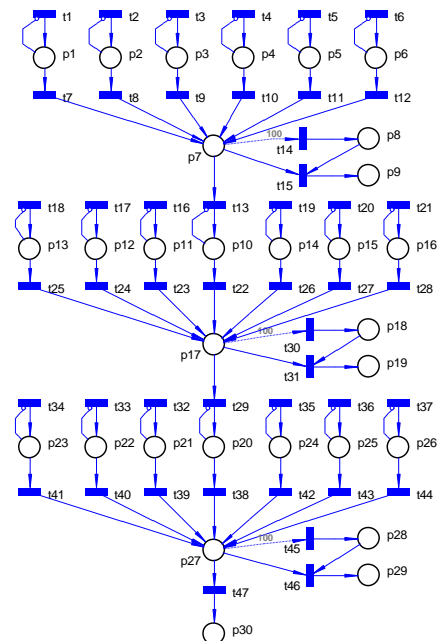


Fig. 3. Modelul rețelei informaționale elaborate în baza rețelei Petri.

$p_9$  - cantitatea de date pierdute din cauza suprasolicitării memoriei punctului de acces  $AP(1)$  (Figura 4, b);  $p_{17}$  - cantitatea de date stocată în memoria punctului de acces  $AP(2)$  (Figura 4, c);  $p_{19}$  - cantitatea de date pierdute din cauza suprasolicitării memoriei punctului de acces  $AP(2)$  (Figura 4, d);  $p_{27}$  - cantitatea de date stocată în memoria punctului de acces  $AP(3)$  (Figura 4, e);  $p_{29}$  - cantitatea de date pierdute din cauza suprasolicitării memoriei punctului de acces  $AP(3)$  (Figura 4, f);  $p_{30}$  - cantitatea de date sosite la punctul de destinație  $PD$  (Figura 4, g).

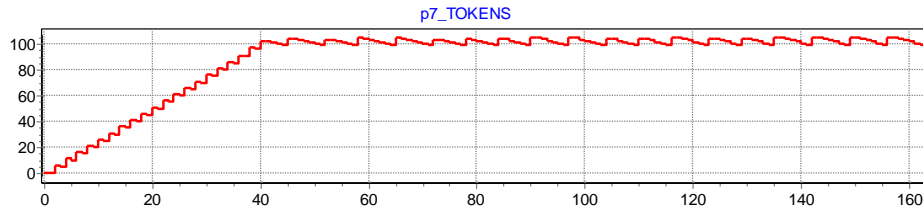


Fig. 4, a) Modelarea memoriei punctului de acces  $AP(1)$ .

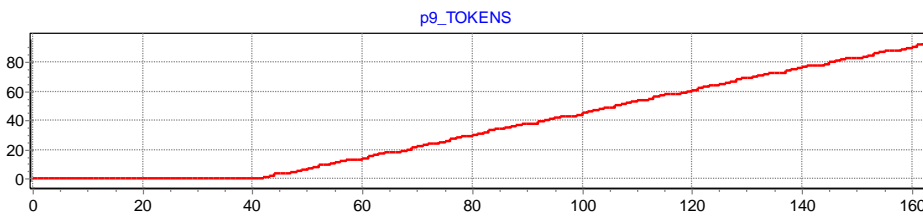


Fig. 4, b) Modelarea datelor pierdute din cauza suprasolicitării memoriei punctului de acces  $AP(1)$ .

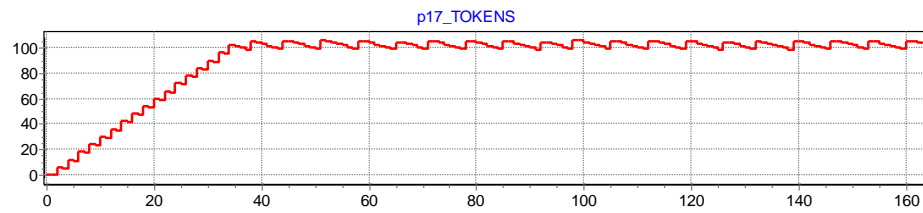


Fig. 4, c) Modelarea memoriei punctului de acces  $AP(2)$ .

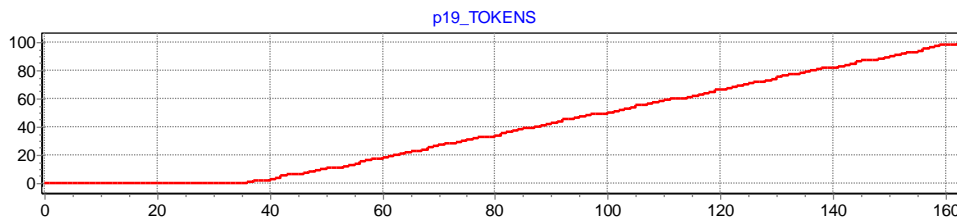


Fig. 4, d) Modelarea datelor pierdute din cauza suprasolicitării memoriei punctului de acces  $AP(2)$ .

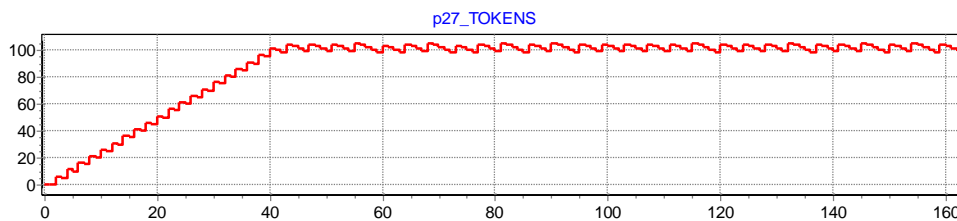


Fig. 4, e) Modelarea memoriei punctului de acces  $AP(3)$ .

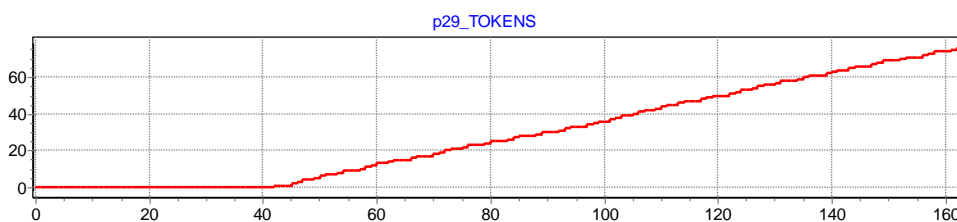


Fig. 4, f) Modelarea datelor pierdute din cauza suprasolicitării memoriei punctului de acces  $AP(3)$ .

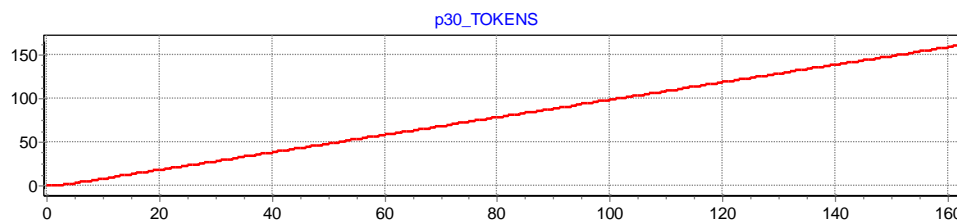


Fig. 4, g) Modelarea cantității de date sosite la punctul de destinație **PD** .

## Concluzii

În rezultatul modelării rețelei informaționale cu trafic limitat de transfer date au fost identificate și confirmate punctele critice ale acesteia. Din grafice se observă: o suprasolicitare a memoriei de stocare a datelor în punctele de acces începînd cu pasul 40, procesul de eliberare a memoriei și transferul acestor date în lista datelor pierdute din cauza limitei canalului de comunicare.

## Mențiuni

Cercetările efectuate fac parte din tematica tezelor de doctorat din cadrul catedrei Calculatoare, DIIS, FCIM, UTM. Modelarea parametrică s-a efectuat în baza mediului Software VPNP oferit de catedra Calculatoare. Rezultatele experimentale și măsurările au fost efectuate în baza dispozitivelor oferite de Centrul Studențesc de Creativitate Tehnică „Hard & Soft” și ORNGE Cafee.

## Bibliografie

1. Башарин, Г.П.; Бочаров, П.П.; Коган, Я.А. *Анализ очередей в вычислительных сетях. Теория и методы расчета*. Москва. Издательство «Наука». Главная редакция физико-математической литературы, 1989, 336с.
2. Guțuleac, E. *Lanțuri și sisteme de așteptare marcoviene: Elemente teoretice și aplicații*. UTM, cat. Calculatoare, Chișinău, 2010, 87p. [Accesat: 12.01.2019, Valabil pe: <http://calc.fcim.utm.md/biblioteca/arhiva/Anul%20II/Semestru%20I/Procese%20Stochastice%20Lanțuri%20Markov%20si%20sisteme%20de%20asteptare.pdf>].
3. Петерсон, Дж. *Теория сетей Петри и моделирование систем*. Пер. с англ. – М.: Мир, 1984. – 264с.
4. Котов, В.Е. *Сети Петри*. – М.: Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1984. – 160с.
5. Păstrăvanu, O.; Matcovschi, M.; Mihulea, C. *Aplicații ale rețelelor Petri în studierea sistemelor cu evenimente discrete*. – Iași: Editura Gheorghe Asachi, 2002. – 256p. ISBN: 973-8292-86-7.
6. ESP8266. [https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/0a-esp8266ex\\_datasheet\\_en.pdf](https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/0a-esp8266ex_datasheet_en.pdf) [Accesat 12.01.2019].
7. Guțuleac, E., Reilean, and A. Boșneaga C. *VPNP - software tool for modeling and performance evaluation using generalized stochastic Petri nets*. In: Proc. of 6<sup>th</sup> International Conference on DAS-2002, Suceava, România, pp. 243-248. 2002.
8. Sudacevschi, V., Ababii, V., Calugari, D., Bordian, D. Time delay evaluation in Printed Circuit Boards based on timed hard petri nets. *Proceedings of the 11-th International Conference on Electromechanical and Power Systems (SIELMEN 2017), 11 October 2017 Iasi / 12-13 October 2017, Chisinau*, pp. 63-65, IEEE Catalog Number: CFP17L58-USB, ISBN: 978-1-5386-1845-5. (Accessible: <http://ieeexplore.ieee.org/document/8123292/>).

# REȚEA DE SENZORI PENTRU GHIDAREA ROBOȚILOR MOBILI

Neonil ROȘCA, Iulian LUNGU, Dimitrie BORDIAN,  
Nichita GONCEAR, Daniel CURMEI, Andrei MIRON

Universitatea Tehnică a Moldovei

**Abstract:** În lucrarea de față s-a proiectat și cercetat o rețea de senzori pentru ghidarea unei mulțimi de roboți mobili în scopul deplasării acestora pe o traiectorie predefinită. Rețeaua de senzori prezintă o mulțime de puncte de referință cu coordonate spațiale fixe și o mulțime de roboți mobili care se deplasează într-un spațiu închis. Toate dispozitivele sunt elaborate în baza modulelor ESP-8266 care permit calculul poziției robotului mobil în baza datelor RSSI. În rezultatul cercetărilor s-a constatat că exactitatea coordonatei poziției robotului mobil este direct proporțională cu numărul de puncte de referință implicate în calculul acesteia.

**Cuvinte cheie:** Robot mobil, rețea de senzori, spațiu închis, Wi-Fi, RSSI, ESP-8266, punct de referință, traseu de deplasare.

## Introducere

Problema ghidării roboților mobili în spații închise devine tot mai actuală. Specificul spațiilor închise este lipsa posibilității de comunicare cu mediul exterior. Aceste restricții impun unele caracteristici de **Autonomie Totală**, unde orice operație de deplasare este calculată în baza resurselor hardware și software limitate prezente în structura robotului. Limitarea resurselor hardware și software sunt condiționate de autonomia energetică și masa mică a acestuia.

Structural un robot mobil este compus din mai multe subsisteme mecanice, un set de senzori, actuatori și o unitate centrală de comandă [1,2,3]. Localizarea robotului, în spațiul de activitate, are loc prin utilizarea diferitor senzori care se bazează pe efecte și fenomene fizice [4].

Scopul acestei lucrări este dezvoltarea unei rețele de senzori care să permită poziționarea și deplasarea unei mulțimi de roboți într-un spațiu închis de activitate utilizându-se doar proprietățile și protocoalele de comunicare Wireless [5].

## 1. Topologia rețelei de senzori

În Figura 1 se prezintă topologia rețelei de senzori pentru poziționarea și deplasarea roboților în spațiul de activitate. Domeniul de activitate al robotului este un spațiu închis definit în sistemul de coordonate **OXY**. Rețeaua de senzori prezintă o mulțime de puncte de referință  $PR_i, i = \overline{1, M}$  amplasate în spațiul de activitate. Fiecare punct de referință dispune de

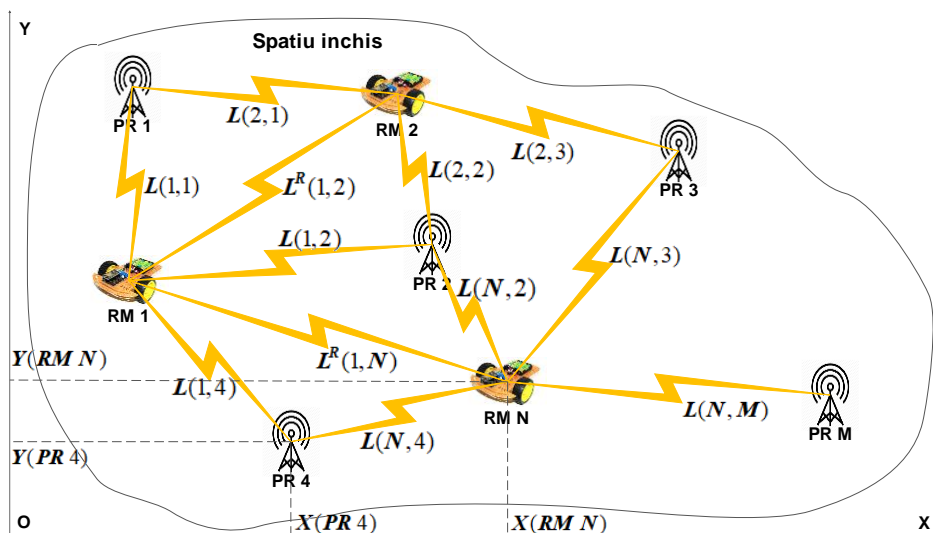


Fig. 1. Topologia rețelei de senzori.

coordonata  $\{X(PR_i), Y(PR_i)\}, \forall i = \overline{1, M}$  de amplasare în sistemul de coordonate **OXY**. Aceste coordonate sunt fixe și sunt definite în procesul proiectării rețelei de senzori. În spațiul de activitate este definită și mulțimea de roboți mobili  $RM_j, j = \overline{1, N}$  cu coordonatele  $\{X(RM_j), Y(RM_j)\}, \forall j = \overline{1, N}$ . Fiecare robot mobil **RM** realizează o conexiune WiFi cu mulțimea de puncte de referință **PR** generând matricea de conexiuni **L** cu dimensiunile  $N * M$  și matricea **L<sup>R</sup>** - conexiuni WiFi dintre roboți cu dimensiunile  $N * N$ :

$$L = \begin{bmatrix} L_{1,1} & L_{1,2} & \dots & L_{1,M} \\ L_{2,1} & L_{2,2} & \dots & L_{2,M} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ L_{N,1} & L_{N,2} & \dots & L_{N,M} \end{bmatrix}, \quad L^R = \begin{bmatrix} L^R_{1,1} & L^R_{1,2} & \dots & L^R_{1,N} \\ L^R_{2,1} & L^R_{2,2} & \dots & L^R_{2,N} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ L^R_{N,1} & L^R_{N,2} & \dots & L^R_{N,N} \end{bmatrix}.$$

## 2. Modelul matematic pentru calculul poziției robotului în spațiu

Poziția robotului  $RM_j, j = \overline{1, N}$  în sistemul de coordonate  $OXY$  este calculată în baza modelului matematic (1). La baza acestui model se află modelul matematic pentru calculul coordonatelor în sistemul GPS [6,7,8]:

$$\begin{cases} \sqrt{(x - x_1)^2 + (y - y_1)^2} = d_1, \\ \sqrt{(x - x_2)^2 + (y - y_2)^2} = d_2, \\ \sqrt{(x - x_3)^2 + (y - y_3)^2} = d_3, \\ \dots \\ \sqrt{(x - x_l)^2 + (y - y_l)^2} = d_l. \end{cases} \quad (1)$$

unde:  $x, y$  - poziția robotului în sistemul de coordonate  $OXY$ ;  $x_l, y_l$  - coordonatele punctelor de referință  $PR_l^j$  implicate în calcul,  $l = 1, 2, \dots, L$ ;  $d_l$  - distanța de la robot până la punctul respectiv de referință care este calculată din expresia (2):

$$P_d = P_0 - 20 * \lg(d_l), \quad (2)$$

unde:  $P_0$  - puterea semnalului de referință (obținut pentru  $d_0 = 1m$ );  $P_d$  - puterea semnalului obținută pentru distanța  $d_l$ .

Puterea semnalului  $P_d$  este obținută din calculele RSSI (*Received Signal Strength Indicator*) efectuate de modulul WiFi [9], în baza formulei Harald Friis [10].

Rezolvarea sistemului de ecuații (1) poate fi realizată sau prin metode clasice iterative, sau prin utilizarea unui model de rețea neuronală prezentată în [11,12], sau rețea reconfigurabilă [13].

## 3. Schema funcțională a robotului mobil

Rețeaua de senzori este proiectată în baza dispozitivelor ESP-8266 [14], care integrează module WiFi cu servicii de calcul a valorii RSSI [15]. Schema funcțională a robotului mobil este prezentată în Figura 2, unde: **WiFi** - modul de comunicare în rețeaua Wireless; **Data** - stocarea datelor (matricele  $L$ ,  $L^R$  și valorile  $d_l$ ); **Data Processing** - algoritmi de procesare a datelor în baza modelelor (1) și (2); **Drv(L), Drv(R)** - drivere pentru comanda cu motoarele **DC(Left), DC(Right)** pentru deplasarea robotului mobil. Direcția de deplasare a robotului mobil este determinată de viteza sau diferența în viteza de rotație  $V_L, V_R$  ale motoarelor **DC(Left), DC(Right)**:

$V_L - V_R = 0$  - deplasare înainte;

$V_L - V_R > 0$  - deplasare cu cotire spre dreapta;

$V_L - V_R < 0$  - deplasare cu cotire spre stânga.

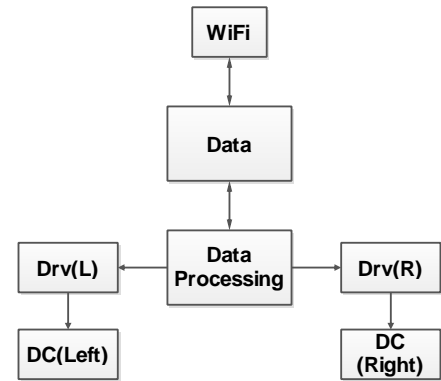


Fig. 2. Schema funcțională a robotului mobil.

#### 4. Implementarea robotului mobil

Rezultatul implementării robotului mobil este prezentat în Figura 3.

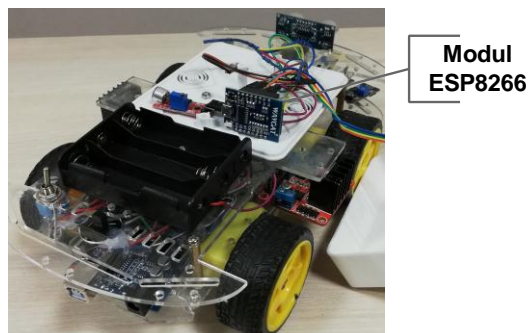


Fig. 3. Implementarea robotului mobil.

#### Mențiuni

Lucrarea de față s-a elaborat în cadrul catedrei Calculatoare, DIIS, FCIM, UTM, și face parte din tematica de creativitate tehnică în domeniul Calculatoare și Rețele, și Robotică și Mecatronică. Testarea funcțională a rețelei de senzori s-a efectuat în baza dispozitivelor oferite de Centrul Studentesc de Creativitate Tehnică „Hard & Soft” și ORANGE Cafee.

#### Bibliografie

1. Armaș, I., *Proiectare în mecatronică și robotică*, Editura AGIR, 2011.
2. Borangiu, T., Dumitrache, A., Anton, F. D., *Programarea roboților*, Editura A.G.I.R., 2010.
3. Călinoiu, C., *Senzori și Traductoare*, Volumul 1, Editura Tehnică, 2009.
4. Castellanos, J.A., Tardós, J.D., *Mobile Robot Localization and Map Building - A Multisensor Fusion Approach*, March 1, 2000.
5. Holger, K., Willig, A., *Protocoale și arhitecturi pentru rețele de senzori wireless*, Editura Matrixrom, 2012.
6. Kevin Monahan, Don Douglass, *GPS Instant Navigation : A Practical Guide from Basics to Advanced Techniques*, Fine Edge Productions, 1998, 315p., ISBN: 0938665480.
7. [https://ro.wikipedia.org/wiki/Global\\_Positioning\\_System](https://ro.wikipedia.org/wiki/Global_Positioning_System) (Accesat: 02.01.2019).
8. <http://www.math.tamu.edu/~dallen/physics/gps/gps.htm> (Accesat: 04.01.2019).
9. [https://en.wikipedia.org/wiki/Received\\_signal\\_strength\\_indication](https://en.wikipedia.org/wiki/Received_signal_strength_indication) (Accesat: 09.01.2019).
10. [https://en.wikipedia.org/wiki/Friis\\_transmission\\_equation](https://en.wikipedia.org/wiki/Friis_transmission_equation) (Accesat: 15.01.2019).
11. Ababii, V., Sudacevschi, V., Bordian, D., Raschipkin, A. Sistem pentru comanda unei colonii de roboți mobili în baza modelelor de rețele neuronale, *Proceedings of the 9th International Conference on Microelectronics and Computer Science & The 6th Conference of Physicists of Moldova, Chișinău, Moldova, October 19-21, 2017*, pp. 288-290, ISBN 978-9975-4264-8-0.
12. Ababii, V., Sudacevschi, V., Sachenko, A., Roshchupkin, A., Maykiv, I. Mobile sensors network for detection of ionizing radiation sources. *Proceeding of the 8th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACA-2015, 24-26 September 2015, Warsaw, Poland*, Vol. 2, pp. 913-917, IEEE Catalog Number: CFP15803-PRT, ISBN: 978-1-4673-8359-2. DOI: 10.1109/IDAACS.2015.7341436, INSPEC Accession Number: 15636645, <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/articleDetails.jsp?arnumber=7341436>.
13. Ababii, V., Sudacevschi, V., Podubnii, M., Roshchiupkin, A.. Rețea de senzori cu arhitectură reconfigurabilă. *Proceeding of the 5th International Conference "Telecommunications, Electronics and Informatics", ICTEI-2015, may 20-23, 2015, Chișinău, Moldova*, pp. 296-299, ISBN 978-9975-45-377-6.
14. <https://esp8266.ru/modules-esp8266/> (Accesat: 20.01.2019).
15. Suvankar Barai, Debajyoti Biswas, Buddhadeb Sau. Estimate distance measurement using NodeMCU ESP8266 based on RSSI technique. *The proceedings of IEEE Conference on Antenna Measurements & Applications (CAMA), 4-6 December 2017, Tsukuba, Japan*, pp. 170-173, ISBN: 978-1-5090-5028-4. (IEEE catalog number: CFP1799X-ART).



# SISTEM DE CALCUL ADAPTIV PENTRU APLICAȚII DISTRIBUITE ȘI ÎN TIMP REAL

<sup>1</sup>Silvia MUNTEANU, <sup>1</sup>Victoria LAZU, <sup>1</sup>Rodica BRANIȘTE, <sup>2</sup>Andrei ȘESTACOV, <sup>1</sup>Valeria UNGUREANU, <sup>1</sup>Andrei MIRON

<sup>1</sup>Universitatea Tehnică a Moldovei, <sup>2</sup>Academia Militară a Forțelor Armate „Alexandru cel Bun”

**Abstract:** În lucrarea de față sunt prezentate rezultatele proiectării unui sistem de calcul adaptiv pentru aplicații distribuite și în timp real. Sistemul prezintă o mulțime de servere care oferă servicii în soluționarea unor apeluri generate de sistemul de luare a deciziilor. Rezultatul calculelor de pe mulțimea de servere sunt returnate la sistemul de luare a deciziei care selectează opțiunea cea mai optimală și o execută.

**Cuvinte cheie:** Calcul adaptiv, aplicații distribuite, timp real, convergența deciziei, valabilitatea deciziei.

## Introducere

Aplicațiile distribuite prezintă una din cele mai eficiente metode pentru rezolvarea problemelor complexe care necesită resurse sporite pentru stocarea și procesarea datelor. Arhitectural o aplicație distribuită este construită pe mai multe nivele. La cel mai jos nivel sunt amplasate o mulțime de dispozitive de calcul cu resurse minime de stocare și procesare a datelor, și resurse de comunicare în rețea. Nivelele superioare reprezintă un set de servicii care includ accesul la baze de date/cunoștințe cu o capacitate mare, și algoritmi de o complexitate sporită pentru procesarea datelor [1]. Un exemplu de aplicație distribuită poate servi sistemul Cloud Computing [2], care reprezintă un ansamblu distribuit de servicii de calcul, aplicații, acces la informații și stocare de date, fără ca utilizatorul să aibă nevoie să cunoască amplasarea și configurația fizică a sistemelor care furnizează aceste servicii.

Sistemele în timp real [3] prezintă o clasă de arhitecturi de calcul (hardware & software) în care corectitudinea deciziei depinde nu numai de rezultatele logice ale calculelor, dar și de timpul în care aceste rezultate au fost livrate. Pentru aceste sisteme poate fi definită o funcție care caracterizează viteza de convergență și valabilitatea deciziei. O decizie absolut corectă, obținută pentru momentul de timp  $t_n$ , poate fi catastrofală fiind aplicată în momentul de timp  $t_{n+1}$ . Principala dimensiune critică a sistemelor în timp real o constituie timpul.

Scopul cercetărilor efectuate este dezvoltarea unui sistem de calcul adaptiv, pentru aplicații distribuite și în timp real, capabil să-și modifice arhitectura logică în scopul optimizării timpului de reacție/răspuns.

## 1. Soluționarea problemei

Pentru soluționarea problemei se propune schema funcțională a unui sistem de calcul în baza aplicațiilor distribuite (Figura 1) [4,5,7]. Schema funcțională prezintă: un sistem pentru luarea deciziei  $DS$ ; o mulțime de servicii  $QS = \{QS_{i,j}, \forall i = \overline{1,N}, j = \overline{1,M}\}$  amplasate pe o mulțime de servere  $S = \{S_i, \forall i = \overline{1,N}\}$  care oferă suport pentru calculul serviciilor respective; o mulțime de apeluri de acces la servicii  $AS = \{AS_1, AS_2, \dots, AS_N\}$

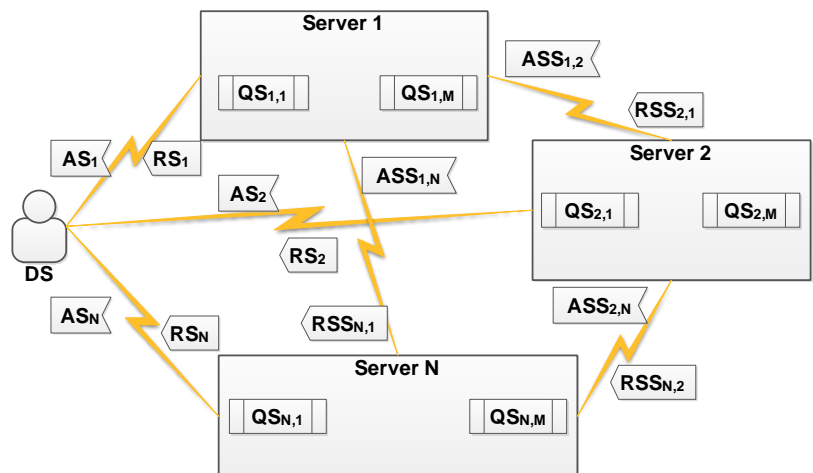


Figura 1. Schema funcțională a sistemului de calcul adaptiv.



generate de sistemul  $DS$  și răspunsul serverului la aceste apeluri  $RS = \{RS_1, RS_2, \dots, RS_N\}$ ; o mulțime de apeluri de acces la servicii  $ASS = \{ASS_{i,j}, \forall i = \overline{1, N}, j = \overline{1, M}\}$  generate de servere între ele și răspunsul acestora  $RSS = \{RSS_{i,j}, \forall i = \overline{1, N}, j = \overline{1, M}\}$ .

## 2. Interacțiunea componentelor

Interacțiunea componentelor ale sistemului adaptiv pentru aplicații distribuite și în timp real este prezentată prin diagrama de secvențe (Figura 2).

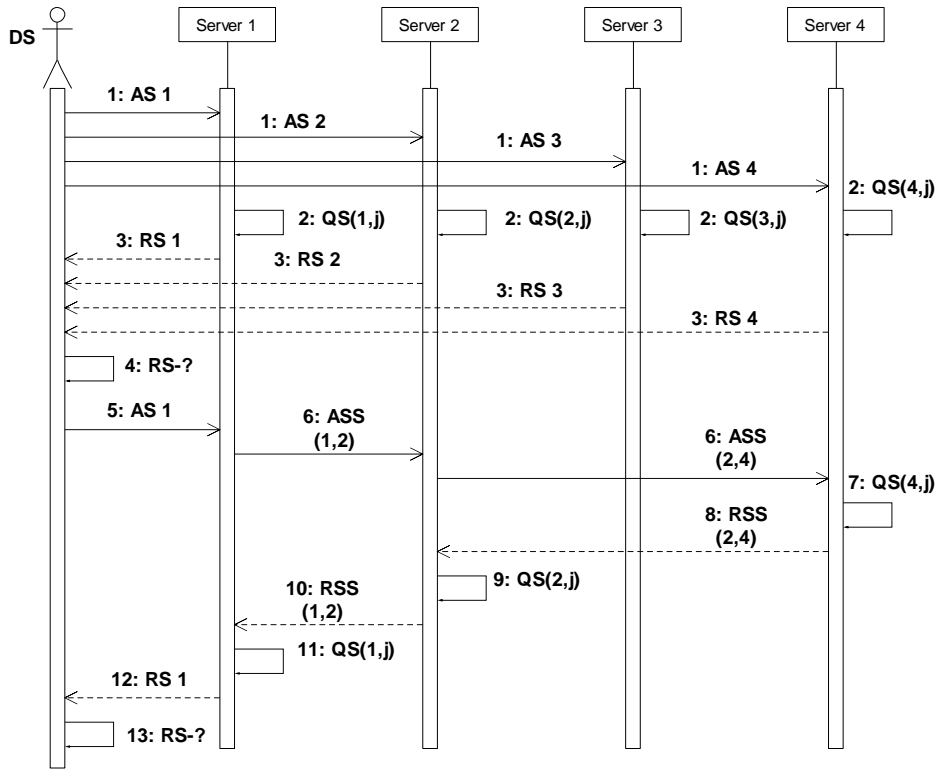


Figura 2. Diagrama de secvențe de interacțiune a componentelor.

**Modul de interacțiune.** Sistemul pentru luarea deciziilor  $DS$  generează către servere mulțimea de apeluri de acces la servicii  $1: AS_i$ , toate serverele în mod paralel soluționează apelul prin execuția serviciului  $2: QS_{i,j}$  și returnează răspunsul  $3: RS_i$  către sistemul pentru luarea deciziilor  $DS$  care le analizează  $4: RS - ?$  și selectează spre execuție răspunsul optimal.

Un alt caz de interacțiune a componentelor este determinată de secvența  $5 \rightarrow 6 \rightarrow \dots \rightarrow 12 \rightarrow 13$  care indică interacțiunea dintre servere pentru soluționarea apelurilor complexe [6,8,9].

## 3. Calitatea serviciilor oferite de sistem

Calitatea unui serviciu este mai mult o valoare deductivă decât parametrică. Deoarece parametrul principal care determină calitatea serviciului acordat, în sistemele de timp real, îl constituie timpul, s-a construit graficul ce determină evoluția calității unui serviciu în timp (Figura 3), unde:

$Q_{max}$  - valoarea serviciului de calitate maximală;

$D(t)$  - procesul de calcul și convergența serviciului în timp spre valoarea calității maxime;

$Q(t)$  - procesul de degradare a calității serviciului în timp;

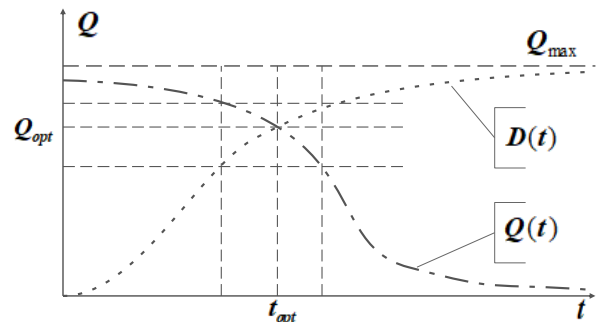


Figura 3. Evoluția calității unui serviciu în timp.

$Q_{opt}$  - valoarea optimală a calității serviciului;

$t_{opt}$  - timpul optimal de răspuns pentru obținerea unei calități optimale a serviciului.

## Mențiuni

Cercetările efectuate fac parte din tematica tezelor de doctorat planificate în cadrul Departamentului Informatică și Ingineria Sistemelor, FCIM, UTM. Testarea funcțională și parametrică a sistemului s-a efectuat în baza dispozitivelor oferite de Centrul Studențesc de Creativitate Tehnică „Hard & Soft”.

## Bibliografie

1. Johann Schlichter. *Distributed Applications*. Institut fur Informatik, TU Munchen, Germany, 2002, 205p.
2. Muhammad Shiraz, Abdullah Gani, Rashid Hafeez Khokhar, Rajkumar Buyya. *A Review on Distributed Applications Processing Frameworks in Smart Mobile Devices for Mobile Cloud Computing*. IEEE Communications Surveys & Tutorials, Vol. 15, No. 3, Third Quarter, 2013, pp. 1294-1313.
3. Hermann Kopetz. *Real-Time Systems. Design Principles for Distributed Embedded Applications*. Kluwer Academic Publishers. 2002, 338p., ISBN: 0-792-39894-7.
4. Подубный, М., Сафонов, Г., Абабий, В., Судачевски, В. Способ решения сложных задач на базе сети вычислительных устройств с ограниченными техническими характеристиками. *Информационные процессы и технологии «Информатика - 2014»: материалы VII Международной науч. - практ. конф., Севастополь, 22—26 апреля 2014 г.*, стр. 65-66, ISBN 978-966-335-411-8.
5. Абабий, В., Судачевски, В., Подубный, М., Сафонов, Г. Ассоциативная распределенная вычислительная система. *Proceedings of the Ninth International Scientific-Practical Conference INTERNET - EDUCATION – SCIENCE, IES-2014, 14 - 17 October, 2014, Vinnytsia, Ukraine*, pp. 187-189, ISBN 978-966-641-491-8.
6. Абабий, В., Судачевски, В., Подубный, М. Поиск оптимального алгоритма для систем коллективного принятия решения. *Proceedings of the Ninth International Scientific-Practical Conference INTERNET - EDUCATION – SCIENCE, IES-2014, 14 - 17 October, 2014, Vinnytsia, Ukraine*, pp. 28-30, ISBN 978-966-641-491-8.
7. Абабий, В., Судачевски, В., Подубный, М., Морошан, И. Ассоциативная вычислительная сеть для решения сложных задач на базе устройств с ограниченными вычислительными ресурсами. *Proceeding of the 3<sup>rd</sup> International Conference "Computational Intelligence (Results, Problems and Perspectives) — 2015"*, ComInt-2015, May 12-15, 2015, Cherkasy, Ukraine, pp. 48-49.
8. Абабий, В., Судачевски, В., Подубный, М., Сафонов, Г., Негарэ, Е. Система коллективного принятия решений на базе пространственно-распределенных ВУ. *The Tenth International Scientific-Practical Conference Internet-Education-Science IES-2016, Ukraine, Vinnytsia, VNTU, 11-14 October, 2016*, pp. 20-22, ISBN 978-9666-641-646-2.
9. Ababii, V., Sudacevschi, V., Munteanu, S., Bordian, D., Calugari, D., Nistiriuc, A., Dilevschi, S. Multi-agent cognitive system for optimal solution search. *The International Conference on Development and Application Systems (DAS-2018) 14th Edition, May 24-26, 2018, Suceava, Romania*, pp. 53-56, IEEE Catalog Number: CFP1865Y-DVD, ISBM: 978-1-5386-1493-8.

# O METODĂ DE REZOLVARE A PROBLEMEI DE SUMARIZĂRE A INFORMAȚIEI TEXTUALE

<sup>1</sup>Victoria LAZU, <sup>1</sup>Stanislav SANDUȚA, <sup>1</sup>Valeria UNGUREANU,  
<sup>2</sup>Ghenadie SAFONOV

<sup>1</sup>Universitatea Tehnică a Moldovei, <sup>2</sup>Academia Militară a Forțelor Armate „Alexandru cel Bun”

**Abstract:** În lucrarea de față sunt prezentate rezultatele dezvoltării unei metode de rezolvare a problemei de sumarizare a informației textuale bazată pe selectarea cuvintelor cheie care sunt întâlnite cel mai frecvent în text și selectarea propozițiilor care includ aceste cuvinte pentru modelarea informației de sumarizare a textului.

**Cuvinte cheie:** Logica Fuzzy, teoria mulțimilor, sumarizarea textului, procesarea limbajului natural, calcul natural, calcul membranar, P-systems.

## Introducere

Procesul de sumarizare este o operație efectuată de un sistem hardware-software cu scopul extragerii unui rezumat, care include punctele importante, cu un conținut ce descrie esența documentului original [1,2]. Complexitatea algoritmică ale sistemelor dedicate pentru crearea unui rezumat includ operații ce depind de lungimea, stilul și sintaxa textului procesat. Sinteza unui rezumat face parte din domeniul inteligenței artificiale și include operații din *machine learning* și *data mining*.

Există două abordări generale ale metodelor de sumarizare automată: sumarizare prin extragere și sumarizare prin abstractizare. Metodele bazate pe extragere funcționează prin selectarea unui subset de cuvinte, fraze sau propoziții existente în textul original pentru a forma rezumatul. Pe când, metodele bazate pe abstractizare construiesc o reprezentare semantică internă și apoi folosesc tehnici de generare a limbajului natural pentru a crea un rezumat mai aproape de gândirea umană. Un astfel de rezumat ar putea include inovații verbale obținute în rezultatul auto-învățării [2,3].

Una din metodele cele mai eficiente pentru sporirea performanțelor ale sistemelor dedicate pentru procesarea limbajelor naturale este utilizarea procesoarelor specializate cu procesare paralelă a datelor. Totodată, dezavantajul acestor sisteme este: domeniul limitat de utilizare, lipsa unor modele matematice bazate pe paralelism, cost mare pentru dezvoltarea aplicațiilor hardware și software [4].

Un avantaj deosebit poate fi oferit de utilizarea metodelor netradiționale de procesare a datelor care după conținut și structură impun un paralelism în procesul de calcul.

În lucrare se propune dezvoltarea unui sistem specializat destinat pentru rezolvarea problemei de sumarizare a informației textuale bazat pe paralelismul oferit de calculul natural în special calculul celular (P-systems) [5,6].

## 1. Dezvoltarea modelului matematic pentru rezolvarea problemei de sumarizare a informației textuale

Fie este dat textul  $T^I = \bigcup_{i=1}^I (c_i)$ , unde  $c_i$  este mulțimea de cuvinte și  $I$  numărul total de cuvinte în text. Textul  $T^I$  este structurat în aliniate  $T^I = \bigcup_{j=1}^J (A_j)$  și respectiv, fiecare aliniat  $A_j$  este structurat în propoziții  $A_j = \bigcup_{l=1}^{L_j} (P_{j,l})$ . Pentru fiecare propoziție  $P_{j,l}$  este definită mulțimea de cuvinte  $P_{j,l} = \bigcup_{i=1}^{I_{j,l}} (c_{j,l,i})$ , unde  $\forall c_{j,l,i} \in T^I$ .

În scopul obținerii textului sumarizat  $T^S$  din textul  $T^I$  sunt definite următoarele operații de procesare a datelor:

$T^I \xrightarrow{Q} T^K$  - extragerea cuvintelor cheie, unde:  $Q$  - este algoritmul de extragere a cuvintelor cheie;

$T^K = \bigcup_{m=1}^M (c_m^K)$  și  $\forall c_m^K \in T^I$ ;

$T^I \xrightarrow{G(T^K)} T^S$  - extragerea rezumatului, unde  $G(T^K)$  este algoritmul de extragere a textului pentru sumarizare în baza cuvintelor cheie  $T^K$ .

#### **Modelul matematic al algoritmului de extragere a cuvintelor cheie.**

Algoritmul de extragere a cuvintelor cheie  $T^K$  din textul  $T^I$  s-a elaborat în baza modelului matematic:

$$T^K = \bigcup_{m=1}^M \left( c_i \mid \max^{N \geq N^*} \left\{ \sum (c_i^K), \forall i = \overline{1, I} \right\} \right),$$

unde:  $\sum (c_i^K)$  - numărul de rădăcini ale cuvântului  $c_i$  în textul  $T^I$ ;  $\max^{N \geq N^*}$  - selectarea cuvintelor  $c_i$  care se întâlnesc mai frecvent de  $N^*$  ori în textul  $T^I$ .

#### **Modelul matematic al algoritmului de sumarizare în baza cuvintelor cheie.**

Algoritmul de sumarizare  $G(T^K)$  în baza cuvintelor cheie  $T^K$  s-a elaborat în baza modelului matematic:

$$T^S = \bigcup_{l=1}^{L_s} \left( \max^{N \geq N^*} \left\{ \bigcup_{h=1}^H (P_h) \mid c_m^K \in P_h \right\} \right), \text{ unde: } \bigcup_{h=1}^H (P_h) - \text{reuniunea propozițiilor care includ cuvântul}$$

cheie  $c_m^K$ ;  $\max^{N \geq N^*}$  - selectarea propozițiilor care includ cuvântul cheie  $c_m^K$  de mai multe ori ca  $N^*$ .

#### **Mențiuni**

Cercetările efectuate fac parte din tematica tezelor de doctorat planificate în cadrul Departamentului Informatică și Ingineria Sistemelor, FCIM, UTM. Modelările și testările experimentale au fost efectuate în baza dispozitivelor oferite de CSCT „Hard & Soft” și ORANGE Cafee.

#### **Bibliografie**

1. Marcu, Daniel. *The Theory and Practice of Discourse Parsing and Summarization*. MIT Press Cambridge, MA, USA, 2000, 248p., ISBN 0-262-13372-5.
2. Mani, Inderjeet. *Automatic Summarization*. John Benjamins Publishing, 2001, 285p., ISBN 1-58811-060-5.
3. Louis, A. & Nenkova, A., *Performance Confidence Estimation for Automatic Summarization*. Proceedings of the 12th Conference of the European Chapter of the ACL, pp. 541–548, Athens, Greece, 30 March – 3 April, 2009.
4. Н.И. Червяков, П.А. Сахнюк, А.В. Шапошников, С.А. Ряднов. *Модулярные параллельные вычислительные структуры нейтропроцессорных систем*. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. - 288 с., ISBN: 5-9221-0327-X.
5. Gh. Păun. *A quick introduction to membrane computing*. The Journal of Logic and Algebraic Programming, 79, 2010, pp. 291–294.
6. G. Zhang, J. Cheng, T. Wang, X. Wang, J. Zhu. *Membrane Computing: Theory and Applications*, Science Press, Beijing, China, 2015.
7. ABABII, V.; SUDACEVSCHI, V.; LAZU, V.; MUNTEANU, S.; UNGUREANU, V. Distributed computing system based on mobile program code. In *The XIV International Conference “Measurement and Control in Complex Systems” – MCCS-2018, October 15-17, 2018, Vinnytsia, Ukraine*. { <http://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/22769> }, file: 145.pdf.
8. АБАБИЙ, В.; СУДАЧЕВСКИ, В.; ЛАЗУ, В.; МУНТЯНУ, С.; УНГУРЯНУ, В. Организация распределенных вычислительных процессов для решения задачи многокритериального поиска информации в неструктурированных текстовых документах. *Proceedings of the Seventh International Conference on Informatics and Computer Technics Problems PICT-2018, 11-14 October, 2018, Chernivtsi, Ukraine*. pp. 71-74.
9. ABABII, V.; SUDACEVSCHI, V.; LAZU, V.; MUNTEANU, S.; UNGUREANU, V. Distributed data processing method for extracting knowledge. *Book of Abstracts of the 26<sup>th</sup> Conference on Applied and Industrial Mathematics - CAIM-2018, 20-23 September, 2018, Technical University of Moldova, Chisinau, Moldova*. pp. 114.

# SISTEM AUTONOM PENTRU CREȘTEREA PLANTELOR ÎN CONDIȚII DE MICROCLIMAT

Andrei MIRON, Dragoș STROIA, Dan SURDU,  
Dimitri BORDIAN, Dmitri CALUGARI

Universitatea Tehnică a Moldovei

**Abstract:** În lucrarea de față sunt prezentate rezultatele proiectării unui sistem autonom destinat pentru creșterea plantelor în condiții de microclimat (extremale). Modelarea și monitorizarea condițiilor de microclimat prevede crearea și menținerea parametrilor climatici de condiții extreme de creștere și evoluție a plantelor. Rezultatele proiectării include dezvoltarea: modelului matematic de evoluție a sistemului, schema de structură, schema funcțională a blocului de comandă și algoritmul de funcționare al sistemului.

**Cuvinte cheie:** Sistem autonom, microclimat, model matematic, creșterea plantelor, monitorizare on-line, Intel Galileo Gen 2, SEED GROVE kit, Arduino UNO, braț robotic.

## Introducere

Amplasarea geografică și situația geopolitică a R. Moldova necesită implementarea urgentă a unei strategii de dezvoltare durabilă a tehnologiilor informaționale și comunităților din zona rurală conform strategiilor europene și mondiale [1]. Este evident faptul că ființele umane se gândesc la PC, tabletă, Facebook și alte rezultate ale dezvoltării tehnologice numai în cazul când vizitând un supermarket își pot satisface toate dorințele de a procura produse alimentare necesare. Cea mai mare problemă a omenirii, astăzi, poate fi considerată, asigurarea cu produse alimentare de calitate și accesul la acestea [2,3].

Dezvoltarea tehnologică oferă o mulțime de metode și tehnici de sporire a cantității și calității produselor alimentare, însă, sunt necesare și noi cercetări în acest domeniu care să avanseze evoluția climaterică pe Pământ [4].

În lucrarea de față se propune dezvoltarea unui sistem autonom destinat pentru creșterea și analiza evoluției plantelor în condiții de microclimat. Crearea condițiilor de microclimat prevede generarea de situații extreme sau speciale pentru evoluția plantelor prin inducerea de compuși chimici în sol și aer, monitorizarea în timp real a concentrației acestor compuși, și influența acestora asupra procesului de dezvoltare a plantelor.

## 1. Modelul matematic de creare a condițiilor de microclimat pentru creșterea plantelor

Sistemul autonom pentru creșterea plantelor în condiții de microclimat prezintă un proces tehnologic complex care impune controlul mai multor parametri de stare prin monitorizarea acestora și intervenția cu fenomene fizice și chimice.

Modelul matematic pentru crearea condițiilor de microclimat de creștere a plantelor este definit în baza expresiei (1) [5]:

$$y(t + \Delta t) = A\{u(t) + By(t); F[\xi(\tau), \eta(\tau)]\} \quad (1)$$

unde:  $y = \{y_1, y_2, \dots, y_N\}$  - parametri de stare a procesului tehnologic controlat și de intrare în sistemul de control;  $t$  - timpul curent de control;  $\Delta t$  - timpul de reacție a procesului tehnologic la intervenția sistemului de control cu fenomene fizice și chimice;  $A$  - operator de control (un sistem de ecuații diferențiale care determină evoluția procesului în timp);  $u(t) = \{u_1(t), u_2(t), \dots, u_N(t)\}$  - parametri de acțiune asupra procesului tehnologic pentru controlul parametrilor de stare  $y$ ;  $B$  și  $F$  - operatori ai parametrilor controlabili și non-controlabili care acționează asupra procesului tehnologic;  $\xi(\tau) = \{\xi_1(\tau), \xi_2(\tau), \dots, \xi_N(\tau)\}$  - parametri controlabili (temperatură, masă, volum, etc.);  $\eta(\tau) = \{\eta_1(\tau), \eta_2(\tau), \dots, \eta_N(\tau)\}$  - parametri non-controlabili (calitatea, concentrația, etc.).

În modelul matematic (1) sunt definite intervalele de timp (2) care determină comportarea procesului:

$$t_0 \leq t \leq t_0 + T; \quad t \leq \tau \leq t + \Delta t, \quad (2)$$

unde:  $t_0$  - începutul procesului de control;  $T$  - durata timpului de control.

Starea obiectului la începutul procesului de control poate fi considerată (3):

$$y(t_0) = y_0 \quad (3)$$

## 2. Structura sistemului autonom pentru creșterea plantelor în condiții de microclimat

Structura sistemului autonom destinat pentru creșterea și analiza evoluției plantelor în condiții de microclimat cu monitorizare on-line este prezentată în Figura 1.

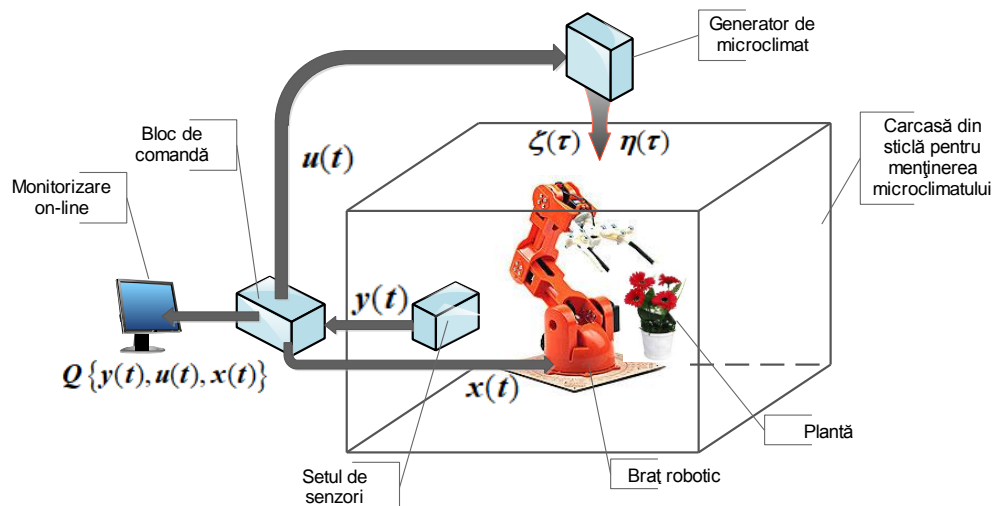


Fig. 1. Structura sistemului autonom.

Structura sistemului este formată din **Blocul de comandă**, cu funcții de achiziție a datelor de stare  $y(t)$  de la **Setul de senzori** care sunt amplasați în interiorul **Carcasei din sticlă pentru menținerea microclimatului**, care generează semnalele de acțiune  $u(t)$  asupra **Generatorului de microclimat**, care intervine cu fenomene fizice și chimice controlabile  $\xi(\tau)$  și non-controlabile  $\eta(\tau)$ , în procesul de menținere a microclimatului, totodată generează semnalele  $x(t)$  pentru comanda cu **Brațul robotic** amplasat în spațiul pentru menținerea microclimatului, și oferă informații  $Q\{y(t), u(t), x(t)\}$  pentru monitorizarea on-line a procesului de menținere a microclimatului.

## 3. Schema funcțională a blocului de comandă

Schema funcțională a blocului de comandă este prezentată în Figura 2.

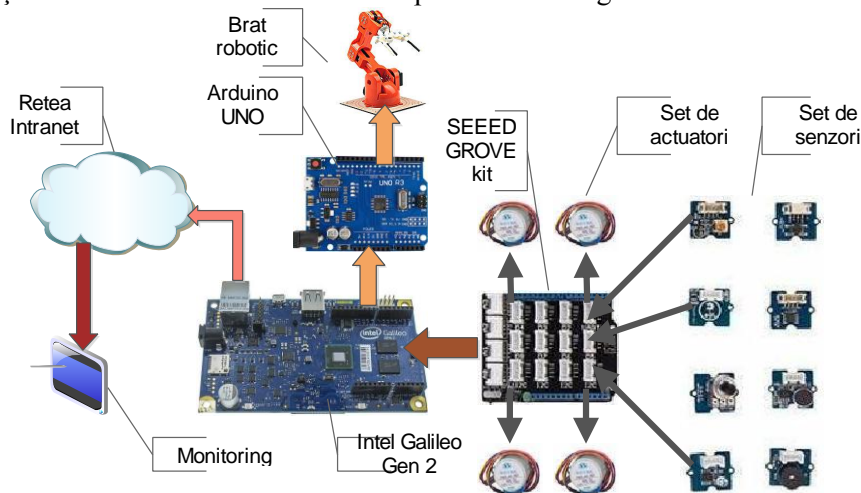


Fig. 2. Schema funcțională a blocului de comandă.

Nucleul blocului de comandă îl constituie modulul **Intel Galileo Gen 2** [6] care asigură funcționalitatea sistemului și pune la dispoziție următoarele resurse: microcontroler – SoC Quark X1000; pini I/O digitali – 14; pini pentru achiziția semnalelor analogice – 6; memorie Flash – 512KB; RAM – 256MB DDR3; SRAM – 512KB; microSD Card Storage - 8MB; EEPROM – 8KB; comunicare – UART, I2C, ICSP, Ethernet (10/100), USBclient, USBhost; ieșiri PWM – 6. Modulul **SEED GROVE kit** [7]

prezintă un extensor pentru conectarea *Setului de senzori și actuatori*. Manipularea cu *Brațul robotic* [8] este efectuată de modulul *Arduino UNO* [9] care transmite instrucțiunile de la modulul *Intel Galileo Gen 2* la elementele de execuție (*Setul de actuatori* – motoare, rele). Datele de stare a procesului de creștere a microclimatului sunt accesate din *Rețeaua Intranet* pentru monitorizarea acestora în timp real.

#### 4. Algoritmul de funcționare al sistemului

Algoritmul de funcționare al sistemului autonom pentru creșterea plantelor în condiții de microclimat cu monitorizare on-line este prezentat în Figura 3.

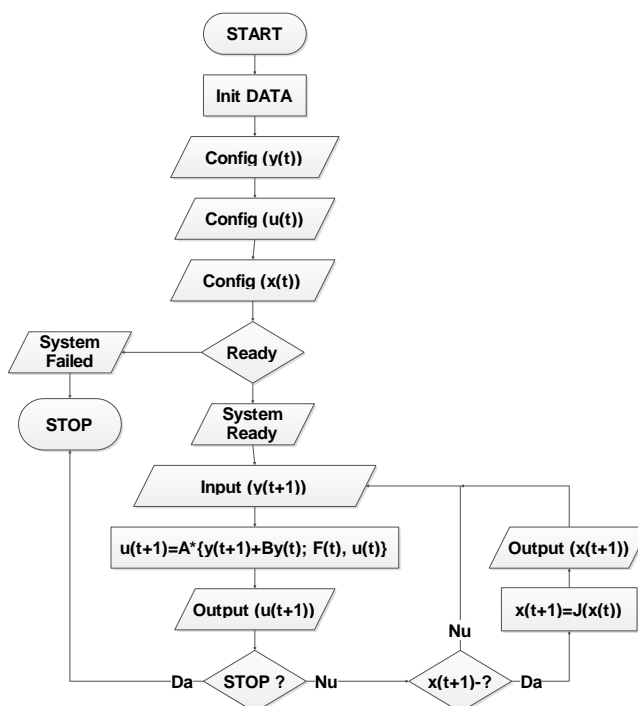


Fig. 3. Algoritmul de funcționare al sistemului.

Algoritmul de funcționare al sistemului începe cu inițierea datelor și configurarea setului de senzori  $y(t)$  pentru identificarea stării procesului controlat, configurarea setului de semnale  $u(t)$  de acționare asupra procesului, și configurarea setului de semnale  $x(t)$  pentru manipularea cu brațul robotic. Următorul pas prevede verificarea funcțională a sistemului care livrează utilizatorului informația Ready sau Failed.

Procesul de control al microclimatului în spațiul limitat include achiziția datelor de stare  $y(t+1)$  a procesului, procesarea acestor date în conformitate cu modelul (3) și acționarea asupra procesului cu semnalele de comandă  $u(t+1)$ .

$$u(t+1)=A*\{y(t+1), By(t), Fy(t), u(t)\}, \quad (3)$$

unde:  $u(t+1)$  - vectorul de acțiune asupra actuatorilor în momentul de timp  $t+1$ ;  $A^*$  - operator de control, un sistem de ecuații diferențiale care descriu dinamica sistemului în timp;  $y(t+1)$  - vectorul de setare a procesului în momentul de timp  $t+1$ ;  $y(t)$  - vectorul de stare a procesului în momentul de timp  $t$ ;  $B, F$  - operatori de descriere a parametrilor controlabili și non-controlabili;  $u(t)$  - vectorul de acțiune asupra actuatorilor în momentul de timp  $t$ .

#### Mențiuni

Sistemul autonom pentru creșterea plantelor în condiții de microclimat cu monitorizare on-line a fost dezvoltat în cadrul Departamentului Informatică și Ingineria Sistemelor. Implementarea proiectului s-a efectuat cu suportul și în baza dispozitivelor oferite de Laboratorul de Sisteme Robotice (DIIS), Centrul de Creativitate Tehnică „Hard and Soft” și ORANGE Cafee din cadrul Facultății Calculatoare, Informatică și Microelectronică a Universității Tehnice a Moldovei.

## Bibliografie

1. „Dezvoltarea agrară durabilă: o prioritate sau o necesitate?”. <https://www.timpul.md/articol/dezvoltarea-agrara-durabila-o-prioritate-sau-o-necesitate-23701.html> (Accesat 17.02.2019).
2. „Criza globală a alimentelor”. <https://www.natgeo.ro/dezbateri-globale/omul-si-viata/9039-criza-globala-a-alimentelor>. (Accesat 10.02.2019).
3. „Criza alimentară își arată colții”. <https://stirileprotv.ro/stiri/international/noua-amenintare-a-lumii-criza-alimentara-foamea-declanseaza-razboaie.html> (Accesat 11.02.2019).
4. „Încălzirea globală”. [https://ro.wikipedia.org/wiki/%C3%8Enc%C4%83lzirea\\_global%C4%83](https://ro.wikipedia.org/wiki/%C3%8Enc%C4%83lzirea_global%C4%83) (Accesat 15.02.2019).
5. В.М. Вальков, В.Е. Вершин. Автоматизированные системы управления технологическими процессами. Л.: Политехника, 1991. – 269 с. ISBN: 5-7325-0103-7.
6. <https://software.intel.com/en-us/iot/hardware/galileo/documentation>. (Accesat 21.02.2019).
7. <https://www.iot-store.com.au/products/seeed-grove-starter-kit-for-arduino-genuino-101>. (Accesat 21.02.2019).
8. <https://store.arduino.cc/usa/tinkerkit-braccio>. (Accesat 23.02.2019).
9. <https://store.arduino.cc/usa/arduino-uno-rev3>. (Accesat 23.02.2019).



# PRODUSUL PROGRAM PENTRU IMPLEMENTAREA MODELULUI MATEMATIC AL PROCESULUI INDUSTRIAL

Andrian ROMANIUC

Universitatea Tehnică a Moldovei

**Abstract:** Direcția prioritară de cercetare și dezvoltarea produsului program privind modelarea matematică a procesului industrial.

Procesul industrial se ocupă de toate aspectele legate de utilizarea tehnicii de calcul în urmărirea și conducerea proceselor industriale, de la arhitecturi dedicate și adaptate controlului industrial și până la tehnici de programare și modele specifice domeniului.

Pentru un utilizator produsul constituie mijlocul de satisfacere a unei necesități. Pentru o întreprindere produsul constituie rezultatul unui proces tehnologic care implică diverse activități.

Modelele și respectiv simularea pentru această activitate înseamnă reducerea perioadei de analiză, creșterea productivității în proiectare. După selectarea conceptelor de lucru urmează etapele modelare / simulare / optimizare care vor defini proiectul preliminar. Pe parcursul etapei modelare / simulare pot apărea parametri de proiectare suplimentari: modelul sistemului, modelare matematică, modelul matematic, produsul program.

**Cuvinte cheie:** Proces industrial, industrie, rețele industriale, roboți industriali, automatizare procesului industrial, software-ul, fabricație.

## 1. Instrucțiuni de mișcare cu specificații tehnologice

Astfel de mișcări trebuie generate în cazul în care robotul trebuie să realizeze operații de vopsire, grunduire, sudare, gravare, etc., când deplasarea trebuie făcută cu respectarea unor forțe de contact sau momente ale unor forțe tehnologice. Astfel în funcție de cerințele forței tehnologice mișcarea este accelerată sau încetinită astfel încât forța măsurată de senzorii tactili grupate pe gripper să fie constantă, este prezentă în figura 1 unde se realizează găurirea cu o forță de 700g de-a lungul axei Z. Limbajele SRL și AL exemplu în tabelul 1 permit introducerea explicită în instrucțiunile lor de mișcare a unor astfel de cerințe:

Tabelul 1

<b>SRL:</b>	SMOVE rip <b>TO</b> left_side <b>WITH FORCE IN</b> XAXIS=500	- robotul rip se deplasează spre left_side cu o forță de-a lungul direcției x de 500g
<b>AL:</b>	MOVE pensulă <b>TO</b> left_side <b>WITH FORCE</b> (XHAT)=500*GM MOVE burghiu <b>TO</b> below <b>WITH FORCE=700*GM</b> <b>ALONG ZHAT OF</b> drilltip <b>IN HAND</b> <b>WITH FORCE=0*GM ALONG XHAT</b> <b>WITH FORCE=0*GM ALONG YHAT</b>	- dispozitivul de vopsire ce este fixat în gripperul robotului este deplasat în left_side cu forța de-a lungul lui x de 500g - găurirea se realizează cu o forță de 700g de-a lungul axei Z în timp ce de-a lungul axelor X și Y în sistemul relativ la gripper forța va fi 0



Fig. 1. Găurirea cu o forță de 700g de-a lungul axei Z.

## 2. Dezvoltarea și aplicarea programelor în procesul industrial

Interfețe software: sunt reprezentate de sisteme de programe care, sub o formă sau alta, inițiază și întrețin un dialog cu utilizatorul/ programatorul robotului, în scopul utilizării și/sau configurării acestuia.

Interfețe grafice: sunt cele mai populare interfețe cu utilizatorul și se prezintă sub forma unui set de obiecte grafice prin intermediul cărora operatorul poate comunica cu sistemul de operare, lansând aplicații, setînd diferite opțiuni contextuale Structură program ABB în limbajul RAPID

În modulul principal se apelează date și rutine din cadrul altor module.

Totodată acest modul conține și rutina principală "MAIN". Rularea unui program robot este de fapt execuția rutinei.

Fereastra pentru Creare Programe Următorul pas în realizarea unei aplicații robotizate este crearea programului.

## 3. Fereastra pentru Apelare Programe sau Proceduri

Pentru a ajuta la programare ne vom folosi de aplicația ABB RobotStudio 6.08 exemplu este prezentat în Figura 2 Fereastra pentru Apelare Programe sau Proceduri .

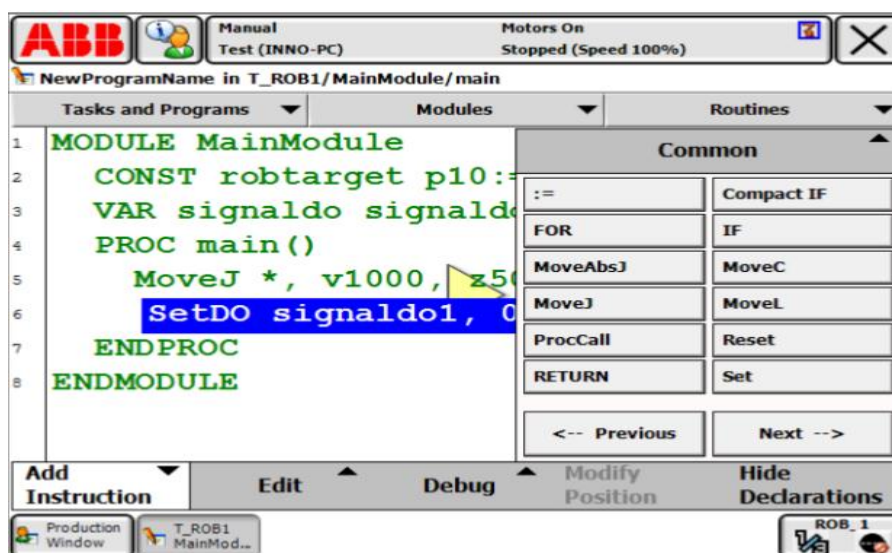


Fig. 2. Fereastra pentru Apelare Programe sau Proceduri.

Pentru a ajuta la programare este posibil să se definească un număr de sisteme de coordonate. În Figura 3 este un sisteme de coordonate unele pot fi definite / calibrate folosind robotul.

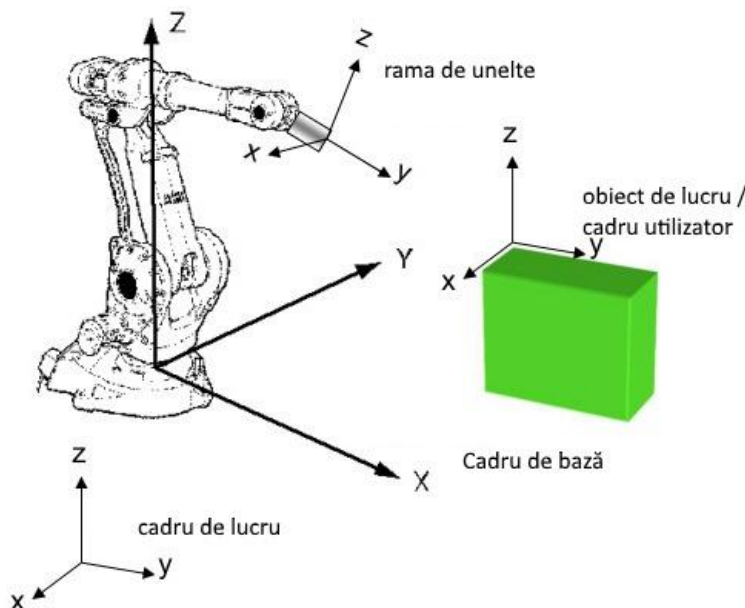


Fig. 3. Sisteme de coordonate.

#### 4. Dezvoltare produsul program exemplu

*Exemplu:* Modul Rapid (program) din aplicația ABB RobotStudio 6.08 Limba inițial dezvoltată în colaborare cu SoftLab.

```
MODULE MainModule
!*****!
! Module: Denumire!
! Author: bioroid3!
! Version: 1.0!
!*****!

!*****!
! Procedure main!
! Acesta este punctul de intrare al programului dvs.!
!*****!

VAR num length;
VAR num width;
VAR num area;
PROC main()
length := 10;
width := 5;
area := length * width;
TPWrite "The area of the rectangle is " \Num:=area; ! Zona dreptunghiului este
END
PROCENDMODULE
IF THEN ELSE (ELSEIF)
VAR num time := 38.7;
IF time < 40 THEN
TPWrite "Part produced at fast rate"; ! Partea produsă la o rată rapidă
ELSEIF time < 60 THEN
TPWrite "Part produced at average rate"; ! Partea produsă la o rată medie
ELSE
TPWrite "Part produced at slow rate"; ! Partea produsă în ritm lent
ENDIF
FOR
FOR i FROM 1 TO 5 DO
TPWrite "Hello";
ENDFOR
WHILE
VAR num sum := 0;
VAR num i := 0;
WHILE sum <= 100 DO
i := i + 1;
sum := sum + i;
ENDWHILE
IF THEN ELSE (ELSEIF)
VAR num time := 38.7;
IF time < 40 THEN
TPWrite "Part produced at fast rate"; ! Partea produsă la o rată rapidă
ELSEIF time < 60 THEN
TPWrite "Part produced at average rate"; ! Partea produsă la o rată medie
ELSE
TPWrite "Part produced at slow rate"; ! Partea produsă în ritm lent
ENDIF
```

```

FOR
  FOR i FROM 1 TO 5 DO
    TPWrite "Hello";
  ENDFOR
WHILE
  VAR num sum := 0;
  VAR num i := 0;
WHILE sum <= 100 DO
  i := i + 1;
  sum := sum + i;
ENDWHILE

```

O declarație în Rapid se termină cu un punct și virgulă, excepțiile sunt IF, ENDIF, PENTRU ENDFOR, ...

-Un comentariu în Rapid începe cu un !

```

! Calculate the area of the rectangle
area := length * width;

```

-Interpretul Rapid nu este sensibil la caz, dar este recomandat ca toate cuvintele rezervate (de exemplu, VAR, PROC) să fie scrise cu majuscule.

```

MoveL p10, v1000, fine, tool0;

```

-p10 specifică poziția la care trebuie să se deplaseze robotul.

-v1000 specifică faptul că viteza robotului trebuie să fie de 1000 mm / s.

- amendă specifică faptul că robotul trebuie să meargă exact la poziția specificată și nu tăiați colțuri în drum spre următoarea poziție.

- instrument0 specifică faptul că este flanșa de montare de la vârful robotului ar trebui să treacă la poziția specificată.

```

MoveC p10, p20, v1000, fine, tool0;

```

```

MoveJ p10, v1000, fine, tool0;

```

```

MoveAbsJ j10, v50, z50, tool0;

```

-Cu Opțiuni () este posibil să se adauge o decalare la un punct în pozițiile x-, y-, și z-direcție

```

MoveL Offs(p10,0,0,20), v1000, fine, tool0;

```

Robotul se va muta într-un punct de 20 mm în direcția z în raport cu p10, se vede în figura 4 o mișcare offline având un punct de referință.

-Offs () este un instrument foarte eficient pentru a produce o mișcare dorită offline având un punct de referință.

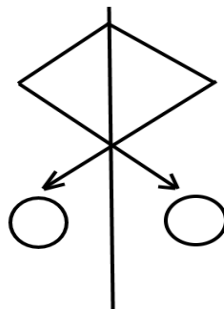


Fig. 4. O mișcare offline având un punct de referință.

## Bibliografie

1. Modele de conducere și control a sistemelor în timp real, utilizând tehnici de inteligență artificială acesat Ianuarie 23, 2019 <http://www.agir.ro/buletine/2006.pdf>
2. Software industrial acesat Decembrie 23, 2018 <http://www.scribub.com/stiinta/informatica/SOFTWARE-INDUSTRIAL101161165.php>
3. Conceptul de proiectare, Produs și proces de producție acesat Decembrie 23, 2017 [http://mec.upt.ro/dolga/PSM\\_capitolul\\_2.pdf](http://mec.upt.ro/dolga/PSM_capitolul_2.pdf)

4. Cercetari privind optimizare prin simularea conceptiilor produselor industrial acesat Decembrie 24, 2017
5. [http://ghionea.ro/data/uploads/rezumat\\_teza\\_ionut\\_ghionea.pdf](http://ghionea.ro/data/uploads/rezumat_teza_ionut_ghionea.pdf)
6. Modelarea matematică prin MATLAB acesat Decembrie 20, 2018
7. [http://www.edumanager.ro/community/documente/modelare\\_matematica\\_prin\\_matlab.pdf](http://www.edumanager.ro/community/documente/modelare_matematica_prin_matlab.pdf)
8. Software pentru amplasarea utilajelor acesat Decembrie 22, 2018  
[https://ro.wikipedia.org/wiki/Amplasare\\_industrial%C4%83\\_de\\_utilaje#Software\\_pentru\\_amplasare\\_a\\_utilajelor](https://ro.wikipedia.org/wiki/Amplasare_industrial%C4%83_de_utilaje#Software_pentru_amplasare_a_utilajelor)
9. Modelarea și simularea sistemelor mecatronice acesat Octombrie 23, 2018  
[http://mec.upt.ro/dolga/PSM\\_capitolul\\_8.pdf](http://mec.upt.ro/dolga/PSM_capitolul_8.pdf)

# DISPOZITIV DE DIRIJARE A UNEI PLATFORME ȘI RAMPE DIN AUTOMOBIL PENTRU PERSOANE CU DIZABILITĂȚI

*Daniel CURMEI, Stanislav SĂNDUȚĂ*

*Universitatea Tehnică din Moldova*

**Abstract:** În cadrul unui proiect de caritate, numit “AVAI Movement”, am modificat un automobil pentru a oferi posibilitate persoanelor cu dizabilități motorice la picioare să șofeze. Proiectul constă din două părți, prima parte fiind ajustarea salonului mașinii pentru a instala o platformă cu rampă și instalarea unui dispozitiv mecanic care permite accelerarea și frînarea fără pedale; a doua parte, de care am fost responsabili noi, studenții UTM, a fost crearea un dispozitiv pentru dirijarea platformei și rampei instalate în mașină. Mecanismul a fost realizat cu o serie de dispozitive hardware: microcontroller-ul Arduino Nano, senzori ultrasunet și butoane digitale. Pentru dirijarea platformei s-a elaborat și implementat o aplicație software.

**Cuvinte cheie:** AVAI Movement, Arduino, IBT-2, DC-DC Converter, State Machine, C++

## Introducere

Avansarea tehnologiilor informaționale are un mare impact asupra populației. Un mare beneficiu îl au oamenii cu dizabilități, care datorită noilor tehnologii, profită de așa numită “assistive technology”.

Printre noi există o mulțime de persoane care au dificultăți în a efectua activitățile din viața de zi cu zi. Unii au dificultăți în a se deplasa la muncă pentru că au probleme cu funcțiile motorice, alții din cauza vederii practic distruse, unii nu își pot efectua treburile pentru că nu se pot concentra. Copiii cu dizabilități se confruntă cu diferite forme de excludere, care pot să îi deposeze de serviciile prestate sănătății și educației, să le limiteze participarea în familie, comunitate și societate.[1] Un elev sau student cu dizabilități, venind la studii, are dificultăți în a efectua unele activități propuse de profesori. Însă toate aceste persoane ar dori să aibă aceeași influență asupra societății ca și ceilalți, și să fie văzuți ca egali. De aceea, datorită avansării tehnologiilor, a fost depusă multă muncă în dezvoltarea tehnologiilor asistive, “assistive technology”, care se ocupă cu crearea dispozitivelor asistive, adaptive și reabilitative pentru oamenii cu dizabilități sau populația în vârstă, incluzând și procesul de selecție, găsim și utilizare al acestui dispozitiv.[2] Așa dispozitive sunt deja utilizate de către ei. Elevii, studenții și copiii cu limitări fizice care le împiedică atât scrierea cât și tastarea pot comunica în mod eficient cu utilizarea software-ului de recunoaștere vocală.[3] Un alt exemplu este implicarea în acest capitol al domeniului roboticii. Nao, un robot autonom, umanoid și programabil creat de compania Aldebaran Robotics,[4] care a fost creat în scopuri educaționale, dar și pentru interacțiunea cu copiii care suferă de autism. Datorită înfățișării sale, copiii comunică mai ușor și mai deschis cu robotul. Alt exemplu este scaunul pe roțile *Scewo*,[5] care poate să se balanseze și să urce scările de sine stătător. Un așa robot ar putea ajuta oamenii cu dizabilități motorice să se deplaseze în scaun pe roțile fără ajutor din partea altor persoane.

Dar totuși dorințele acestor oameni nu se opresc aici. Fiecare din ei are câte un vis pe care dorește să îl poată realiza. Unul din ei fiind Alexandru, un tânăr pe scaun cu roțile, care visează să poată conduce o mașină. De aceea prietenul său Adrian, a strâns o echipă și a inițiat un proiect *AVAI Movement*, scopul căruia a fost de a crea o mașină care poate fi condusă chiar și de o persoană cu defecte motorice. Noi, fiind studenți, ne-am implicat în proiectul dat cu scopul de a ajuta și de învăța noi lucruri. Job-ul nostru a fost în a crea un soft care va controla mecanismul din interiorul mașinii, care îl va ajuta pe Alexandru să se poziționeze în fața volanului de sine stătător.

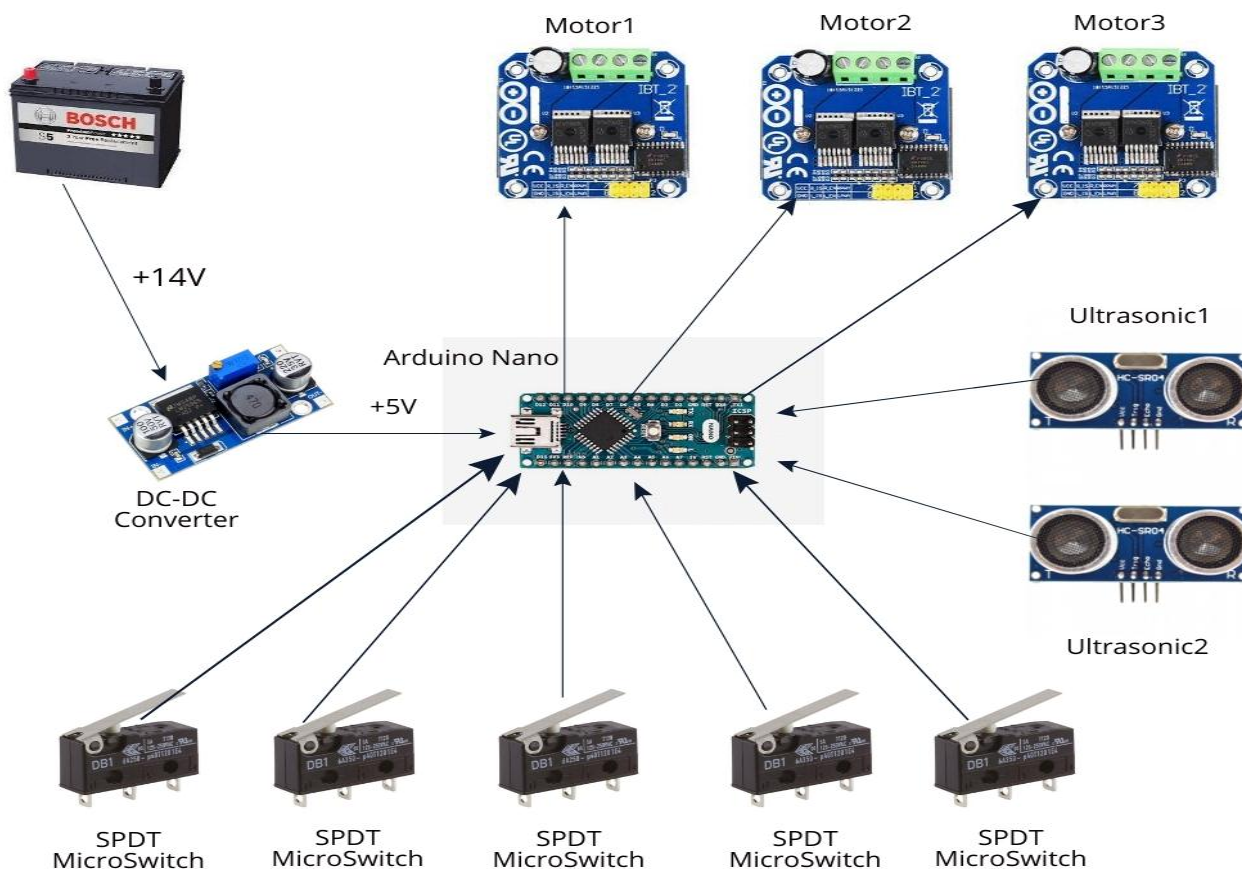


Figura 1. Schema generală al proiectului.

## 1. Partea hardware

Proiectul dat constă din două părți: partea hardware și partea software. Pentru a cunoaște principiul de lucru a software-ului, e bine pentru început de a înțelege principiul de funcționare a dispozitivelor hardware. În Figura 1 putem observa o schemă generală a proiectului. În ea avem automatul operațional, microcontroller-ul Arduino Nano, 3 driver-e de putere mare pentru motoare, un convertor DC-DC, doi senzori ultrasunet și câteva butoane de control al stării. Arduino Nano reprezintă creierul, el va selecta conform semnalului de comandă și stării butoanelor care motor va fi pornit și în ce direcție. Cele 3 motoare reprezintă două rampe și o platformă. Un buton este folosit pentru a determina dacă scaunul cu roțile se află sau nu pe platformă. Pentru că motoarele sunt foarte puternice și consumă mult curent, a fost luată decizia să folosim driver-e module IBT-2 care conține două circuite integrate BTS7960, care reprezintă driver-e pentru motoare de putere mare și se încadrează perfect în proiectul nostru. Alimentarea care va pune în funcțiune toată schema va fi luată de la acumulatorul motorului.

Cei 14V de la acumulator sunt perfecți pentru motoare, dar nu și pentru microcontroller sau driver-e. De aceea am utilizat un DC-DC buck convertor, care scade tensiunea înaltă de intrare la una joasă. Pentru că este un convertor ce poate fi reglat cu ajutorul potențiometrului putem ajusta o anumită tensiune de ieșire. În cazul nostru, e nevoie de cel mult 5V. Astfel, putem să punem în funcțiune și microcontroller-ul și driver-ele. În schemă sunt prezente și butoane de control a stării, cinci la număr. Două din acestea verifică starea platformei, altele două starea la cele două rampe, și un buton care determină prezența scaunului cu roțile. Butoanele reprezintă switch-uri digitale care pot avea două stări: activat și deactivat. Alți doi senzori pe care îi avem pe schemă sunt senzorii ultrasunet. Scopul acestora este de a împiedica ieșirea platformei din mașină în cazul unui obstacol, care poate aduce la deteriorarea dispozitivului, sau la provocarea diverselor daune (lovirea unei mașini sau a unui pieton). Deci, conform schemei, putem deduce că butoanele și senzorii ultrasunet sunt cele mai importante componente, datele cărora sunt prelucrate în aplicația software elaborată.



În cadrul proiectului, deși nu sunt reprezentate în schemă, au fost folosite și componente pasive precum rezistențe și capacități cu scop de protecție a microcontroller-ului și driver-elor, pentru a asigura funcționarea lor pe un timp cât mai îndelungat. În proiect sunt prezente și câteva butoane mecanice, care nu sunt dirijate de microcontroller și sunt conectate direct la motoare. Pentru a evita o utilizare accidentală telecomenzii în timpul deplasării cu mașina, șoferul poate utiliza două butoane mecanice pentru a scoate sau introduce înapoi platforma. Un alt buton este pentru a elibera scaunul cu roțile de pe magnetul care îl fixează, pentru a putea ieși de pe platformă. Și ultimul buton permite de a ridica/cobori direct rampa. Chiar dacă aceste butoane dirijează direct motoarele și schimbă starea în care se mașina, ele sunt proiectate astfel încât să nu provoace erori în cazul citirii stării de către microcontroller. În cazul unei stări nerecunoscute, este prevăzută trecerea în starea inițială.

## 2. Partea software

Dirijarea platformei este efectuată de un automat de comandă (AC) care transmite semnale corespunzătoare automatului operațional (AO). Automatul de comandă e reprezentat de Arduino Nano, iar cel operațional de driver-ele pentru motoare IBT-2. La tastarea unui buton de pe telecomandă, se transmite un impuls electric către AC, care generează un semnal de comandă pentru efectuarea unei acțiuni în AO, spre exemplu, deplasarea platformei la stînga, la dreapta etc.

Automatul de comandă reprezintă un automat finit de tip Mealy, selectat din motive de protecție suplimentară a utilizatorului. Automatul Mealy funcționează astfel încât starea următoare depinde atât de starea actuală, cât și de datele de intrare. Astfel, dacă într-un moment anumit obținem date de intrare eronate, automatul se întoarce în starea inițială.

Așadar, pentru a realiza mobilitatea dispozitivului, care constă în deschiderea/închiderea platformei și a rampei, identificăm următoarele stări: platforma închisă, platforma deschisă, rampa închisă, rampa deschisă. Pe lînga stări, mai avem și acțiuni: de deschidere, închidere și pauza care oprește execuția celorlalte două. Acțiunile asigură tranziția dintre stări. În așa fel, aflîndu-ne într-o stare, putem trece în starea următoare prin acțiunea de deschidere sau închidere (Tabelul 1).

Tabelul 1. Tabelul de tranziție a stărilor

Stari	Platforma închisă	Platform deschisă	Rampa deschisă	Rampa închisă
Platforma închisă	închidere	deschidere	-	-
Platforma deschisă	închidere	deschidere	deschidere	închidere
Rampa deschisă	-	-	deschidere	închidere
Rampa închisă	închidere	deschidere	deschidere	închidere

Din tabelul 1 se observă că pentru a trece dintr-o stare în alta este necesar de a aplica anumite acțiuni. Spre exemplu, din starea **platforma închisă** în starea platformă deschisă se trece prin acțiunea de deschidere. Lipsa acțiunii din anumite celule ale tabelului indică faptul că este imposibilă trecerea dintre stările respective.

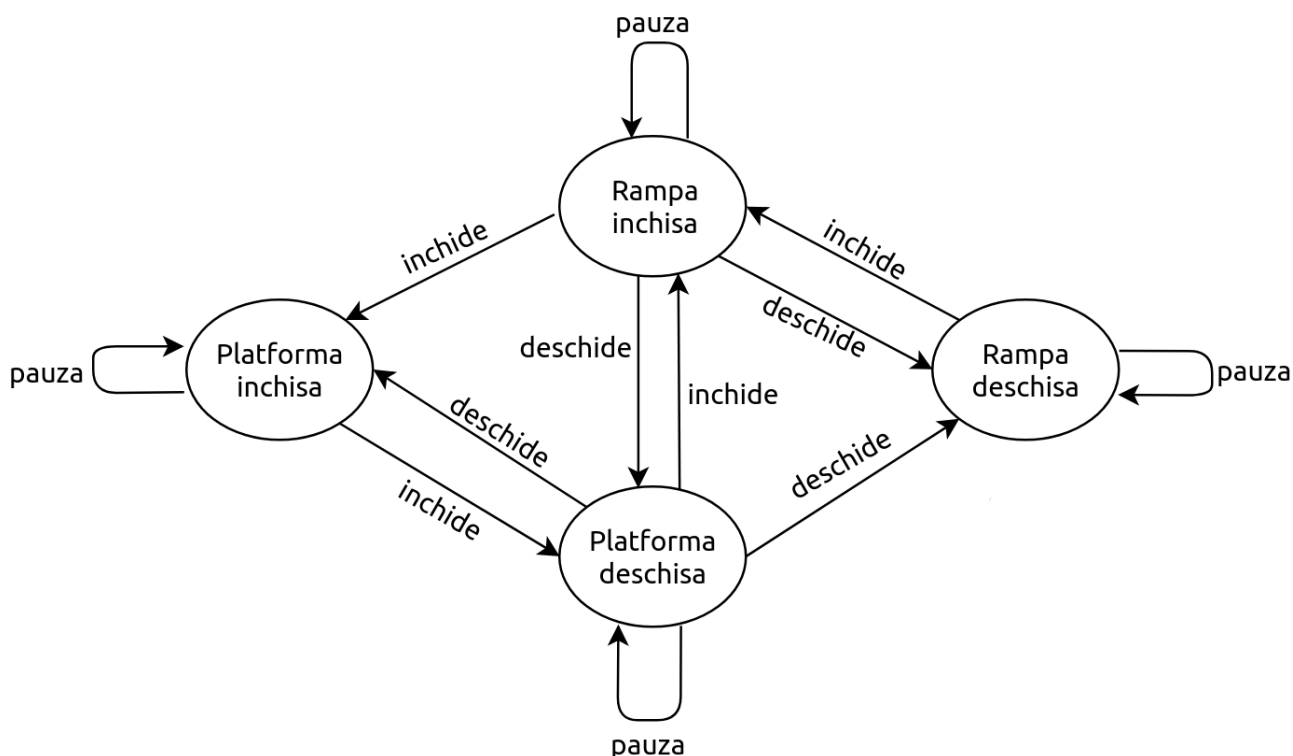


Figura 2. Graful de tranziție al stărilor.

Tabelul de tranziție poate reprezentat și în forma unui graf (Figura 2), unde nodurile, reprezinta stările, iar arcele indica tranziția dintre stări. Deasupra arcelor este indicată acțiunea necesară pentru tranziția respectivă dintre stări.

Algoritmul a fost implementat în limbajul C++ cu utilizarea bibliotecilor oferite de Arduino în mediul de programare Arduino IDE. Codul sursă este accesibil pe GitHub, link-ul: <https://github.com/InSunc/avai>.

## Bibliografie

1. Johan Borg, Rosangela Berman-Bieler, Chapal Khasnabis, Gopal Mitra, William N Myhill, and Deepti Samant Raja. Assistive Technology for Children with Disabilities: Creating Opportunities for Education, Inclusion and Participation. <https://www.unicef.org/disabilities/files/Assistive-Tech-Web.pdf>
2. Assistive Technology. [https://en.wikipedia.org/wiki/Assistive\\_technology](https://en.wikipedia.org/wiki/Assistive_technology).
3. Joseph P. Akpan, Lawrence A. Beard. Overview of Assistive Technology Possibilities for Teachers to Enhance Academic Outcomes of All Students. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1053993.pdf>
4. Humanoid Robot Nao. [https://en.wikipedia.org/wiki/Nao\\_\(robot\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Nao_(robot))
5. Self-balancing, stairs-climbing wheelchair Scewo. <https://scewo.ch/en/>

# MODELUL CUNOȘTIȚELOR PENTRU REȚELE DE ROBOȚI NAO

Silvia MUNTEANU, Victoria LAZU, Veaceslav SANDUȚA  
Valeria UNGUREANU, Daniel CURMEI

Universitatea Tehnică a Moldovei

**Rezumat:** Lucrarea de față prezintă o sinteză a rezultatelor obținute în procesul programării roboților NAO (Frank și Eva) prezenți la Departamentul Informatică și Ingineria Sistemelor. Modelul cunoștințelor prezintă o rețea neuronală artificială recurentă în care intrările prezintă vectorii de stare a fiecărui robot NAO în parte și ieșirile funcțiilor de activare. Procesul de formare a cunoștințelor este o funcție de timp și se bazează pe calculul ponderilor sinaptice care determină influența parametrului respectiv asupra funcției de activare.

**Cuvinte cheie:** Robot NAO, modelul cunoștințelor, rețea de roboți, rețele neuronale.

## Introducere

Robotul NAO [1] prezintă un sistem complex autonom programabil dezvoltat de compania franceză Aldebaran Robotics [2]. La moment se produce o nouă generație NAO Next Gen care dispune de caracteristici mai performante în comparație cu predecesorul său. Ca parametri funcționali pentru un dezvoltator de aplicații sunt importante următoarele caracteristici: înălțimea – 58cm; greutatea – 4.3Kg; timpul autonom de funcționare – 60min; grade de libertate – 25; procesor – Intel Atom Z530, 1.6GHz, 1GB RAM, 2GB Flash memory, 8GB Micro SDHC; sistemul de operare – Linux compatibil cu Windows și Mac OS; limbaje de programare – C++, Python, Java, MATLAB, Urbi, C, .Net; două camere video HD; și canale de comunicare: Ethernet și WiFi. Pentru dezvoltarea aplicațiilor educaționale robotul NAO dispune de mediul de programare interactivă Choreographe [3].

Una din problemele majore specifice robotului NAO poate fi considerată lipsa capacității de acumulare a cunoștințelor și ulterioara utilizare a acestora în procesul de evoluție autonomă. Acumularea cunoștințelor poate fi efectuată, atât de la surse proprii specializate, cât și de la alți roboți, conectați într-o rețea de comunicare Wireless. Procesul de acumulare a cunoștințelor include operații de achiziție a datelor, de la setul de senzori prezenți pe Robotul NAO și procesarea acestora în scopul extragerii de noi cunoștințe [4, 5].

## 1. Metode și modele de descriere a cunoștințelor în sistemele inteligente

Metodele și modelele de prezentare, dezvoltare și evoluție a cunoștințelor fac parte din domeniul Inteligenței Artificiale [6], în special acestea sunt: Rețelele Neuronale (Neurale), Sistemele Fuzzy, Algoritmii Genetici și Calculul Evolutiv [7]. Avantajul principal al acestor modele este capacitatea de acumulare, selectare și optimizare a cunoștințelor. Având o mulțime de criterii specifice, la începutul evoluției sistemului, și un obiectiv țintă, sistemul dispune de capacitatea de a se dezvolta permanent pentru a-și atinge obiectivul țintă, care la rândul său poate fi tot un parametru de timp.

**Se pune problema** de a dezvolta un model al cunoștințelor pentru o rețea de roboți NAO care să asigure procesul de acumulare, selectare și optimizare a cunoștințelor în scopul soluționării unui obiectiv țintă.

## 2. Structura rețelei de roboți NAO

Este definită rețeaua de roboți NAO (Figura 1), unde:  $NAO_i, i = \overline{1,7}$  – este mulțimea de roboți implicați în formarea rețelei;  $R(i, j)$  – este mulțimea de conexiuni **WiFi** cu posibilitate de comunicare.

Starea fiecărui robot  $NAO_i$  este determinată de vectorul  $X_i = (x_{i,1}, x_{i,2}, \dots)$  care include datele obținute de la setul de senzori amplasați pe acesta. Interacțiunea dintre roboții NAO este determinată de

matricea  $\mathbf{R} = \begin{bmatrix} r_{1,1} & r_{1,2} & \dots & r_{1,J} \\ r_{2,1} & r_{2,2} & \dots & r_{2,J} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{I,1} & r_{I,2} & \dots & r_{I,J} \end{bmatrix}$ . Această matrice este dinamică și se formează în dependență de

topologia rețelei și conexiunile Wireless create dintre roboții rețelei. Vectorul  $\mathbf{R}_i = (r_{i,1}, r_{i,2}, \dots, r_{i,J})$  determină conexiunile robotului  $\mathbf{R}_i$  cu restul roboților din rețea. Dacă  $r_{i,j} = 0$  indică lipsa conexiunii dintre robotul  $i$  și robotul  $j$ .

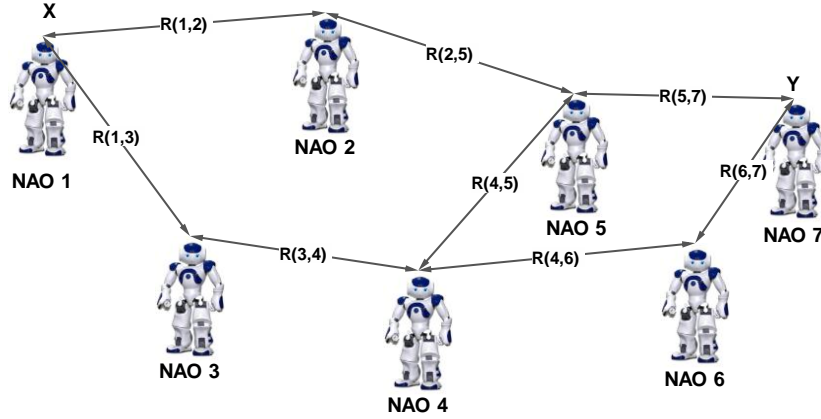


Fig. 1. Structura rețelei de roboți NAO

### 3. Modelul cunoștințelor pentru rețeaua de roboți NAO

Efectuând o analiză a metodelor de prezentare a cunoștințelor s-au selectat Rețelele Neuronale Artificiale [7]. Topologia rețelei prezintă o mulțime de intrări obținute de la setul de senzori și mulțimea de intrări recurente ale ieșirilor tuturor neuronilor din rețeaua respectivă. Rezultatul dezvoltării unui neuron (modelul cunoștințelor pentru un robot NAO) este prezentat în Figura 2, unde:  $x_{j,1}, \dots, x_{j,N}$  - este starea robotului  $NAO_j$  (datele obținute de la setul de senzori);  $y_{j,1}, \dots, y_{j,J}$  - funcțiile de activare obținute de la toți roboții NAO conectați în rețea;  $w_{j,1}, \dots, w_{j,N}$  și  $w_{j,1}, \dots, w_{j,J}$  - ponderi sinaptice (coeficienți de multiplicare obținuți în rezultatul evoluției (învățării) rețelei de roboți NAO);  $u_j = \sum_{i=1}^N (x_{j,i} w_{j,i}) + \sum_{i=1}^J (y_{j,i} w_{j,i})$  - suma coeficienților de intrare;  $y_j = f(u_j)$  - funcția de activare a ieșirii neuronului.

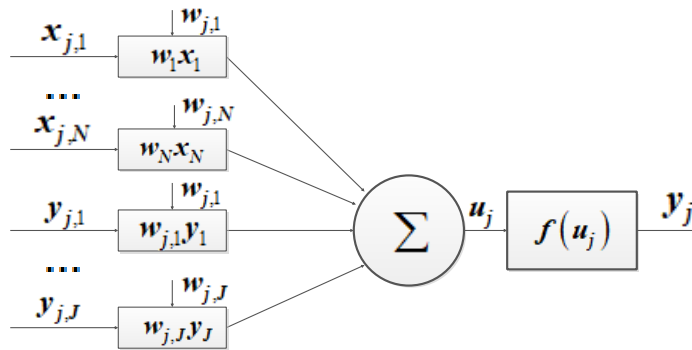


Fig. 2. Modelul unui neuron.

Modelul integral al cunoștințelor rețelei de roboți NAO este prezentată în Figura 3, unde:  $X_1, X_2, \dots, X_J$  - sunt vectorii de intrare de stare a roboților NAO;  $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_J\}$  - este vectorul de activare a ieșirilor de la toți neuronii.

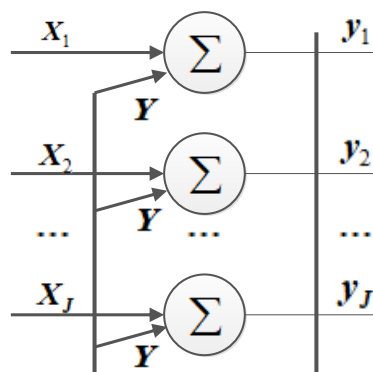


Fig. 3. Modelul integral al cunoștințelor rețelei de roboți NAO.

### Mențiuni

Proiectările și cercetările efectuate fac parte din tematica tezelor de licență, master și doctorat elaborate în cadrul Departamentului Informatica și Ingineria Sistemelor de la FCIM, UTM. Testarea funcțională a modelului de cunoștințe s-a efectuat în baza Roboților EVA și FRANK oferiți de DIIS.

### Bibliografie

1. NAO Robot: <https://www.softbankrobotics.com/emea/en/nao> (Accesat 12.01.2019).
2. NAO Documentation: [http://doc.aldebaran.com/2-1/home\\_nao.html](http://doc.aldebaran.com/2-1/home_nao.html) (Accesat 15.01.2019).
3. NAO Humanoid Robot in Education: <https://www.brainaryinteractive.com/nao-robot/> (Accesat 20.01.2019).
4. Ababii, V.; Sudacevschi, V.; Munteanu, S.; Bordian, D.; Calugari, D.; Nistiriuc, A.; Dilevschi, S. Multi-agent cognitive system for optimal solution search. *The International Conference on Development and Application Systems (DAS-2018) 14th Edition, May 24-26, 2018, Suceava, Romania*, pp. 53-56, IEEE Catalog Number: CFP1865Y-DVD, ISBM: 978-1-5386-1493-8.
5. Hand, D.; Mannila, H.; Smith, P. Principles of Data Mining. *The MIT Press, Cambridge, 2001*, 546p. ISBN: 026208290x.
6. Stuart J. Russell and Petter Norving. Artificial Intelligence. A Modern Approach. *Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1995*, 903p. ISBN: 0-13-103805-2.
7. Lakhmi C. Jain; N.M. Martin. Fusion of Neural Networks, Fuzzy Systems and Genetic Algorithms: Industrial Applications. CRC Press. 1998, 354p. ISBN: 978-0849398049.

# SISTEM DE CONDUCERE ORIENTAT PE STRUCTURI DE CALCUL EVOLUTIV

Constantin ABABII<sup>1</sup>, Eugen NEGARA<sup>2</sup>, Dimitrie BORDIAN<sup>2</sup>, Dmitri CALUGAR<sup>3</sup>,  
Andrei MIRON<sup>2</sup>, Neonil ROȘCA<sup>2</sup>, Iulian LUNGU<sup>2</sup>

<sup>1</sup>SCHUNK Electronic Solutions GmbH, Germany;

<sup>2</sup>Universitatea Tehnică a Moldovei, R. Moldova; <sup>3</sup>ICG Engineering, R. Moldova;

**Abstract:** În lucrare sunt prezentate rezultatele proiectării unui sistem de conducere orientat pe structuri de calcul evolutiv. Soluționarea problemei de conducere se bazează pe aplicarea algoritmilor de calcul evolutiv în combinație cu calculul membranar și implementarea acestora pe structuri de calcul multi-procesor sau multi-controler. S-a formulat problema de optimizare multi-criterială, și s-au elaborat: modelul matematic pentru soluționarea problemei de optimizare multi-criterială, structura sistemului de calcul membranar-evolutiv, și structura sistemului de calcul multi-procesor.

**Cuvinte cheie:** Calcul evolutiv, optimizare multi-dimensională, optimizare multi-criterială, structuri de calcul, sistem multi-procesor, calcul membranar.

## Introducere

Lumea ce ne înconjoară este o lume multi-dimensională [1]. Conducerea unui proces definit în această lume poate fi considerat ca un proces multi-dimensional în care este definită o problemă de optimizare multi-criterială [2,3]. În acest caz este necesar să fie optimizate simultan mai multe funcții obiectiv, care se află, în unele cazuri, în conflict de interese. În același timp unele funcții obiectiv necesită ca să fie minimizate, pe când altele, necesită ca să fie maximizate. De asemenea valoarea optimală pentru anumite funcții obiectiv nu coincide cu valoarea optimală realizată de alte funcții obiectiv.

Găsirea unui model matematic sau algoritm clasic care să soluționeze contradicțiile descrise mai sus este foarte complicat și practic irealizabil. O metodă de soluționare poate fi găsită prin aplicarea algoritmilor de calcul evolutiv [4], în combinație cu calculul membranar [5], fiind implementați pe structuri de calcul reconfigurabil multi-procesor sau multi-controler [6].

## 1. Formularea problemei de optimizare multi-criterială

Este definit procesul  $P$  în spațiul  $\mathfrak{R}^N$ , unde  $N$  este dimensiunea spațiului [3]. Starea procesului  $P$  este identificată prin vectorul  $X = [x_i, \forall i = \overline{1, N}]$ , unde  $X \in \mathfrak{R}^N$ . Optimizarea procesului  $P$  în spațiul  $\mathfrak{R}^N$  este efectuată prin intermediul vectorului de control  $Y = [y_j, \forall j = \overline{1, N}]$ , unde  $Y \in R^N$  care este spațiul de resurse admisibile pentru controlul procesului  $P$ .

Este pusă problema (1) care să asigure:

$$f(X) \xrightarrow{Y} X^{opt}; \forall X \in \mathfrak{R}^N \text{ \& } Y \in R^N. \quad (1)$$

În modelul (1) sunt menționate  $f(X)$  - evoluția procesului  $P$  și  $X^{opt}$  - valoarea optimală a acestuia.

Vom considera că  $f(X) = f^{\min}(X) \cup f^{\max}(X)$ , unde  $f^{\min}(X)$  - mulțimea de funcții care minimizează valoarea de stare  $X^{\min}$  a procesului  $P$  și, respectiv  $f^{\max}(X)$  - mulțimea de funcții care maximizează aceste valori  $X^{\max}$ ,  $X^{opt} = X^{\min} \cup X^{\max}$ .

## 2. Modelul matematic pentru soluționarea problemei de optimizare multi-criterială

Soluționarea problemei (1) se reduce la rezolvarea unui sistem de ecuații (2), unde:  $\Delta y_i, \forall i = \overline{1, N}$  - variația semnalului de acțiune asupra procesului care duce la îndeplinirea condiției de optimizare;  $\Delta x_i, \forall i = \overline{1, N}$  - variația stării procesului care duce la îndeplinirea condiției de optimizare;  $X$  - starea procesului controlat;  $X^{\min}$  - starea procesului optimală-minimală;  $X^{\max}$  - starea procesului optimală-maximală;  $f_i^{\min}, \forall i = \overline{1, k}$  - funcție pentru verificarea condiției de minimizare a stării procesului;  $f_i^{\max}, \forall i = \overline{k+1, N}$  - funcție pentru verificarea condiției de maximizare a stării procesului.

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta y_1 | f_1^{\min}(X, \Delta x_1) \rightarrow X^{\min}, \\ \Delta y_2 | f_2^{\min}(X, \Delta x_2) \rightarrow X^{\min}, \\ \dots \\ \Delta y_k | f_k^{\min}(X, \Delta x_k) \rightarrow X^{\min}, \\ \Delta y_{k+1} | f_{k+1}^{\max}(X, \Delta x_{k+1}) \rightarrow X^{\max}, \\ \Delta y_{k+2} | f_{k+2}^{\max}(X, \Delta x_{k+2}) \rightarrow X^{\max}, \\ \dots \\ \Delta y_N | f_N^{\max}(X, \Delta x_N) \rightarrow X^{\max}. \end{array} \right. \quad (2)$$

### 3. Structura sistemului de calcul membranar-evolutiv

Structura sistemului de conducere orientat pe calcul evolutiv este prezentată în Figura 1.

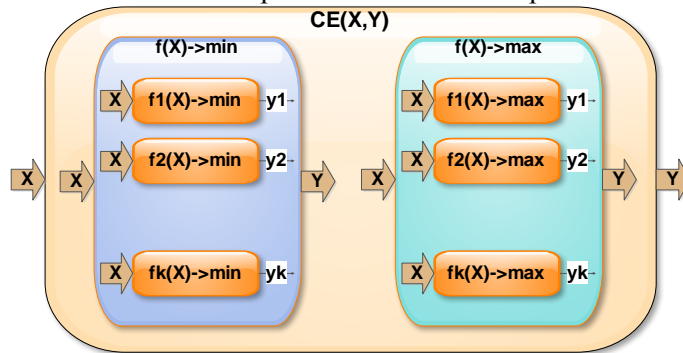


Fig. 1. Structura sistemului de conducere orientat pe aplicații evolutive.

Structura de calcul evolutiv prezintă un model de calcul membranar format din:  $X$  - porturi de intrare a vectorului de stare;  $Y$  - porturi de ieșire a vectorului de acțiune;  $f_i(X) \rightarrow \min$  - membrane elementare care soluționează problema spre o valoare minimală;  $f(X) \rightarrow \min$  - membrană complexă care integrează toate membranele de minimizare;  $f_i(X) \rightarrow \max$  - membrane elementare care soluționează problema spre o valoare maximală;  $f_i(X) \rightarrow \max$  - membrană complexă care integrează toate membranele de maximizare;  $CE(X,Y)$  - membrană complexă care integrează toate membranele și realizează modelul de calcul evolutiv în baza unui sistem de cromozomi.

Fiecare membrană elementară  $f_i(X) \rightarrow \min/\max$  prezintă un procesor care rezolvă independent modelul matematic de minimizare sau maximizare a valorilor de stare  $X$  prin generarea vectorului de acțiune  $Y$ .

Modelul de calcul evolutiv  $CE(X,Y)$  se bazează pe modele de algoritmi genetici cu codificare binară și este prezentat în Figura 2.

$X^{GA}$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	...	$x_k$	$x_{k+1}$	$x_{k+2}$	...	$x_N$
$X(T[0])$	0	0	0		0	1	1		1
$Y(T[0])$	0	0	0		0	1	1		1
$Y^{GA}$	$y_1$	$y_2$	$y_3$	...	$y_k$	$y_{k+1}$	$y_{k+2}$	...	$y_N$

Fig. 2. Modelul de calcul evolutiv.

În Figura 2 sunt menționate următoarele:  $X^{GA}$  - codificarea binară a genelor de stare identificate prin „0” logic dacă parametrul de stare respectiv scade la fiecare pas de comandă și „1” logic dacă parametrul de stare respectiv crește la fiecare pas de comandă;  $X(T[0])$  - starea inițială a genelor;  $Y^{GA}$  - codificarea binară a genelor de acțiune, „0” - scăderea semnalului de comandă și „1” - creșterea semnalului de comandă.

În tabelul de mai jos sunt prezentate combinațiile posibile pentru evaluarea sistemului.

(T)				(T+I)		Explicații la modelul dinamic de evoluție a sistemului
X <sup>GA</sup>	Y <sup>GA</sup>	X <sup>GA</sup>	Y <sup>GA</sup>			
Pentru condiția $f_i(X) \rightarrow \min$						
0	0	0	0	Condiție îndeplinită. Descreșterea semnalului de control duce la descreșterea parametrului de stare.		
0	1	0	1	Condiție îndeplinită. Creșterea semnalului de control duce la descreșterea parametrului de stare.		
1	0	0	1	Condiție ne-îndeplinită. Descreșterea semnalului de control duce la creșterea parametrului de stare. Încrucișarea genelor: Condiție planificată $Y^{GA}(T+1) = \overline{(X^{GA}(T)) XOR (X^{GA}(T))}$ Condiție așteptată $X^{GA}(T+1) = (X^{GA}(T)) XOR (X^{GA}(T))$ .		
1	1	0	0	Condiție ne-îndeplinită. Creșterea semnalului de control duce la creșterea parametrului de stare. Încrucișarea genelor: Condiție planificată $Y^{GA}(T+1) = \overline{(Y^{GA}(T))}$ , Condiție așteptată $X^{GA}(T+1) = \overline{(X^{GA}(T))}$ .		
Pentru condiția $f_i(X) \rightarrow \max$						
0	0	1	1	Condiție ne-îndeplinită. Descreșterea semnalului de control duce la descreșterea parametrului de stare. Încrucișarea genelor: Condiție planificată $Y^{GA}(T+1) = \overline{(Y^{GA}(T))}$ , Condiției așteptată $X^{GA}(T+1) = \overline{(X^{GA}(T))}$ .		
0	1	1	0	Condiție ne-îndeplinită. Creșterea semnalului de control duce la descreșterea parametrului de stare. Încrucișarea genelor: Condiție planificată $Y^{GA}(T+1) = \overline{(X^{GA}(T)) XOR (X^{GA}(T))}$ , Condiție așteptată $X^{GA}(T+1) = (X^{GA}(T)) XOR (X^{GA}(T))$ .		
1	0	1	0	Condiție îndeplinită. Descreșterea semnalului de control duce la creșterea parametrului de stare.		
1	1	1	1	Condiție îndeplinită. Creșterea semnalului de control duce la creșterea parametrului de stare.		

#### 4. Structura sistemului de calcul multi-procesor

Structura sistemului de calcul multi-procesor este prezentată în Figura 3 și include  $N$  procesoare  $Pr_i, \forall i = \overline{1, N}$  conectate într-o rețea de comunicare.

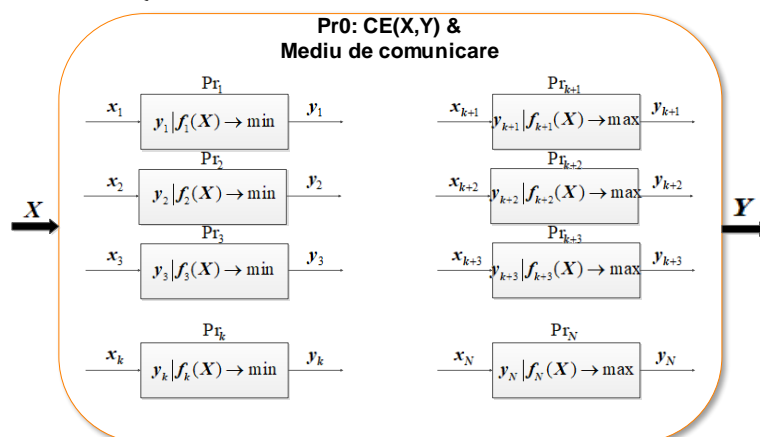


Fig. 3. Structura sistemului de calcul multi-procesor.



### ***Modul de funcționare.***

Fiecare procesor își rezolvă sarcina sa, în mod concurrent cu alte procesoare, citind datele de la intrare și livrând rezultatul la ieșire. Schimbul de date este efectuat prin intermediul ***mediului de comunicare*** care livrează vectorul de stare  $X$  la toate procesoarele. Calculul condiției de convergență la valoarea condiționată de modelul (2) și calculul genetic este efectuat în baza procesorului  $Pr0$ , care și determină modul de rutare în mediul de comunicare.

### **Mențiuni**

Cercetările efectuate în această lucrare fac parte din tematica tezelor de doctorat planificate în cadrul Departamentului Informatica și Ingineria Sistemelor, FCIM, UTM. Testarea experimentală și funcțională s-a efectuat în cadrul ***ICG Engineering SRL, R. Moldova și SCHUNK Electronic Solutions GmbH, Germania.***

### **Bibliografie**

1. Dudgeon, D. and Mersereau R. *Multidimensional Digital Signal Processing*, Prentice-Hall, First Edition, 400 p. 1983, ISBN: 978-0136049593.
2. Yann Collette, Patrick Siarry. Multiobjective optimization. Principles and Case Studies. Springer-Verlag, 2003, 273 p., ISBN: 3-540-40182-2.
3. Аттетков А.В., Галкин С.В., Зарубин В.С. Методы оптимизации, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003, -440 с. ISBN: 5-7038-1770-6.
4. Rădulescu Iulia Cristina. Rezolvarea unor problem de optimizare multi-obiectiv bazată pe algoritmi evolutivi. Revista Română de Informatică și Automatică, vol. 25, nr. 2, 2015, pp. 39-48.
5. Păun Gheorghe. Introduction to Membrane Computing. *Institute of Mathematics of the Romanian Academy*. 43p.
6. Tato Dorta, Jaime Jimenez, Jose Luis Martin, Unai Bidarte, and Armando Astarloa. Reconfigurable Multiprocessor Systems: A Review. International Journal of Reconfigurable Computing, Vol 2010, Art. ID 570279, 10p., DOI:10.1155/2010/570279.

# MODELUL DE PROCESARE CONCURENTĂ A DATELOR PENTRU EVALUAREA PARAMETRILOR SPAȚIU-TIMP AI PLACHETELOR CU CABLAJ IMPRIMAT

Dmitri CALUGARI<sup>1,3</sup>, Constantin ABABII<sup>2</sup>, Dimitrie BORDIAN<sup>3</sup>,  
Andrei DUBOVOI<sup>1,3</sup>, Neonil ROȘCA<sup>3</sup>, Iulian LUNGU<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ICG Engineering, R. Moldova; <sup>2</sup>SCHUNK Electronic Solutions GmbH, Germany;

<sup>3</sup>Universitatea Tehnică a Moldovei, R. Moldova

**Abstract:** În lucrarea de față sunt prezentate rezultatele dezvoltării unui model de procesare concurrentă a datelor pentru evaluarea parametrilor spațiu-timp ai plachetelor PCB. Este prezentată schema funcțională a sistemului și a blocului de logică Fuzzy. Modelul de procesare prezintă un sistem de ecuații diferențiale în parametri parțiali.

**Cuvinte cheie:** Procesarea semnalelor multidimensionale, procesarea concurrentă a datelor, model spațiu-timp, evaluarea parametrilor spațiu-timp, PCB.

## Introducere

Modelele de procesare concurrentă a semnalelor multe-dimensionale [1] prezintă metodele de bază pentru analiza proceselor dinamice care au loc în Plachetele cu Cablaj Imprimat (PCB). Topologic un PCB prezintă o mulțime de conductoare, de diferite forme și lungimi, amplasate pe una, doua sau mai multe suprafețe (straturi). Este evident faptul ca testarea parametrică a acestor plachete să fie efectuată până la amplasarea elementelor de circuit, totodată asigurându-se toți parametrii funcționali prin generarea de semnale de test și a sarcinilor respective care sa simuleze comportamentul circuitului real [2-5].

Pentru un PCB este foarte importantă și analiza parametrică a acesteia în raport cu spațiul trei-dimensional (XYZ) și în timp (spațiu-timp).

Scopul cercetărilor efectuate este identificarea unui model care să asigure procesarea concurrentă a datelor pentru analiza parametrilor spațiu-timp în PCB.

## 1. Formularea problemei

Fie este definit[ placheta PCB (Figura 1) care include:  $U^{In} = \{u_i^{In}, \forall i = \overline{1, N}\}$  - vectorul semnalelor de intrare ( $N = 5$ );  $U^{Out} = \{u_j^{Out}, \forall j = \overline{1, K}\}$  - vectorul semnalelor de ieșire ( $K = 6$ ), unde  $u_j^{Out} = g_j(U^{In}, Z_j)$  - modelul analitic pentru calculul semnalelor de ieșire;

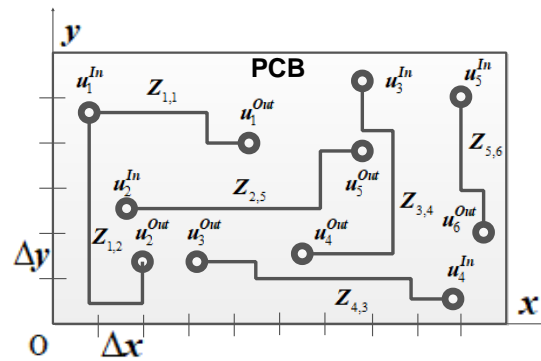


Fig. 1. Definirea plachetei cu cablaj imprimat (PCB).

$$Z = \begin{bmatrix} Z_{1,1} & Z_{1,2} & \dots & Z_{1,K} \\ Z_{2,1} & Z_{2,2} & \dots & Z_{2,K} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ Z_{N,1} & Z_{N,2} & \dots & Z_{N,K} \end{bmatrix} - \text{matricea de impedanțe electrice generate de conductoarele respective,}$$

unde  $Z_{i,j} = f_{i,j}(R_{i,j}, L_{i,j}, C_{i,j}), \forall i = \overline{1, N}, j = \overline{1, K}$ ,  $f_{i,j}$  - funcție de calcul,  $R_{i,j}$  - rezistența electrică a conductorului,  $L_{i,j}$  - inductanța conductorului, și  $C_{i,j}$  - capacitatea electrică a conductorului.

Se pune problema de a se dezvolta un model care permite testarea parametrică a plachetei PCB utilizând metode de generare a semnalelor de intrare  $U^{In}$ , achiziția concurrentă a semnalelor de ieșire  $U^{Out}$  și procesarea digitală a acestor semnale în scopul identificării parametrilor spațiu-timp induși de procesul de propagare a semnalelor electrice în conductoare și influența reciprocă a acestora.

## 2. Sinteza schemei funcționale

În Figura 2 este prezentată schema funcțională a sistemului pentru procesarea digitală a semnalelor multe-dimensionale în scopul identificării parametrilor spațiu-timp ai plachetelor PCB.

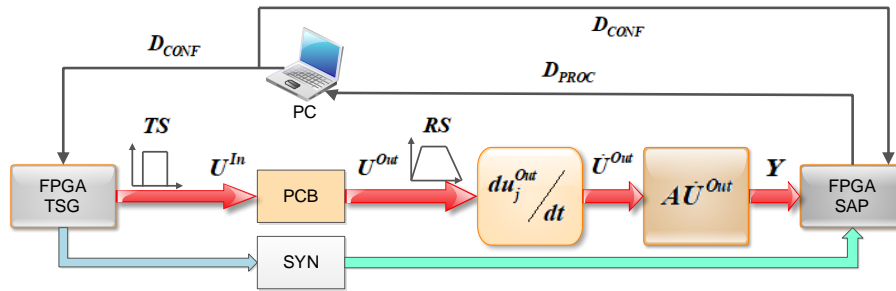


Fig. 2. Schema funcțională a sistemului pentru testarea plachetelor PCB.

Schema funcțională include următoarele componente: **PC** - calculatorul cu aplicația de configurare a circuitelor FPGA și de procesare digitală a semnalelor multe-dimensionale; **FPGA TSG** - generatorul semnalelor de testare; **PCB** - placa cu cablaj imprimat destinată testării;  $\frac{du_j^{out}}{dt}$  - blocul de diferențiere;  $A\dot{U}^{out}$  - blocul de logică Fuzzy; **FPGA SAP** - blocul de procesare preventivă a datelor; **SYN** - blocul de sincronizare.

În Figura 3 este prezentată forma semnalelor de testare  $TS(u_1^{In}, u_2^{In})$  (intrare în placa PCB) și a semnalelor de ieșire  $RS(u_1^{Out}, u_2^{Out}, u_5^{Out})$  care conform Figurii 1 formează trasee pe suprafața PCB.

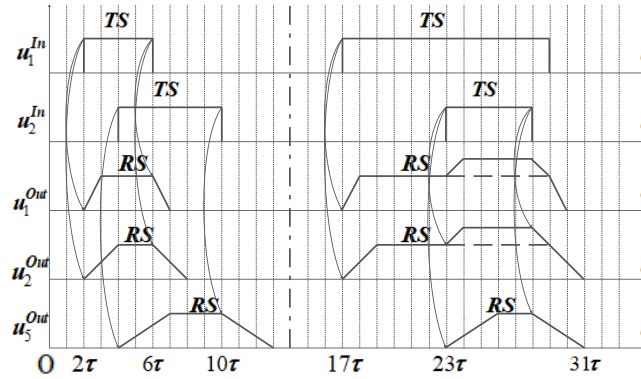


Fig. 3. Forma semnalelor **TS** și **RS**.

## 3. Blocul de logică Fuzzy

Schema funcțională a blocului de logică Fuzzy este prezentată în Figura 4.

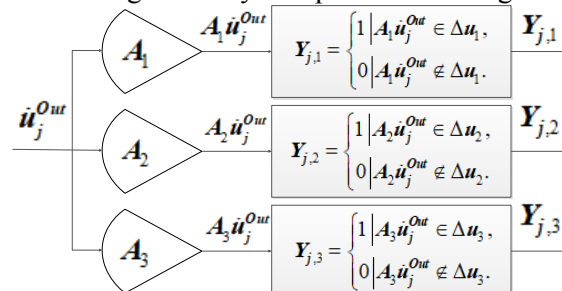


Fig. 4. Schema funcțională a blocului de logică Fuzzy.

Blocul de logică Fuzzy are funcția de a identifica viteza de creștere a potențialului semnalului analizat  $\dot{u}_j^{Out} \in \dot{U}^{Out}$ . Setul de amplificatoare  $A_1, \dots, A_3$  amplifică nivelul semnalului  $\dot{u}_j^{Out}$  până la nivelul de analiză  $A_l \dot{u}_j^{Out}, \forall l = \overline{1, 3}$  asupra căruia este aplicat algoritmul de identificare a nivelului de apartenență Fuzzy.

Condiția de apartenență este determinată de expresiile  $Y_{j,l} = \begin{cases} 1 & | A_l \dot{u}_j^{Out} \in \Delta u_l, \\ 0 & | A_l \dot{u}_j^{Out} \notin \Delta u_l \end{cases}, \forall l = \overline{1, 3}$ . Semnalele

$Y_{j,l}, \forall l = \overline{1, 3} \in Y$  sunt utilizate pentru sincronizarea integratorului de calcul a nivelului tensiunii semnalului analizat  $\dot{u}_j^{Out}$  în fiecare moment de timp. Prezența mai multor semnale  $Y_{j,l}$  permite de a extinde funcționalitatea sistemului prin analiza diferitor forme de semnale  $\dot{u}_j^{Out}$ .

#### 4. Modelul de procesare a datelor

Procesarea concurentă a datelor în spațial discret de valori este efectuată în baza modelului (1):

$$F(nT) = \begin{bmatrix} \frac{\partial^3 u_1^{In}}{\partial x \partial y \partial z} \\ \frac{\partial^3 u_2^{In}}{\partial x \partial y \partial z} \\ \dots \\ \frac{\partial^3 u_N^{In}}{\partial x \partial y \partial z} \end{bmatrix}^n, n = 0, 1, 2, \dots \quad (1)$$

Unde  $T$  este pasul de discretizare.

Valoarea semnalelor de ieșire  $U^{Out}$  în fiecare moment de timp  $n$  de analiză este calculată în baza modelului (2):

$$U^{Out}(nT) = \begin{bmatrix} \int_0^{nT} (u_1^{Out}(t)) dt \\ \int_0^{nT} (u_2^{Out}(t)) dt \\ \dots \\ \int_0^{nT} (u_K^{Out}(t)) dt \end{bmatrix}^n, n = 0, 1, 2, \dots \quad (2)$$

Sau pentru a trece în spațiul discret vom avea modelul (3):

$$U^{Out}(nT) = \begin{bmatrix} \sum_0^n (\dot{u}_1^{Out}) \\ \sum_0^n (\dot{u}_2^{Out}) \\ \dots \\ \sum_0^n (\dot{u}_K^{Out}) \end{bmatrix}^n, n = 0, 1, 2, \dots \quad (3)$$

## Mențiuni

Cercetările efectuate în această lucrare fac parte din tematica tezelor de doctorat planificate în cadrul Departamentului Informatica și Ingineria Sistemelor, FCIM, UTM. Testarea experimentală și funcțională s-a efectuat în cadrul **ICG Engineering SRL, R. Moldova și SCHUNK Electronic Solutions GmbH, Germania.**

## Bibliografie

1. DUDGEON, D. and MERSEREAU R. *Multidimensional Digital Signal Processing*, Prentice-Hall, First Edition, 400 p. 1983, ISBN: 978-0136049593.
2. Dmitri CALUGARI, Viorica SUDACEVSCHI, Victor ABABII, Dimitri BORDIAN. System for digital processing of multidimensional signals, *Proceedings of the 9th International Conference on Microelectronics and Computer Science & The 6th Conference of Physicists of Moldova, Chișinău, Moldova, October 19-21, 2017*. pp. 336-339, ISBN 978-9975-4264-8-0.
3. Dmitri CALUGARI, Viorica SUDACESVCHI, Victor ABABII, Dimitri BORDIAN. Evaluarea Timpului de Întârziere în Plăcile de Cablaj Imprimat în Baza Rețelelor Petri Hard Temporizate, *Proceedings of the 9th International Conference on Microelectronics and Computer Science & The 6th Conference of Physicists of Moldova, Chișinău, Moldova, October 19-21, 2017*. pp. 291-293, ISBN 978-9975-4264-8-0.
4. ABABII, Victor; SUDACEVSCHI, Viorica; CALUGARI, Dmitrii; BORDIAN, Dmitrii. Система цифровой обработки многомерных сигналов для оценки функциональности печатных плат. *INTERNATIONAL INNOVATION RESEARCH, Сборник статей VIII Международной научно-практической конференции, Пенза, 27 апреля 2017 г.*, стр. 112-115, ISBN: 978-5-9500235-0-7. (РИНЦ: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29050070>).
5. КАЛУГАРЬ, Д.; АБАБИЙ, В.; СУДАЧЕВСКИ, В. Цифровая обработка многомерных сигналов для оценки корректности печатных плат. *Прикладні науково-технічні дослідження : матеріали міжнар. наук.-прак. конф., 5-7 квіт. 2017р. – Івано-Франківськ : Симфонія форте, 2017*. стр. 94, ISBN 978-966-284-110-7.

# SELF-DRIVING CAR

*Ion SAMOIL, Ion SMOCHINA, Mihai RUSU, Andrei TURCANU, Eugeniu NICOLENCO*

*Universitatea Tehnică a Moldovei*

**Abstract:** În lucrarea de față sunt prezentate rezultatele dezvoltării unui sistem pentru ghidarea autonomă a modelelor de auto-car. Deplasarea dispozitivului pe traseu are loc în rezultatul procesării imaginilor achiziționate de la camera video care include recunoașterea semnelor de circulație și a obstacolelor.

**Cuvinte cheie:** Self-driving car, procesarea imaginilor, STM32 Nucleo Boards, Raspberry Pi 3 Model B.

A “self-driving car” - (denumită uneori o mașină autonomă sau o mașină fără șofer) este un vehicul care utilizează o combinație de senzori, camere video, radar și inteligența artificială (AI) pentru a călători între destinații fără operator uman. Pentru a se califica drept complet autonom, un vehicul trebuie să poată naviga fără intervenția omului la o destinație predeterminată pe drumurile care nu au fost adaptate.

Sistemele avansate de asistență a conducătorilor auto (ADAS) sunt sisteme care ajută conducătorul auto în procesul de conducere. Atunci când sunt concepute cu o interfață om-mașină sigură, acestea ar trebui să crească siguranța automobilelor și, în general, siguranța rutieră (Figura 1) [1-4].

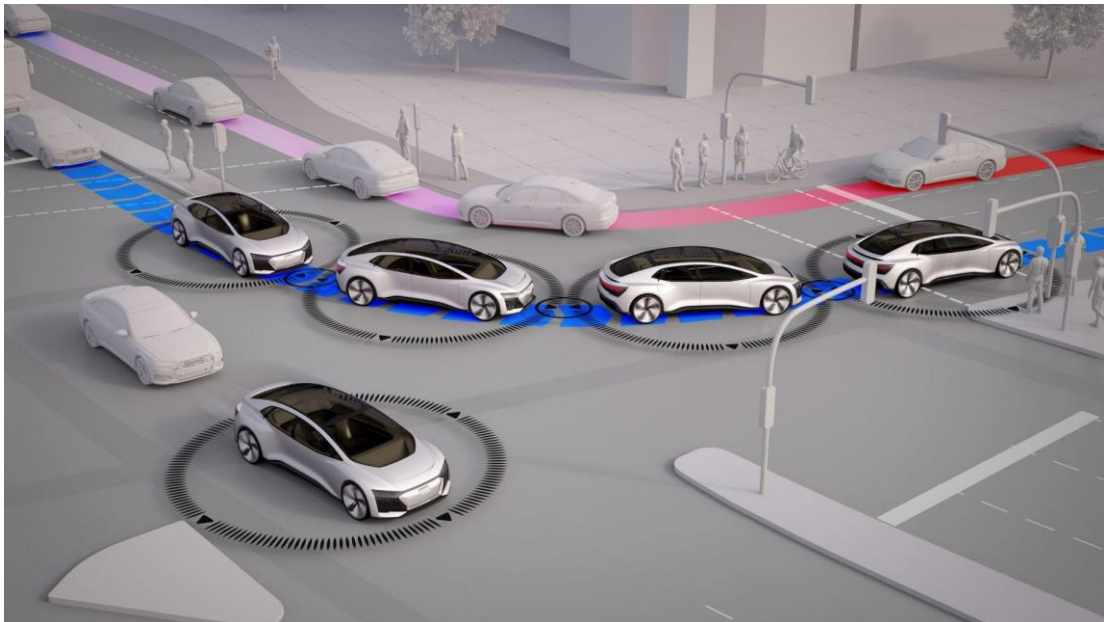


Fig. 1. A “self-driving car”.

## Avantajele sistemului „self-driving car”:

- Fără a avea nevoie de un șofer, autoturismele ar putea deveni camere de odihnă cu posibilitatea de a petrece timpului liber. Ar fi mai mult spațiu și nu este nevoie ca toată lumea să se înghemuiască ca înainte. Tehnologia de divertisment, cum ar fi ecrane video, ar putea fi folosită pentru a ușura călătoriile lungi, fără a fi nevoie să distrageți șoferul.
- Peste 80% din accidentele auto din SUA sunt cauzate de eroarea conducătorului auto. Nu ar exista șoferi răi și mai puține greșeli pe drumuri, dacă toate vehiculele vor deveni fără șofer. Șoferii beți și drogați ar fi, de asemenea, un lucru din trecut.
- Călătorii ar putea să călătorească peste noapte și să doarmă pe durata lor.
- Traficul ar putea fi coordonat mai ușor în zonele urbane pentru a preveni întârzierile lungi în perioadele aglomerate.
- Tehnologia senzorială ar putea percepe mai bine mediul înconjurător decât simțurile umane, văzând mai departe, mai bine în vizibilitate redusă, detectând obstacole mai mici și mai subtile, mai multe motive pentru mai puține accidente rutiere.

- Limitele de viteză ar putea fi sporite pentru a reflecta conducerea mai sigură, scurtarea timpilor de călătorie.
- Parcarea vehiculului și manevre dificile ar fi mai puțin stresante și nu necesită abilități speciale. Mașina poate chiar să te lase să plece și apoi să meargă și să se parcheze.
- Persoanele care au dificultăți istorice în conducere, cum ar fi persoanele cu handicap și cetățenii în vârstă, precum și cei foarte tineri, ar putea experimenta libertatea călătoriei cu automobilul. Nu ar fi nevoie de licențe pentru șoferi sau de teste de conducere.
- Autovehiculele autonome ar putea aduce o reducere masivă a primelor de asigurare pentru proprietarii de autovehicule.
- Călătoriile eficiente înseamnă de asemenea economii de combustibil, reducerea costurilor.
- Vehiculele auto-consumabile ar conduce la o reducere a furtului de mașini.

#### Dezavantajele sistemului „self-driving car”:

- Vehiculele fără șofer ar fi probabil în afara intervalului de prețuri al celor mai mulți oameni obișnuiți, atunci când au fost introduși în general, probabil costând peste 100.000 de dolari.
- Șoferii de camioane și șoferii de taxi își vor pierde locurile de muncă.
- Funcționare defectuoasă a computerului, chiar și o problemă minoră, ar putea provoca accidente mai grave decât orice ar putea provoca eroarea umană.
- Dacă mașina se blochează, fără un conducător auto, cine este de vină? Google - proiectantul de software sau proprietarul vehiculului?
- Autoturismele se vor baza pe colectarea informațiilor despre locație și utilizator, creând preocupări majore privind confidențialitatea.
- Hackerii care intră în software-ul vehiculului și care controlează sau afectează funcționarea acestuia ar fi o problemă majoră în ceea ce privește securitatea.
- În prezent există probleme cu vehicule autonome care funcționează în anumite tipuri de vreme. Ploaia puternică interferează cu senzorii laser montați pe acoperiși, iar zăpada poate interfera cu camerele video.
- Citirea semnelor rutiere umane este o provocare pentru un sistem de recunoaștere a imaginilor.
- Sistemul rutier și infrastructura ar avea probabil nevoie de upgrade-uri majore. De exemplu, luminile de circulație și de stradă ar avea nevoie de alterări.
- Vehiculele autonome ar fi o veste bună pentru teroriști, deoarece ar putea fi încărcate cu explozivi și folosite ca bombe în mișcare.
- Cum ar interacționa poliția cu vehiculele fără șofer, în special în cazul accidentelor sau al infracțiunilor?

Nivelele de automatizare a autovehiculelor este prezentată în Figura 2.

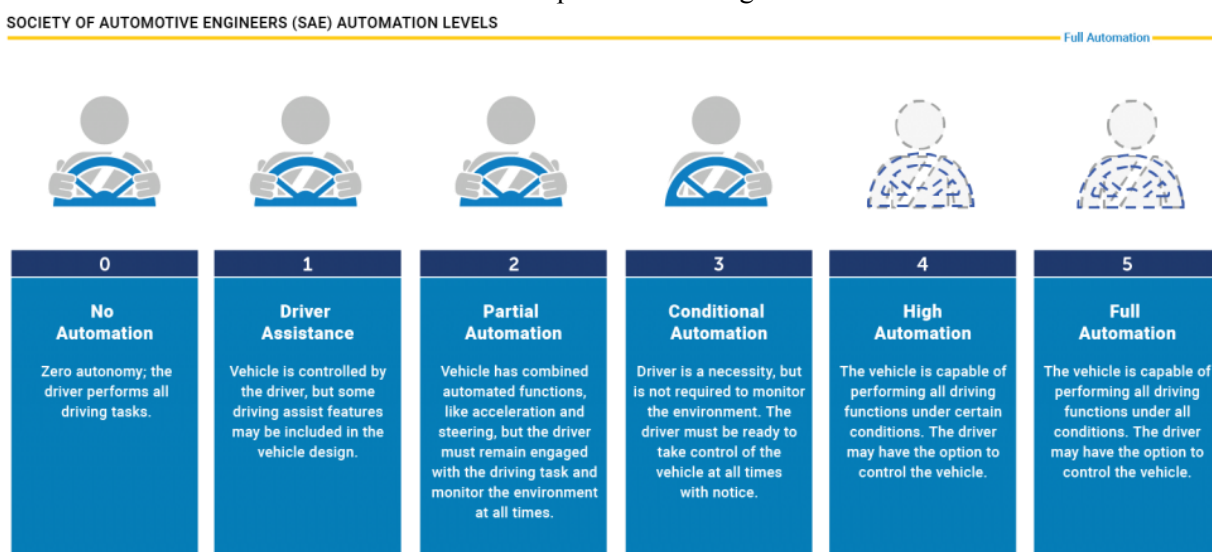


Fig. 2. Nivelele de automatizare a autovehiculelor.

**Nivelul 1:** Sistemul avansat de asistare a șoferului (ADAS) ajută șoferul uman, fie cu direcție, frânare sau accelerare, deși nu simultan. Sistemul ADAS include camere de luat vederi din spate și caracteristici precum un avertizor de vibrație a scaunului pentru a alerta șoferii atunci când se îndepărtează de pe banda de circulație.

**Nivelul 2:** un ADAS care poate conduce și fie să frâneze, fie să accelereze simultan, în timp ce șoferul rămâne conștient în spatele volanului și continuă să acționeze ca șofer.

**Nivelul 3:** Un sistem automat de conducere (ADAS) poate efectua toate sarcinile de conducere în anumite circumstanțe, cum ar fi parcare mașinii. În aceste condiții, șoferul uman trebuie să fie gata să reia controlul și este totuși obligat să fie motorul principal al vehiculului.

**Nivelul 4:** Un ADAS este capabil să efectueze toate sarcinile de conducere și să monitorizeze mediul de condus în anumite circumstanțe. În aceste condiții, ADAS este suficient de fiabil încât șoferul uman nu trebuie să acorde atenție.

**Nivelul 5:** ADAS-ul vehiculului acționează ca un șofer virtual și face toată conducerea în toate circumstanțele. Persoanele ocupante umane sunt pasageri și nu se așteaptă niciodată să conducă vehiculul.

La baza acestui model de autovehicul autonom se află MCU STM32 Nucleo Boards și Raspberry Pi 3 Model B.

Pe STM32 Nucleo Boards sunt înscrise API-urile de lucru cu motoarele, aceste API-uri fiind chemate în Raspberry Pi 3 Model B prin intermediul librăriei Serial Handler. Pe Raspberry este conectat o cameră de luat vederi, prelucrarea datelor de la cameră se realizează prin intermediul limbajului Python, iar în dependență de natura datelor primite se cheamă o anumită metodă din Serial Handler pentru a dicta comportamentul autovehiculului în timp real.

În Python sunt utilizate librăriile OpenCV, care sunt destinate pentru prelucrarea imaginilor (frame-uri). Librăria OpenCV satisface principalele necesități pentru o mașină autonomă: determinarea culorilor, calcularea distanțelor, calcularea mărimilor obiectelor, determinarea obiectelor, determinarea liniilor, etc. Pentru a prelucra frame-urile primite de la camera video, sunt aplicate o serie de filtre în urma cărora se obține o imagine clară a obiectului cercetat.

## **Mențiuni**

Cercetările efectuate în această lucrare fac parte din activitatea de creativitate tehnică a Departamentului Informatica și Ingineria Sistemelor, FCIM, UTM. Testarea experimentală și funcțională s-a efectuat în baza dispozitivelor oferite de compania BOSCH.

## **Bibliografie**

1. <https://www.techopedia.com/definition/30056/autonomous-car>
2. <https://axleaddict.com/safety/Advantages-and-Disadvantages-of-Driverless-Cars>
3. <https://0-100.ro/2017/12/18/masinile-autonome-pe-intelesul-tuturor-de-la-level-0-la-level-5/>
4. <https://playtech.ro/2018/citate-masini-autonome-elon-musk-mark-zuckerberg/>



# RECUNOAȘTEREA IMAGINILOR ÎN BAZA INDICILOR DE MOMENT

Vitalii MITITELU

Universitatea Tehnică din Moldova

**Abstract:** în această lucrare am prezentat noțiunea de moment și rolul momentelor în prelucrarea, recunoașterea și analiza imaginilor. Mai apoi am analizat mai amănunțit metoda recunoașterii formelor pe baza clasificării adaptive geometrice a indicilor geometrici de moment, dar am mai enumerat și alte două metode pe care le-am studiat, dar nu le-am descris aici. Este descris algoritmul și avantajele acestei metode. În următorul compartiment am prezentat rezultatele pe care le-am obținut aplicând această metodă. Articolul se sfârșește cu prezentarea concluziilor și a literaturii studiate.

**Cuvinte cheie:** momente; imagine; recunoaștere a imaginii; indici geometrici de moment; metoda recunoașterii formelor pe baza clasificării adaptive geometrice a indicilor geometrici de moment.

## Introducere

Recunoașterea automată a obiectelor a devenit o disciplină foarte importantă în analiza imaginilor. Momentele și invarianții de moment joacă un rol foarte important ca indici de recunoaștere invariantă. Ei au fost introduși în comunitatea de recunoaștere a formelor în urmă cu aproape 50 de ani și fundalul matematic pe care îl folosesc este chiar mai vechi, provenind din a doua jumătate a secolului al XIX-lea.

În viața noastră de zi cu zi, fiecare dintre noi primește, procesează și analizează aproape constant o cantitate mare de informații de diferite tipuri, semnificație și calitate și trebuie să ia decizii bazate pe analiza ei. Mai mult de 95% din informațiile pe care le percepem este de caracter optic. Imaginea este un mediu de informare și un instrument de comunicare foarte puternic, capabil de a reprezenta scene și procese complexe într-un mod compact și eficient. Datorită acestui fapt, imaginile nu sunt doar surse primare de informații, dar sunt, de asemenea, folosite pentru comunicare între oameni și în interacțiune dintre oameni și mașini.

Imaginile digitale conțin o cantitate enormă de informații. O imagine poate fi luată și transmisă în câteva secunde prietenilor printr-un telefon mobil și conține mai multe informații decât sute de pagini de text. Acesta este motivul pentru care există o nevoie urgentă de metode automate și puternice de analiză a imaginilor.

## Noțiuni generale despre momente

Momente sunt cantități scalare folosite pentru a caracteriza o funcție și pentru a determina caracteristicile sale semnificative. Acestea au fost utilizate pe scară largă de sute de ani în statistici pentru descrierea formelor funcției densității de probabilitate și în mecanica clasică a corpului rigid pentru a măsura distribuția masei unui corp. Din punct de vedere matematic, momentele sunt „proiecții” ale unei funcții pe o bază polinomială (în mod similar, transformarea Fourier este o proiecție pe bază de funcții armonice). Din motive de claritate, vom introduce niște termeni de bază și propuneri, pe care le vom folosi în acest articol.

**Definiția 1.1.** Printr-o funcție imagine (sau imagine) se înțelege orice funcție continuă reală pe porțiuni  $f(x, y)$  de două variabile definită pe un suport compact  $D \subset \mathbb{R} \times \mathbb{R}$  și având o integrală finită nenulă.

**Definiția 1.2.** Momentul general  $M_{pq}^{(f)}$  a unei imagini  $f(x, y)$ , unde  $p, q$  sunt numere întregi nenegative și  $r = p + q$  este numit ordin de moment, definit ca

$$M_{pq}^{(f)} = \iint_D p_{pq}(x, y) f(x, y) dx dy, \quad (1)$$

unde  $p_{00}(x, y), p_{10}(x, y), \dots, p_{kj}(x, y), \dots$  sunt funcții polinomiale de bază definite pe  $D$ .

Alegerea cea mai frecventă este o bază de putere standard  $p_{kj}(x, y) = x^k y^j$  care duce la momentele geometrice, descrise prin formula:

$$m_{pq} = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} x^p y^q f(x, y) dx dy. \quad (2)$$

Caracterizarea imaginii prin intermediul unor momente geometrice este completă în următorul sens. Pentru orice funcție de imagine, momentele geometrice de toate ordinele există și sunt finite. Funcția de imagine poate fi reconstruită cu exactitate din setul de momente (această afirmație este cunoscută ca teorema de unicitate).

O altă alegere populară a polinoamelor de bază  $p_{kj}(x, y) = (x + iy)^k (x - iy)^j$ , unde  $i$  este unitatea

imaginară, duce la momente complexe

$$c_{pq} = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} (x + iy)^p (x - iy)^q f(x, y) dx dy. \quad (3)$$

Momentele geometrice și complexe au aceeași cantitate de informații. Fiecare moment complex poate fi exprimat în termeni de momente geometrice de același ordin ca și

$$c_{pq} = \sum_{k=0}^p \sum_{j=0}^q \binom{p}{k} \binom{q}{j} (-1)^{q-j} \cdot i^{p+q-k-j} \cdot m_{k+j, p+q-k-j} \quad (4)$$

și invers

$$m_{pq} = \frac{1}{2^{p+q} i^q} \sum_{k=0}^p \sum_{j=0}^q \binom{p}{k} \binom{q}{j} (-1)^{q-j} \cdot c_{k+j, p+q-k-j} \quad (5)$$

Momentele complexe sunt introduse deoarece ele se comportă în mod favorabil la rotirea imaginii. Această proprietate poate fi utilizată în mod avantajos, atunci când construim invarianți în raport cu rotația.

#### Recunoașterea formelor invariante pe baza calculării adaptive a indicilor de moment ai imaginii

Să presupunem că imaginea de referință este descrisă de funcția  $P(x, y)$ , iar imaginea distorsionată este descrisă de funcția:

$$P(x', y') = DF \{P(x, y)\}, \text{ unde } DF - \text{operator al distorsiunii imaginii, și} \quad (6)$$

$$P(x', y') = P(x, y, e_1, e_2, e_3, e_4). \quad (7)$$

Aici  $e_1$  – scala de modificare a imaginii;  $e_2$  – schimbarea de orientare unghiulară a imaginii;  $e_3, e_4$  – translarea imaginii după coordonatele  $x$  și  $y$ . În caz general  $e_1 [\neq v=]1$ ,  $e_2, e_3, e_4 [\neq v=]0$ , operația  $[\neq v=]$  este “ $\neq$ ” or “ $=$ ”.

Indicii geometrici de moment ai imaginilor (IGM) de ordin  $(p+q)$  ai funcției  $P(x', y')$  sunt definiți ca:

$$m'_{pq} = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} (x')^p (y')^q P(x', y') dx' dy' \quad (8)$$

IGM, invariant în translarea imaginilor, poate fi descris ca:

$$\mu_{pq} = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} (x')^p (y')^q P(x+(m')_{10}/(m')_{00}, y+(m')_{01}/(m')_{00}) dx' dy' \quad (9)$$

IGM, invariant în scalarea modificării imaginilor, este:

$$\eta_{pq} = (m')_{pq} / [(m')_{00}]^{(p+q+2)/2} \quad (10)$$

IGM geometric, normalizat în modificarea scalară  $e_1$ :

$$m_{pq} = (e_1)^{2+p+q} m'_{pq} \quad (11)$$

IGM geometric, normalizat în modificarea de rotație  $e_2$ :

$$m_{pq} = \sum_{r=0}^p \sum_{s=0}^q \{ C^p_r C^q_s [\cos(e_2)]^{p-r+s} [\sin(e_2)]^{q+r-s} m'_{p+q-r-s, r+s} \} \quad (12)$$

unde  $C$  este numărul de combinații. IGM geometric, normalizat în modificarea poziției  $e_3, e_4$ :

$$m_{pq} = \sum_{r=0}^p \sum_{s=0}^q \{ C^p_r C^q_s (e_3)^{p-r} (e_4)^{q-s} m'_{rs} \} \quad (13)$$

Valoarea parametrilor de distorsiune este definită după cum urmează:

$$\left. \begin{aligned} e_1 &= (m'_{00} / m_{00})^{1/2}, \\ \text{unde } m'_{00}, m_{00} &\text{ sunt IGM geometrice} \\ &\text{ale obiectelor de intrare și a celor standard.} \\ e_2 &= [\arctg \{ 2\mu'_{11} / (\mu'_{20} - \mu'_{02}) \}] / 2 \\ e_3 &= m'_{10} / m'_{00} \\ e_4 &= m'_{01} / m'_{00} \end{aligned} \right\} \quad (14)$$

Am studiat detaliat metoda de recunoaștere a invarianților pe baza clasificării geometrice adaptive IGM. Această metodă permite să extragem volumul cerut de informație din imaginea inițială și permite să o procesăm în dependență de complexitatea imaginii analizate, capabile să reorganizeze procesele de calcul și să formeze IGM geometrice, centrali, normalizați și invarianți în dependență de posibile schimbări ale scalei, orientării unghiulare a obiectului. Această metodă include următorii pași.

1. La primul pas complexitatea IC a imaginii de intrare  $P(x', y')$  este calculată și apoi se determină numărul necesar de pixeli care trebuie procesați  $DE = KxL$ . Datele IC, DE sunt folosite pentru

extragerea informațiilor necesare de la imaginea de pe scenele de formațiuni geometrice IGM și normalizare a imaginii.

2. În funcție de valoarea parametrului IC, volumul necesar de informații este extras din imaginea P (x', y'), care trebuie să fie procesată:

$$P(x', y') \square \square P_R(x_1', y_1') \quad (15)$$

unde  $x'=1 \div N$ ,  $y'=1 \div M$ ,  $x_1'=1 \div K$ ,  $y_1'=1 \div L$ , și  $K=f_1(IC)$ ,  $L=f_2(IC)$ ;  $K \leq N$ ,  $L \leq M$ .

3. Mulțimea de IGM geometrice a imaginii  $P_R(x_1', y_1')$  se calculează:

$$m'_{pq} = \iint (x_1')^p (y_1')^q P_R(x_1', y_1') dx_1 dy_1, \quad p=q=0 \div 2 \quad (16)$$

4. Pe baza expresiilor (18), se definesc tipurile de distorsiuni de imagine.

Schimbarea orientării unghiulare a imaginii  $e_2$  este îndeplinirea condiției:  $m'_{11} \square 0$

Atributele deplasării imaginii  $e_3, e_4$  sunt:  $m'_{10} \square 0$  și  $m'_{01} \square 0$  respectiv

5. Parametrii necesari pentru distorsiunea imaginii sunt calculați:

$$e_3 = m'_{10} / m'_{00}, \quad (17)$$

$$e_4 = m'_{01} / m'_{00}, \quad (18)$$

$$e_2 = [\arctg\{2\mu'_{11} / (\mu'_{20} - \mu'_{02})\}] / 2, \quad (19)$$

$$\text{unde } \mu'_{11} = m'_{11} - e_4 m'_{10}, \quad (20)$$

$$\mu'_{20} = m'_{20} - e_3 m'_{10}, \quad (21)$$

$$\mu'_{02} = m'_{02} - e_4 m'_{01}. \quad (22)$$

6. Parametrul de schimbare a scării imaginii  $e_1$  este determinat (de echipament spațial)

7. Pe baza valorilor parametrilor  $e_1 \div e_4$  și în funcție de complexitatea imaginii IC, normalizarea imaginii  $P_R(x_1', y_1')$  este executată:

$$P_R(x_1', y_1') \square P_N(x_2, y_2), \quad (23)$$

$$\text{unde } x_2 = e_1 [x_1' \cos(e_2) - y_1' \sin(e_2)] + e_3, \quad y_2 = e_1 [x_1' \sin(e_2) + y_1' \cos(e_2)] + e_4. \quad (24)$$

8. IGM geometrice ai imaginii  $P_N(x_2, y_2)$  sunt calculate, care în acest caz vor fi normalizați IGM:

$$m_{pq} = \iint (x_2)^p (y_2)^q P_N(x_2, y_2) dx_2 dy_2 \quad (25)$$

9. Clasificarea obiectului este realizată pe baza de calcul a măsurii:

$$D_{mi} = \sum_p \sum_q \{ |(m_{pq})_i - m_{pq}| / |(m_{pq})_i| \}, \quad (26)$$

unde  $(m_{pq})_i$  sunt IGM geometrice ai obiectului i standard,  $i=1 \div Q$ .

### Rezultatele aplicării metodei CGAIGM

Pentru efectuarea experimentelor am utilizat următoarele imagini:



Figura 1. Imagini utilizate pentru efectuarea experimentelor cu ajutorul metodei CGAIGM.

Prima etapă a constat în extragerea informației necesare din fiecare imagine și setarea ei într-o bază de date, care ulterior va fi folosită pentru recunoașterea imaginilor.



Figura 2. Formarea bazei de date cu caracteristicile esențiale ale imaginilor

La următoarea etapă am adăugat diverse efecte de distorsiune ale imaginilor, cum ar fi modificarea scăării, adăugarea zgomotului, rotirea imaginii și translarea față de axele OX și OY.

Mai jos prezint graficele de recunoaștere a imaginilor studiate în baza calculării Dmi.

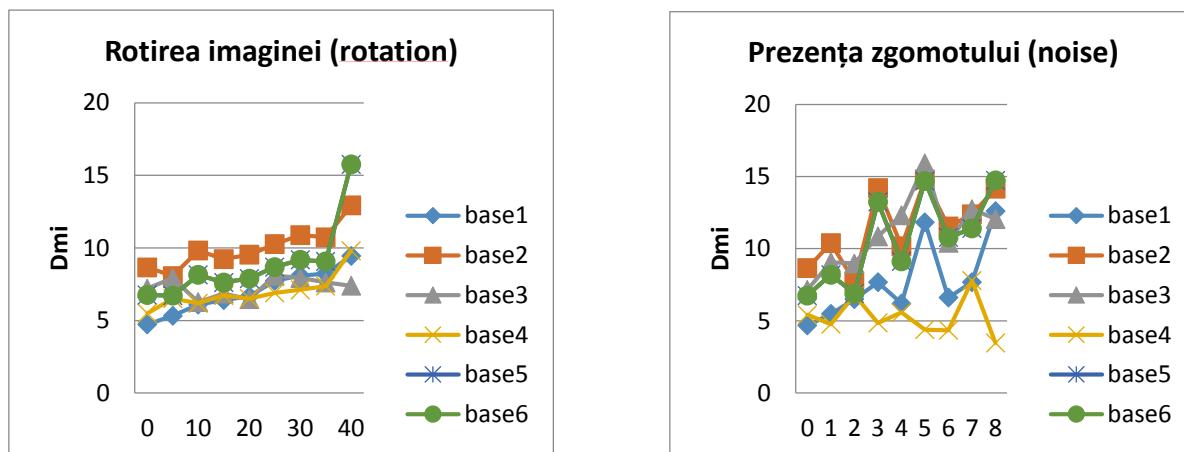


Figura 3. Recunoașterea imaginii după rotire și după modificarea zgomotului pentru metoda CGAIGM.

După cum se observă atunci când imaginea este rotită cu un unghi prea mare recunoașterea unui tip de imagini nu s-a reușit. Iar după apariția zgomotului în general imaginile sunt recunoscute corect, pot apărea unele probleme doar la valori mari ale acestuia.

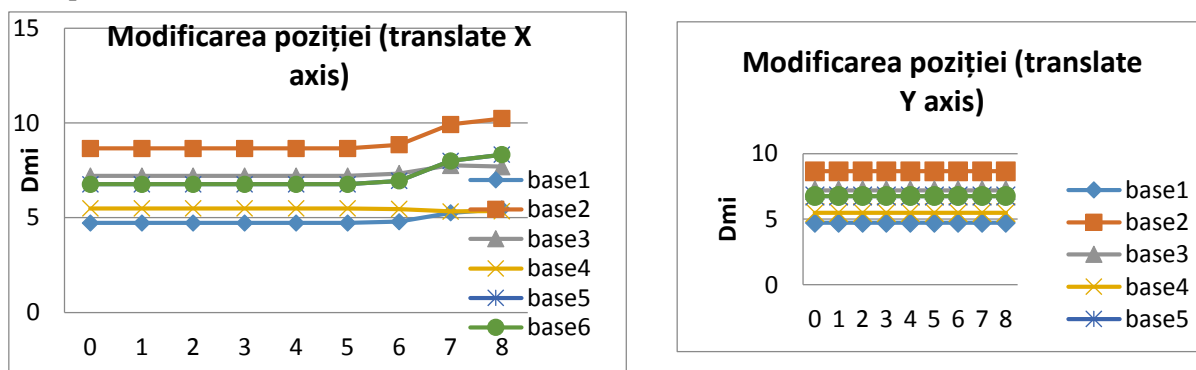


Figura 4. Recunoașterea imaginii după modificarea poziției față de axe prin metoda CGAIGM

Observăm că imaginile sunt recunoscute corect după schimbarea poziției imaginii față de cele două axe.

## Concluzii

Sunt studiate trei metode de recunoaștere a modelelor invariante, bazate pe calcularea adaptivă a indicilor de moment ai imaginii (IGM). Metodele permit să extragem volumul necesar de informații din imaginea inițială și să-l procesăm în dependență de complexitatea imaginii analizate, care ulterior se stochează într-o bază de date și ne permit să recunoaștem această imagine chiar dacă este distorsionată.

Pe baza metodelor propuse am elaborat un soft care permite de a identifica obiectele care pot avea diferite poziții, orientare unghiulară, scară, și, de asemenea, determină toți parametrii necesari de distorsiune.

Din experimente se observă că la modificarea scăării cu un coeficient mai mare recunoașterea unor imagini este cu mici erori, unele mici inexactități se observă și în cazul rotirii imaginii sau a prezenței unui zgomot. Cele mai bune rezultate se obțin la schimbarea poziției imaginii inițiale (față de axele X și Y).

## Bibliografie

1. Guangyi C., Wenfang X. Wavelet-based moment invariants for pattern recognition. In: Journal of Optical Engineering, 2014, Jul, 50(7), p. 120-130.
2. Hilbert D. Theory of Algebraic Invariants. Cambridge University Press, 1993.
3. Wong W. H., Siu W. C. and Lam K. M. Generation of moment invariants and their uses for character recognition. In: Pattern Recognition Letters, 1995, vol. 16, p. 115-123.
4. Perju V.L. Organization of the computer means controlled by the image's parameters. In: Parallel and Distributed Methods for Image Processing, Hongchi Shi, Patrick C. Coffield, Editors, Proc. SPIE, 1997, vol. 3166, p. 360-370.
5. Hu M. K. Visual pattern recognition by moment invariants. In: IRE Trans. Information Theory, 1962, Feb, vol. IT-8, p. 179-187.

# ROAD QUALITY MONITORING SYSTEM

Valentin BELII

Technical University of Moldova

**Abstract:** In this project I created a system which allows road quality to be controlled in automatic mode without spending human resources and expensive equipment. Project involves using SoC computer, Android smartphone and any vehicle which can use public roads. As a result Road Administration and people will have an ability to see the situation on the roads in a live and accessible mode using simple web browser.

**Keywords:** Road, Quality, SoC – system on chip computer, Accelerometer, API - application programming interface, Google Maps.

## Content

The development of road infrastructure is one of the most important parts of the development of the country as a whole. Transport is necessary for both large and small businesses, as well as ordinary citizens.

The state of the road infrastructure is an important aspect of transport functioning, and role of the road quality in the life of the country is the key to its successful functioning and development. Therefore, the quality of the road surface should be regularly checked and repaired if necessary. To do this, it is necessary to develop an optimal system that will collect data on the state of the road, and process them.

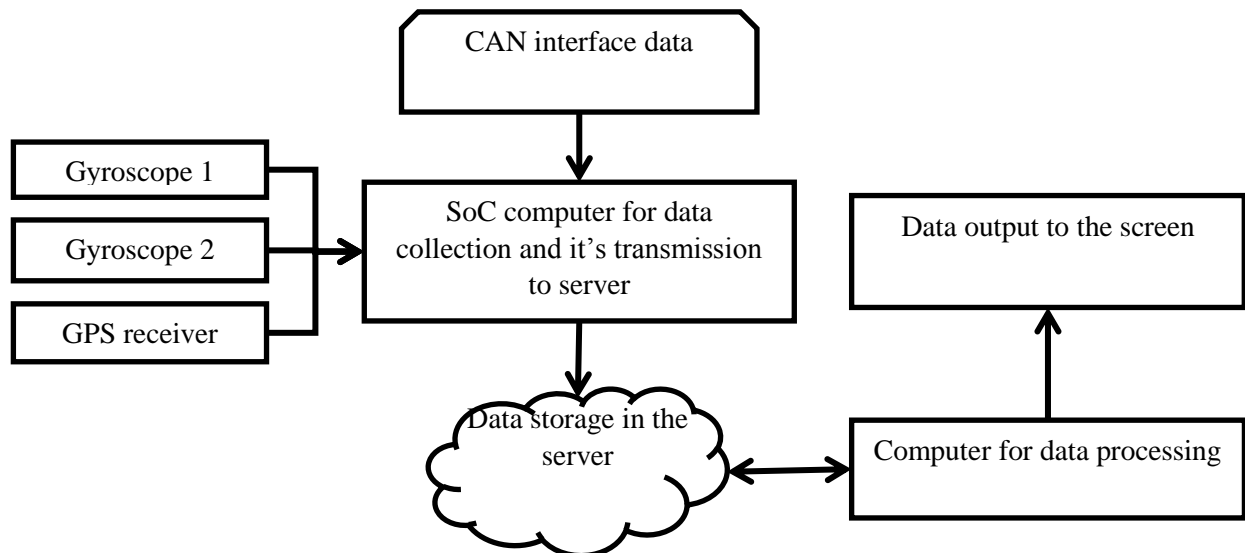


Fig. 1. System functioning scheme.

The system is intended to be installed on a portable device which will be installed in the vehicle suspension.

After completing the specified route, the analysis of the accelerometer data will be performed. The first graph from the accelerometer is analyzed, where areas with a large number of vibrations are sections with low-quality roads. To improve measurement accuracy, we can use a variety of devices, for example, 4 - one for each wheel of a car.

A magnetometer can measure the degree of curvature of the road at a given location, as well as analyze the quality of the coating according to the number of corrections of the trajectory of movement needed by the driver.

By collecting data from the CAN interface we can obtain data on the speed of the car, and the state of its engine. This data can help us in analyzing the road conditions for workload and determining the optimal switching phases of traffic lights.

Diagnosis and assessment of the condition of roads still have to be performed by specialized organizations. They will continue to give the most accurate judgement, having the appropriate mobile

laboratories, instruments and equipment. The use of new technology and its implementation are intended only to simplify the work of these organizations, and to improve the condition of the roads in general.

### How does it work?

The project performs the following steps when doing its tasks

1. Generating acceleration graph in 3 axis over time
2. Getting vehicle data from CAN interface
3. Sending data to server
4. Data analysis
5. Receiving road quality results
6. Saving data with with location reference
7. Displaying results using Google Maps

### Why did I choose these systems?

For an operating system, it is best to use a Linux family system; this system is free and is highly customizable and stable.

I chose to use programming language Python, as modern and one of the most reliable programming language.

For development in Python, we use the standard Python compiler and the Python 3 development environment.

### What is in the code?

Javascript Code sample

```
<script type="text/javascript">
google.charts.load('current', {'packages':['line']});
google.charts.setOnLoadCallback(drawChart);
    var data1 = new google.visualization.DataTable();
    data1.addColumn('number', 'Time');
    data1.addColumn('number', 'X-axis');
    data1.addColumn('number', 'Y-axis');
    data1.addColumn('number', 'Z-axis');
    data1.addRows(data11);
var chart1 = new google.charts.Line(document.getElementById('accelera_material'));
chart1.draw(data1, google.charts.Line.convertOptions(options1));
</script>
```

Python Code

```
def readAccel(self):
    data = bus.read_i2c_block_data(self.address, ACCEL_OUT, 6)
    x = self.dataConv(data[1], data[0])
    y = self.dataConv(data[3], data[2])
    z = self.dataConv(data[5], data[4])
```

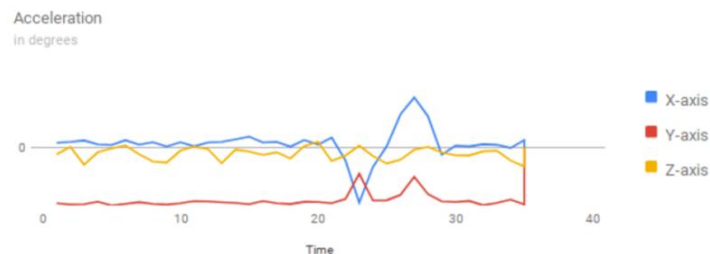


Fig. 2. Accelerometer functioning scheme.

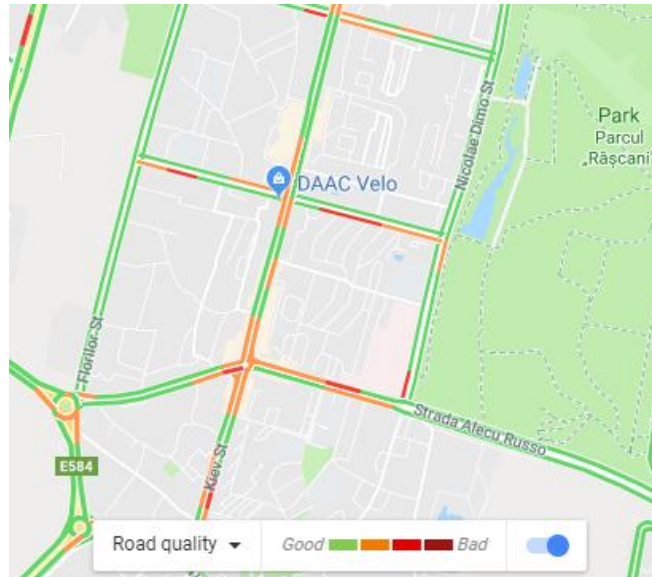


Fig. 3 Example of a map with road quality applied on it (data are simulated).

### What are the advantages of using it?

The script – which allows users to find out road quality, does a great job of saving time. Data can be accessed by everyone using an accessible interface, and different methods of data displaying. It can demonstrate a great accuracy based on massive data collection, and work great for drivers who spend a lot of time in the unknown areas.

### Where is script kept and how to modify it?

The script is launched from a private server. Files are located on Amazon AWS and can be updated any time by FTP protocol or through GIT system.

### Conclusions

Project “ROAD QUALITY MONITORING SYSTEM” is a great application of modern technologies. This system will benefit not only road services, but also automakers. If the vehicle has adjustable suspension stiffness, then in areas with poor coverage, passengers will be provided with greater comfort.

Drivers of international traffic will be able to better plan their route based on the timing of delivery and the estimated wear and tear of the transport vehicle.

### Bibliography

1. <https://www.invensense.com/download-pdf/mpu-9250-datasheet/> - Listing and diagram of the device MPU-9250 sensor
2. <https://components101.com/microcontrollers/raspberry-pi-3-pinout-features-datasheet> - Listing and layout of the Raspberry Pi 3 model B microprocessor device  
<https://developers.google.com/chart/interactive/docs/gallery/linechart> - Library display information in the form of graphs and charts
3. <https://docs.python.org/3/> - Python 3 documentation



# BOTNET PERICOL SUBESTIMAT

Inga IAVORSCHI

Universitatea Tehnică a Moldovei

**Abstract:** În acest articol sunt elucidate caracteristicile de bază a botneturilor și influența lor asupra Internet of things. Prin analiza acestor pericole care s-au dezvoltat odată cu evoluția rețelelor de calculatoare, bat un semnal de alarmă asupra necesității de a crea siguranță pentru utilizatorii de device de diferite tipuri. La fel prin exemple existente dovedesc că pericolele create de botnet sunt de diferite nivele, neglijența acestora duce la pierderi financiare și amenințări de securitate de nivel personal și statal. Acest domeniu surprinde giganții de securitate zilnic cu transformări periculoase și frauduloase.

**Cuvinte cheie:** Botnet, internet of things, dispozitive electronice, rețea de calculatoare, rețea-sistem.

Calculatoarele infectate cu software rău intenționat, în rețea, sunt o armă cibernetică puternică și o modalitate foarte bună de a îmbogăți unul care funcționează. Astfel, el atacator poate fi oriunde în lume, în cazul în care există pe Internet..

Botnet se referă la o rețea de calculatoare, tablete, smartphone sau IoT – Internet of Things, infectate cu software de tip bot, software ce permite unor persoane rău intenționate să preia controlul acestora fără cunoștința proprietarilor de drept și să le utilizeze pentru a lansa atacuri cibernetice asupra unor terți. Prin intermediul botnet-urilor se desfășoară în mod curent activități ilegale cum sunt atacurile informatice (DDoS) sau trimiterea de mesaje spam.

În general, botnet-urile sunt create prin propagarea pe Internet a unui virus sau a unui troian ce facilitează accesul neautorizat la diverse sisteme informatice.

După obținerea accesului, pe calculatoarele respective se instalează software-ul de comandă și control denumit bot. Calculatoarele ce alcătuiesc un botnet sunt denumite zombies sau drone. Persoana ce controlează un botnet se numește master.

Un botnet poate controla milioane de calculatoare (și mai nou IoT) răspândite pe întreg globul. Acestea pot fi utilizate pentru efectuarea de atacuri informatice asupra unor ținte civile sau guvernamentale.

Bot-neturile sunt modalitatea perfectă de lansare a unor atacuri Distributed Denial of Service – DDoS, angajând simultan împotriva unei ținte, zeci de mii de calculatoare din toate zonele geografice.[1]

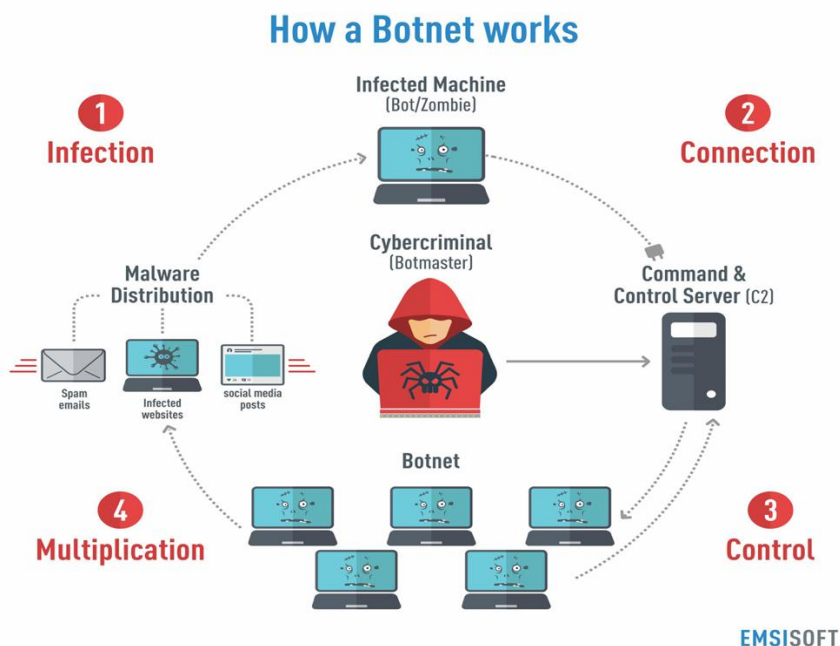


Fig.1 Construcția unui botnet.

Nu este de mirare că cea mai avansată armă din patrimoniul unui hacker este rețeaua botnet. În consecință, statele care sponsorizează atacurile cibernetice au fost forțate să folosească aceasta armă. Primul super botnet apărut în media în anul 2011, se numea Stuxnet. Acest malware avea cel mai avansat cod scris,



până atunci, de către o echipă de programatori. Principala țintă a acestui malware au fost instalațiile nucleare iranene, folosind software-ul Siemens Step. Dauna a fost semnificativă și costul imens pentru guvernul iranian. Codul sursă a fost postat online, toți cercetătorii fiind de acord că acest malware este de departe cel mai avansat. Este interesant că sunt multe versiuni și că acest malware a fost dezvoltat de-a lungul anilor, sugerând că a fost un process continuu. Industria malware este în continuare o afacere mare pentru hackerii profesioniști care vor să facă bani. O dată cu răspândirea telefoanelor mobile și a tabletelor sunt și mai multe ținte, iar competiția este o provocare pentru mulți infractori cibernetici care sunt dispuși să infecteze cât mai multe dispozitive posibile.[2]

Un nou tip de botnet crește în popularitate, botnetul Android. Unul din cele mai mari în acest moment este MisoSMS, originar din China. Nu este sofisticat comparativ cu un Windows botnet dar poate provoca mult rău. De exemplu, acest botnet poate fura toate emailurile și SMS-urile după care să le transmită către un server din China. În aceeași categorie a botneturilor mobile este Oldboot, dezvoltat de hackeri chinezi, care a infectat mai mult de un million de dispozitive în China. După cum se vede, majoritatea dezvoltărilor de botnets are loc în Asia și Europa de Est, în special datorită protecției de care beneficiază infractorii cibernetici în aceste țări. Exemplele asemănătoare pot continua.

Termenul „Internet of Things” este folosit pentru a desemna orice obiect care poate fi interconectat și identificat în mod unic prin utilizarea unor tehnologii diferite, cum ar fi: NFC, digital watermarking (filigran digital) și cod QR. Internet of Things este o paradigmă care schimbă abordarea tehnologiei, extinzând suprafața de atac. Dispozitivele IoT sunt deja peste tot și din acest motiv industria IT trebuie să țină cont de problemele de securitate și confidențialitate. Un studiu recent efectuat de către firma de securitate Veracode a scos în evidență faptul că dispozitivele IoT casnice expun utilizatorii la o gamă variată de amenințări, incluzând furtul de date și sabotaje, iar proliferarea dispozitivelor IoT va avea o influență majoră asupra comportamentului uman.

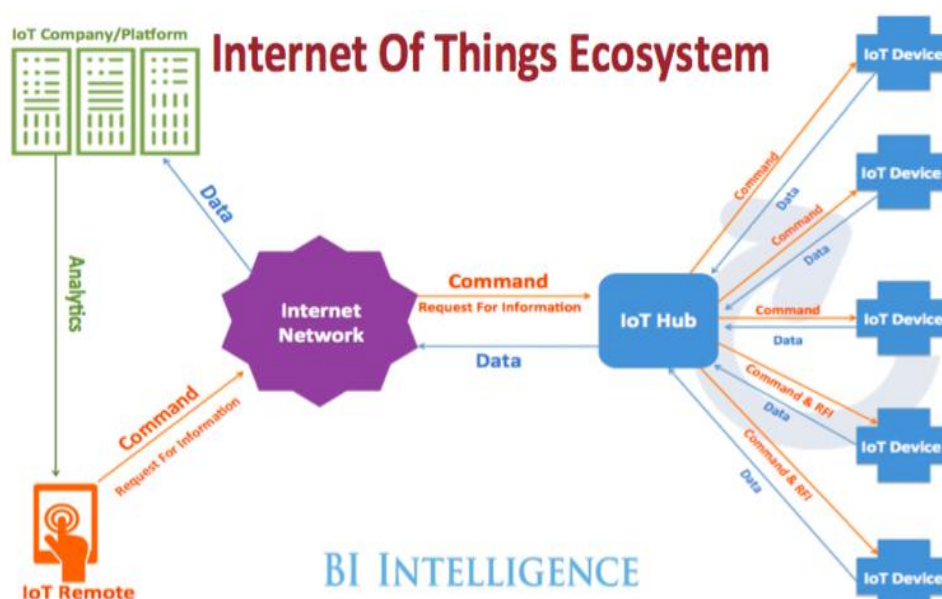


Fig. 2 Internetul dispozitivelor.

Dispozitivele IoT vor influența deplasările indivizilor în zonele urbane pe baza parametrilor atmosferici sau pe baza gradului de congestie de trafic din anumite zone specifice. Din păcate, în majoritatea cazurilor dispozitivelor IoT au o protecție de securitate deficitară încă din faza de design. Infractorii cibernetici, hackerii susținuți de state, hack-tiviștii și teroriștii cibernetici pot exploata defectele din arhitectura IoT și pot produce daune extinse în orice industrie. Specialiștii estimează că numărul atacurilor cibernetice împotriva obiectelor inteligente va crește rapid. Pentru a proteja dispozitivele IoT este important să identificăm principalii actori ai amenințărilor și motivațiile lor. Să începem cu analiza categoriilor atacurilor care amenință arhitecturile IoT. Din păcate există o mulțime de „băieți răi” care amenință implementarea paradigmei, incluzând infractori cibernetici, entități guvernamentale și hackeri motivați politic.[3]

Toți acești actori sunt interesați în primul rând de cantitățile uriașe de date pe care le administrează dispozitivele IoT, dar nu putem subestima riscurile unor atacuri cibernetice pentru sabotaje. Erorile de design în privința principiilor fundamentale a securizării IoT pot expune utilizatorii la sabotaje, atacuri ale hackerilor (de ex. atacuri man-in-the-middle (MITM), preluarea controlului asupra rețelei), furt de date și deturnarea funcționalității produselor. Infractorii cibernetici pot fi interesați să fure informații sensibile administrate de platformele IoT sau pot fi interesați să compromită obiectele inteligente și să le utilizeze în activități ilegale, cum ar fi derularea unor atacuri asupra unor terțe entități sau mineritul Bitcoin.

Firmele de securitate au depistat deja grupuri de infractori cibernetici care utilizează botneți alcătuiți din milioane de dispozitive IoT infectate.

În mod uzual, „băieții răi” infectează sau compromit obiecte inteligente configurate necorespunzător, cum ar fi routere, dispozitive SOHO, SmartTV-uri și alte dispozitive IoT.

În mod similar agențiile de Intelligence sunt interesate să exploateze dispozitivele inteligente pentru a derula campanii de spionaj la scară largă, care utilizează routere, console de jocuri și smartphone-uri pentru a spiona persoanele vizate. Teroriștii cibernetici și hack-tiviștii pot fi de asemenea interesați să compromită dispozitivele IoT pentru a fura informații sensibile sau pentru a provoca daune extinse.

*Care sunt principalele amenințări cibernetice pentru dispozitivele IoT?*

Anul trecut specialiștii de la Symantec au publicat un studiu interesant despre principalele amenințări cibernetice pentru IoT, grupându-le în următoarele categorii:

- **Denial of service** – atacurile DDoS pot viza toate punctele unui scenariu de lucru determinând probleme serioase în rețeaua dispozitivelor inteligente și paralizând serviciul pe care acestea îl furnizează. Țineți cont că elementele aparținând unei rețele IoT sunt ținta atacurilor care interferează cu modul de operare și de comunicare între dispozitive.
- **Botneți și atacuri malware** – Probabil că acesta este scenariul cel mai comun și mai periculos, dispozitivele IoT sunt compromise de atacatori care abuzează de resursele lor. În mod uzual atacatorii utilizează cod specializat care să compromită software-ul care rulează pe dispozitivele IoT. Codul malițios poate fi utilizat pentru a infecta calculatoarele utilizate pentru controlul rețelei de dispozitive inteligente sau să compromită software-ul care rulează pe acestea. În cel de-al doilea scenariu atacatorii pot exploata prezența unor defecte în firmware-ul care rulează pe aceste dispozitive și să ruleze codul lor arbitrar care să deturneze componentele IoT spre o funcționare neplanificată. În noiembrie 2013, experții Symantec au descoperit un nou vierme Linux, Linux.Darll0z, proiectat în mod special să atace dispozitive IoT Intel x86 care rulează Linux. Atacatorii au compromis dispozitivele IoT pentru a construi un botnet care a fost utilizat pentru activități ilegale, incluzând trimiterea de Spam, generarea de mesaje SMS costisitoare sau derularea unor atacuri DDoS. O altă posibilitate pentru atacatori este exploatarea dispozitivelor configurate necorespunzător, de exemplu dacă știi setările de fabrică ale unui router este posibil să ai acces la consola sa de administrare și să modifice parametrii care îi controlează comportamentul.
- **Breșe de date** – breșele de date reprezintă un alt risc serios în privința adoptării dispozitivelor IoT. Organizațiile trebuie să conștientizeze potențialul consecințelor neplanificate ale situațiilor de utilizare a IoT. Atacatorii pot spiona comunicațiile dintre dispozitivele IoT și să colec teze informații despre serviciile pe care acestea le implementează. Datele accesate prin intermediul dispozitivelor IoT pot fi utilizate în scopuri de spionaj cibernetic sau de către o agenție de Intelligence sau de către o companie privată în scopuri comerciale. Breșele de date reprezintă o amenințare serioasă pentru organizațiile sau persoanele care utilizează dispozitive inteligente.
- **Breșe accidentale** – Managementul datelor într-o arhitectură care include dispozitive IoT este un aspect critic. Informațiile sensibile pot fi expuse nu numai într-un atac cibernetic, ci pot fi expuse sau pierdute și în mod accidental. Symantec dă ca exemplu transmiterea coordonatelor autoturismului unui CEO, dar realitatea este că din mediul de business se pot scurge informații mult mai sensibile.
- **Perimetre slăbite** – lipsa măsurilor de siguranță încă din faza de design poate cauza o slăbire a perimetrelor. Prin exploatarea unui defect în SmartTV-ul nostru atacatorul poate avea acces la rețeaua domestică și să dezactiveze orice sistem antifurt implementat pentru securitatea fizică.

Firmele de securitate au observat o escaladare a atacurilor cibernetice împotriva dispozitivelor IoT, la scară globală. Cel mai întâlnit scenariu este utilizarea de botneți alcătuiți din mii de dispozitive din domeniul

IoT, cunoscute și sub denumirea de thingboți, care sunt utilizați pentru a trimite mesaje de spam sau pentru coordonarea unor atacuri DDoS. Rezumând un thingbot poate fi utilizat pentru: a trimite spam.[4]

- a coordona un atac împotriva unei infrastructuri critice.
- a furniza un malware.
- a funcționa ca punct de intrare în rețeaua unei companii.

Principalele firme de securitate confirmă o creștere a numărului de atacuri împotriva unor obiecte inteligente, incluzând routere, SmartTV-uri, dispozitive

NAS (network-attached storage), console de jocuri și diferite tipuri de set-top box-uri.

La finele anului 2018 KASPERSKY a publicat un raport efectuat pentru prima jumătate a anului 2018, în care se specifică că au fost identificat 150 de familii malware și 60000 botnet cu diferite modificări în întreaga lume.

La fel și Norton a anunțat despre un nou botnet Mirai cu mult mai agresiv decât predecesorii acestuia.

### **Concluzie**

IoT este o paradigmă care ne va influența viețile în anii care vor urma. din acest motiv este esențial ca problemele de securitate și de confidențialitate să fie tratate în mod corespunzător.

Experții în securitate solicită producătorilor și vânzătorilor să ia în considerare amenințările cibernetice și nivelul de expunere al oricărui dispozitiv IoT. IoT oferă oportunități de business fiecărei industrii, dar poate deveni un coșmar în cazul în care componentele de securitate sunt subestimate.

### **Bibliografie**

1. <https://despretot.info/botnet-definitie-botnet-ce-inseamna/>
2. <http://kjin.scrieunblog.com/articles/ce-este-un-botnet.html>
3. <https://www.quickmobile.ro/articole/ce-este-internet-of-things>
4. <https://www.quickmobile.ro/articole/ce-este-internet-of-things>
5. [https://www.kaspersky.com/about/press-releases/2018\\_botnet-activity-in-h1-2018-multifunctional-bots-becoming-more-widespread](https://www.kaspersky.com/about/press-releases/2018_botnet-activity-in-h1-2018-multifunctional-bots-becoming-more-widespread)
6. <https://www.trendmicro.com/vinfo/us/security/news/botnets>
7. <https://www.recordedfuture.com/mirai-botnet-iot/>
8. <https://blog.checkpoint.com/2018/12/11/november-2018s-most-wanted-malware-the-rise-of-the-thanksgiving-day-botnet/>
9. <https://blog.easysol.net/banking-trojan-trends-2018/>
10. <https://blog.radware.com/security/2018/02/darksky-botnet/>

# JAVA SPRING FRAMEWORK, SPRING BOOT UTILIZAREA SI AVANTAJELE IN DEZVOLTAREA UNEI APLICATII WEB

Alexandru MARJINA

Universitatea Tehnica a Moldovei

**Abstract:** Dezvoltarea unei aplicații web include un șir de procese care pot fi optimizate datorită framework-urilor speciale care permit configurarea unor procese de nivel mai jos la un nivel automatizat.

**Cuvinte cheie:** Java, Spring, Spring Boot, Framework.

## Introducere

Domeniul IT în prezent se afla la baza tehnologiilor de top, de la medicină până la astronaucică. În prezent aproape fiecare sistem, instituție are la baza o aplicație ce combină în ea un **server**, o **baza de date** și o **interfață pentru utilizator**. La baza fiecărei aplicații stă un limbaj de programare, cel mai popular fiind la moment **Java** [1], care de mult timp se află în top datorită numeroaselor sale avantaje.

Jan 2019	Jan 2018	Change	Programming Language	Ratings	Change
1	1		Java	16.904%	+2.69%
2	2		C	13.337%	+2.30%
3	4	▲	Python	8.294%	+3.62%
4	3	▼	C++	8.158%	+2.55%
5	7	▲	Visual Basic .NET	6.459%	+3.20%
6	6		JavaScript	3.302%	-0.16%
7	5	▼	C#	3.284%	-0.47%
8	9	▲	PHP	2.680%	+0.15%
9	-	▲	SQL	2.277%	+2.28%
10	16	▲	Objective-C	1.781%	-0.08%

Fig.1 Topul celor mai populare limbaje [1].

Limbajul **Java** este ales de mulți dezvoltatori deoarece acesta este un limbaj **relativ simplu**, **obiect orientat**, **platform-independent** fiind posibil de portat de pe un sistem pe altul și **Multithreaded** oferă posibilitatea de a crea programe ce rezolvă mai multe task-uri simultan. Limbajul Java este folosit în numeroase ramuri de la programarea microcontroloarelor până la crearea severelor astfel soluționând probleme din diferite domenii[2]. Astfel, pentru a simplifica crearea diferitor aplicații, au fost create **Framework-uri** (structuri conceptuale-arhitecturi de software care modelează relațiile generale ale entităților domeniului[3]) care au ca scop generarea unor relații și legături standarte la un nivel automat.

## 1. Spring Framework

**Spring Framework** este o **platforma Java opensource** care oferă un suport vast pentru crearea unei infrastructuri de dezvoltare a aplicațiilor Java. **Spring** structurează programul și legăturile între entități, ușurând lucrul programatorului. **Spring** permite crearea funcționalității programului utilizând **POJOs** ("plain old Java object") adică structura standarta a limbajului și adăugarea serviciilor enterprise fără a crea un conflict între acestea[4].

**Spring** este un Framework constituit din aproximativ 20 de module acestea fiind divizate în grupuri pe baza scopului acestora: **Core**, **Container**, **Data Access/Integration**, **Web**, **AOP** (**Aspect Oriented Programming**), **Instrumentation**, și **Test**.

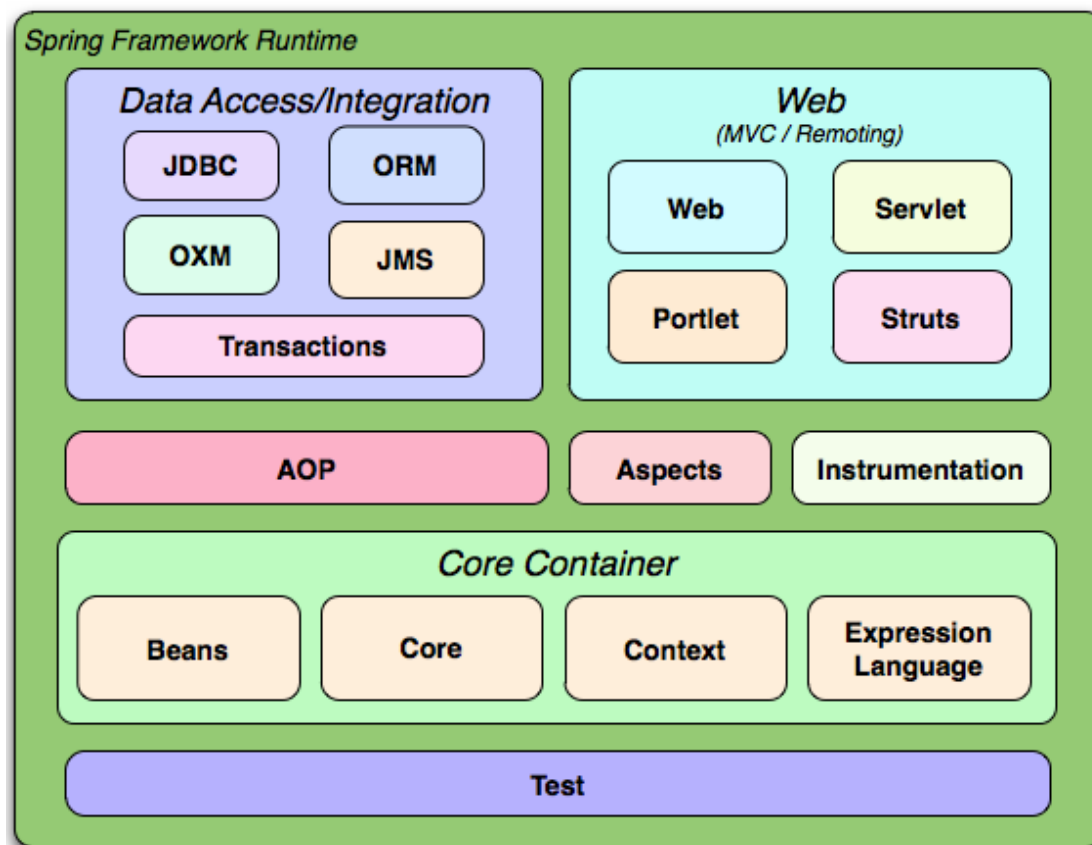


Fig.2 Structura Spring Framework [5].

Spring este bazat pe principiul **inversion of control (IoC)** [8] care are scop inversia fluxului tradițional de executare a programului astfel fluxul programului fiind setat de framework. Într-un program obișnuit programistul singur hotărăște în ce ordine vor fi apelate metodele, pe când în unul controlat de framework programistul definește și implementează metodele rulând doar funcția principală a framework-ului acesta singur apelând metodele definite de către programist atunci când este nevoie de ele.

**Inversion of control** este folosit pentru a spori modularitatea programului( separarea funcționalității programului în module independente) și pentru a face a-l face extensibil.

**Avantajele Spring-Framework** [9]:

- 1) Template predefinite pentru utilizarea diferitor tehnologii ca JDBC, Hibernate, JPA etc.
- 2) Ușor de testat.
- 3) Lightweight datorită implementării POJO.
- 4) Ușor de dezvoltat aplicații JavaEE datorită Dependency Injection.

## 2. Spring Boot

Spring Boot reprezintă o extensie a Spring framework care permite eliminarea configurațiilor de nivel inferior, acestea fiind făcute automat prin alegerea unor opțiuni de către programator la inițierea aplicației. În Spring core framework este nevoie de configurat totul de sinestator cum ar fi descriptorii XML, pe când Spring Boot rezolvă această problemă [6].

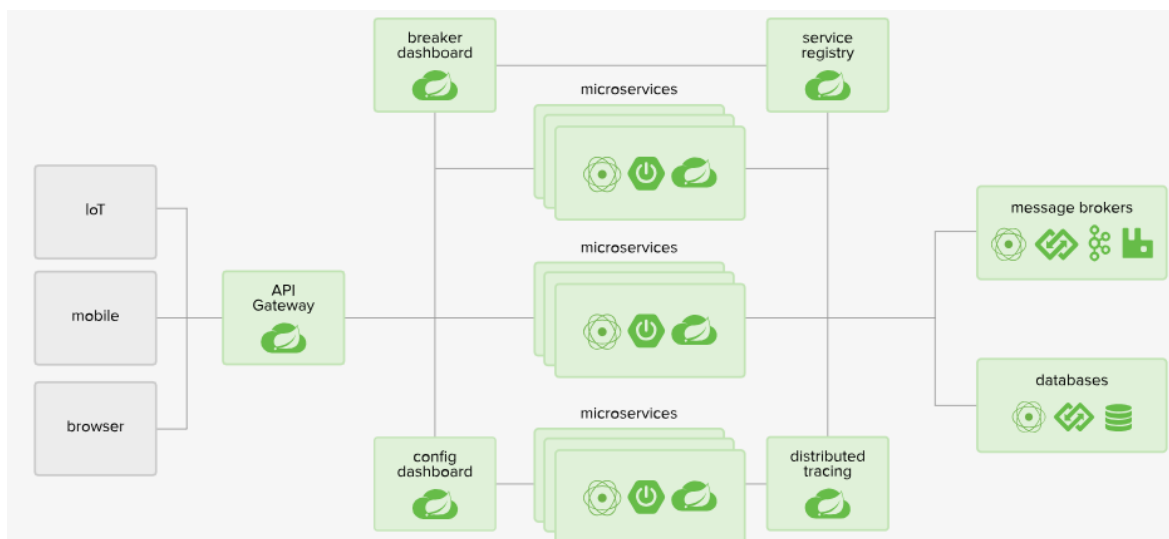


Fig.3 Structura Spring Boot.

Spring Boot ne permite accelerarea creării unei aplicații web, acesta analizând configurările setate de către programator și injectează toate dependențele necesare pentru satisfacerea cerințelor acestuia. Spring Boot oferă posibilități simple de introducere a modulelor prin pom.xml file, prin Spring Initializr și de pe site-ul oficial, permițând ușurarea lucrului programatorului, acesta având nevoie să se asigure doar de funcționalitatea programului.

Avantajele de bază a Spring Boot framework sunt **auto-configurarea, independența și autonomia acestuia de a lua decizii pentru a face o aplicație cât mai optimizată.**

Spring Boot este independent și oferă posibilitatea de a integra toate serviciile automat. De exemplu el nu are nevoie de un server container aparte în care să fie plasată aplicația, acesta oferind unul implicit, rulând la startul aplicației[7]. Spring Boot este amplasat în vârful Spring Framework-ului acesta fiind capabil să ofere toate funcționalitățile acestuia ușor integrându-le în proiect scutind programatorul de setarea infrastructurii oferind mai mult timp pentru dezvoltarea funcționalului de bază.



Fig.4 Avantaje Spring Boot.

## Concluzii

Spring Framework și Spring Boot sunt tehnologiile care au făcut o revoluție în dezvoltarea aplicațiilor, acesta simplificând configurarea și optimizarea aplicațiilor enterprise. Astfel Spring Framework oferă toate instrumentele și resursele necesare pentru testarea și dezvoltarea unei aplicații enterprise injectând în aceasta dependențe pentru funcționarea conform scopului propus iar Spring Boot este instrumentul care intruneste în unul toate funcționalitățile Spring Core Framework, fișierul XML <bean> de configurarea (POM.XML), serverele HTTP integrate cum ar fi Tomcat și conexiunile către o bază de date.

La moment Spring Boot/Spring Framework este cel mai popular Java Framework utilizat de un număr mare de companii ceea ce demonstrează eficiența lui în domeniu, el permițând dezvoltatorilor mult mai ușor să creeze, testeze, integreze și să sporească productivitatea aplicațiilor sale.

## Bibliografie

1. <https://www.tiobe.com>
2. <https://dzone.com>
3. <https://www.wikipedia.org/>
4. <https://www.journaldev.com>
5. <https://docs.spring.io>
6. <https://docs.oracle.com/javase>
7. <https://www.youtube.com/>
8. [https://en.wikipedia.org/wiki/Inversion\\_of\\_control](https://en.wikipedia.org/wiki/Inversion_of_control)
9. <https://www.javatpoint.com/spring-tutorial>

# INVESTIGAREA ATENUATORULUI OPTIC ÎN BAZA FLUIDULUI MAGNETOREOLOGIC

Ana NISTIRIUC

Universitatea Tehnică a Moldovei

**Abstract:** sunt prezentate rezultatele eleborării atenuatorului optic ajustabil (AOA) în baza fluidului magnetoreologic (FMR) destinat pentru funcționarea în gama spectrală 0,4...6  $\mu\text{m}$ . Au fost identificate principalele caracteristici și demonstrată perspectiva utilizării practice a AOA în baza FMR.

**Cuvinte cheie:** Atenuator optic ajustabil, fluid magnetoreologic, carbonil fier, ulei de polietilsiloxan.

## 1. Preliminarii

În procesul de acordare și măsurare a parametrilor diferitor dispozitive optice și sistemelor de transmisie a informației prin fibre optice (STIFO) este necesară ajustarea nivelului de putere în calea de linie sau în dispozitivele de decuplare, care reduc acțiunea sarcinei asupra diodei laser. Funcțiile nominalizate pot fi realizate cu ajutorul AOA, care se divizează în trei tipuri: ajustabile discret, ajustabile continuu și combinate. În AOA existente se utilizează diferite metode de promovare a atenuării cu utilizarea deplasărilor axiale și radiale a prismelor și diferitor filtre.

În prezenta lucrare este elaborat și investigat AOA în baza FMR, atenuarea în care se dirijează cu ajutorul câmpului magnetic exterior și metoda de promovare a atenuării se bazează pe utilizarea oscilațiilor plasmatice ale electronilor liberi în metalele intermediare și în particular după cum este fierul.

## 2. Partea de bază

Proiectarea STIFO se realizează reieșind din valoarea calculată pentru bugetul de energie și de regulă, valorile reale ale bugetului de energie obținute în rezultatul testelor de control a STIFO se deosebesc de valorile calculate utilizate la proiectarea STIFO. Astfel, este necesar de a estima rezerva de exploatare conform puterii pentru STIFO și în cazul dat se utilizează principiul testelor de stres, adică imitarea condițiilor dificile de funcționare a STIFO cu ajutorul AOA [1].

Un parametru important al STIFO este lungimea sectorului de regenerare. Lungimea sectorului de regenerare se divizează în lungimea sectorului de regenerare de valoare maximă  $L_{r\max}$  și lungimea sectorului de regenerare de valoare minimă  $L_{r\min}$ . Lungimea sectorului de regenerare de valoare maximă  $L_{r\max}$  se numește distanța maximă dintre echipamentul de emisie și echipamentul de recepție pentru care se asigură calitatea admisibilă de transmisiune a informației. Lungimea sectorului de regenerare de valoare minimă  $L_{r\min}$  se numește distanța minimă dintre echipamentul de emisie și echipamentul de recepție pentru care se asigură protecția necesară a fotodiodei.

La propagarea semnalului prin fibrele optice concomitent se manifestă atenuarea și dispersia semnalului. Datorită atenuării și dispersiei semnalului se reduce distanța de transmisiune a informației prin fibrele cablului optic. Pentru calculul pierderilor energetice pe parcursul unui sector de regenerare (amplificare) vom utiliza schema reprezentată

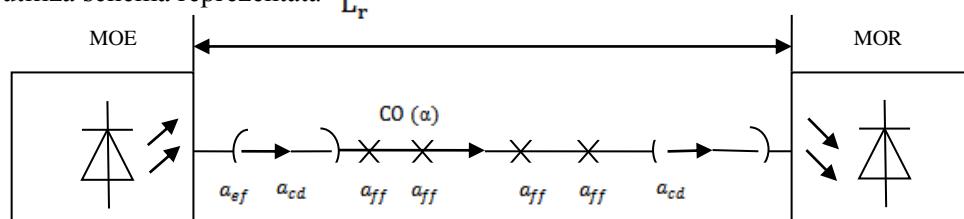


Fig. 1. Reprezentarea grafică a sectorului de regenerare pentru STIFO.

Conform fig.1 sunt utilizate următoarele notații:

1. MOE și MOR sunt respectiv modulul optoelectronic de emisie și modulul optoelectronic de recepție;
2.  $L_r$  – lungimea sectorului de regenerare;
3.  $CO(\alpha)$  – cablul optic cu coeficientul de atenuare  $\alpha$ ;



4.  $a_{ef}$  – pierderile în conectorul emițător – fibră;
5.  $a_{cd}$  – pierderile în conectorul demontabil;
6.  $a_{ff}$  – pierderile în joncțiunile sudate fibră – fibră;
7.  $a_{fr}$  – pierderile în conectorul fibră – receptor.

Este stabilit, că nivelul puterii semnalului la recepție  $p_r$  prescris trebuie să fie mai sporit decât nivelul admisibil, prin urmare putem nota, că:

$$p_r = p_e - a_{ef} - na_{cd} - Na_{ff} - \alpha L_r - a_{fr} - a_r \geq p_{r.adm.} \quad (1)$$

unde:  $p_r$  este nivelul puterii semnalului de recepție;

$p_e$  – nivelul puterii semnalului de emisie;  $n$  și  $N$  sunt numărul de joncțiuni respectiv demontabile și sudate;

$\alpha$  – coeficientul de atenuare a cablului optic;

$a_r$  – rezerva bugetului STIFO.

Pentru STIFO un parametru tehnic foarte important este bugetul de energie. Bugetul de energie  $Q$  se numește diferența dintre nivelele puterilor semnalelor optice de emisie  $p_e$  și respectiv de recepție  $p_r$  pentru care se asigură calitatea admisibilă de transmisiune a informației, adică:

$$Q = 10\lg(P_e/P_r) = 10\lg P_e - 10\lg P_r = p_e - p_r \quad (2)$$

Numărul de joncțiuni sudate fibră – fibră  $N$  depinde de lungimea sectorului de regenerare  $L_r$  și lungimea de construcție a cablului optic  $l_c$ .

Prin urmare, numărul de joncțiuni sudate fibră – fibră  $N$  se determină conform expresiei:

$$N = (L_r/l_c) - 1 \quad (3)$$

Luând în considerare expresiile (1 – 3) formula pentru bugetul de energie poate fi transcrisă sub forma:

$$Q = L_r[\alpha + (a_{ff}/l_c)] - a_{ff} + a_r + a_{ef} + a_{fr} + na_{cd} \quad (4)$$

Din formula (4) obținem expresia pentru determinarea lungimii maxime a sectorului de regenerare în cazul cînd în traficul de linie predomină atenuarea semnalului și se îndeplinește condiția  $B \leq B_{cr}$ :

$$L_{rmax1} = (Q - a_r - a_{ef} - a_{fr} - na_{cd} + a_{ff})/[\alpha + (a_{ff}/l_c)] \quad (5)$$

unde  $n=2$ .

Prin  $B$  este notată viteza de transmisiune STIFO, iar prin  $B_{cr}$  este notată viteza critică de transmisiune a simbolurilor în linie, care se determină prin formula:

$$B_{cr} = \alpha/4\tau W \quad (6)$$

unde:  $\alpha$  este coeficientul de atenuare a cablului optic;

$\tau$  - dispersia kilometrică a cablului optic;

$$W = Q - a_{ef} - a_{fr} \quad (7)$$

Conform materialelor normative de proiectare a STIFO, pentru determinarea lungimii minime a sectorului de regenerare se utilizează formula:

$$L_{rmin} = (Q - A - a_r - a_{ef} - a_{fr} - na_{cd} + a_{ff})/[\alpha + (a_{ff}/l_c)] \quad (8)$$

unde  $A=20$  dBm este gama dispozitivului de gestiune automată a amplificării în echipamentul de recepție.

În cazul cînd distanța este mai mică decât lungimea minimă a sectorului de regenerare pentru protejarea fotodiodei de congestie sunt utilizate AOA.

Designul AOA în baza FMR este reprezentat în fig. 2 și este constituit din celula din sticlă organică (1), două segmente de fibre optice din cuarț (2), două conecitoare demontabile (3), magneții permanenți (4), electromagnetul (5), orificiul (6) cu diametrul  $\sim 1$  mm amplasat perpendicular direcției de propagare a semnalului optic, care conține FMR constituit din praf de carbonil fier (7) cu dimensiunile particulelor  $\sim 1000$  Å și ulei de polietilsiloxan (8).



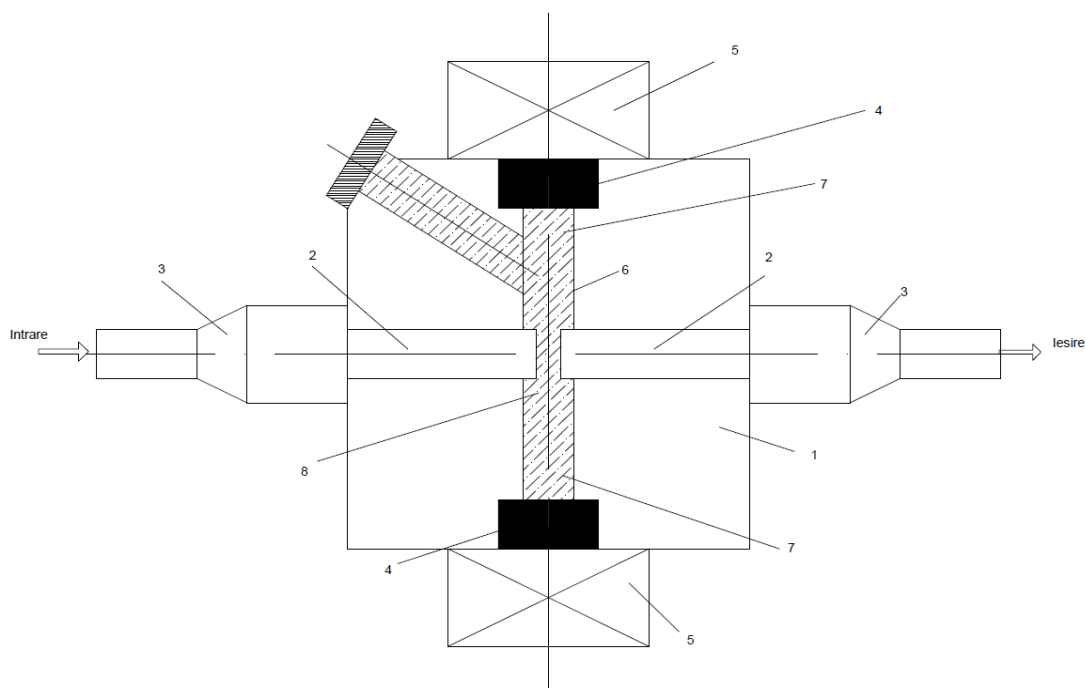


Fig. 2. Atenuator optic ajustabil în baza fluidului magnetoreologic.

Carbonil fier se caracterizează prin intermediul următorilor parametri: permeabilitatea magnetică relativă inițială  $\mu_i = 2000 \dots 3000$ , permeabilitatea magnetică relativă maximă  $\mu_{\max} = 20000 \dots 21500$ , inducția magnetică de saturație  $B_s = 2,18 \text{ T}$ , inducția magnetică reziduală  $B_r = 0,6 \text{ T}$ , forța coercitivă  $H_c = 6,4 \text{ A/m}$ , temperatura punctului Curie  $t_c = 770 \text{ }^\circ\text{C}$ , rezistivitatea  $\rho = 10^7 \text{ } \Omega \cdot \text{m}$  [2]. Uleiul de polietilsiloxan este netoxic, ecologic sigur și se caracterizează prin următorii parametri: permitivitatea relativă  $\epsilon = 2,4 \dots 2,5$ , tangenta unghiului pierderilor dielectrice  $\text{tg } \delta = (2 \dots 3) \cdot 10^{-4}$ , rezistivitatea  $\rho = 10^{11} \dots 10^{12} \text{ } \Omega \cdot \text{m}$  și tensiunea de defalcare  $U_d \geq 45 \text{ kV}$  [3].

Luând în considerare, că AOA cu FMR funcționează în baza metodei de atenuare cu utilizarea oscilațiilor plasmatice ale electronilor liberi în fier Fe, frecvența plasmatică  $\omega_p$  pentru electronii Fe se determină conform expresiei [4]:

$$\omega_p^2 = 4 \pi n e^2 / m, \quad (9)$$

unde  $n$  este concentrația electronilor în Fe,  $e$  – sarcina electronului,  $m$  – masa electronului. Concentrația electronilor în Fe conform formulei [4]:

$$n = d \cdot N_0 / M, \quad (10)$$

pentru densitatea Fe  $d = 7870 \text{ kg/m}^3$ , numărul Avogadro  $N_0 = 6,02 \cdot 10^{26} \text{ kmol}^{-1}$  și masa moleculară a Fe  $M = 55,847 \text{ kg/kmol}$ , alcătuiește  $0,848 \cdot 10^{25} \text{ cm}^{-3}$ . Luând în considerare valoarea obținută pentru concentrația electronilor în Fe, frecvența plasmatică alcătuiește  $\omega_p = 1,14 \cdot 10^{16} \text{ Hz}$ , ce corespunde energiei  $\sim 7,5 \text{ eV}$ , prin urmare astfel de oscilații nu pot fi excitate de oscilațiile termice ale atomilor de Fe.

Expresiile corespunzătoare pentru părțile reală și imaginară ale indicelui complex de refracție se descriu prin relațiile [4]:

$$n^2 - k^2 = \{1 - [\omega_p^2 \tau^2 / (1 + \omega_p^2 \tau^2)]\} \quad (11)$$

și

$$2nk = \{\omega_p^2 \tau / [\omega (1 + \omega_p^2 \tau^2)]\}. \quad (12)$$

Timpul de relaxare  $\tau$  pentru electronii de conductibilitate din metale se determină conform formulei [4]:

$$\tau = \sigma m / n e^2 \quad (13)$$

și pentru Fe alcătuiește  $\sim 4,19 \cdot 10^{-15} \text{ s}$  (unde  $\sigma = 1/\rho$  este conductibilitatea specifică).

Conform teoriei lui Drude, la interacțiunea electronilor de conductibilitate a metalelor cu unda electromagnetică din gama optică este necesar de a analiza trei game de frecvențe, după cum urmează:

- Prima gamă –  $\omega \ll 1/\tau$ , este gama de frecvențe joase. Partea imaginară  $n^2$  în cazul dat este cu mult mai mare în comparație cu partea reală, astfel încât metalul este foarte reflexiv. Coeficientul

de absorbție practic nu depinde de  $\omega$  și este proporțional conductibilității. Partea reală  $n^2$  posedă valoare negativă și conform valorii absolute este cu mult mai mare decât unitatea;

- A doua gamă –  $1/\tau \ll \omega \ll \omega_p$ , este gama de relaxare, unde în numitorul expresiilor (11) și (12) termenul  $\omega_p^2 \tau^2$  începe să joace un rol important. Coeficientul de absorbție rapid se reduce cu frecvența și este proporțional  $1/\omega^2$  și invers proporțional conductibilității. Partea imaginară  $n^2$  devine mai mică decât partea reală, care se păstrează de valoare negativă și se determină prin expresia [4]:

$$n^2 - k^2 = 1 - (\omega_p^2 / \omega) . \quad (14)$$

Astfel, încât metalul este încă foarte reflectorizant, coeficientul de reflexie  $R$  se determină prin expresia:

$$R = 1 - (2/\omega_p \tau) . \quad (15)$$

- Gama a treia -  $\omega_p \ll \omega$ , este gama în care partea reală  $n^2$  devine de valoare pozitivă și reflectivitatea se reduce până la zero. Metalul în cazul dat ar trebui să devină mai mult sau mai puțin transparent, deoarece coeficientul de absorbție  $\Theta$  este egal:

$$\Theta = \omega_p^2 / \omega^2 \tau c , \quad (16)$$

unde:  $c$  este viteza luminii în vid.

Comportamentul caracteristicilor optime a Fe în gama lungimilor de undă  $\lambda = 0,4...6 \mu\text{m}$  corespunde gamei a două, adică gamei de relaxare în care frecvența de funcționare  $\omega < \omega_p$ , ceea ce conduce la o reflectare practic completă a luminii.

AOA în baza FMR funcționează în modul următor. În stare inițială electromagnetul este deconectat și praful carbonil fier (7) este separat cu ajutorul magneților permanenți (4) în punctele extreme ale orificiului celulei, eliberând astfel interstițiul dintre suprafețele frontale a fibrelor optice (2). Atenuarea reziduală cauzată de conectarea AOA în baza FMR, adică atenuarea minimă, alcătuiește aproximativ minus 2 dBm. Sub acțiunea câmpului magnetic al electromagnetului particulele de praf carbonil fier treptat încep să se redistribuie concentrându-se în regiunea interstițiului dintre suprafețele frontale a fibrelor optice (2). La modificarea intensității câmpului magnetic creat de electromagnet (5) de la 0 până la 50 A/m gama de atenuare AOA în baza FMR alcătuiește de la minus 2 până la minus 50 dBm cu rezoluția de minus 0,5 dBm. Un parametru important al AOA în baza FMR este nivelul pierderilor de returnare cauzate reflexia parțială a semnalului în direcție inversă. Pentru a obține un nivel propriu redus de reflexie a AOA în baza FMR, particulele prafului carbonil fier au fost prelucrate în material antireflexiv și nivelul pierderilor de returnare a semnalului în direcție inversă alcătuiește minus 45 dBm. AOA în baza FMR constituit din praf carbonil fier și ulei de polietilsiloxan poate fi utilizat pentru a funcționa în gama temperaturilor  $(-45...+75)^\circ\text{C}$ .

Pentru măsurarea caracteristicilor AOA în baza FMR au fost utilizate modulele optoelectronice de emisie МПД-1-1А-1 ( $\lambda = 0,85 \mu\text{m}$ ), ПОМ-15 ( $\lambda = 1,3 \mu\text{m}$ ), ПОМ-16 ( $\lambda = 1,55 \mu\text{m}$ ) și wattmeter-ul optic ОМК3-79.

## Concluzii

AOA în baza FMR sunt simple în confecționare, nu necesită prisme și filter optice, posedă stabilitate termică înaltă și permit să obținem caracteristici care nu cedează caracteristicilor celor mai modern AOA (5).

## Bibliografie

1. Шувалов В., Егунов М., Минина Е. Обеспечение показателей надежности телекоммуникационных систем и сетей. – Москва: Горячая линия – Телеком, 2015. – 384 с.
2. Мишин Д.Д. Магнитные материалы. - Москва: Высшая школа, 1991. – 384 с.
3. Филикова В.А. Конструкционные и электротехнические материалы. – Москва: Высшая школа, 1990. – 296 с.
4. Займан Дж. Принципы теории твердого тела. – Москва: - Мир, 1974. – 472 с.
5. Хамадулин Э. Методы и средства измерений в телекоммуникационных системах. – Москва: Юрайт, 2014. – 365 с.

## SECȚIA TEHNOLOGIA PRODUSELOR ALIMENTARE

### Subsecția ȘTIINȚA DESPRE ALIMENTE

Nr.	Autorul, denumirea lucrării	Pagina
1	<b>Cușmenco Tatiana</b> Valorificarea laptelui de capră în iaurt.	488
2	<b>Gherman Dorina, Ucrainciuc Ana</b> Potențialul de fier în componența proteinelor gălbenușului de ou.	492
3	<b>Jeman Cristina, Munteanu Maria-Magdalena</b> Analiza conținutului de substanțe toxice în legume supuse tratări termice	497
4	<b>Grumeza Irina, Borș Alexandra, Țurcan Ana, Mîrza Tatiana</b> Evaluarea organoleptică a semifabricatelor din carne tocată cu componente vegetale.	500
5	<b>Crucirescu Diana</b> Fructele de mere în faza timpurie de coacere - materie primă pentru obținerea acidifiantului natural.	505
6	<b>Popovici Violina</b> The oxidative stabilitz of vegetable oils enriched with caratenoids	509
7	<b>Radu Oxana</b> The statistical analysis of walnuts lot quality	511
8	<b>Sandu Iuliana, Natalia Baerle, Alexandra Savcenro, Victor Baerle</b> Extracția substanțelor fenolice din piețița miezului de nuci	513
9	<b>Savcenro Alexandra, Baerle Natalia, Sandu Iuliana, Baerle Victor</b> Unusual PH – behavior of safflower extracts	514
10	<b>Turculeț Nadejda</b> Geneza bolii întinderii și oportunitatea combaterii microflorei patogene Bacillus Subtilis și Bacillus Mesentericus	515
11	<b>Ковтонюк Алла</b> Абрикосовые ядра – панацея от рака	516

# VALORIFICAREA LAPTELUI DE CAPRĂ ÎN IAURT

Tatiana CUȘMENCO

Universitatea Tehnică a Moldovei

**Abstract:** Laptele de capră reprezintă o sursă excelentă de hrană pentru nutriția umană, care are o caracteristică distinctă, cum ar fi compoziția chimică, mărimea structurii miceliilor de cazeină și a globulelor de grăsime. Aceste particularități ai laptelui de capră sunt responsabile pentru formarea aromei unice și a texturii. În plus, produsele lactate din lapte de capră prezintă o duritate mai scăzută, aderență, consistență, stabilitate și o tendință mai mare de a prezenta o sinereză decât produsele din lapte de vacă.

**Cuvinte cheie:** lapte de capră, lapte de vacă, iaurt, fermentare, indici de calitate, analiza sensorială.

Produsele lactate fermentate sunt extrem de populare în întreaga lume atât datorită caracteristicilor senzoriale plăcute, cât și potențialului pe care îl au pentru menținerea și chiar îmbunătățirea sănătății consumatorilor. Consumul de produse lactate fermentate a atins o nouă dimensiune în ultimii ani, datorită efectelor benefice asupra sănătății, efecte demonstrate de ani de cercetări nutriționale și medicale. Cercetările întreprinse pe plan mondial au arătat că un consum regulat de produse lactate fermentate poate determina o îmbunătățire generală a stării de sănătate a consumatorului, atât datorită caracteristicilor nutritive cât, mai ales, datorită microflorei pe care o „transportă” în tractul digestiv.

Conform studiilor de specialitate, iaurtul este plasat în categoria alimentelor sănătoase, alături de legume și de fructe, pentru că are un conținut semnificativ de nutrienți esențiali pentru organism și o valoare calorică mică. La fel ca laptele din care este făcut, iaurtul este o sursă valoroasă de minerale (în principal Ca), conține grăsimi pe bază de acizi grași cu lanț scurt, glucide specifice (lactoză) și unele vitamine. Iaurtul joacă un rol important în dezvoltarea și menținerea țesuturilor (musculatura, organe vitale), deoarece este o sursă de proteine cu valoare nutritivă înaltă, care asigură organismului toți cei 9 aminoacizi esențiali. Este astfel un super food, atât prin nutrienții esențiali pe care îi conține, cât și prin proporția în care aceștia se găsesc în iaurt.

## Materiale și metode de cercetare

*Caracteristica laptelui de capră crud este descrisă detaliat în standardul moldovean SM:2015, adoptat la 29.09.2015. Lapte crud de capră și de oaie. Specificații. Prezentul standard stabilește condiții tehnice privind calitatea laptelui crud de capră și de oaie, colectat pentru procesarea industrială.*

Cultură starter pentru fabricarea produselor lactate acide: YOMIX 900. Dozarea: 10-20 DCU/ 100 litri. Compoziția: YO-MIX 900- este un amestec de tulpini selectate destinate introducerii directe în laptele procesat acestea sunt: Streptococcus thermophilus, Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus, Lactococcus lactis subsp Lactis biovar diacetylactis, zaharoză și maltodextrină.

Aprecierea calității senzoriale în baza scării de punctaj. Principiul metodei: Evaluarea fiecărei caracteristici organoleptice prin comparare cu scări de punctaj de 0...5 puncte și obținerea punctajului mediu al grupei de degustatori, (ISO 6658:2005).

$$P_{mp} = P_{mnp} \times f_p \quad (1)$$

unde:  $P_{mnp}$  – punctajul mediu neponderat (media aritmetică a rezultatelor);

$f_p$  – factorul de pondere (arată cu cât participă o caracteristică senzorială la calitatea totală senzorială a produsului).

$$P_{tp} = \sum P_{mp} \quad (2)$$

Determinarea acidității titrabile (GOST 3627).

Determinarea conținutului de grăsime se face prin metoda acido-butiometrică, (GOST 5867).

Determinarea conținutului de proteine din lapte. Principiul metodei constă în blocarea grupărilor amilice ale proteinelor cu aldehidă formică și eliberarea grupărilor carboxilice, care se neutralizează cu soluție de 0,1n NaOH.

Determinarea vâscozității produselor lactate fermentate la vîscozimetru rotațional BROOKFIELD DV-III Ultra.

Determinarea indicelui de sinereză a iaurtului. Principiul metodei constă în separarea între faza solidă (gel) și lichidă în timpul coagulării laptelui în rezultatul unor fenomene fizico-chimice active (restructurarea rețelei de cazeină) și pasive (porozitatea și permeabilitatea gelului).

$$S = \frac{m_z}{m_p} \times 100, \quad (3)$$

unde:  $m_z$  – cantitatea de zer exudat, g;

$m_p$  – masa probei, g;

$S$  – indicele de sinereză, %.

Determinarea conținutului de substanță uscată totală - (Analizatorul de umiditate MAC, Radwag).

### Rezultate și discuții

Analiza laptelui de capră și de vacă a fost efectuată în cadrul laboratorului Centrului de instruire și transfer tehnologic în domeniul tehnologiei produselor alimentare. La producerea iaurtului sunt utilizate materiile prime și auxiliare, care în complex formează structura, gustul și aspectul produsului finit.

S-a propus fabricarea iaurtului din lapte de capră fără adaosuri și 1 probă martor de iaurt din lapte de vacă. Sortimentul de iaurt fabricat este format din iaurt din lapte de vacă și iaurt din lapte de capră

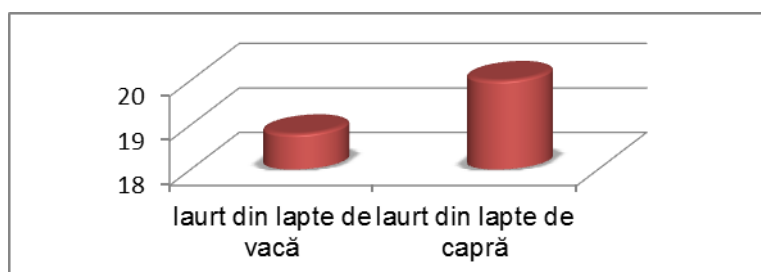
Indicii fizico-chimici analizați sunt prezentate în tabelul 1

**Tabelul 1.** Indicii de calitate ai iaurtului

Parametrii	Iaurt din lapte de capră	Iaurt din lapte de vacă
	Indicii fizico-chimici	
Substanța uscată totală, %	14,65	13,05
Substanța uscată degresată, %	10,55	9,35
Conținutul de grăsime, %	4,1	3,7
Conținutul de proteină, %	3,22	2,95
Conținutul de lactoză, %	5,48	4,86
Conținutul de cenușă, %	0,844	0,748
Sinereza, %	0	0
Aciditate titrabilă, °T	125	115
Ph	4,60	4,67
Vâscozitatea, mPa*s	18* 10 <sup>2</sup>	25*10 <sup>2</sup>
Indicii organoleptici		
Aspect și consistență	Omogen, dens, fără eliminare de zer, lucios, vâscos, foarte fin	Omogen, dens, fără eliminare de zer, lucios, puțin vâscos
Gust și miros	Acrișor, specific laptelui fermentat, cu aromă plăcută, fără miros specific de lapte de capră	Acrișor, specific laptelui fermentat, cu aromă plăcută

Indici fizico-chimici a laptelui de capră și vacă din tabelul de mai sus corespunde datelor înscrise în documentele normative.

În scopul aprecierii calității senzoriale iaurt din lapte de capră, iaurt din lapte de vacă, s-a organizat degustarea acestora la care au participat 5 degustatori din cadrul departamentului Tehnologia Produselor Alimentare, UTM.



**Fig. 1** Punctajul mediu total pentru iaurtul din lapte de capră.

După examinarea senzorială a probelor de iaurt s-a constatat că iaurtul din lapte de capră clasic a acumulat cel mai mare punctaj, acesta datorându-se caracteristicilor organoleptice cum sunt: aspect, culoare, consistență, miros și gust. Iaurtul din laptele de vacă a avut o consistență mai plină însă cu separare de grăsime la suprafață.

Mostrele de iaurt din lapte capră au fost păstrate la temperatura de  $4 \pm 2$  °C, cu scopul determinării duratei practice de păstrare. Pe parcursul păstrării s-a determinat aciditatea titrabilă, pH-ul și vâscozitatea iaurtului.

Aciditatea reprezintă un indice al prospețimii. Cea mai rapidă alterare a iaurtului este acidifierea ca rezultat al fermentării lactozei de către bacterii și transformarea ei în acid lactic, care sporește aciditatea și modifică pH-ul.

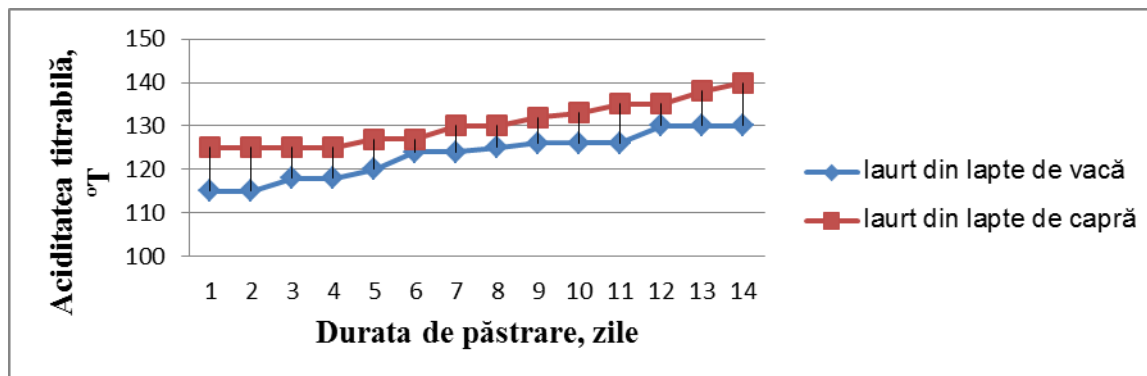


Fig. 2 Evoluția acidității titrabile a iaurtului din lapte de capră pe durata de păstrare.

Evoluția pH-ului este corelată cu intensitatea fermentației lactice. Aciditatea activă a fost determinată pe parcursul a 14 zile, atât cât au fost înregistrare valori admisibile pentru acest tip de produse, HG 611 din 2010 Lapte și produse lactate.

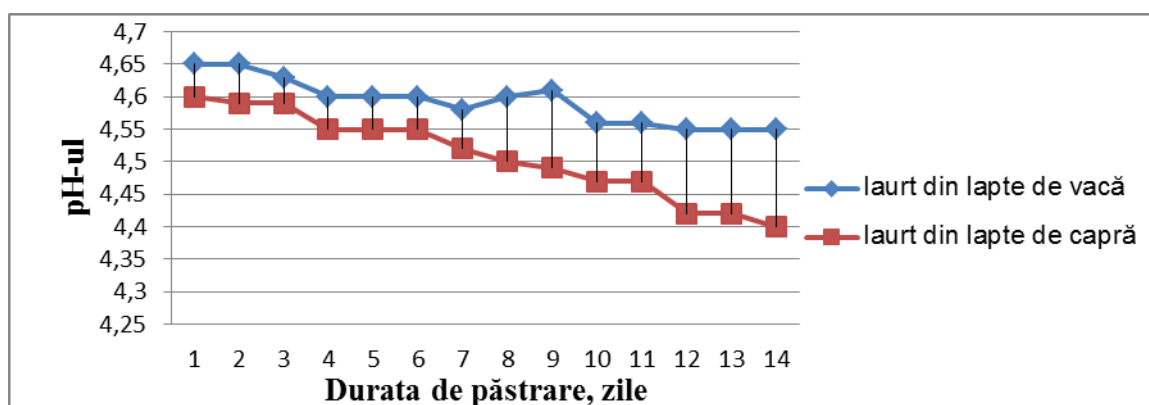


Fig. 3 Evoluția pH-ului iaurtului din lapte de capră pe durata de păstrare.

pH-ul probelor de iaurt este în scădere pe durata păstrării specific proceselor de fermentare care se produc în iaurtul fabricat. Modificări esențiale ale pH-lui nu au fost determinate.

Iaurtul este un fluid elasticovâscos. Vâscozitatea depinde direct proporțional de temperatură, deci cu cât temperatura este mai joasă cu atât vâscozitatea este mai mare și invers. De aceea determinările s-au efectuat la temperatura de 12-14°C, datele au fost citite după 30 sec de rotații. Vâscozitatea probelor de iaurt nu se modifică considerabil.

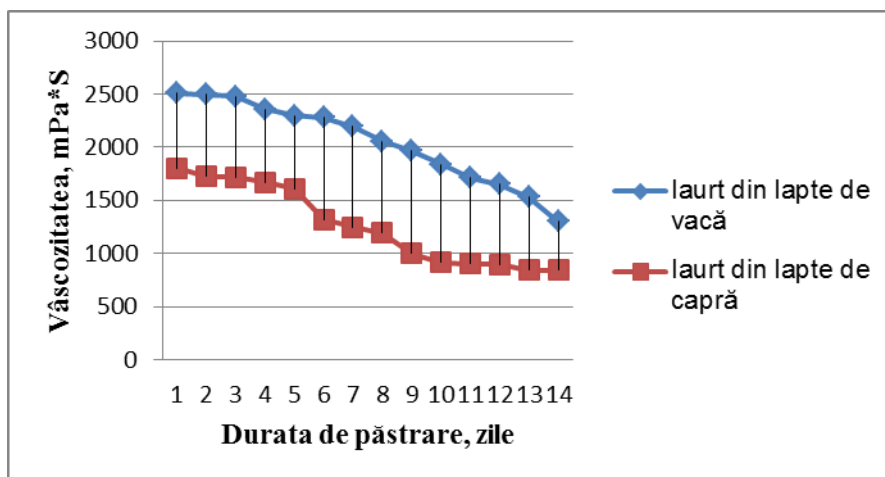


Fig. 4 Evoluția vâscozității iaurtului din lapte de capră pe durata de păstrare.

•

## Concluzii

Analizînd procesul de producere a iaurtului din lapte de capră în condiții de laborator, s-a observat unele avantaje, care demonstrează faptul că producerea iaurtului din lapte de capră la nivel industrial ar avea urmări pozitive. Factorii care confirmă acest lucru sunt - materie primă autohtonă, durata procesului de producere mai scurtă, durata de valabilitate mai îndelungată.

## Bibliografie

1. ENSMINGER, M.E., Parker R.O. *Sheep and Goat Science*. 5th ed. Danville, Illinois: The Interstate Printers and Publishers Inc. 1986.
2. JAMES, Th., *Physicochemical Properties, Microstructure and Probiotic Survivability of Non-Fat Goat's Milk Yogurt Using Heat Treated Whey Protein Concentrate as a Fat Replacer*. University of Vermont, 2015. 78 p.
3. YOUNG, W.P., *Goat Milk Products: Quality, Composition, Processing, Marketing* [Goats](#). January 31, 2011.

# POTENȚIALUL DE FIER ÎN COMPONENTA PROTEINELOR GĂLBENUȘULUI DE OU

Dorina GHERMAN<sup>1</sup>, Ana UCRAINCIUC<sup>2</sup>

Universitatea Tehnică a Moldovei,<sup>1</sup> Universitatea din Tiraspol<sup>2</sup>

**Rezumat.** S-au cercetat aspectele teoretice și practice ale rolului fiziologic al fierului conținut în gălbenușul de ou. Actualmente este accentuată problema deficienței de fier în rația alimentară, numită anemie feriprivă ce constituie 80 % din toate formele de anemii, etiologia căreia în majoritatea cazurilor provine din erori dietetice referitor la conținutul de nutrienți. Proteina fosvitina ce se conține în granulele gălbenușului și feritina în componența serului de gălbenuș de ou sunt surse cu un potențial sporit de fier ușor asimilabil. În lucrare a fost investigată metoda de estimare a cantității de fosvitină și feritină în gălbenuș de ou de producție autohtonă.

**Cuvinte cheie:** fier, ou, anemie, fosvitină, feritină, metodă spectrofotometrică

## Introducere

Anemia este una din cele mai comune boli de sânge, reprezentând, în multe țări, o problemă majoră de sănătate publică. Cea mai frecventă cauză a acestei boli este deficitul de fier, denumită în continuare anemia feriprivă. Prevalența acestei boli este estimată la circa 600 de milioane de pacienți de pe întregul glob. Carența de fier afectează producția de globule roșii (hemoglobină), care devin mai mici și mai deschise la culoare decât în mod normal. În R. Moldova frecvența anemiilor la elevi este de 30-32 %, la copii până la doi ani, anemia este atestată la 47 % (copiii cu vîrsta cuprinsă între 6 și 12 luni). Circa 20 % din femeile de vîrstă reproductivă și 20 % din copiii de pînă la un an suferă de anemie [3]. Bineînțeles, numai corecțiile bine chibzuite pot să amelioreze aceste dereglări.

Îmbunătățirea practicilor alimentare constituie una din strategiile optime și durabile [6]. Obiectivul ei primordial este menținerea aportului de Fe la populație, prin includerea în dieta zilnică a alimentelor bogate în fier. Realizarea obiectivului respectiv implică o serie de măsuri: asigurarea disponibilității produselor bogate în fier pe tot parcursul anului; asigurarea accesului tuturor familiilor, în special a celor vulnerabile, la aceste produse; creșterea cererii și a consumului produselor bogate în fier. Acest obiectiv, în țările cu situație socio-economică nefavorabilă, este, însă, dificil de realizat.

Pentru a-și menține echilibrul fiziologic, o persoană adultă are nevoie de 2-5 mg Fe/zi., dar, din cauza biodisponibilității reduse a fierului, aportul zilnic recomandat este de 10-20 mg Fe [6]. Biodisponibilitatea fierului depinde de forma sa chimică: fier hemic și nehemc. Este bine cunoscut faptul, că biodisponibilitatea fierului non-hemic, care constituie aportul de bază într-un regim alimentar bogat în produse de origine vegetală (90-95%) este foarte redusă – 2-8%, de regulă nu depășește 5%. Fierul se conține în cantități reduse în produse de origine vegetală. În același timp fierul hemic din hemoproteine (hemoglobina și mioglobina), care provine doar din produse din carne și pește, are o biodisponibilitate mai înaltă – în jur de 25% , iar absorbția sa intestinală nu este afectată de regimul alimentar.

În cercetarea dată, a fost analizat potențialul de fier hemic și nehemc în componența proteinelor gălbenușului de ou. Gălbenușul de ou conține 2 proteine cu pondere majoră ce leagă fierul: fosvitina ce se conține în granulele gălbenușului și feritina - în serul de gălbenuș [6].

**Feritina** este o proteină de formă sferică în cavitatea căreia sunt concentrați atomi de fier (pînă la 4000 de atomi/moleculă). Învelișul proteic al moleculei este format din 24 de subunități proteice de tip L(L-light) cît și H (H-heavy) avînd o greutate moleculară respectiv de 19 kDa și 21 kDa. Este singura proteină cunoscută care poate lega ionii metalici din ser de gălbenuș și le poate transforma în faza solidă a mineralului, astfel formînd structuri de acumulare, depozitare și utilizare eficientă a fierului în sisteme biologice. Feritina are un pI=5 [7].

Proteina **fosvitina** este o glicoproteină puternic fosforilată, globulară. Prin urmare, fosvitina are o capacitate puternică de legare a metalelor. Ea este compusă din  $\alpha$ - și  $\beta$ -fosvitină.  $\alpha$ -fosvitina este un agregat de trei sau patru subunități de 35 pînă la 40 kDa și  $\beta$ -fosvitina este un agregat de patru sau cinci subunități de 45 kDa. Fosvitina are o compoziție specifică de aminoacizi unde predomină aminoacidul serina, care este în cea mai mare parte fosforilată. În general, fosvitina este constituită din 217 reziduuri de aminoacizi, regiunea de bază incluzînd un lanț din 99 aminoacizi, ceilalți fiind grupați în 14 reziduuri intercalate de arginină, lizină și asparagină. Fosvitina are un pI=4 [1].



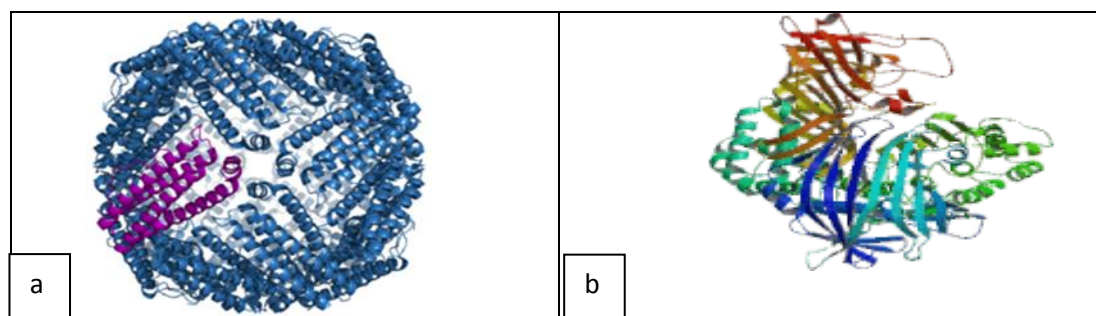


Fig. 1. Structura moleculară a proteinelor: a - feritina; b - fosvitina

În această cercetare experimentală au fost stabilite metode și acumulate date referitor la potențialul nutritiv de fier în componența proteinelor feritina și fosvitina din gălbenuș de ou în diferite tipuri de ouă.

## 1. Materiale și metode.

Cercetarile au fost efectuate pentru 4 loturi de ouă de consum provenite de la fabricile agricole: Cimișlia (ou industrial cu coaja albă 3MDCM001, Vulcănești (ou industrial cu coaja brună 3MDVL022), ou de casă, Ungheni SRL „Cristilmar” (ou de prepeliță). Termenul de păstrare a ouălor nu a depășit 7 zile [4,5]. Pentru prepararea serului de gălbenuș de ou a fost utilizată pectină cu grad înalt de metoxilare extrasă din citrice.

Separarea serului de gălbenuș de ou a fost efectuată conform metodei expuse de Laca A. [2]. Inițial, gălbenușul de ou a fost tratat cu sol. de NaCl, 5% și sol. NaOH, 0,2N pentru diminuarea legăturilor dintre proteine și grăsimi în lipoproteine, apoi compoziția a fost tratată cu gel de pectină (cu un conținut sporit de grupări  $\text{COOCH}_3$ ), care posedă calități hidrofile. După centrifugare timp de 30 min. la  $t=4^\circ\text{C}$  (7000 rot./min., timp de 20 min.), în faza apoasă, numită ser de gălbenuș a fost determinată proteina feritină, prin reacția Biuret și cantitatea de fier înglobată de aceasta.

Cantitatea de fier din granule și ser de gălbenuș de ou a fost determinată prin metoda spectrofotometrică după calcinarea, mineralizarea și tratarea cu acid sulfosalicilic a probelor. Graficul de calibrare în reacții-model a fost construit pentru soluția de clorură de fier ( $\text{FeCl}_3$ ) la  $\lambda = 440 \text{ nm}$ .

Tabelul 1  
Metoda de determinare a conținutului de fier în fracțiile gălbenușului de ou

Metoda	Compusul analizat	Pregatirea probei	Extragerea	Detectia fierului
Spectrofotometrie UV-Vis	Granule de gălbenuș de ou sau ser de gălbenuș de ou	Proba de produs este carbonizată, calcinată. Obținerea cenușii	Cenușa este mineralizată și efectuată reacția de culoare în prezența acidului sulfosalicilic.	Intensitatea culorii galbene, corespunzătoare concentrației complexului Fe-acid sulfosalicilic este înregistrată ca absorbantă la $\lambda = 440 \text{ nm}$

## 2. Rezultatele cercetării.

Inițial au fost studiate calitățile merceologice și determinate părțile componente ale loturilor de ouă supuse cercetării (tab. 2). Proporția dintre masa albușului și masa gălbenușului oului de găină este de aproximativ 1,9:1 și corespunde mediului natural [5]. În cercetarea dată a fost studiate proteinele care leagă fierul din componența gălbenușului, ca fiind surse semnificative de fier, în comparație cu albușul, care este sărac în fier.

Tabelul 2  
Date cantitative pentru părțile componente ale ouălor de consum

Nr. probă	Tipul oului	Marcaj	Ou integral, g	Albuș, g	Gălbenuș, g	Coaja, g
1	Ou de găină (cu coajă albă)	3MDCM001 25.11.2018	69,45±3,27	39,2±2,58	21,11±1,35	9,36±0,65
2	Ou de găină (cu coajă brună)	3MDVL022 25.11.2018	64,51±5,02	36,67±3,25	19,01±2,25	8,26±0,81
3	Ou de găină (de casă)	-	60,45±3,36	35,62±4,51	16,92±2,42	7,59±0,93
4	Ou de prepeliță	Ungheni SRL,,Cristilmar’’	18,19±1,43	9,5±2,71	5,92±1,69	2,35±0,67

Gălbenușul de ou reprezintă o emulsie, care poate fi relativ ușor fragmentată în granule lipido-proteice și fază lichidă – ser de gălbenuș de ou. Tratarea probelor de gălbenuș de ou cu soluții de NaCl și NaOH produce o hidratare intensă a proteinelor, accelerează separarea fracției de macrocompusi organici – proteine și lipide de faza lichidă a gălbenușului. Tratarea ulterioară cu gel de pectină favorizează clarificarea serului de gălbenuș. Efectul de separare a granulelor fixate cu gel de pectină de ser a fost obținut prin centrifugare la rotații mari și temperaturi scăzute ale probei. În scop de identificare a serului de gălbenuș de ou a fost înregistrat spectrul de absorbție al acestuia în UV-Vis.

Tabelul 3  
Obținerea serului de gălbenuș de ou

Nr. probă	Cantitate de gălbenuș, g	NaCl 5 %, ml	NaOH 0,1 N, ml	Gel de pectină 2%, g
1	15,24	4	1	10
2	15,42	4	1	10
3	15,02	4	1	10
4	15,14	4	1	10

**Notă.** Gelul de pectină la răcire imobilizează proteinele și grăsimile, contribuind la formarea fracției numite granule de gălbenuș de ou.

În mediu de la 100 g de gălbenuș de ou se obțin 30...45 g de granule (care conțin 26...32% SU) și 40...60 g de ser de gălbenuș (care conține 1,4...3,2 % SU). Componenta proteică principală a granulelor sunt lipovitelina și fosvitina. Fosvitina este în proporție de 60% fosforilată la nivelul aminoacizilor de serină deaceia manifestă calități de agent chelator al fierului și donator de fier în caz de necesitate [6].

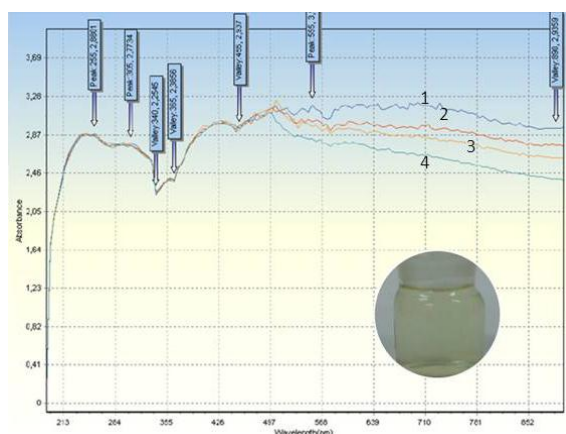


Fig.2. Spectrele UV-Vis a serului de galbenus obținut de la:

1 – ou de găină Avicola Cimișlia, 2 – ou de găină Avicola Vulcănești, ou de găină de casă, ou de prepeliță.  
Atașat – serul de gălbenuș de ou (imagine)

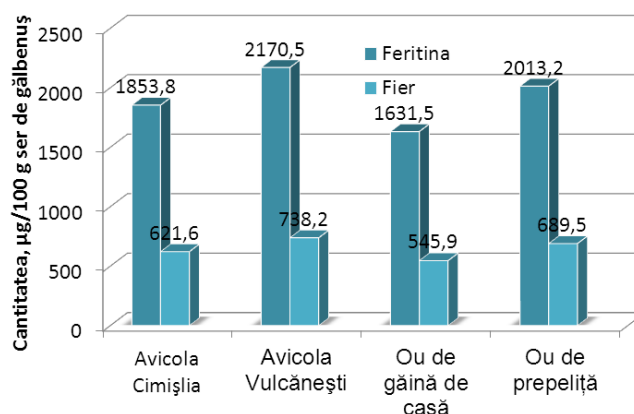


Fig. 3. Cantitatea de proteină feritină și fier fixat de feritină conținut în serul de gălbenuș de ou

În componența granulelor de gălbenuș a fost identificată o cantitate de fosvitină egală cu 58,4...65,5% din cantitatea de substanțe uscate a granulelor. Potențialul de legare a fierului de către fosvitină, determinat experimental este de 1,27...1,38 mg/100 g gălbenuș de ou, ceea ce confirmă afirmația că gălbenușul de ou este o sursă valoroasă de fier hemic.

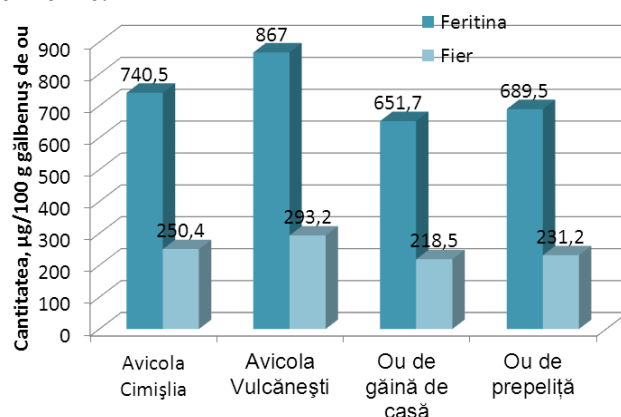


Fig. 4. Cantitatea de proteină feritină și fier fixat de feritină în gălbenuș de ou

Cantitatea de feritină, recalculată la 100 mg de gălbenuș de ou este de  $0,72 \pm 0,08$  mg/100 g, respectiv în ser, unde este localizarea de facto a feritinei este de  $1,75 \pm 0,67$  mg/100 g ser (fig. 3,4). Potențialul de feritină și fier în componența feritinei din ser de gălbenuș de ou ar putea fi o sursă importantă de fier asimilabil. Pentru o utilizare intensă a serului de gălbenuș de ou ca fortificant cu fier este necesar de concretizat condițiile de mediu (aciditate, prezența altor minerale) care influențează considerabil capacitatea de reținere a fierului de către feritină.

### Concluzii

1. Gălbenușul de ou ca și orice sistem biologic poate fi separat în 2 fracții – granule lipido-proteice și ser de gălbenuș de ou.
2. Granulele de gălbenuș conțin proteina fosvitina, cu un potențial de legare a fierului de 1,27...1,38 mg/100 g gălbenuș
3. Serul de gălbenuș conține proteina feritina, în componența căreia poate fi stocat fier cu un potențial înalt de asimilare nutritivă în cantitate de 1,632...2,171 mg/ 100 g ser.
4. Serul de gălbenuș, preparat ca praf ar putea fi folosit ca agent de fortificare cu fier organic a făinii de panificație.

### Bibliografie

1. CHUNG S. L., FERRIER L. K. pH and sodium chloride effects on emulsifying properties of egg yolk phosphatidylcholine. In: *J. Food Sci.*, 2002, vol. 57, p. 40-42.
2. LACA, A., VALVERDE, D. Egg yolk and yolk fractions as key ingredient for the development of a new type of gels. In: *Intern. J. of Gastr. and Food Sci.*, 2016, No. 3, p.30-37.

3. STURZA, R., DESEATNICOVA, O., GUDUMAC, V. *Carența de fier în alimentație și modalități de eradicare*. Chișinău: UTM, 2008.- 234 p. ISBN 978-9975-45-071-3.
4. SM STB 975:2002. Ouă de curcă, bibilică, prepeliță alimentare. Condiții tehnice.
5. SM-89. Ouă de găină. Condiții tehnice.
6. VITERI, F. E. A new concept of iron deficiency: community-based preventive supplementation of at-risk groups by the weekly intake of iron supplements. In: *Biomed. Environ. Sci.*, 1998, No. 11, p. 46-60.
7. WATANABE, M. , YUGE M. , YOSHIKAWA Y. ,WATANABE K. Structural and functional analyses of chicken egg and liver ferritin. In: *Poultry Science*, 2011, V. 90, Issue 7, p. 1489–1495.

# ANALIZA CONȚINUTULUI DE SUBSTANȚE TOXICE ÎN LEGUME SUPUSE TRATĂRII TERMICE

Cristina JEMAN, Maria-Magdalena MUNTEANU

Universitatea Tehnică a Moldovei

**Abstract:** Obiectivul acestui studiu a fost determinarea efectului tratării termice (fierberea la 100 °C) asupra conținutului de toxine în morcov (*Daucus Carrota*) cu scopul stabilirii modalităților de reducere a cantităților de toxine în alimente. A fost analizat conținutul de nitrați în morcovul de import și cel autohton (soi Cadril) înainte și după tratare termică. De asemenea, a fost determinat conținutul de substanțe radioactive în legumele date. În urma analizei s-a observat o diferență mică dintre conținutul de nitrați în cele două tipuri de morcov studiate, cel de import având o concentrație mai mică. Fonul radioactiv a acestor legume a prezentat valori stabile incluse în limitele normalului.

**Cuvinte cheie:** morcov, nitrați, nitriți, tratare termică, substanțe radioactive, nitratomtru

## Introducere

Morcovul este una din legume rădăcinoase bogate în compuși bioactivi cum ar fi carotenoizii și fibrele alimentare cu proprietăți importante de menținere a sănătății. Consumul de morcov și produsele din acesta crește constant, datorită recunoașterii sale ca o sursă importantă de antioxidanți naturali având activitate anticancerigenă. În afară de rădăcinile de morcov care se utilizează în mod tradițional în salată acesta mai poate fi utilizat și la fabricarea altor produse bogate în nutrienți, cum ar fi sucul, pulberea uscată, conservele, bomboanele, murăturile. Pe lângă compoziția benefică a acestei rădăcinoase, în cazul nerespectării condițiilor și normelor de cultivare, în ea se pot acumula substanțe toxice pentru organismul uman, precum nitrații și nitriții.

Este necesar de menționat că prezintă pericol nu nitrații ca atare ( $\text{NO}_3$ ), ci nitriții ( $\text{NO}_2$ ) care derivă din ei, precum și sărurile acidului azotic. Această reacție de transformare are loc în tubul digestiv al omului și al animalelor, precum și în cazul păstrării îndelungate a produselor de origine vegetală. În afară de nitriți, o influență nocivă asupra organismului o exercită aminele secundare și nitroaminele. Toate aceste combinații, aflându-se în cantități mai mari decât dozele admise în produsele proaspete (mai ales, în culturile legumicole), provoacă distrugerea hemoglobinei în sânge, formându-se, totodată, metahemoglobina. Ultima e deosebit de periculoasă pentru copii (boala „albastră” a copiilor sau cianoza). Nitrozaminele și nitrozamidele exercită o acțiune cancerigenă, mutagenică și toxică asupra embrionului. Doza maximă de nitrați inofensivă pentru om este de 5 ml la 1 kg din masa corpului.

## 1. Materiale și metode.

Ca material pentru cercetare a fost ales morcovul (*Daucus Carrota*) autohton și cel de import, un soi pe larg comercializat, recoltat pe timp de toamnă. Ca și cultură de import a fost ales morcovul ucrainesc, pe larg răspândit pe piața RM. Morcovul a fost supus tratării termice la diferite intervale de timp (0, 10, 15, 20, 25, 30, 40 minute), analizând ulterior conținutul de nitrați cu ajutorul testerului (metoda expres) și ionometrului (metoda ionometrică).

Pentru metoda expres a fost utilizat nitratomtru Ecotester-2. Nitrattesterul și dozimetrul Ecotester Soecs este un dispozitiv universal 2 în 1 care combină două funcții importante - dozimetru și nitrattester. Cu acest ecotester simplu și rapid se poate verifica nivelul nitraților în produsele alimentare, fructe și legume, dar și măsura cu precizie fonul radioactiv. Atunci când este folosit ca dozimetru, se pot detecta obiectele cu surse mari de radiații din mediul înconjurător. Dezavantajul testerului este însă faptul că acesta măsoară doza de nitrați în produs doar în punctul în care a fost introdusă sonda nitratometrului, ci nu în întreg produsul, fapt ce conduce la apariția erorilor (cca 15%).

Metoda ionometrică este mult mai precisă care constă în extragerea ionilor de nitrați cu o soluție de alaun de aluminiu și potasiu –  $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$  și determinarea ulterioară logaritmului concentrației ionilor de nitrați cu ajutorul unui electrod ionoselectiv. Metoda nu se acceptă dacă în materialul analizat conținutul de cloruri depășește mai mult de 25 ori conținutul de nitrați. Limita inferioară de identificare a nitraților constituie 6 mg în 1 dm<sup>3</sup> soluție analizată. Limita sigură de determinare a nitraților în proba analizată este 30 mg/kg. Metoda se folosește la determinarea nitraților în produsele agricole.

Pentru a studia influența duratei de tratare termică asupra conținutului de nitrați, morcovul porționat a câte 20 g fiecare, a fost introdus în apa clocotindă și supus fierberii timp de 10, 15, 20, 25, 30, 40 min. După

fierbere probele au fost răcite până la temperatura camerei și a fost măsurată cantitatea de nitrați și cantitatea de radiații.

## 2. Rezultate și discuții.

În urma studiului efectuat s-au stabilit factorii de care depinde gradul de nitrați din leguma dată:

1. Producătorul, care va decide cantitatea de nitrați folosită la creșterea lor;
2. tipurile de îngrășăminte utilizate;
3. perioada cultivării (vara conținutul de nitrați este cu mult mai mic decât iarna);
4. acțiunea razelor de soare (cu cât este mai mică cu atât este mai mare concentrația de nitrați);
5. miezul (aici se află cea mai mare cantitate de nitrați din leguma întreagă).

Nivelul de nitrați a fost influențat de durata tratării termice. Prin intermediul difuziunii nitrații din produs ajung în apă, astfel reducându-se conținutul de nitrați în produs și crescând în apă. Cu cât durata fierberii este mai mare cu atât scade și nivelul de nitrați din produs. Norma limită pentru produsul dat este de 250 mg/kg. Acest fapt îl demonstrează rezultatele obținute (Tabelul 1).

Conform datelor obținute s-a constatat o dependență între durata tratării termice și conținutul de nitrați din morcov. Se observă o scădere considerabilă a concentrației nitraților, constituind o valoare practică mai mică de două ori decât valoarea inițială (Fig. 1.).

Tabelul 1

Influența duratei de fierbere asupra modificării conținutului de nitrați în morcov

Nr. Ord.	Durata de tratare termică $\tau$ , min	Conținutul de nitrați, $X_{NO_3}$ mg/kg	
		Cultivat în Republica Moldova	Cultivat în Ucraina
1	0	124,6	101,33
2	10	122,3	79,66
3	15	120,6	74,00
4	20	115,3	69,66
5	25	114,3	65,33
6	30	111,6	60,66
7	40	101,3	57,66

În procesul fierberii, cca 50% de nitrați se pierd și se distrug. Totuși, sucurile din legume și fructe pot să conțină o anumită cantitate de nitrați. Diluarea sucurilor concentrate cu apă fiartă și consumul lor în cantități raționale exclude acumularea nitraților în organism. La depozitarea legumelor și fructelor, trebuie respectate cu strictețe condițiile de păstrare.

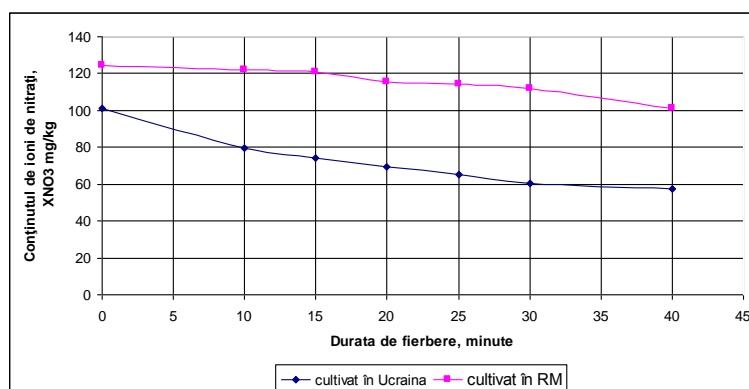


Fig. 1. Dependența nivelului de nitrați față de durata tratării termice în morcov

O altă modalitate de a reduce cantitatea de nitrați poate fi curățarea acele părți ale plantelor în care conținutul respectivelor substanțe este maxim. În fructele și legumele decojite, conținutul de nitrați se reduce cu 15 - 20%. În morcovii ținuti în apă timp de o oră, conținutul de nitrați scade cu 25 - 30%. În cazul fierberii, timp de 30 - 40 min, din morcov se elimină până la 70%. Apa în care au fiert legumele trebuie aruncată neapărat.

În legumele puse la murat și în cele marinate, conținutul de nitrați se reduce până la 50%, dar în primele zile ale murării, când are loc un proces intens de sinteză a nitraților și nitriților, nu este recomandat consumul acestor legume.

După normele F.A.O./O.M.S. limita maximă admisibilă (LMA) a dozei zilnice de ioni de NO<sub>3</sub>- pentru o persoană este de 220 mg și, făcând transformările corespunzătoare, se ajunge la cantitatea de 49,7 mg N-NO<sub>3</sub>/persoană/zi, reprezentând LMA / persoană / zi pentru N-NO<sub>3</sub>. Analizând situația conținutului de nitrați, și respectiv a N-NO<sub>3</sub> în legumele, fructele și apa din gospodăriile care produc sau comercializează aceste produse, se poate constata dacă situația este îngrijorătoare sau nu.

Ceea ce privește conținutul de substanțe radioactive, se poate de constatat că tratamentul termic nu influențează concentrația acestora în produs. Indiferent de durata de tratare termică, fonul radioactiv a rămas același care este inclus în limitele normalului și constituie 9-10 Sv.

## Concluzii

Cercetările experimentale și teoretice realizate au condus la formularea următoarelor concluzii:

1. În urma analizei s-a observat o diferență mică dintre conținutul de nitrați în cele două tipuri de morcov studiate, cel de import având o concentrație mai mică;
2. Gradul de nitrați din morcov depinde de producător, îngrășămintele utilizate, perioada cultivării (vara nitrații nu intră în compoziția legumei, în schimb, iarna da), acțiunea razelor de soare (cu cât este mai mică cu atât este mai mare concentrația de nitrați), miezul (aici se afla cea mai mare cantitate de nitrați);
3. Nivelul de nitrați a scăzut aproximativ de două ori în urma tratării termice, prin intermediul difuziunii nitraților din produs în apă, însă conținutul de substanțe radioactive a rămas stabil de 10 Sv, fiind inclus în limitele normalului.

## Bibliografie

1. Капканарь, Т.; Палади, Д. Токсикология и безопасность пищевых продуктов: Курс лекций: Для студентов/ Татьяна Капканарь, Даниела Палади; Техн. ун-т Молдовы, Фак. Пищевых технологий, Деп. Пищевых Продуктов и Питания. – Кишинэу: Tehnica-UTM, 2018. – ISBN 978-9975-45-557-2.
2. Gajewska M., Czajkowska A., Bartodziejska B. 2009. *The content of nitrates (III) and (V) in selected vegetables on detail sale in Lodz region*. Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych 40: 388-395.

# EVALUAREA ORGANOLEPTICĂ A SEMIFABRICATELOR DIN CARNE TOCATĂ CU COMPONENTE VEGETALE

*Irina GRUMEZA, Alexandra BORȘ, Ana ȚURCAN, Tatiana MÎRZA*

*Universitatea Tehnică din Moldova*

**Abstract.** Prezenta lucrare include rezultatele studiului de înlocuire a cărnii de ovine și pasăre cu șrot de nuci, șrot din semințe de dovleac, șrot din semințe de susan și fibre alimentare de grâu, pentru obținerea semifabricatelor din carne tocată, conservate prin frig. A fost determinați indicii organoleptici a mostrelor experimentale prin aplicarea a 3 metode de evaluare organoleptică. S-a constatat că înlocuirea cărnii cu componente vegetale – șroturi și fibre alimentare de grâu îmbunătățesc indicatorii organoleptici conferind produsului finit gust și miros plăcut, consistență elastică și suculență fină.

**Cuvinte-cheie:** semifabricate din carne tocată, carne de ovină, carne de pasăre, componente vegetale, șrot, fibre alimentare de grâu, evaluare organoleptică.

## Introducere

Carnea și produsele din carne se numără printre cele mai cunoscute produse alimentare care au o importanță deosebită în nutriția omului modern după conținutul valorii biologice. Acestea conțin toți aminoacizii esențiali în cantități semnificative. Cu toate acestea, caracteristicile materiilor prime și ale resurselor limitate nu permit obținerea unui produs finit cu performanțe ridicate. Prin urmare, pentru a maximiza valoarea nutritivă a produselor din carne și pentru a asigura cursul normal al proceselor metabolice în organismul uman, este necesar să se creeze și să se introducă tehnologii inovatoare în industria cărnii [1].

Creșterea producției de produse combinate în multe țări ale lumii este asociată nu numai cu economia materiilor prime de origine animală, ci și cu utilizarea rațională a materiilor prime vegetale proteice. Ideologia actuală în utilizarea proteinelor constă în fabricarea de produse din carne combinate pe bază de materii prime de origine animală – carne și componente vegetale obținute din diverse surse, cu condiția ca compozițiile lor să fie îmbogățite reciproc, combinând proprietățile funcționale și tehnologice, creșterea valorii biologice, îmbunătățirea indicatorilor organoleptici a produsului finit [2].

Scopul acestui studiu este de a determina indicatorii organoleptici a semifabricatelor tocate „mici din carne de ovină și pasăre” cu înlocuirea materiei prime de origine animală cu șrot de nuci, șrot din semințe de bostan, șrot din semințe de susan și fibre alimentare de grâu.

În concordanță cu scopul lucrării, putem distinge următoarele sarcini:

- să producem semifabricate din carne tocată de ovină și pasăre, cu înlocuirea cărnii, prevăzută de rețeta standard, cu șrot de nuci, șrot din semințe de bostan, șrot din semințe de susan și fibre alimentare de grâu;
- determinarea indicatorilor organoleptici (aspectul exterior, aspectul în secțiune, miros, gust, consistență, suculență) ale mostrelor experimentale cu ajutorul metodei descrierii calității comparativ cu proba martor realizată conform rețetelor standard;
- determinarea consistenței, mirosului și gustului în comparație cu proba martor prin metoda de profil - metoda principală de evaluare organoleptică pentru o analiză mai completă.

## 1. Materiale și metode.

În cercetări au fost utilizate materii prime autohtone de origine animală carne de ovină (cârlan) (S.R.L. MEAT IMPEX) și carne de pasăre (piept de pui) (S.C. AXEDUM S.R.L.).

Ca componente vegetale au fost utilizate: șrot de nuci (ARHYGEEA S.R.L. / AMBERA), șrot din semințe de bostan și șrot din semințe de susan (ROVAZENA S.R.L. / DOCTOR OIL), fibre alimentare de grâu Unicell®WF 200 (INGREDA S.R.L.).

În baza cercetărilor precedente realizate în anul 2015 au fost elaborate rețetele semifabricatelor din carne tocată de ovină și pasăre de tip „mici” cu adaos de șrot de nuci în cantitate de 7% și fibre alimentare de grâu Unicell®WF 200 – 2% [3]. Raportul cărnii de ovină și pasăre, cantitatea șrotului adăugat au fost determinate în cercetările noastre precedente [3, 4].

În lucrare s-a propus rețetele de fabricație a semifabricatelor tocate de tip mici din carne de ovină (70%) și carne de pasăre (30%) cu adaos 7% șrot de nuci, șrot din semințe de bostan și șrot din semințe de



susan și 2% fibre alimentare de grâu Unicell®WF 200. În conformitate cu aceste rețete s-au preparat mostrele experimentale de mici din carne de ovină și carne de pasăre.

Mostrele preparate ambalate în caserole de polisteren și ermetizate cu strech folie au fost puse pentru păstrare în frigiderile laboratorului de biotehnologii alimentare (IP IȘPHTA) și laboratorului Tehnologia cărnii și a produselor din carne (DTPA, FTA, UTM) la următorul regim: stare refrigerată la temperatura 0...+4°C,  $W_{\text{aer}}=75...78\%$ , timp de 5 zile.

Realizarea analizei senzoriale a mostrelor de „mici din carne de ovină și pasăre” cu adaos de șrot de nuci, șrot din semințe de dovleac și susan, a urmat după maturarea timp de 24 ore la 0...+4°C. Apoi mostrele au fost supuse tratamentului termic prin prăjire și propuse pentru evaluarea organoleptică.

În semifabricatele tocate cu componente vegetale conform metodelor standard au fost evaluați indicatorii organoleptici prin 3 metode: metoda descrierii calității (tabelul 1) - aspect exterior, aspect în secțiune, gust și miros, consistență și suculență; metoda de apreciere prin punctaj, cu aplicarea scării de 5 puncte (tab. 2) și metoda de profil (fig. 1, 2 și 3) [5, 6].

### 3. Rezultate și discuții

Evaluarea organoleptică a probelor experimentale a fost apreciată prin metoda descrierii calității (tab. 1), prin metoda de apreciere prin punctaj, cu aplicarea scării de 5 puncte (tab. 2) și prin metoda de profil sub formă de profilogramă (fig. 1, 2 și 3).

Tabelul 1

Indicatorii organoleptici a probelor experimentale - „mici din carne de ovină și pasăre”  
cu 7% șrot și 2% fibre alimentare de grâu

Indicatorii organoleptici	Caracteristica. Proba			
	Mici din carne de ovină și pasăre - proba martor	Mici din carne de ovină și pasăre cu șrot de nuci și fibre alimentare de grâu	Mici din carne de ovină și pasăre cu șrot din semințe de bostan și fibre alimentare de grâu	Mici din carne de ovină și pasăre cu șrot din semințe de susan și fibre alimentare de grâu
Aspectul exterior	Batonașe sub formă de cilindru cu lungimea 8-10 cm cu diametrul de la 3 până la 3,5 cm. Suprafață netedă, fără fisuri și margini frânte			
Aspectul în secțiune	Compoziție bine amestecată și uniform malaxată			
Miros și gust	În stare crudă – în conformitate cu materia primă de calitate utilizată			
	În stare prăjită, mirosul caracteristic acestui produs,			
	cu aromă plăcută de condimente	cu miros plăcut specific șrotului de nuci	cu miros plăcut specific șrotului din semințe de bostan	există un miros specific slab exprimat
Consistența	În stare crudă			
	dură	elastică	elastică	elastică
	În stare prăjită			
	dură	delicată, uleioasă	elastică	elastică, plastică
Suculența	În stare prăjită			
	suculență redusă	suculente	suculente	suculente

Ca urmare a evaluării organoleptice obținute a probelor experimentale (tab. 1), se poate concluziona că probele cu șrot diferă de proba martor. Probele cu șrot au un gust și un miros specific, plăcut. De asemenea, proba experimentală cu șrot de nuci are o consistență mai fină, uleioasă, miros și gust nobil, deosebit de celelalte probe.

Tabelul 2

Analiza senzorială a semifabricatelor - „mici din carne de ovină și pasăre”  
cu adaos 7% șrot și 2% fibre alimentare de grâu

Nº	Denumirea mostrelor	Aspect exterior	Aspectul în secțiune	Gustul și mirosul	Consistența	Suculența	Nota medie generală
1	Mici din carne de ovină și pasăre - proba martor	5,0	4,4	4,5	4,6	4,2	4,54
2	Mici din carne de ovină și pasăre cu șrot de nuci și fibre alimentare de grâu	5,0	4,5	5,0	4,7	4,5	4,74
3	Mici din carne de ovină și pasăre cu șrot din semințe de bostan și fibre alimentare de grâu	5,0	4,5	4,7	4,8	4,5	4,70
4	Mici din carne de ovină și pasăre cu șrot din semințe de susan și fibre alimentare de grâu	5,0	5,0	4,9	5,0	4,8	4,90

Rezultatele (tab. 2) după tratament termic (prăjire) constată că toate probele au caracteristici organoleptice bune. Însă cele mai bune sunt probele cu conținut 7% șrot de nuci și șrot din semințe de susan și 2% fibre alimentare, cu nota medie generală 4,74 puncte și respectiv 4,90 puncte.

Remarcăm faptul că Comisia de degustație a apreciat cele mai bune caracteristici organoleptice pentru proba de „mici din carne de ovină și pasăre” cu adaos de șrot din semințe de susan.

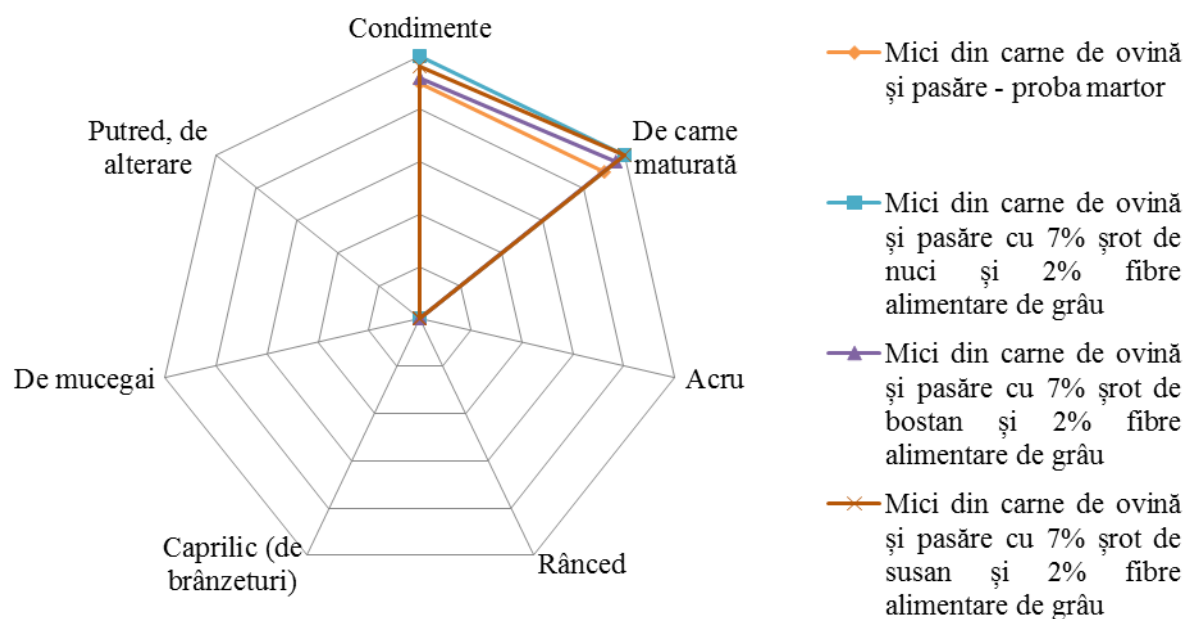


Fig. 1 Profilul mirosului a mostrelor experimentale după tratament termic

Din profilogramă pentru determinarea mirosului se observă că toate probele au miros plăcut de condimente, de carne maturată, ceea ce rezultă că s-a utilizat materie primă de calitate. Mirosul cel mai plăcut a fost apreciat pentru proba de mici din carne de ovină și pasăre cu adaos de șrot de nuci și fibre alimentare de grâu.

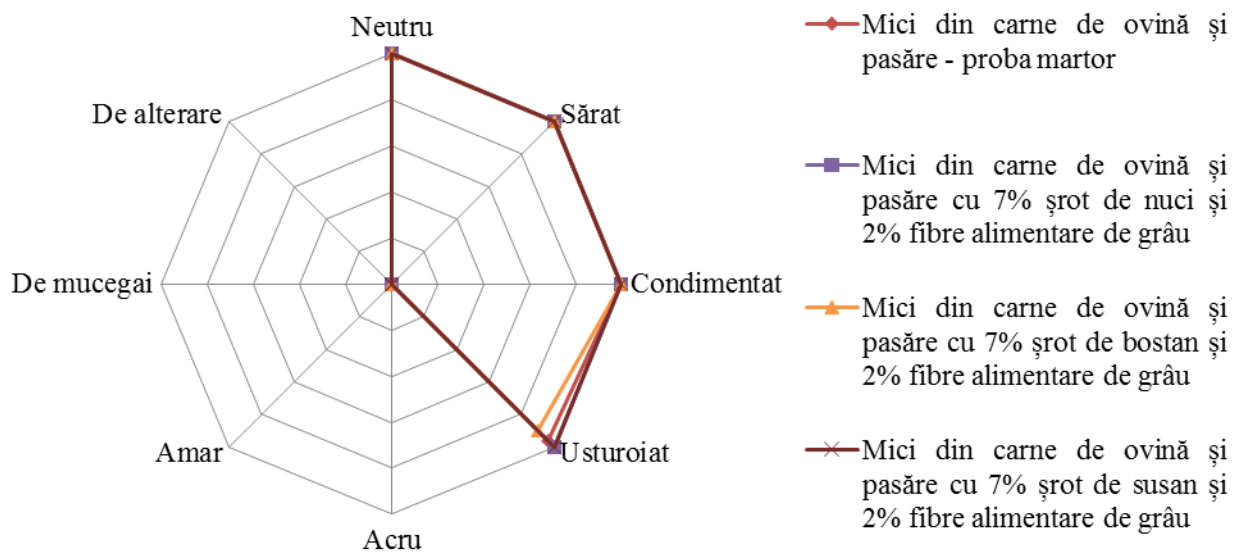


Fig. 2 Profilul gustului a mostrelor experimentale după tratament termic

Evaluarea organoleptică prin metoda de profil a gustului demonstrează că adaosul de șroturi și fibre alimentare de grâu conferă produsului finit proprietăți gustative deosebite. Utilizarea condimentelor și componentelor vegetale naturale nu influențează calitatea produsului dar dimpotrivă oferă semifabricatelor din carne tocată gust deosebit datorită conținutului rezidual de ulei ce se conține în șroturi.

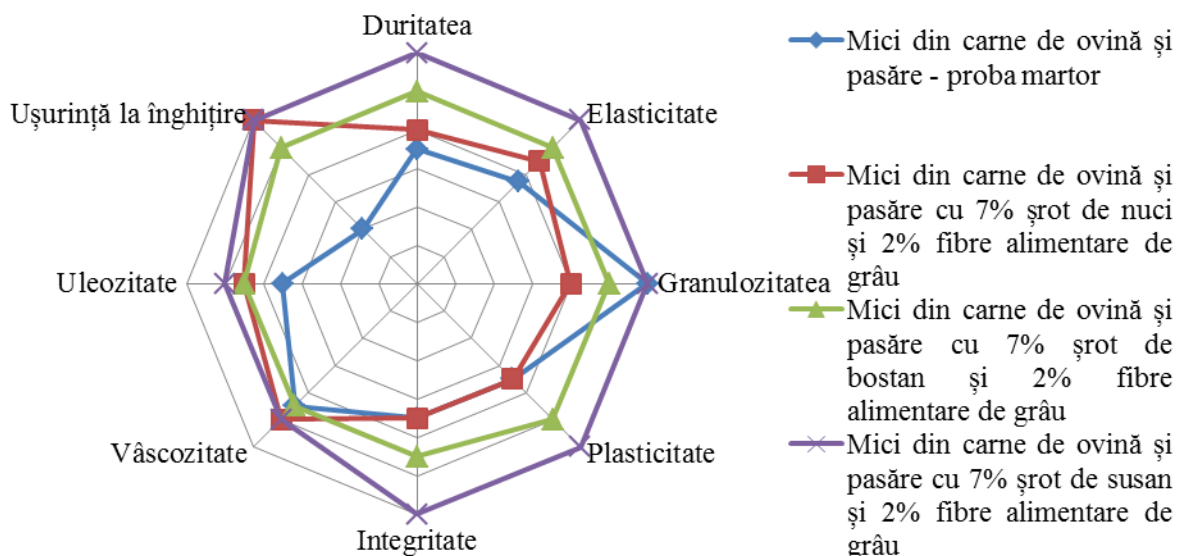


Fig. 3 Profilul consistenței a mostrelor experimentale după tratament termic

Din fig. 3 se observă clar că toate probele cu adaos de șrot de nuci, șrot din semințe de bostan și șrot din semințe de susan și fibre alimentare de grâu au consistență elastică, cu o masă omogenă, ceea ce este reprezentată prin lipsa porozității și golurilor. Toate probele cu adaos de șrot și fibre alimentare de grâu prezintă ușurință la înghițire, ceea ce demonstrează că pentru evaluatori adaosul de componente vegetale nu a influențat

### Concluzii

Aprecierea senzorială realizată prin 3 metode de analiză a constatat că semifabricatele cu adaos de șrot de nuci, șrot din semințe de bostan și șrot din semințe de susan au aspect exterior, gust, miros, suculență și consistență mai bune decât proba martor. În urma evaluării organoleptice rezultate cele mai bune au obținut mostrele experimentale cu adaos de șrot de nuci și șrot din semințe de susan.

Rezultatele evaluării organoleptice arată perspectiva înlocuirii cărnii cu șrot de nuci, șrot din semințe de bostan, șrot din semințe de susan și fibre alimentare de grâu la producerea semifabricatelor din carne tocată, utilizate ca adaosuri care măresc vâscozitatea și plasticitatea cărnii tocate, dar și îmbunătățesc consistența și suculența produsului finit.

## Bibliografie

1. ЗИНИНА, О. В., ГАВРИЛОВА, Е. В., РЯЗАНОВА, К. С. *Определение качественных показателей полуфабрикатов мясных рубленых функциональной направленности*. В: Молодой учёный [online]. № 8 (67). Июнь, 2014, Часть II, с. 179-181. ISSN 2072-0297. Disponibil: <https://moluch.ru/archive/67/>
2. ГАВРИЛОВА, Е. В., БАЖИНА, К. А. *Органолептическая оценка полуфабрикатов мясных рубленых с растительными компонентами*. В: Молодой учёный [online]. № 11 (58). Ноябрь, 2013, Часть I, с. 84-86. ISSN 2072-0297. Disponibil: <https://moluch.ru/archive/58/>
3. INSTITUTUL ȘTIINȚIFICO-PRACTIC DE HORTICULTURĂ ȘI TEHNOLOGII ALIMENTARE, MD. *Procedeu de obținere a semifabricatelor din carne tocată*. Brevet nr. 1763. Inventatori: GRUMEZA Irina, GUDIMA Angela, MACARI Artur, COEV Ghenadii, CARTAȘEV Anatoli. Int. Cl.: A23L 13/00; A23L 13/40; A23L 13/60. Publ.: BOPI, 2018-09-31.
4. UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD. *Procedeu de obținere a semifabricatelor din carne tocată de ovină*. Brevet nr. 1063. Inventatori: SCRIPCARI Ion, GRUMEZA Irina, MACARI Artur, GUDIMA Angela, COEV Ghenadii. Int. Cl. A23L 13/00; A23L 13/40; A23L 13/60; A23P 10/47. Publ.: BOPI, 2016-08-31.
5. BANU, C. și ș. a. *Calitatea și analiza senzorială a produselor alimentare*. Editura: A.G.I.R., 2007. 574 p. ISBN: 978-973-720-141-6.
6. ГОСТ 9959-91 Продукты мясные. Общие условия проведения органолептической оценки. Введ. 1992-01-01. Москва, 1991. 11 с.

# FRUCTELE DE MERE ÎN FAZA TIMPURIE DE COACERE – MATERIE PRIMĂ PENTRU OBTINEREA ACIDIFIANTULUI NATURAL

Diana CRUCIRESCU

*Institutul Științifico-Practic de Horticultură și Tehnologii Alimentare*

**Rezumat:** Fructele de mere verzi (necoapte) constituie cca 20 % din rod și nu se valorifică în scop alimentar. Acestea sunt de regulă înlăturate de pe copaci prin operația agricolă de normare a încărcăturii de rod pe pom. În lucrarea prezentată este abordată posibilitatea valorificării acestor fructelor în faza timpurie de coacere pentru obținerea acidifianților naturali. Au fost determinați indicii fizico-chimici și organoleptici în extractele de mere, provenite din 4 soiuri: Coredana, Coredem, Rewena și Reglindis. Conținutul de substanțe uscate hidrosolubile a variat de la 10 % până la 13 %, glucide – de la 8,40 % până la 11 % și aciditate titrabilă (recalculată la acid malic) – de la 1,7 % până la 3,1 %. În urma evaluării organoleptice, a fost constatat că extractele din mere au un gust acid, ușor dulce, agreabil și aromă plăcută.

Rezultatele demonstrează că extractele din mere conțin substanțe nutritive valoroase și cantități importante de acizi organici. Acidifianții din mere ar putea substitui acizii monocompoziți de proveniență chimică/biochimică.

**Cuvinte-cheie:** mere nematurate, conținutul de glucide, conținutul de acizi organici, evaluare organoleptică

## Introducere

În Republica Moldova merele sunt al treilea produs cu valoare înaltă din sectorul agrar după valoarea încasărilor, fiind un produs strategic pentru zona de nord al republicii, unde se află cele mai mari plantații. Suprafața totală a livezilor în țara noastră atinge cca 65 de mii de ha, fiind crescute cca 20 de soiuri de mere, iar producția de mere estimându-se la cca 500 mii tone anual (Biroul Național Statistică, 2018).

La faza timpurie de maturare a merelor, în deosebi, în anii cu umiditate insuficientă a solului, în plantații se înlătură cca 25-30% din roada preconizată. Această operațiune agricolă poartă denumirea de reglarea încărcăturii de rod la pomii fructiferi. Cantitatea semnificativă de fructe verzi nu se valorifică în scop alimentar, ci este transformată în masă verde de fertilizant (Peșteanu A., Calestru O., 2017).

Totodată, în industria alimentară nu sunt cunoscuți suficienți acidifianți de origine naturală. În majoritate se folosesc monoacizi de proveniență chimică/biochimică.

Volumele semnificative de mere în faza timpurie de maturare, ce se obțin la reglarea sarcinii recoltei, cât și necesitatea în acidifianți naturali pentru utilizarea în industria alimentară, impune drept sarcină de bază valorificarea acestor fructe de mere și obținerea unor produse cu conținut semnificativ de acizi organici nativi și alte substanțe nutritive valoroase.

## 1. Materiale și metode.

În perioada 19 – 25 iulie 2016 au fost colectate mere în faza timpurie de coacere (necoapte) de 4 soiuri: Coredana, Coredem, Rewena și Reglindis. În extractele, obținute din aceste fructe, au fost studiați indicii fizico-chimici și organoleptici.

### 1.1 Materiale

Conținutul de substanțe uscate a fost determinat cu ajutorul refractometrului (GOST 28562-90).

Aciditatea titrată exprimată în acid malic a fost determinată prin titrare cu soluție alcalină de NaOH (0,1N) în prezența indicatorului fenolftaleină (SM SR ISO 750:2014).

Conținutul de glucide a fost determinat prin metoda cromatografiei lichide de înaltă performanță (HPLC) MA-MD-AS 311-03-SUCRES (RT „Metode de analiză în domeniul fabricării vinurilor”)

### 1.2 Metode

Procedeul de obținere a mostrelor experimentale de acidifiant din mere este descris în continuare.

Merele cu conținut de substanțe uscate hidrosolubile de la 10 % până la 13 % și, respectiv, aciditate titrabilă recalculată la acid malic de la 1,7 % până la 3,1 %, au fost recepționate, inspectate și sortate. A fost efectuată spălarea cu apă potabilă cu scopul îndepărtării de pe suprafața fructelor impuritățile și substanțele cu care au fost tratate în livezi. Pentru mărirea gradului de extragere a sucului fructele s-au zdrobit. Mustuiala obținută s-a încălzit până la temperatura de 50°C și s-a tratat la această temperatură cu preparate enzimatice pectolitice în doză de 30 mg/kg și amilotic în doză de 10 mg/kg, timp de 25 min.. Aceasta

operațiune are ca scop inmuierea texturii fructelor și are la baza inactivarea enzimelor oxidative, distrugerea parțială a microorganismelor. Mustuiala tratată enzimatic s-a presat, apoi s-a deburbarat și limpezit cu preparate Klarsol Super 0,5 ml/dm<sup>3</sup> și Erbigel 0,1 ml/dm<sup>3</sup> timp de 30 min. Randamentul la presare a fost de 50 % pentru soiurile Coredana, Coredeem și Rewena, iar pentru soiul Reglindis a constituit doar 33 %. Pasteurizarea s-a efectuat la temperatura de 60°C timp de 20 min. Procesul s-a finalizat cu turnarea acidifiantului fierbinte în borcane și ermetizarea cu capace Twist off.

Indicii organoleptici au fost evaluați prin metoda descriptivă și de punctaj, conform ГОСТ ISO 6658-2016 „Органолептический анализ. Методология. Общее руководство” și Banu (2007).

## 2. Rezultate și discuții.

Indicii fizico-chimici ai acidifianților din mere sunt prezentați în tabelul 1.

Tabelul 1

Nr. d/o	Soi de mere	Indicii fizico-chimici determinați în acidifianții din mere			Indicele zahăr/aciditate	Data recoltei
		substanțe uscate, %	aciditate titrabilă (expr. ac malic), %	glucide, %		
1	Coredana	10,4	1,70	8,40	4,94	19.07.2016
2	Coredeem	12,9	2,56	10,24	4,00	19.07.2016
3	Rewena	11,3	3,04	11,01	3,62	25.07.2016
4	Reglindis	11,0	2,07	8,59	4,15	25.07.2016

Conform rezultatelor (tab. 1), se poate concluziona că mostrele experimentale de acidifianți au un conținut esențial de glucide (de la 8,40 % până la 11,01 %) și acizi organici (de la 1,70 % până la 3,04 %). Cele mai mari valori ale glucidelor și acidității titrabile (exprimată la acid malic) îi aparține acidifiantului din mere soi Rewena: 11,01% și, respectiv, 3,04 %; urmând de acidifiantul din mere de soi Coredeem: 10,24 % și, respectiv, 2,56 %. Conținutul mai mare de substanțe uscate îl are acidifiantului din mere soi Coredeem (12,9 %), urmând de soiurile Rewena (11,3 %) și Reglindis (11,0 %).

Chiar dacă merele se află în faza timpurie de coacere, s-a constatat că acestea conțin cantități importante de glucide și aciditate titrabilă. Aceasta din urmă este determinată în cea mai mare parte de prezența acidului malic (70 %) (Colaric et al., 2007). Aciditatea titrabilă este dependentă de soi, condiții climaterice și de practicile agrotehnice aplicate (Kingston, 1994). Acizii organici din mere au acțiune de stimulare a salivăției, a secreției gastrice și intestinale.

Biosinteza acidului malic din celulele țesutului fructelor are loc în citoplasmă și mitocondriu, iar apoi se stochează în vacuole (Wills et al., 2007). Acidul malic este principalul acid în majoritatea soiurilor de mere la maturitate (Colaric et al., 2007), iar conținutul lui scade în timpul maturării, depozitării și maturării în mere (Ackermann și colab., 1992). Ackermann și colab. (1992) considera că scăderea conținutului de acid malic este determinat de efectului de diluție datorat creșterii masei fructelor în timpul fazei de creștere a celulelor și intensificării procesului de respirație după depozitare.

Indicele zahăr/aciditate este un indice care caracterizează perioada de coacere a merelor. A fost constatat faptul că la acidifiantul din mere soi Coredana acest indice este cel mai înalt (4,94), iar valorile conținutului de glucide și aciditate titrabilă sunt cele mai mici (8,40 % și, respectiv, 1,70 %). Acidifiantul din mere soi Rewena, dimpotrivă, are o valoare mai mică a acestui indice (3,62), având valorile conținutului de glucide și aciditate titrabilă cele mai mari (11,01 % și, respectiv, 3,04 %). Astfel, indicele menționat nu poate fi un indice de referință pentru colectarea merelor imature la obținerea acidifiantului.

Valoarea acidității titrabile este adesea considerată un indice important pentru determinarea maturității merelor (Little și Holmes, 2000). În același timp Kingston (1994) considera că rata de scădere a acidității titrabile este un indicator de maturitate mai obiectiv decât valorile absolute ale acidității titrabile.

Împreună cu zaharurile și compușii aromatici, acidul malic joacă un rol important în calitatea organoleptică a merelor (Wang et al., 1993).

De către comisia de degustare în laboratorul Verificarea Calității Produselor Alimentare a avut loc evaluarea organoleptică în acidifianții din mere prin metodele descriptivă (tab. 2) și punctaj (tab. 3).

Tabelul 2

## Indicii organoleptici în mostrele de acidifianți din mere (metoda descriptivă)

Nr. d/o	Denumirea indicilor	Soiurile de mere			
		Coredana	Coredem	Rewena	Reglindis
1	Aspectul exterior	Suc limpede cu o opalescență ușoară	Suc limpede	Suc limpede cu o opalescență ușoară	Suc opalescent
2	Culoarea	Brun-deschisă	Galbenă-pai	Galbenă-închisă	Galbenă
3	Gust și miros	Gust dulce-acrișor, de măr verde, plăcut, echilibrat, specific soiului de măr	Gust acru-dulciu, de măr verde, plăcut, agreabil, echilibrat, specific soiului de măr	Gust intens acid, plăcut, agreabil, specific soiului de măr	Gust acru-dulciu, de măr verde, plăcut, agreabil, specific soiului de măr
4	Aroma	Plăcută, exprimată intens, caracteristic soiului de măr	Fără gust și miros străin		Plăcută, caracteristic soiului de măr
			Plăcută, caracteristic soiului de măr	Plăcută, exprimată moderat, caracteristic soiului de măr	

Conform evaluării descriptive (tab. 2), s-a constatat că acidifianții din mere se prezintă sub formă de suc relativ limpede, doar cel din soi de mere Reglindis este opalescent. Culoarea este de la galbenă-pai până la brun-deschisă. Gustul este intens acid și plăcut, ușor dulce, agreabil, specific soiului, fără gust și miros străin. Aroma este plăcută, specifică de măr verde, exprimată moderat, caracteristice soiurilor de mere.

Tabelul 3

## Indicii organoleptici în mostrele de acidifianților din mere, evaluată prin metoda de punctaj (maxim 5 puncte)

Nr. d/o	Soiurile de mere	Aprecieri organoleptice, puncte				Nota medie
		Aspectul exterior	Culoarea	Gust și miros	Aroma	
1	Coredana	4,7	4,8	4,5	4,5	4,63
2	Coredem	4,8	4,8	4,4	4,3	4,58
3	Rewena	4,7	4,8	4,3	4,2	4,50
4	Reglindis	4,5	4,6	4,5	4,4	4,50

Rezultatele obținute ne demonstrează că acidifiantul din mere soi Coredana este cel mai plăcut, aromat și echilibrat, ceilalți având o diferență foarte mică la punctajul mediu. Gustul și mirosul cele mai plăcute și mai agreabile au mostrele de soiuri Coredana și Reglindis. Aroma acestora din urmă fiind mai evidențiată și mai echilibrată. Cel mai limpede este acidifiantul din mere soi Coredem. Toate mostrele studiate au aromă de măr verde, caracteristice soiurilor de mere.

Aroma și gustul merelor se află în corelație cu nivelul de materiale uscate solide solubile din fructe, care sunt în principal zaharuri. Indicele zahăr/aciditate este responsabil de aroma și gustul acidifianților din mere. Conform valorilor obținute ale acestuia, s-a constatat că acidifiantul din mere soi Coredana este cea mai agreabilă, plăcută și aromată.

Rezultatele obținute demonstrează că acidifiantul din mere poate fi considerat produs alimentar. Alimentul semnifică orice produs de origine animală sau vegetală, consumat ca atare, sub formă elaborată sau după pregătire culinară, care prezintă calități senzoriale, energetice, nutritive și biologice și care asigură nutriția organismului uman, fără riscul îmbolnăvirii (Banu, 2003).

Conform indicilor fizico-chimici și evaluării organoleptice ai mostrelor de acidifianți din mere, putem concluziona faptul că aceste produse ar putea cu certitudine substitui acidifianții monoacizi utilizați în industria alimentară, având cantități semnificative de substanțe nutritive valoroase și acizi organici.

## Concluzii

- A fost demonstrat că merele, aflate în faza timpurie de coacere, pot fi folosite pentru producerea acidifiantilor.
- A fost constatat faptul că indicii de calitate variază în următoarele limite:
- substanțele uscate de la 10,4 % până la 12,9 %;
- conținutul de acizi organici de la 1,70 % până la 3,04 %;
- conținutul de glucide de la 8,40 % până la 11,01 %.
- Au fost determinați indicii organoleptici în acidifiianții studiați.
- Rezultatele obținute demonstrează posibilitatea înlocuirii acidifiantilor monocomponenți de proveniență chimică/biochimică, utilizați în industria alimentară, cu acidifiianți naturali din mere. Acestea din urmă fiind o sursă de substanțe nutritive valoroase și acizi organici nativi.

## Bibliografie

1. Banu C. *Tratat de chimie alimentară*. Ed. AGIR, București 2003. – 468 p
2. Banu C., Nour V., Vizireanu C., Musteata G., Rasmerita D., Rubtov S. *Calitatea și analiza senzorială a produselor alimentare*. Editura: A.G.I.R., 2007. 574 p
3. Biroul Național de statistică. Anuarul Statistic al Republicii Moldova, 2018
4. Peșteanu A., Calestru O. *Reglarea încărcăturii de rod la pomii de măr de soiul Golden Reinders prin diverse metode de rărire*. Știința agricolă, nr. 2, 2017, p. 37-42
5. Producția totală de mere în Republica Moldova pe anul 2016
6. Reglementare tehnică „Metode de analiză în domeniul fabricării vinurilor”
7. SM SR ISO 750:2014 „Produse din fructe și legume. Determinarea acidității titrabile”
8. GOST 28562-90 „Produse obținute prin prelucrarea fructelor și legumelor. Metoda refractometrică de determinare a substanțelor uscate solubile”
9. ГОСТ ISO 6658-2016 „Органолептический анализ. Методология. Общее руководство”
10. Ackermann, J., Fischer, M., AmadÓ, R. *Changes in sugars, acids, and amino acids during ripening and storage of apples (Cv. Glockenapfel)*. J. Agric. Food Chem. 40, 1992, 1131-1134
11. Colaric, M., Štampar, F., Hudina, M. *Content levels of various fruit metabolites in the ‘Conference’ pear response to branch bending*. Scientia. Hort. 113, 2007, 261-266
12. Kingston, C.M. *Maturity indices of apples and pears*. Hort. Rev. 1994, 408-414
13. Little, C.R., Holmes, R.J. *Storage technology for apples and pears*. Inst. Hort. Dev. Agr. Victoria. Knoxfield. 2000, pp. 130-139.
14. Wang, T., Gonzalez, A.R., Gbur, E.E., Aselage, J.M. *Organic acid changes during ripening of processing peaches*. J. Food Sci. 58, 1993, 631-632
15. Wills, R.B.H., McGlasson, W.B., Graham, D., Joyce, D.C. *Post harvest. An introduction to the physiology and handling of fruit, vegetables and ornamentals*. University of new South Wales Press Ltd. Australia, 2007, pp. 29-50



# THE OXIDATIVE STABILITY OF VEGETABLE OILS ENRICHED WITH CAROTENOIDS

Violina POPOVICI

Technical University of Moldova

**Keywords:** sunflower oil, edible oils, antioxidants, carotenoids, lipid oxidation.

A permanent concern of the modern food industry is to ensure an optimal storage term for food. Sunflower oil has an important place in human nutrition. It is mostly consumed as salads dressing, in cooking or frying. According to (Gertz et al., 2000) [1] edible oils are supposed to oxidative reactions during frying. Lipid oxidation leads to the production of compounds that reduce the quality [2], leads to undesirable changes in sensory, chemical and nutritional properties of oils. [3]. One of the easiest ways to reduce vegetable oil and lipid oxidation is the application of antioxidants. Vegetables, berries, herbs and spices are among the numerous sources of natural antioxidants.

There is an increased interest for sources of natural antioxidants in order to enrich oils towards reducing lipid oxidation [4,5]. The sea buckthorn and rosehip berries are natural concentrate of vitamins (C, P, B1, B2, E, K), carotenoids, folic acid, volatile oil, etc. [6]. Studies on sea buckthorn and rosehip fruits and lipophilic extraction are increasing such as they become potential ingredients rich in biologically active compounds for functional food products.

Carotenoids represent a class of biologically active compounds that have colouring power, health benefit, antioxidant capacity, and antiobesity effect. Also are known multiple domains where carotenoids are used such as food industry, pharmaceutical industry, cosmetics and animal food industries. Sea buckthorn and rosehip berries are widely spread in Moldova which fact can motivate its use mainly in food industry.

According to bibliographic sources, the carotenoids content may vary between 1 and 20 mg/l [7]. Usually the content of total carotenoids may vary according to cultivating region, season or weather conditions.

The aim of this study is to optimize the extraction process of liposoluble compounds and to evaluate the oxidative stability of sunflower oils enriched with rosehip and sea buckthorn extracts. For this purpose, it is intended to analyze the total carotenoid content of the studied extracts and to investigate their oxidative stability.

In order to analyze the carotenoid content of local berries were performed extractions in sunflower oil at a preset temperature of 45°C and period of time – 3h. Using spectrophotometric methods were determined the content of lycopene ( $\lambda=470$  nm) ,  $\beta$ -carotene ( $\lambda=448$  nm) and zeaxanthin ( $\lambda=452$  nm).

Table 1  
Total carotenoid content of lipophilic extracts.

Carotenoids	Sea buckthorn extract, mg·L <sup>-1</sup>	Rosehip extract, mg·L <sup>-1</sup>
lycopene	6,41±0,15	17,11±0,22
$\beta$ -carotene	7,33±0,14	18,52±0,25
Zeaxanthin	8,30±0,14	19,10±0,17

The results obtained demonstrate that the analyzed lipophilic extracts are rich in carotenoids, especially the rosehip extract (Table 1).

In order to evaluate the oxidative stability of vegetable oils were studied the impact of sea buckthorn and rosehip extract on the peroxidation degree of sunflower oil.

For this, the examined oils (0.2g) were solubilized in a 0.01M phosphate buffer (pH 7.4, 37 ° C) with the tween 20 emulsifier [8]. At the same time, the content of lipidic hydroperoxides (conjugated dienes) was measured spectrophotometrically at 234 nm. After determining the constant rate of peroxidation (60 min), oily extracts of sea buckthorn and rosehip (0.1-0.5 mL) were added and measured the evolution of the conjugated diene content ( $\lambda=480$  min).

It has been established that the reduction of the degree of lipid peroxidation is direct proportional to the content of the oily extracts added. The ratio of inhibited peroxidation rate to uninhibited peroxidation rate varies between 0.37-0.56 for sea buckthorn extract and 0.28-0.46 for rosehip extract.

This study has shown the inhibitory effect of sea buckthorn and rosehip extracts on lipid peroxidation in food. Addition of such extracts to vegetable oils may contribute to the increase of their oxidative stability.

## References

1. Gertz C., Klostermann S. and Kochhar S.P. (2000). Testing and comparing oxidative stability of vegetable oils and fats at frying temperature. *European Journal of Lipid Science and Technology* 102(11): 543–551.
2. Warner K. (2002). Chemistry of frying fats. In: Akoh C.C. and Min D.B. (eds), *Food Lipids: Chemistry, Nutrition and Biotechnology*. New York: Marcel Dekker, pp. 167–180.
3. Mariola Kozłowska, Katarzyna Zawada, Evaluation of oxidative stability of vegetable oils enriched with herb extracts by EPR spectroscopy, *Chemical Papers*, Volume 69, Issue 7, July 2015, pp 950–957.
4. F.N. Salta, A. Mylona, A. Chiou, G. Boskou and N.K. Andrikopoulos, Oxidative Stability of Edible Vegetable Oils Enriched in Polyphenols with Olive Leaf Extract, *Laboratory of Chemistry – Biochemistry – Physical Chemistry of Foods*, Department of the Science of Dietetics – Nutrition, Harokopio University, 70 El. Venizelou Ave., 176 71 Kallithea, Athens, Greece.
5. Giese J. (1996). Antioxidants. Tools for preventing lipid oxidation, *Food Technology* 50: 73–81.
6. Crețu L. Domașenco L., *Plantele alimentare care ne apără sănătatea*, ed Arc, 2005.
7. Tesfaye B., Abebaw A., Reddy M.U., Determination of Cholesterol and  $\beta$ -Carotene content in some selected Edible Oils; *International Journal of Innovative Science and Research Technology*; Volume 2, Issue 7, July 2017, 14-18p.
8. H. El Hajji, E. Nkhili, V. Tomao and O. Dangles, 2006. Interactions of quercetin with iron and copper ions: Complexation and autoxidation. *Free Radical Research* 40(3): 303-320.

# THE STATISTICAL ANALYSIS OF WALNUTS LOT QUALITY

Oxana RADU

Technical University of Moldova

**Abstract.** The study includes the statistical analysis of the defects of "Cogilniceanu" variety walnuts that were kept for 6 months in standard storage conditions without additional pre-processing.

**Keywords:** walnuts, storage, statistics, defects

## Introduction

Walnuts intended for commerce must have a healthy shell with an attractive color, without outer pericarp, so as healthy, matured, normally developed kernel. The presence of the signs of rancidity, oily appearance and mold stains is forbidden. The quality of walnuts mostly depends on the methods and conditions of their collection, conditioning, storage and processing [1]. Walnuts crops must be stored in well-ventilated, dry, clean, non-odorous rooms at a maximum temperature of 20°C (without sudden oscillations) and a relative humidity of not more than 70% [2]. The non-compliance of established conditions can depreciate the quality of walnuts by changing their kernel taste and color from white-yellow to brown-red or black due to the appearance of mold spores. In addition, it can lead to the initiation of lipids oxidation process and the appearance of worms that totally compromise the quality of walnuts kernel [1].

## 1. Materials and methods.

The walnuts (*Juglans regia* L.) of the "Cogilniceanu" variety, harvested in September 2017, without outer pericarp, washed and dried, were examined. The "Cogilniceanu" variety was chosen due to its morphometric characteristics (large fruit with 12.5g average mass, thin and hard shell), including a large kernel (up to 49% of the total weight), which completely fills the fruit cavity [3]. In order to assess the statistical peculiarities of walnuts quality, 10 lots (500 g walnuts in each one) were taken aleatory from fruits stored for 6 months in bags from natural material (intended for 50 kg of nuts) at a relative humidity of  $60 \pm 2\%$  and a temperature of  $10 \pm 2^\circ\text{C}$ .

## 2. Research results.

In order to perform the analysis, walnuts in shell were manually cracked, removing kernels and quantitatively fixing the number of fruits with and without defects (Table 1).

Table1. Statistical characteristics of walnuts quality

Nr	Physico-chemical indicators	Unit of measurement	Values	Recalculated values
1	The number of walnut fruits in a lot	pcs.	$38,8 \pm 2,8$	
2	The weight of walnut fruits in a lot	g	$501,6 \pm 4,5$	
3	The average weight of a walnut fruit	g	$12,94 \pm 0,92$	$13,02 \pm 0,78$
4	The number of walnut fruits without defects in a lot	pcs.	$35,1 \pm 4,5$	
5	The weight of walnut fruits without defects in a lot	g	$464 \pm 58$	
6	The average weight of a walnut fruit without defects	g	$13 \pm 1$	$13,31 \pm 0,82$
7	The weight of walnut kernels in a lot	g	$189 \pm 23$	
8	The yield of walnut kernels	%	$40,9 \pm 3,0$	$41,1 \pm 2,4$
9	The weight of walnut shell in a lot	g	$270 \pm 41$	
10	The yield of walnut shell	%	$58,2 \pm 3,3$	$57,8 \pm 2,4$

In some cases the data from some lots with the highest deviation from the mean of all lots (Table 1, points 3, 6, 8, 10) was excluded in calculations, reducing respectively the number of freedom degrees and obtaining more accurate research information.

## Conclusions

In spite of the fact that the legislative stipulated conditions of walnuts storage were respected and the average weight of analyzed fruits is analogous to the standard one, the yield of walnut kernel is rather small because of the percentage of damaged fruits reaches up to 10%. It is recommended to adjust fruits storage conditions and use special walnut treatment technologies (eg. whitening) in order to maintain their quality throughout the all period of storage.

## Bibliographic references

1. BOAGHI E. *Modificările biochimice și tehnologice ale nucilor pe parcursul prelucrării și păstrării*: tz. dr. în tehnică. Chișinău, 2017.
2. Hotărârea Guvernului Republicii Moldova cu privire la aprobarea Reglementării tehnice „Fructe de culturi nucifere. Cerințe de calitate și comercializare”: nr.174 din 02 martie 2009. In: *Monitorul Oficial al Republicii Moldova*, 2009, nr. 55-56, art 241.
3. The Association of Nuts Cultures Producers in RM <http://asociatianuciferilor.com>

# EXTRACȚIA SUBSTANȚELOR FENOLICE DIN PIELIȚA MIEZULUI DE NUCI

Iuliana SANDU<sup>1</sup>, Natalia BAERLE<sup>2</sup>, Alexandra SAVCENCO<sup>1</sup>, Victor BAERLE

<sup>1</sup> Universitatea Tehnică a Moldovei, <sup>2</sup> Universitatea de Stat din Moldova

**Abstract:** Prezența cantităților mari de substanțe fenolice în pielița miezului de nuci se reflectă negativ asupra calității alimentelor derivate. Extracția preventivă a polifenolilor reprezintă o cale posibilă pentru rezolvarea acestei probleme. A fost studiată influența alcoolului etilic, bazei alcaline și enzimelor asupra extracției. Spectrele UV-Vis a extractelor obținute demonstrează, că factorul cel mai influent este alcoolul etilic. Analiza organoleptică a miezului tratat de nuci a confirmat diminuarea gustului amar. Rezultatele obținute sunt de perspectivă pentru elaborarea produselor alimentare calitative în baza nucilor

**Cuvinte cheie:** miez de nuci, polifenoli, extracție, modelarea matematică, spectre UV-Vis

Pielița servește pentru protecția antioxidantă a lipidelor din miezul de nuci [1]. Substanțele fenolice din pielița oferă nucilor gust amar, nedorit pentru alimentele de calitate. Pentru a îmbunătăți calitatea produselor din nuci, a fost realizat experimentul EFC 2<sup>3</sup> de extracție a polifenolilor sub influența alcoolului etilic, bazei alcaline, preparatelor de enzime (Tabelul 1).

Tabelul 1 Matrice de planificare și rezultatele experimentului EFC 2<sup>3</sup>

N exp.	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	Y <sub>A</sub>	Y <sub>B</sub>	$\bar{Y}$	$\sigma^2$	$\bar{Y}$	$(\bar{Y}-\bar{Y})^2$
1	1	1	1	0,405	0,413	0,409	3,2E-05	0,417375	7,01E-05
2	1	1	-1	0,4	0,408	0,404	3,2E-05	0,403375	3,91E-07
3	1	-1	1	0,414	0,409	0,4115	1,25E-05	0,412125	3,91E-07
4	1	-1	-1	0,37	0,378	0,374	3,2E-05	0,365625	7,01E-05
5	-1	1	1	0,516	0,503	0,5095	8,45E-05	0,508875	3,91E-07
6	-1	1	-1	0,524	0,515	0,5195	4,05E-05	0,527875	7,01E-05
7	-1	-1	1	0,582	0,594	0,588	7,2E-05	0,579625	7,01E-05
8	-1	-1	-1	0,497	0,502	0,4995	1,25E-05	0,500125	3,91E-07

Spectrele UV-Vis se caracterizează prin brațul la 300 nm, caracteristic substanțelor fenolice. (Fig.1).

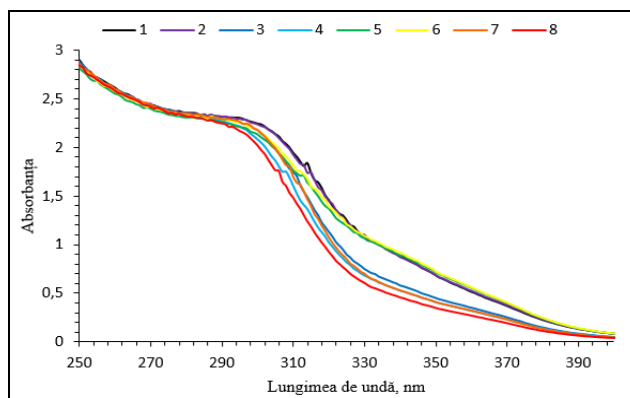


Figura 1. Spectrele UV-Vis a extractelor polifenolilor pieleiței miezului de nuci

Prelucrarea nucilor cu factorii descriși reduce gustul lor amar. Un astfel de tratament crează perspectivă pentru obținerea produselor de calitate, ca exemplu, halva sau biscuiți.

## Bibliografie

1. Pavel Tatarov. *Chimia Produselor Alimentare*. Chișinău, „MS Logo”, 2017. – 450p.

# UNUSUAL PH – BEHAVIOR OF SAFFLOWER EXTRACTS

Alexandra SAVCENCO<sup>1</sup>, Natalia BAERLE<sup>2</sup>, Iuliana SANDU<sup>1</sup>, Victor BAERLE<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Technical University of Moldova, <sup>2</sup> State University of Moldova, <sup>3</sup> Theoretical Lyceum “Natalia Dadiani”

**Abstract:** The isolation of yellow and red dyes obtained from the Safflower plant (*Carthamus tinctorius* L.) in an aqueous solution at different pH values was investigated. Safflower petals were extracted with water to remove the yellow pigment, and the red pigment was extracted from the petals with acidic and alkaline solutions. It turned out that the isolation of pigment occurred in a very wide range of pH (from 3 to 7). This feature, unusual for other natural dyes, is an advantage, because enables the use of Safflower dye in a wide range of food products, so as meat, fermented and unfermented milk, bakery and others.

**Keywords:** safflower, carthamin, extraction, functional food products

## Introduction

Safflower is inhabitant of arid region and represents an herbaceous plant with sharply expressed external properties. Carthamin is natural red pigment, obtained from Safflower's petals [1]. This water-soluble pigment known as Natural Red 26, is traditionally used as a dye for hair and tissues. This natural dye is new for food industry of Moldova, because of recent investigations of acclimatization of Safflower [2]. Cartamine molecule is composed from two chalcone residues, which conjugated bonds causes manifestation of red color. Polyphenolic nature of carthamin provide its biological activity [3].

## 1. Experimental and conclusions.

Aqueous extracts of Safflower petals with different pH were investigated. Conditions of temperature, time of extraction and stirring velocity being the same. A red pigment was separated in a wide range of pH, from 3.7 to pH = 7.5. Such behavior of the dye is unusual in itself, since natural dyes are obtained in acids or vice versa, in alkalis. In our opinion, the formation of a slightly soluble form of this natural dye in a neutral pH range can be used in the development of food products with functional properties (Figure 1).

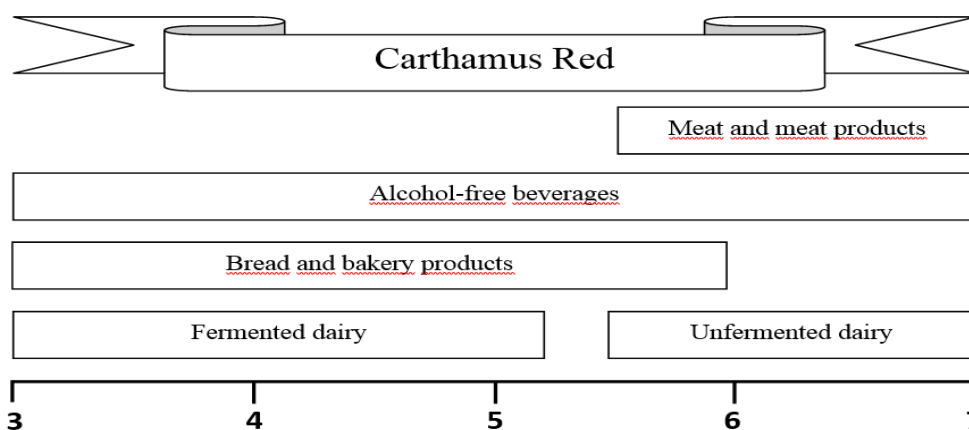


Figure 1. Perspectives of Cartamine use in products with different pH value

## References:

1. Ivanova R. *Theoretical and practical aspects of the introduction of Safflower (Carthamus Tinctorius L.) in the Republic of Moldova*. Oltenia, Științele Naturii, 2016, Vol. 32, No. 2.
2. Харисова А.В. Фармакогностическое исследование Сафлора Красильного. Диссертация на соискание степени PhD, Самарский Медицинский Гос. Университет, 2004. - 160стр.
3. [http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/jecfa\\_additives/docs/Monograph1/Additive-118.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/jecfa_additives/docs/Monograph1/Additive-118.pdf)

# GENEZA BOLII ÎNTINDERII ȘI OPORTUNITATEA COMBATERII MICROFLOREI PATOGENE *BACILLUS SUBTILIS* ȘI *BACILLUS MESENTERICUS*

Nadejda TURCULEȚ

Universitatea Tehnică a Moldovei

Pâinea este un aliment principal pentru toate categoriile de persoane, inclusiv pentru copii, vârstnici și pacienți cu diferite boli și este considerat nesigur pentru astfel de oameni atunci când este consumată o pâine cu un număr mare de tulpini de *Bacillus* cu proprietăți necunoscute[1]. Principalele boli ale pâinii provocate de aceste bacterii sunt boala întinderii și mucegăirea. Boala întinderii sau boala cartofului este provocată de bacterii din genul *Bacillus*: *Bacillus subtilis* și *Bacillus mezentericus*[2]. Activitatea lor modifică în sens negativ calitatea pâinii, iar acțiunea lor se manifestă fie la etapa aluat, fie după coacere, datorită endosporilor termorezistenți pe care îi formează. Astfel, în timpul păstrării pâinii endosporii termorezistenți produc îmbolnăvirea pâinii, care se manifestă prin degradarea amidonului și a proteinelor din miez [3].

Obiectivele cercetărilor realizate au constatat în analiza influenței condițiilor de panificație asupra proliferării *Bacillus subtilis* și *Bacillus mesentericus* și testarea impactului pulberilor vegetale din fructe de pădure (măceșe, cătina, păducel) asupra microflorei patogene *Bacillus subtilis* și *Bacillus mesentericus*. În scopul diminuării apariției riscului bolii întinderii în pâine s-a studiat influența pulberii de cătină asupra calității glutenului.

S-a constatat, că un adaos de pulbere din fructe de cătină (3 % în raport cu masa făinii) are un efect bacteriostatic asupra sporilor microorganismelor, frânând dezvoltarea acestora, reducând astfel riscul de afectare cu boala întinderii până la 48 de ore. De asemenea s-a constatat că prin adăugarea prafului din fructe de cătină crește rezistența aluatului la deformare de 1,4 ori în raport cu proba-martor, iar ruperea lui scade de 2,5-2,6 ori. Acest lucru este favorabil pentru modelarea aluatului, deoarece crește extensibilitatea și devine mai rezistent la rupere. La fel, se observă o descreștere a valorilor pentru efortul de deformare. Rezultatele obținute arată, că pentru prelucrarea aluatului este necesară o forță de 1,6 ori mai mică în raport cu proba martor (fără adaos de pulbere de cătină), deoarece aluatul devine tenace și foarte extensibil. Aceste efecte benefice se datorează faptului, că praful de cătină, pe lângă faptul că este un antioxidant natural, are în compoziția sa acizi organici, care au un rol important în întărirea rețelei glutenice.

## MULȚUMIRI

Această lucrare a fost sprijinită prin intermediul proiectului 18.51.07.01A/PS “*Diminuarea contaminării materiei prime și produselor alimentare cu microorganisme patogene*”, finanțată de Guvernul Republicii Moldova și Guvernul României.

## Bibliografie

1. Sorokulova I., Reva O., Smirnov V. et al. Genetic diversity and involvement in bread spoilage of *Bacillus* strains isolated from flour and rye bread, *Letters in Applied Microbiology*, 2003, 37 (2), 169-73.
2. Pepe O, Blaiotta G, Moschetti G, Greco T, Villani F. Rope-producing strains of *Bacillus* spp. from wheat bread and strategy for their control by lactic acid bacteria. *Applied and Environmental Microbiology*. 2003 Apr;69(4):2321-9.
3. Aida V., *Microbiologie Specială*, Universitatea “Dunărea de Jos”, Galați, 2009, p.55

# АБРИКОСОВЫЕ ЯДРА – ПАНАЦЕЯ ОТ РАКА

Алла КОВТОНЮК

Технический Университет Молдовы

**Аннотация:** Продукты питания - один из факторов, влияющих на здоровье потребителя. Существуют возможности позитивного воздействия на организм посредством замены одних продуктов на другие с целью улучшения органолептических свойств, а также придаче готовому изделию лечебно-профилактического статуса, что можно рассмотреть на примере замены ореха миндаля на абрикосовые ядра.

**Ключевые слова:** Амигдалин, Витамин В17, ядра абрикосов, вторсырье.

Онкологическая заболеваемость и смертность в мире продолжают расти. Наша страна, к сожалению, входит в большинство стран, где профилактика онкологических заболеваний находится не на должном уровне.

## Распределение раковых заболеваний по регионам мира

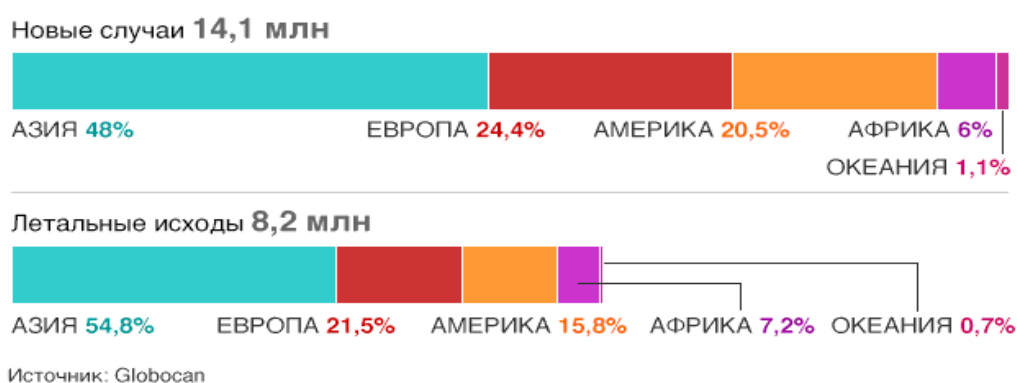


Рис. 1 Распределение раковых заболеваний по регионам мира.

Питание — один из главных факторов, влияющий на риск онкологических заболеваний, но в то же самое время пища является практически единственным источником ряда необходимых для поддержания организма и улучшающих здоровье веществ. Следовательно, посредством питания, специально подобранных продуктов возможно проводить профилактику и предупреждение возникновения онкологических заболеваний.

Входящий в косточки некоторых растений амигдалин придает их ядрам горьковатый привкус, который свидетельствует о его полезности, в том числе и против раковых опухолей.

Амигдалин при взаимодействии с раковыми клетками способствует их оздоровлению или разрушает их. Вместе с тем, цианид безопасен для здоровых клеток.

Пищевая ценность ядер косточек плодовых обусловлена высоким содержанием жира, белка, минеральных и других веществ. Значительная часть этих веществ используется не рационально, так как основная масса ядер косточек плодовых используется лишь для получения косточкового масла и жмыха, образующегося в виде отходов, для кормовых целей.

Эффективность переработки ядер косточек плодовых может быть увеличена путем комплексного их применения в производстве пищевых продуктов.

В кондитерском производстве широко используют различные виды орехов, а ядра косточковых плодов по своему химическому составу близки к ядрам орехов: до 30 – 40 % жиров и до 24 % белков.

Таким образом, возникает необходимость применения ядер косточковых в пищевой промышленности, а именно, в кондитерском производстве возможна замена ореха миндаля на ядра абрикосовых косточек. При анализе литературы и проведенных исследований были обнаружены ряд преимуществ как с экономической стороны, так и по лечебно-профилактическим и вкусовым показателям.

Итак, показатель, который по достоинству может занять первое место по преимуществам это то, что абрикосовые косточки по своему составу схожи с ядрами миндаля, поэтому допускается их



применение в качестве замены горького миндаля. Благодаря содержанию витамина В 17, активно применяются для лечения онкологических заболеваний. Цианид, содержащийся в них, при попадании в организм оказывает губительное действие на атипичные клетки.



Рис. 2 Действие амигдалина в раковой клетке

Рассмотрев преимущества использования абрикосовых ядер, следует заметить, что еще предстоит детальное изучение свойств этого продукта, реакцию веществ на термическую обработку, а также изменение органолептических свойств, физико-химических показателей готового изделия, содержащего ядра абрикосов, но в общем, уже можно судить об актуальности данного продукта в нашей стране, как зоне риска онкологических заболеваний и рентабельности использования ядер в пищевой промышленности вместо орехов миндаля.

#### Список литературы

1. Chang HK, Shin MS, Yang HY, Lee JW, Kim YS, Lee MH, et al. *Amygdalin induces apoptosis through regulation of Bax and Bcl-2 expressions in human DU145 and LNCaP prostate cancer cells*. Biol Pharmaceut Bull. 2006;
2. Seghers L., Walenbergh-van Veen M., Salome, J., Hamberg P. *Cyanide intoxication by apricot kernel ingestion as complimentary cancer therapy*. The journal of Medicine. V.71, nr.9, 2013.p.496-498;
3. Risberg T, Vickers A, Bremnes RM, Wist EA, Kaasa S, Cassileth BR. *Does use of alternative medicine predict survival from cancer?* Eur J Cancer. 2003;
4. Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences. Volume 11, No. 1/2017.
5. <https://med.vesti.ru/doc/ivan-karasev/dieta-protiv-raka-kak-pitanie-vliyaet-na-zdorove/>
6. <https://medicina.dobro-est.com/vitamin-b17-amigdalín-opisanie-primenenie-polza-v-kakih-produktah-soderzhitsya-b17.html> [pipdecor.ru/abrikosovye-kostochki-ot-raka-dozirovka/](http://pipdecor.ru/abrikosovye-kostochki-ot-raka-dozirovka/)

## Subsecția FILIERA FRANCOFONĂ

Nr.	Autorul, denumirea lucrării	Pagina
1	<b>Guțu Stella, Calcatiniuc Dumitru</b> Extragerea $\beta$ -glucanului din drojdiile de vin	519
2	<b>Guțu Crina</b> Utilizarea materiei prime autohtone pentru obținerea cărbunelui activat	524
3	<b>Золотарева Елена, Боиштян Алина</b> Влияние процесса озонирования на содержание нитратов в клубнеплодах	526
4	<b>Popescu Adelina, Cerevatfi Irina</b> Impactul tratamentului termic asupra carotenoidelor din dovleac	530
5	<b>Ceaban Dmitry, Pushoy Vladimir</b> Evaluation of polyphenolic content of the local moldovan fruits (apples, pears, quinces)	534

# EXTRAGEREA $\beta$ -GLUCANULUI DIN DROJDIILE DE VIN

Stella GUȚU, Dumitru CALCATINIUC

Universitatea Tehnică a Moldovei

**Abstract:** Dat fiind faptul că industria vitivinicolă este foarte dezvoltată în Republica Moldova, iar deșeurile rezultate în procesul de producție a vinurilor de struguri sunt, în mare parte, neutilizate, se propune o variantă convenabilă de a evita acest dezavantaj prin extragerea din drojdiile de vin a unui polizaharid cu utilizări polivalente, numit  $\beta$ -glucan. În articol este expusă și explicată metoda de extragere a betaglucanului din drojdiile de vin corespunzând microbiologului japonez Saowanee Thammakiti, care constă în tratarea pereților celulari ai drojdiilor cu bază și acid în diferite concentrații. Este prezentat calculul efectuat în conformitate cu datele obținute în cadrul cercetărilor de laborator ce corespunde parametrului conținutului de substanță uscată. Acest indice este, de asemenea, comparat cu valorile aferente din alte surse.

**Cuvinte cheie:**  $\beta$ -glucan / drojdii din vin / *Saccharomyces cerevisiae*/ substanță uscată

## Introducere

Industria vitivinicolă în Republica Moldova reprezintă una dintre ramurile principale ale economiei. Circa 90% din volumul total al vinului produs este destinat exportului, constituind astfel o importantă sursă de venit pentru bugetul statului [10]. Viticultura și vinificația în Moldova au tradiții multiseculare cu rădăcini adânci în trecutul veacurilor istorice. Milioane de oameni consumă strugurii viței de vie în stare proaspătă și produsele obținute din prelucrarea strugurilor, fiindcă sunt universale după însușirile gustative și curative și se deosebesc prin conținut unicat al compușilor utili (cca 600), adaptare înaltă la condițiile mediului ambiant, îngrijire relativ simplă, eficacitate economică sporită, etc. [2].

Conform Biroului Național de Statistică al Republicii Moldova, producția de vinuri naturale din struguri pentru anii precedenți nu a fost una constantă, înregistrându-se valori între 12,3 și 16,3 mil.dal. în perioada anilor 2007-2017 [11]. Acest lucru este mai bine ilustrat în diagrama de mai jos.

Din această diagramă este vizibil faptul că în anul 2017 domeniul industriei vitivinicole a înregistrat o recoltă record, care a constituit cca 163 000 tone de vin, în comparație cu anul 2007, pentru care această valoare era egală cu 123 000 tone de vin.

De menționat că în producerea vinului – băutură alcoolică obținută prin fermentare parțială sau completă a mustului din struguri proaspeți - se folosesc doar 70% din materia primă, restul 30% fiind pierderile, numite “reziduuri” [12]. Acestea din urmă sunt reprezentate de chiorchine, tescovină, pieliță, tirighie sau piatră de var, drojdii, ș.a. Ulterior unele se utilizează, iar altele își păstrează statutul de “deșeu”. De exemplu, tescovina este valorificată în scopul obținerii furajului proteic, acidului tartric, uleiului alimentar, coloranților, taninului, etc. Semințele strugurilor se întrebuințează pentru obținerea uleiului cu destinație farmaceutică. Din pielița strugurilor se pot obține polifenoli, utilizați în cosmetologie și estetică.

Productia principalelor produse industriale pe Tipuri de produse si Ani

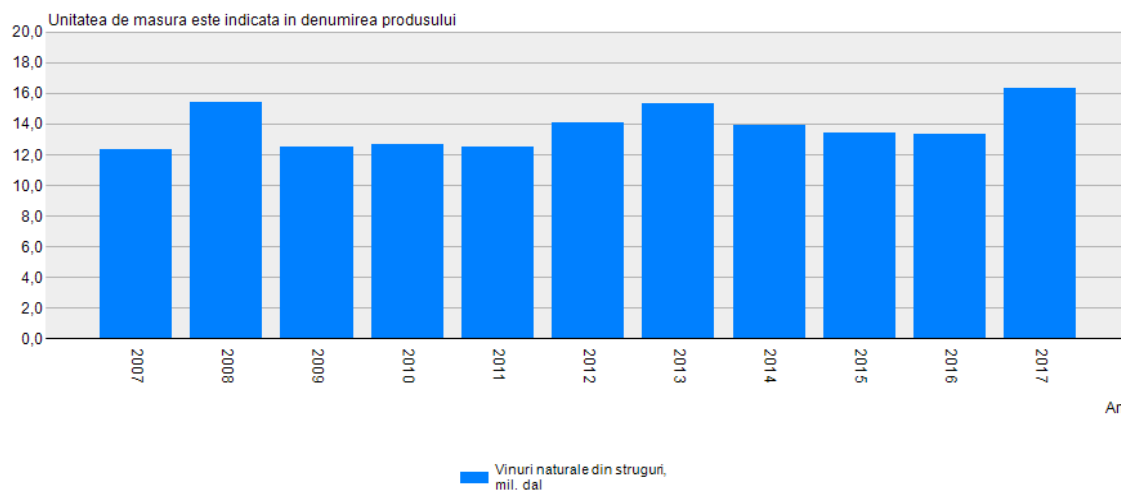


Fig.1. Variația producției de vinuri naturale din struguri din Republica Moldova (anii 2007-2017)

Mai puțin sunt folosite drojdiile din vinurile naturale de struguri, care se aruncă anual, pierzându-se astfel substanțe importante din compoziția lor. Reieșind din valoarea producției de vin din ultimii ani se poate calcula cantitatea de drojdii uzate, care ar putea fi reciclate și ar aduce beneficii atât pentru medicină și cosmetologie, cât și pentru industria alimentară. Drojdiile de vin sunt compuse în principal din  $\beta$ -glucani, manoproteine și chitină [4].  $\beta$ -glucanii (BG) sunt polizaharidele cele mai abundente ale peretelui celular al acestora și reprezintă polizaharide naturale complexe a monomerilor D-glucozei, unite prin legături glicozidice și conjugate în pozițiile  $\beta$ -(1-6) și  $\beta$ -(1-3) [1]. Formula moleculară este  $C_{18}H_{32}O_{16}$ .  $\beta$ -glucanii sunt utilizați pe larg atât în medicină, datorită stimulării imunității, rezistenței împotriva agenților patogeni virali, bacterieni, parazitari, precum și activității antitumorale, în cosmetologie – la producerea de preparate care împiedică iritarea și întârzie îmbătrânirea pielii, dar și în industria alimentară din motiv că  $\beta$ -glucanii au capacitate mare de menținere a apei, proprietăți de gelifiere, îngroșare, stabilizare și emulsionare. La nivel mondial,  $\beta$ -glucanii sunt comercializați sub diferite forme: capsule pentru întărirea imunității, gel pentru menținerea sănătății pielii, sirop pentru copii, concentrat de tărâțe de ovăz, fulgi cu  $\beta$ -glucani – hrană pentru peștii de acvariu, etc. Importante surse de  $\beta$ -glucani reprezintă cerealele (în special, orz, ovăz, psilium, porumb), bacteriile, ciupercile, algele, lichenii, dar bineînțeles și drojdiile (levurile) [6].

În prezent, peste hotarele țării drojdiile sunt studiate în calitate de sursă de materie primă pentru elaborarea preparatelor medicamentoase și profilactice, drept suplimente furajere, dar și ca sursă de substanțe biologic active. Drojdiile sunt capabile să sintetizeze un complex de substanțe bioactive, inclusiv polizaharide, cu un rol important în activitatea vitală a organismelor vii. Producerea microbiologică a polizaharidelor biologic active este una din ramurile biotehnologiilor ce se dezvoltă rapid. La momentul actual industria microbiologică produce un spectru larg de polizaharide valoroase: WGP (whole glucan particles), Zymosan, Curdlan, dextran, xantan, etc [3 Giavasis]. Toate aceste preparate sunt importate și în Republica Moldova, fapt ce evidențiază necesitatea și actualitatea cercetărilor ce țin de elaborarea tehnologiilor autohtone de obținere a polizaharidelor naturale, în cazul de față a  $\beta$ -glucanilor.

Deși printre levurile producătoare de polizaharide, utilizate în alimentație, se regăsesc reprezentanți ai genurilor *Zygosaccharomyces*, *Kloeckera*, *Kluyveromyces*, *Debaryomyces*, totuși *Saccharomyces cerevisiae* rămâne o sursă majoră de  $\beta$ -glucani.  $\beta$ -glucanii obținuți din levuri au fost aprobați de Autoritatea Europeană pentru Siguranța Alimentară ca ingrediente alimentare noi și recunoscute ca fiind sigure GRAS (Generally Recognized as Safe) de către Administrația SUA pentru Alimente și Medicamente.

Saharomicetele sunt utilizate în producerea alimentelor și băuturilor fermentate timp de mii de ani și sunt cele mai detaliat studiate microorganisme, ale căror condiții de cultivare sunt foarte bine cunoscute și pot fi optimizate pentru a maximiza randamentul de producere a  $\beta$ -glucanilor. Din punct de vedere biotehnologic ele au avantajul de a produce o cantitate relativ mare de biomasă cu cheltuieli minime. Biomasa de levuri în calitate de produs secundar al producției de vin ar putea fi de asemenea utilizată ca materie primă pentru obținerea  $\beta$ -glucanilor, fapt care a fost aplicat în cadrul acestei cercetări științifice.

## 1. Materiale și metode de cercetare.

Drept obiect de studiu a servit drojdia/sedimentul de la vinul din struguri Victoria. Acesta reprezintă un soi de struguri de masă obținut din încrucișarea soiurilor Cardinal și Afuz Ali. În prezent se află în cultură pe suprafețe întinse în toate țările unde se cultivă struguri de masă: România, Turcia, Grecia, Italia, Spania, chiar și unele țări din Africa de Sud. În ceea ce privește însușirile agrobiologice, Victoria este un soi cu vigoare mijlocie spre mare, fertilitate bună (63-73% lăstari fertili) și productivitate foarte înaltă, datorită mărimii strugurilor. Productivitatea soiului este de 18-20 tone la hectar, în dependență de zona și condițiile de cultură. Strugurii manifestă rezistență biologică bună la ger ( $-18^{\circ}\text{C}$  -  $-20^{\circ}\text{C}$ ) și la secetă, se comportă bine față de brumele și înghețurile de primăvară, datorită dezmușuririi târzii. De asemenea, manifestă rezistență mijlocie la boli și dăunători, [13, Condei Gh, Lepădatu V.]

Peretele celular al levurilor este ținta principală a metodelor de extracție a  $\beta$ -glucanilor. Metodele de lezare a peretelui celular și extracție a componentelor diferă semnificativ între ele, fiecare afectând cu grad diferit de gravitate randamentul final, puritatea, greutatea moleculară, solubilitatea, activitatea biologică și alte proprietăți biologice și funcționale ale  $\beta$ -glucanului extras. Extragerea eficientă a  $\beta$ -glucanilor din pereții celulari levurieni, ce posedă o structură complexă, este posibilă numai prin alegerea metodelor eficiente de distrugere a acestora. În majoritatea cazurilor, pentru dezagregarea pereților celulari, se apelează la procedee cu aplicarea ultrasunetului, congelării-decongelării, autolizei, măcinării în mori cu bile, precum și a enzimelor. Parametrii variabili la extragerea  $\beta$ -glucanilor din biomasa levuriană sunt: solvenții și concentrația acestora, temperatura, durata de extracție, etc. Metoda de extragere a  $\beta$ -glucanilor include, în principiu, două

faze: dezagregarea celulelor și extracția de  $\beta$ -glucani din pereții celulari prin intermediul tratării cu bază și acid în diferite proporții.

În cadrul cercetării științifice s-a utilizat metoda lui Thammakiti Saowanee de obținere a  $\beta$ -glucanilor. Cercetările realizate de microbiologul japonez Thammakiti și expuse în revista Food Science & Technology sub formă de articol științific elucidează importanța obținerii betaglucanului (din levuri) pentru utilizarea mai apoi în alimentație [5]. Acesta a descris metoda de lucru și rezultatele experienței, după cum urmează. Un preparat de  $\beta$ -glucan, obținut din drojdia de bere uzată, a fost evaluat pentru aplicații alimentare potențiale. Acest material a fost autolizat și pereții celulari obținuți au fost omogenizați, extrași mai întâi cu alcalii, apoi cu acid și apoi uscați prin pulverizare. Au fost investigate efectele omogenizării asupra compoziției chimice, proprietăților reologice și proprietăților funcționale ale  $\beta$ -glucanului. Peretele celular omogenizat a prezentat un conținut mai mare de  $\beta$ -glucan și o vâscozitate aparentă decât cele care nu au fost omogenizate din cauza fragmentării pereților celulari. În comparație cu  $\beta$ -glucanul din comerț din drojdia pentru panificație, s-a constatat că  $\beta$ -glucanul obținut din acest studiu a avut o vâscozitate aparentă mai mare, capacitate de menținere a apei și capacitate de stabilizare a emulsiei, precum și capacitate similară cu cea de legare a uleiului. Aceste constatări sugerează că beta-glucanul obținut din drojdia de bere poate fi utilizat în produse alimentare ca agent de îngroșare, menținere a apei sau agent de legare a uleiului și stabilizator de emulsionare.

Metoda de obținere a  $\beta$ -glucanilor, utilizată în cadrul studiilor de laborator, constă în autoliza suspensiei de drojdie (15% g/g conținut uscat cu pH=5), la 50°C timp de 24 ore, agitare moderată. Ulterior, autolizatul se supune încălzirii la 80°C timp de 15 minute, răcirii sub jet de apă până la temperatura camerei și centrifugării la 3565 rot/min timp de 10 minute. Sedimentul primit se colectează. Procedura de extracție a  $\beta$ -glucanilor constă în tratarea pereților celulari cu 1N NaOH (raport 1:5, adică 5 volume de 1N NaOH) la temperatura de 80±5°C timp de 2 ore. După aceasta se adaugă 5 volume de acid acetic 0,5N și se încălzește la temperatura de 75±5°C timp de 1 oră. Extractul se centrifughează la 3565 rot/min timp de 10 minute la temperatura camerei, sedimentul (betaglucanii) se spală de trei ori cu apă distilată și se usucă la 50±5°C. Pasta obținută de  $\beta$ -glucani este de culoare cafeniu-deschis [5, Thammakiti S., et al.2004].

Explicarea schematică a metodei este prezentată în Figura 1.2.

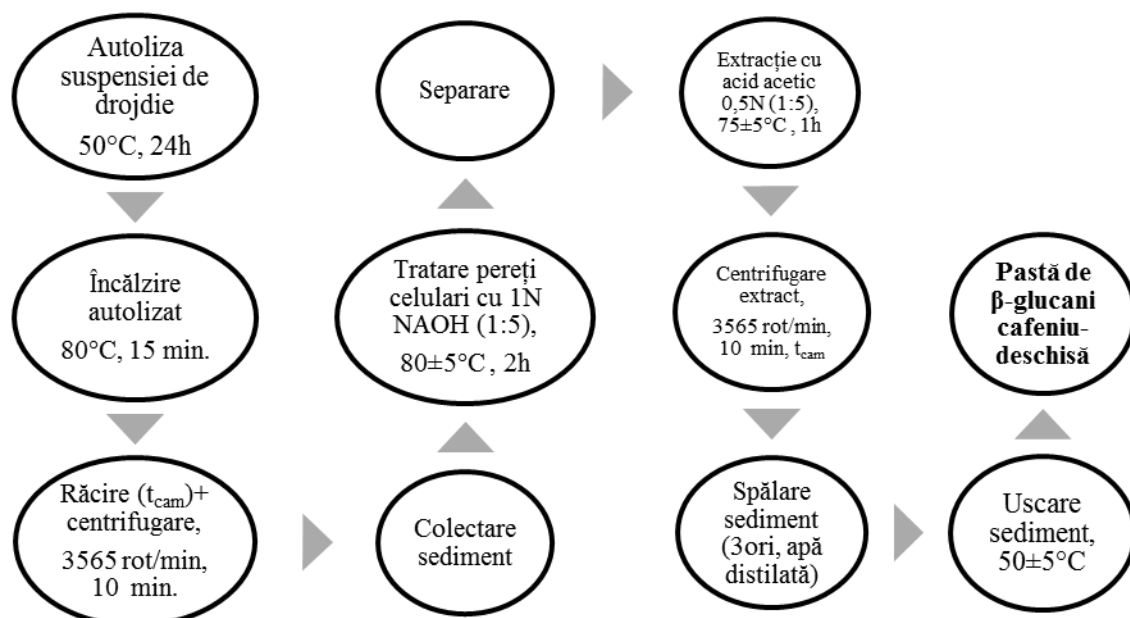


Fig. 2. Metoda de obținere a  $\beta$ -glucanilor din levuri (THAMMAKITI)

Reieșind din metoda dată de obținere a  $\beta$ -glucanilor, conform lui Thammakiti, apare necesitatea utilizării în procesul cercetărilor a materialelor, reactivilor și aparatelor, prezentate în tabelul de mai jos.

Tabelul 1

## Materiale, aparate și reactivi utilizați

Nr d/o	Materiale și aparate	Reactivi
1	pîlnii de sticlă	suspensie de drojdie
2	hîrtie de filtru	soluție 1N NaOH
3	baloane conice de 100 ml	acid acetic 0,5N
4	baghetă de sticlă	apă distilată
5	cilindru gradat de 100 ml	
6	castron/crațiță	
7	termometru	
8	cântar	
9	plită electrică	
10	termostat	
11	centrifugă	

## 2. Rezultate și discuții.

**Determinarea conținutului de  $\beta$ -glucan în drojdia/sedimentul din vin.** Pentru determinarea conținutului de  $\beta$ -glucan din drojdia/sedimentul din vin au fost luate aproximativ 500g de suspensie de drojdii de vin Victoria din laboratorul de oenologie al facultății Tehnologia Alimentelor. Din suspensia inițială, care a fost filtrată, s-a cântărit aproximativ 1 g și proba a fost pusă la termostat pentru 48 ore. Pe baza acesteia s-a determinat conținutul substanței uscate după formula din continuare (pentru 1 gram de substanță uscată cântărită):

$$SU = (m_2 - m) : (m_1 - m) \times 100\%, \quad (1)$$

unde:  $m$  – masa fiolei goale, g;  $m = 10,373g$

$m_1$  – masa fiolei cu produsul înainte de uscare, cu adaos de levuri g;  $m_1 = 11,345 g$

$m_2$  – masa fiolei cu produsul după uscare, fiola cu levuri uscate g;  $m_2 = 10,687g$

$SU = (10,687g - 10,373g) : (11,345g - 10,373g) \times 100\% = (0,314g : 0,972g) \times 100\% = 32,30\%$  - substanța uscată din aproximativ 1g de levuri umede.

Astfel, rezultă că în 1g de biomasă umedă cu betaglucan se conține 0,323 g substanță uscată, respectiv în 10g biomasă umedă (ceea ce corespunde cu masa inițială a probei de analizat) se conțin 3,23 g biomasă uscată, restul constituind partea lichidă.

Determinarea conținutului de  $\beta$ -glucan în drojdia/sedimentul din vinul Victoria s-a efectuat după următoarea formulă de calcul:

$$\beta\text{-glucan (\% la SU)} = (m_f \beta\text{-glucan} - m_f \text{goală}) / bm_{\text{uscată}} \times 100\% \quad (2)$$

unde:  $m_f \beta\text{-glucan}$  – masa fiolei cu  $\beta$ -glucan, **30,898g**;

$m_f \text{goală}$  – masa fiolei goale, **30,413g**;

$bm_{\text{uscată}}$  – biomasa uscată, **3,23 g**.

$\beta\text{-glucan (\% la SU)} = (30,898g - 30,413g) / 3,23 g \times 100\% = 15,02\%$

Din calculul dat se poate concluziona că în 10g de suspensie de drojdii din vin se conțin 15,02%  $\beta$ -glucan uscat. Rezultă că conținutul de  $\beta$ -glucan din drojdiile de vin este mult mai înalt în comparație cu același parametru din componența altor surse de câteva ori, în conformitate cu datele din Tabelul 1.2 [7,8,9].

Tabelul 2

Conținutul comparativ de  $\beta$ -glucan din componența diferitor surse

Nr. d/o	Conținutul de $\beta$ -glucani din vinul Victoria, %	Conținutul de $\beta$ -glucani după sursele bibliografice, %
1	15	Ahmed Asfi: “în fasole se conțin 2,4-3,5 % $\beta$ -glucani”
2		Bushra Munir: “în porumb se conțin 0,1-1,3 $\beta$ -glucani
3		Tahira Tabassum: “în orz se conțin 5-10 $\beta$ -glucani în dependență de soi”

Datele din tabel explică clar că conținutul de  $\beta$ -glucan din drojdii este de circa 4 ori mai mare decât din componența fasolelor, de aproximativ 14 ori mai mare decât în porumb și de cel puțin 2 ori mai mare decât în orz.

## Concluzii

Extragerea  $\beta$ -glucanului din reziduurile de drojdii din vinuri reprezintă avantaje pentru procesul de producție, astfel evitându-se pierderile. De asemenea, activitatea biologică înaltă și diversitatea domeniilor de utilizare a  $\beta$ -glucanilor, în special a celor din levuri, evidențiază oportunitatea studierii acestor compuși, ce posedă potențial înalt în promovarea sănătății umane și elaborarea preparatelor biologice active cu utilizări polivalente. Mai mult decât atât, conținutul de  $\beta$ -glucan în drojdiile de vin este mai înalt comparativ cu același parametru din componența altor surse, precum porumbul, orzul, fasolele, etc. fapt ce accentuează importanța extragerii lui anume din drojdiile de vinuri.

## Bibliografie

1. CHISELIȚA, Natalia, Tehnologie de obținere a  $\beta$ -glucanilor din levuri, Chișinău, 2018-158 p.;
2. SULA I., NICOLAESCU, Gh., BRATCO D., et al. Dezvoltarea viticulturii și vinificației în Republica Moldova, Lucrări științifice, vol.42 (2): Horticultură, viticultură și vinificație, Silvicultură și grădini publice, Protecția plantelor: materialele Simpozionului Științific Internațional "Horticultura modernă - realizări și perspective", UASM, Chișinău, 2015 – 287 p.
3. GIAVASIS I., Bioactive fungal polysaccharides as potential functional ingredients in food and nutraceuticals. In: Current Opinion in Biotechnology, 2014, vol. 26, p. 162-173;
4. PEREZ-GARCIA L.A. Role of Cell Wall Polysaccharides during Recognition of *Candida albicans* by the Innate Immune System. J Glycobiol. 2012;1. doi:10.4172/2168-958X.1000102
5. THAMMAKITI S., SUPHANTHARIKA M., PHAESUWAN T., VERDUYN C., Preparation of spent brewer's yeast  $\beta$ -glucans for potential applications in the food industry. Int J Food Sci Tech, 2004, vol.39 (1), 2004-21-29.;
6. SAJAD S., et al. "β-Glucan and Functionality: A Review", EC Nutrition, 2017, 10.2 67-74;
7. ASIF A., ZAHEER A., Nutraceutical aspects of  $\beta$ -glucan with application in food products, Nutraceuticals, 10.1016/B978-0-12-804305-9.00011-7, 2016, (387-425);
8. AHMAD A., MUNIR B., ABRAR M., BASHIR S., ADNAN M., et al. "Perspective of  $\beta$ -Glucan as Functional Ingredient for Food Industry". 2012, J Nutr Food Sci 2:133. doi: 10.4172/2155-9600.1000133;
9. HAVRLENTOVA M. et al. "Cereal  $\beta$ -glucans and their significance for the preparation of functional foods - a review". Czech Journal of Food Science 2011, 29.1: 1-14;
10. [https://ro.wikipedia.org/wiki/Industria\\_vinicol%C4%83\\_%C3%AEn\\_Republica\\_Moldova](https://ro.wikipedia.org/wiki/Industria_vinicol%C4%83_%C3%AEn_Republica_Moldova);
11. [http://statbank.statistica.md/pxweb/pxweb/ro/40%20Statistica%20economica/40%20Statistica%20economica\\_\\_14%20IND\\_\\_IND030/IND030100.px/table/tableViewLayout1/?rxid=01a609d1-6fb0-44aa-9691-eb5235203b50](http://statbank.statistica.md/pxweb/pxweb/ro/40%20Statistica%20economica/40%20Statistica%20economica__14%20IND__IND030/IND030100.px/table/tableViewLayout1/?rxid=01a609d1-6fb0-44aa-9691-eb5235203b50);
12. <https://ru.scribd.com/doc/130218801/Valorificarea-de%C5%9Feurilor-din-vinifica%C5%A3ie>;
13. <http://www.horticultorul.ro/vita-de-vie/soiul-de-vita-de-vie-victoria/>

# UTILIZAREA MATERIEI PRIME AUTOHTONE PENTRU OBTINEREA CĂRBUNELUI ACTIVAT

Crina GUȚU

Universitatea Tehnică a Moldovei

**Rezumat:** Cărbunele activat este un sorbent microporos cu o suprafață foarte mare de adsorbție. Este un ingredient purifiant de excepție datorită porilor mici care au rolul de a mări suprafața de adsorbție a produșilor toxici. Cărbunele activat elimină din apă mulți contaminanți, agenți de dezinfecție chimici, culoarea, mirosul și gustul neplăcut, turbiditatea, clorul liber, insecticidele, ierbicidele, hidrocarburi aromatice polinucleare, substanțele organice volatile, benzenul, și alți contaminanți ce pot fi prezenți în apă.

**Cuvinte cheie:** Cărbune activat, migdale, nucă, adsorbție, purificare, apă.

Cărbunele activ, de asemenea numit și cărbune activat sau cărbune vegetal, reprezintă o varietate de cărbune procesat astfel încât să posede pori mici, cu volum mic, care au rolul de a mări suprafața de adsorbție a produșilor toxici. Cărbunele vegetal este produs prin carbonizarea materiei vegetale, cum ar fi lemn, paie, semințe de fructe sau coji de nuci. Cărbunele activat reprezintă o pulbere neagră cu o porozitate foarte ridicată, ceea ce îi oferă capacitatea de a îndeplini funcția unui „burete” pentru moleculele străine dizolvate în apă.

Există cunoscută o varietate mare de cărbune activat, ca exemplu:

- *Cărbune granular activat* – este utilizat în mod special pentru filtrarea apei, eliminarea contaminanților, a derivaților și agenților străini din apă;
- *Cărbune activat format* – se folosește pentru curățarea aerului, eliminarea halogenilor, diluanților, se întâlnește la aparatele pentru aer condiționat, la măștile de gaz, pentru filtrele de țigări, în controlul nivelului de  $\text{CO}_2$  și multe altele;
- *Cărbune activat impregnat* – cărbune extrudat a cărui suprafață a fost impregnată chimic pentru mărirea capacității de adsorbție. Cărbunele impregnat este utilizat în fond pentru îndepărtarea catalitică a compușilor anorganici din diferite tipuri de gaze cum ar fi: dezodorizarea aerului de compoziții odorizante ( $\text{H}_2\text{S}/\text{NH}_3$ ), îndepărtarea impurităților anorganice din gazele de reacție etc.
- *Cărbune activat pulbere* – utilizat în mod special în industria chimică și alimentară, se utilizează în eliminarea dioxinelor, în curățarea metalelor prime, tratarea nămolului, decolorarea produselor chimice sau alimentare etc.
- *Cărbune activat bloc* – se folosește ca și cărbunele activ granular, în special pentru filtrarea apei și pentru eliminarea contaminanților acesteia. Plus la aceasta, poate filtra sedimente fine.
- *Cărbune activat medicinal* – cărbunele activat a devenit tratamentul de preferință în medicină pentru tratarea intoxicațiilor sau supradozelor după ingestia orală.

Din cauza poluării solului, atmosferei, a fenomenului de încălzire globală, aprovizionarea cu apă potabilă a devenit o problemă majoră în întreaga lume. Apa de la robinet este, în funcție de situație, poate conține bacterii, conținut ridicat de metale, nitrați, din care cauză poate fi periculoasă pentru organism.

*Scopul lucrării.* Drept scop ne-am propus:

- să obținem cărbune activat din materia primă autohtonă - coji de nuci și migdale
- a testa proprietățile de adsorbție a cărbunelui activat obținut în purificarea apei.

*Partea experimentală.* Cojile de nuci/migdale au fost tratate termic timp de aproximativ 40 de min. ulterior cărbunele obținut a fost fiert în apă distilată (20-30 min) cu scopul activării porilor (activarea cărbunelui are loc prin curățarea porilor). Apoi cărbunele a fost uscat în dulap de uscare.

Ulterior cărbunele obținut a fost folosit pentru umplerea unui container de filtru pentru apă. Pentru verificarea eficienței cărbunelui activat am filtrat prin el apa Gura Căinarului (plată), care se caracterizează printr-un conținut ridicat de săruri ( $>2000 \text{ mg/l}$ ), ceea ce reprezintă o valoare destul de înaltă. În urma filtrării, am determinat prin titrare duritatea totală a apei (conținutul total de  $\text{Ca}^{2+}$  și  $\text{Mg}^{2+}$ ).

*Modul de determinare a durității.* Într-un balon conic cu ajutorul cilindrului introducem 50 ml apă, 5 ml soluție tampon (amestec soluții  $\text{NH}_4\text{OH}$  și  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ), 3-4 pic. de indicator cromogen negru. Agităm soluția și o titrăm cu o soluție de trilon B (EDTA) cu concentrația 0,1 mol/l până la modificarea culorii din violetă în albastră. Duritatea totală a apei se determină după formula:



$$D = \frac{V_t \cdot N_t}{V_a} \cdot 1000 \text{ mechiv/l}$$

unde:  $V_t$  – volumul mediu de trilon B, ml;

$N_t$  – concentrația molară a echivalentului soluției de trilon B;

$V_a$  – volumul de apă luat pentru titrare.



A



B



C

Figura 1. Materia primă (A – coji de nuci; B – coji de migdale; C – cărbune activat)

Tabelul 1  
Rezultatele titrării apei filtrate și nefiltrate

Duritatea apei <u>nefiltrată</u> din apeduct, mechiv/l	Duritatea apei Gura Căinarului <u>nefiltrată</u> , mechiv/l	Duritatea apei Gura Căinarului <u>filtrată</u> (cărbune activat din coji de nucă), mechiv/l	Duritatea apei Gura Căinarului <u>filtrată</u> (cărbune activat din coji de migdale), mechiv/l
5,1	15,3	4,9	5,3

### Concluzie

Am stabilit, că cărbunele activat obținut din materia primă autohtonă este eficient și a micșorat conținutul ionilor de calciu și magneziu în apă de aproximativ de 3 ori. Acest lucru ne permite să nu pierdem materia primă, ci să o folosim în scopuri de purificare, obținând carbonul activ care îndepărtează mulți contaminanți care pot fi prezenți în apă. Utilizarea materiilor prime ar crea un mediu mai curat, ar reduce problema apei potabile și va îmbunătăți sănătatea populației.

# ВЛИЯНИЕ ПРОЦЕССА ОЗОНИРОВАНИЯ НА СОДЕРЖАНИЕ НИТРАТОВ В КЛУБНЕПЛОДАХ

Алена ЗОЛОТАРЕВА, Алина БОИШТЯН

Технический Университет Молдовы

**Резюме:** Нерациональное применение минеральных и азотных удобрений приводит не только к увеличению урожайности, но и существенно изменяет экологию и качество урожая. В клубнеплодах происходит избыточное накопление нитратов, скормливание которых оказывает отрицательное воздействие не только живой организм, но и приводит к потере качества и количества продукта. Целью данной работы было исследование количества нитратов в различных клубнеплодах местного производства и предложен способ по их снижению путем озонирования. Данное исследование состояло в том, что при помощи процесса озонирования уменьшить количество нитратов и тем самым улучшить качество продукта.

**Ключевые слова:** нитраты, клубнеплоды, озонирование, нитратомер.

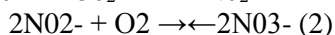
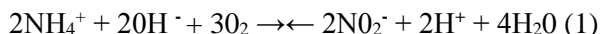
## Введение

В последнее время гигиенисты проявляют большой интерес к вопросу о содержании нитратов в продуктах питания. Прежде всего, это связано с теми нарушениями состояния здоровья человека, которые могут быть вызваны нитратным загрязнением [1].

Основными источниками пищевых нитратов являются растительные продукты. Частота обнаружения нитратов в растительных продуктах довольно высока. Нитраты являются элементом минерального питания растения, поставляя им азот для синтеза белков. Поэтому безоговорочное приравнивание нитратов к химическим загрязнителям неправомерно. Но, с другой стороны, повышенное содержание нитратов может вызвать резкое ухудшение качества и питательной ценности овощей [2].

Нитрат-ион ( $\text{NO}_3^-$ ) является сопряженным с кислотой основанием азотной кислоты ( $\text{HNO}_3$ ). Эта сильная кислота ( $\text{pK}_a = -1,37$ ) диссоциирует в воде с образованием нитратионов и иона-гидроксония ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ). Соли азотной кислоты (нитраты) за исключением основных нитратов ртути и висмута хорошо растворимы в воде.

В окружающей среде (например, в поверхностных водах, почве) нитрат-ионы могут образовываться из иона аммония ( $\text{NH}_4^+$ ) в процессе биологического окисления (нитрификации), протекающего в две стадии:



Эти две реакции осуществляются различными микроорганизмами: реакция (1) — аэробным хемолитотрофом *Nitrosomonas*, реакция (2) — бактериями рода *Nitrobacter*, которые получают почти всю необходимую им энергию за счет окисления нитритов [3].

При потреблении в повышенных количествах нитраты образуют более токсичные соединения: нитриты и нитрозамины, обладающие канцерогенной активностью и даже способствующие образованию раковых опухолей. Более всего страдают от нитратного отравления дети первого года жизни, а у школьников наблюдаются нарушения деятельности желудочно-кишечного тракта, сердечно-сосудистой и центральной нервной системы [4].

## 1. Материалы и методы

### 1.1. Материалы.

Для исследования были использованы клубнеплоды местных производителей (морковь[5], свекла[6], картофель[7] и черная редька[8]), приобретенные в супермаркете г. Кишинева, урожай 2017-2018 года. Анализы были проведены сразу же после приобретения. Для того, чтобы сравнить полученные данные и определить допустимое количество нитратов в клубнеплодах было использовано Решение Правительства № 567 от 16.07.2014 об утверждении Национальной программы мониторинга остатков пестицидов и содержания нитратов в пищевых продуктах растительного происхождения на 2015-2020 годы [9].

## 1.2. Методы исследования.

Исследование проводилось в лаборатории Департамента Пищевых продуктов и Питания, ТУМ. Данное исследование проводилось в несколько этапов: измерение количество нитратов в клубнеплодах до процесса озонирования и после озонирования.

Для измерений количества нитратов был использован нитратомер СОЭКС NUC-019-2, анализ которого основан на определении электропроводности среды. В меню прибора для каждого продукта учтен поправочный коэффициент, учитывающий естественно содержащиеся соли азотной кислоты. Прибор определяет уровень нитратов, оценив электропроводность и учтя поправочный коэффициент для каждого продукта отдельно[10].

Для проведения процесса озонирования использовался озонатор «МИЛЛДОМ» Озонатор-ионизатор M700 Premium, устройство производит озон из воздуха[11]. Синтез озона производится в электрическом разряде с помощью плазменного индукционного электрода[12]. Озонатор «MILLDOM» обладает сертификатом системы качества на соответствие требованиям международного стандарта ISO 9001 и является единственный на рынке прошедший полную сертификацию. Одобрен Минздравом для применения в домашних условиях -Сертификат Минздрав Молдовы – 42595 0041495[13].

### 1.2.1. Измерение количества нитратов до озонирования

Начало первого этапа исследования состояло в тщательном промывании овощей и нарезанию их на 4-ре равные части так, как из источников литературы известно, что в разных частях овощей накапливается различное количество нитратов[14]. Следующий процесс состоял в измерении нитратов при помощи нитратомера СОЭКС NUC-019-2, результаты которого вносили в таблицу 1, вычисляя среднее значение и процентную степень очистки по каждому клубнеплоду.

Табл.1.

Сравнительная характеристика содержания нитратов до и после процесса озонирования

Вид клубнеплода	Количество нитратов до \ после озонирования (мг/кг)									
	Черная редька		Белый сорт картофеля		Красный сорт картофеля		Морковь		Свекла	
Допустимая норма	1000		250		250		250		1400	
№ части	до	после	до	после	до	после	до	после	до	после
1 часть	92	89	140	129	151	111	118	98	124	114
2 часть	103	99	156	126	121	101	113	100	133	103
3 часть	94	78	145	112	125	98	86	79	110	104
4 часть	104	79	130	122	130	111	83	73	130	106
Среднее значение	98,25	86,25	142,75	122,25	131,75	105,25	100	87,5	124,25	106,75
Отличие значения мг/кг	12 <sub>(мг/кг)</sub>		20,5 <sub>(мг/кг)</sub>		26,5 <sub>(мг/кг)</sub>		12,5 <sub>(мг/кг)</sub>		17,5 <sub>(мг/кг)</sub>	
Степень очистки, %	12,2%		14,4%		20,1%		12,5%		14,1%	

### 1.2.2 Озонирование овощей.

Озонирование овощей проводилось при помощи озонатора «МИЛЛДОМ» M700 Premium. В принципе работы озонатора используется природный механизм получения озона после разряда молнии. Воздух втягивается через отверстие в нижней части аппарата в блок генератора и обрабатывается высокочастотным разрядом. Получаемый озон высокой концентрации используется для дезинфекции, устранения микробов, запахов и т.д. [15]. Для озонирования клубнеплодов их закладывали в резервуар, предварительно наполненный водой, помещали трубочку с насадкой и обрабатывали в течение 15 минут в целях удаления ядохимикатов.

## 2. Результаты и обсуждения.

В ходе исследования было измерено количество нитратов до процесса озонирования, значения которых не превышают нормы. Далее был применен один из способов удаления нитратов из овощей - озонирование. Для этого клубнеплоды делились на четыре равные части, для более правильности проведения исследования. Исходя из данных представленных в таблице 1 видно, что в разных частях клубнеплодов были обнаружено разное количество нитратов. После озонирования количество нитратов повторно измеряли.

Сравнивая значения, количество нитратов до и после озонирования было выявлено, что озонатор действительно положительно влияет при обработке овощей.

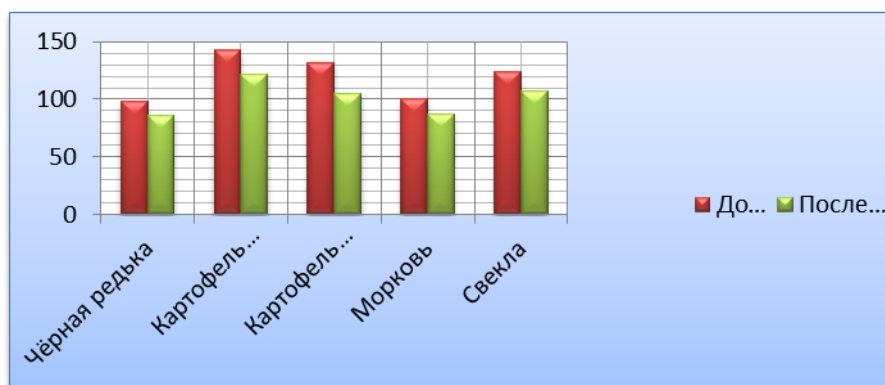


Рис.1. Сравнительная характеристика количества нитратов до и после озонирования

По данным представленным на рис.1 можно сделать вывод, что содержание нитратов во всех исследуемых клубнеплодах находится в допустимых нормах. А также видно, что количество нитратов до и после озонирования различны. А именно количество нитратов снизилось от 12,2 до 20,1%, что доказывает положительное действие процесса озонирования на овощи.

## Выводы

В наши дни стал очень актуален вопрос по содержанию нитратов в овощах и фруктах. Среди регионов, в которых производится продукция с содержанием нитратов выше предельно допустимых количеств более 30% ее общего объема, следует выделить: республики Прибалтики, Ленинградскую и Московскую области, Молдавию, Украину, республики Средней Азии, отдельные области Белоруссии. За последние два десятка лет “география” загрязнения нитратами продукции существенно расширилась [16].

Решением данной проблемы могут быть различные методы снижения нитратов из овощей и фруктов. Способы снижения нитратов в овощах:

- Первый и самый простой способ - тщательное очищение от кожуры и промывание. После такой процедуры овощи теряют десятую часть нитратов.
- Второй способ это замачивание овощей и фруктов в подсоленной воде на несколько часов.
- Третий способ это варка овощей, сливание первого кипятка, поварив их 15 минут, и заливание новой водой.
- Заготовка овощей путем их закваски. В квашеных овощах все нитраты переходят в рассол.

В данной статье рассмотрен еще один способ снижения количества нитратов в овощах, путем их озонирования. Исходя из полученных данных можно сделать вывод, что озонирование клубнеплодов можно использовать, как альтернативу другим способам, как например варке. В случае приготовления холодных закусок, когда овощи используются в сыром виде и времени для замачивания нет, может помочь процесс озонирования. А также с помощью этого метода можно снизить риски различных заболеваний и тяжелых отравлений.

## Список литературы

1. D. Paladi, A. Chirsanova, N. Mija, T., Capcanari Îndrumar metodic pentru îndeplinirea lucrărilor de laborator la disciplina "TOXICOLOGIE ȘI SECURITATE ALIMENTARĂ" /; Univ. Teh. a Mold., Fac. Tehnol. Alimentelor, Dep. Alimentație și Nutriție. – Ch.: Tehnica – UTM, 2017. – 44 p.

2. <https://nsportal.ru/vuz/khimicheskie-nauki/library/2017/01/09/opredelenie-nitratov-v-pitevoy-vode-i-ovoshchah-v>
3. [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/144415/Nitrates%20%20nitrites%20%20nitroso%20compounds\\_Rus.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/144415/Nitrates%20%20nitrites%20%20nitroso%20compounds_Rus.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
4. [https://knowledge.allbest.ru/ecology/3c0b65625b2bc78b4d53b88421306c36\\_0.html](https://knowledge.allbest.ru/ecology/3c0b65625b2bc78b4d53b88421306c36_0.html)
5. ГОСТ 32284-2013 (UNECE STANDARD FFV-10:2010) Морковь столовая свежая, реализуемая в торговой розничной сети. Технические условия Fresh food garden carrots for retail. Specifications <http://docs.cntd.ru/document/1200107779>
6. ГОСТ 32285-2013 Свекла столовая свежая, реализуемая в розничной торговой сети. Технические условия Fresh food red beet for retail. Specifications <http://docs.cntd.ru/document/1200108369>
7. ГОСТ 7176-2017 Картофель продовольственный. Технические условия Food potatoes. Specifications <http://docs.cntd.ru/document/1200157728>
8. ГОСТ 32810-2014 (UNECE STANDARD FFV-59:2010) Редька свежая. Технические условия Fresh radish. Specifications <http://docs.cntd.ru/document/1200113785>
9. РП 567 от 16.07.2014 об утверждении Национальной программы мониторинга «остатков пестицидов и содержания нитратов в пищевых продуктах растительного происхождения на 2015-2020 годы.» <http://docs.cntd.ru/>
10. [https://soeks.ru/catalog/nitrat\\_tester\\_soeks\\_nuc\\_019\\_2](https://soeks.ru/catalog/nitrat_tester_soeks_nuc_019_2)
11. <https://cyberleninka.ru/article/n/ozonator-kompressor-nogo-tipa>
12. <https://www.milldom.ru/blog/podrobno-ob-ozonatore-ionizatore-milldom/>
13. <http://www.dostavka.md/ru/buy/appliance/Zdorovie-i-Blagosostoyanie/Ozonatori-vozduha/Ozonator-Ionizator-MILLDOM.1165571>
14. Соколов О.А. Особенности распределения нитратов и нитритов в овощах., 1987г., №6. ISBN 5-99013-123-2
15. <http://www.docload.ru/Basesdoc/8/8499/index.htm>
16. <https://zdorovyda.ru/vrednyie-poleznyie-ovoshhi-ili-kak-izbavitsya-ot-nitratov/>

# IMPACTUL TRATAMENTULUI TERMIC ASUPRA CAROTENOIDELOR DIN DOVLEAC

Adelina POPESCU, Irina CEREVATÎI

Universitatea Tehnică din Moldova

**Abstract:** Dovleacul prezintă o sursă importantă de carotenoide cu activitate provitaminei A, luteină, zeaxantină, licopen, fibre alimentare, substanțe minerale și compuși fenolici având acțiuni benefice asupra organismului uman. Utilizarea dovleacului ca component a produselor alimentare sporește valoarea nutritivă a produsului finit. În acest articol sunt prezentate datele determinării prin metoda spectrofotometriei UV/Vizibilă a  $\beta$ -carotenului, zeaxantinei și licopenului din dovleacul supus diferitor tratamente termice.

**Cuvinte cheie:** Carotenoid, licopen, zeaxantină, spectrofotometru, dovleac.

## Introducere

Dovleacul este o plantă erbacee cultivată în diferite regiuni ale lumii cu climă favorabilă. Republica Moldova dispune de condițiile climaterice necesare pentru creșterea și dezvoltarea diferitor soiuri de dovleac utilizat pe larg în diverse domenii datorită proprietăților sale și a compoziției chimice valoroase. Soiuri de dovleac cultivate în Moldova sunt *Curcubita Maxima* și *Moschata*, cel din urmă fiind apreciat pentru conținutul său ridicat de caroteni în special  $\alpha$  și  $\beta$ .

Carotenoizii manifestă activitate antioxidantă, astfel odată cu pătrunderea acestora în organismul uman se transformă în retinol-forma activă a vitaminei A. Din cele peste 600 tipuri de carotenoizi cu activitate provitaminică, cea mai mare parte este reprezentată de  $\alpha$  și  $\beta$  carotenoizi. Se cunoaște faptul că  $\beta$ -carotenul are activitate provitaminică a vitaminei A în valoare de 100 %, iar  $\alpha$ -caroteni au activitate provitaminică doar 50 %. [1]

Un conținut ridicat de carotenoide totale ( $19.605 \text{ mgL}^{-1}$ ) a fost determinat în specia Muscat, dintre care  $\beta$ -caroten ( $3,448 \text{ mgL}^{-1}$ ), iar în specia C. Maxima conținutul de carotenoide totale este mai mic ( $12 \text{ mgL}^{-1}$ ). De asemenea, s-a demonstrat faptul că în dovleacul curățit se găsesc mai multe carotenoide decât în cel cu coajă. [2]

În Moldova dovleacul este un produs accesibil pentru consum, de aceea fiind bogat în  $\beta$ -caroteni, acesta poate fi pe larg utilizat pentru prevenirea afecțiunilor provocate de carența vitaminei A. Este cunoscut faptul că insuficiența de vitamina A în organismul uman poate duce la apariția diferitor afecțiuni ale ochiului și anume boala, denumită în popor "orbul găinilor", care presupune scăderea acuității vizuale în întuneric. De asemenea carența vitaminei A provoacă dereglări ale sistemului respirator, digestiv și reduce rezistența organismului la infecții și boli.

Prin intermediul diferitor tratamente termice (fierbere, coacere) din dovleac pot fi pregătite un șir de preparate culinare care ar putea fi incluse în meniurile școlare cu scopul de a promova consumul de vitamina A în rândul elevilor, meniurile dietetice și pentru consumul larg.

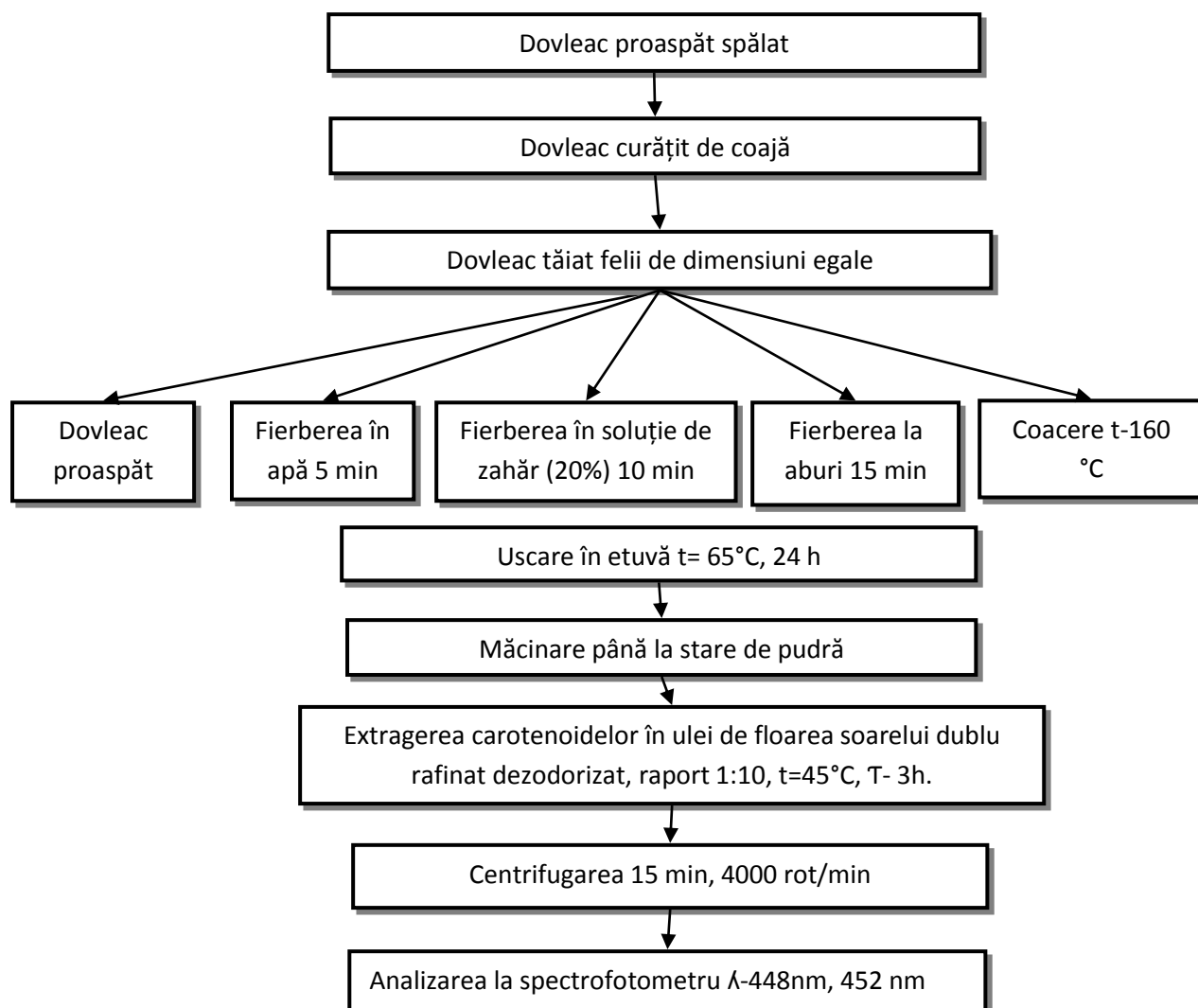
**Obiectivul** prezentei cercetări a constat în determinarea conținutului total,  $\alpha$  și  $\beta$  carotenoizi în dovleac din soiul *Curcubita moschata*, recolta anului 2018, care a fost supus tratamentului termic prin diferite metode culinare.

## 1. Materiale și metode.

Dovleacul din specia *Curcubita moschata*, recolta anului 2018, crescut în partea centrală a țării a fost prelucrat primar și supus diferitor tratamente culinare.

Schema procesului tehnologic de pregătire și etapele de prelucrare a probelor pentru cercetare este prezentată în figura 1.

Estimarea conținutului carotenoidelor a fost efectuată prin metoda spectrofotometrică la lungimea de undă în limitele 448, și respectiv 452 nm, utilizând spectrofotometrul Hach Lange DR-5000.



**Fig. 1** Schema tehnologică de pregătire a probelor de dovleac

#### *Extragerea și determinarea carotenoizilor*

Extractele carotenoidelor pentru determinări ulterioare au fost dozate cu ajutorul unei pipete automate câte 10 ml de probă în cuva de cuarț. Determinările s-au efectuat în prezența probei martor (ulei dublu rafinat dezodorizat). Pentru fiecare probă au fost măsurate valorile absorbantei la lungimile de undă 448 nm, și respectiv 452 nm. Rezultatele măsurărilor exprimate în conținutul de carotenoide se determină prin următoarea relație matematică. [5]

$$A = \varepsilon_{\lambda} * c * d \quad (1)$$

$\lambda$ -lungimea de undă la care se formează maximul de absorbție al carotenoizilor, [nm]

$\varepsilon$ - coeficient de absorbție a componentului specific pentru o anumită lungime de undă, [l/mol]

A- absorbanta măsurată cu spectrofotometrul

c- concentrația de carotenoizi în extractul cercetat

d- lungimea laturei cuvei de cuarț a spectrofotometrului, d- 1 cm

## **2. Rezultate și discuții.**

Cercetările au demonstrat, că dovleacul autohton din specia *Curcubita moschata* este o sursă deosebit de importantă în aportul zilnic de carotenoide. Dovleacul proaspăt se caracterizează prin conținut total de carotenoide 36,68 mg/100g produs, care este prezentat în proporții practic egale de  $\beta$ -caroten-11,24 mg/100g; Lycopene- 12,85 mg/100g; Zeaxantina- 12,59 mg/100g.

Tratamentul termic demonstrează modificarea conținutului de carotenoide. Fierberea în apă și la aburi contribuie majorării acestor indici în limitele de 9-10%, în timp ce coacerea și fierberea cu zahăr se însoțește cu scăderea acestor componente, în deosebi, fierberea cu zahăr. Rezultatele cercetărilor sânt prezentate în tabelul 1.

Tabelul 1  
Conținutul de carotenoide în dovleac supus tratamentului termic.

Component (tipul de carotenoid)	$\lambda$ [nm]	Masa componentului carotenoid [mg/100 g produs]				
		Coacere	Fierbere cu apă	Fierbere cu zahăr	Fierbere la aburi	Dovleac proaspăt
<b><math>\beta</math>-caroten</b>	452	9,59	12,32	4,94	12,31	11,24
<b>Lycopene</b>	448	10,55	13,95	5,41	13,98	12,85
<b>Zeaxantina</b>	452	10,74	13,79	5,53	13,78	12,59
<b>Total carotenoide</b>		30,88	40,06	15,91	40,07	36,68

Spectrele din figura 2 evidențiază vârfuri care sunt caracteristice componentelor carotenoide.

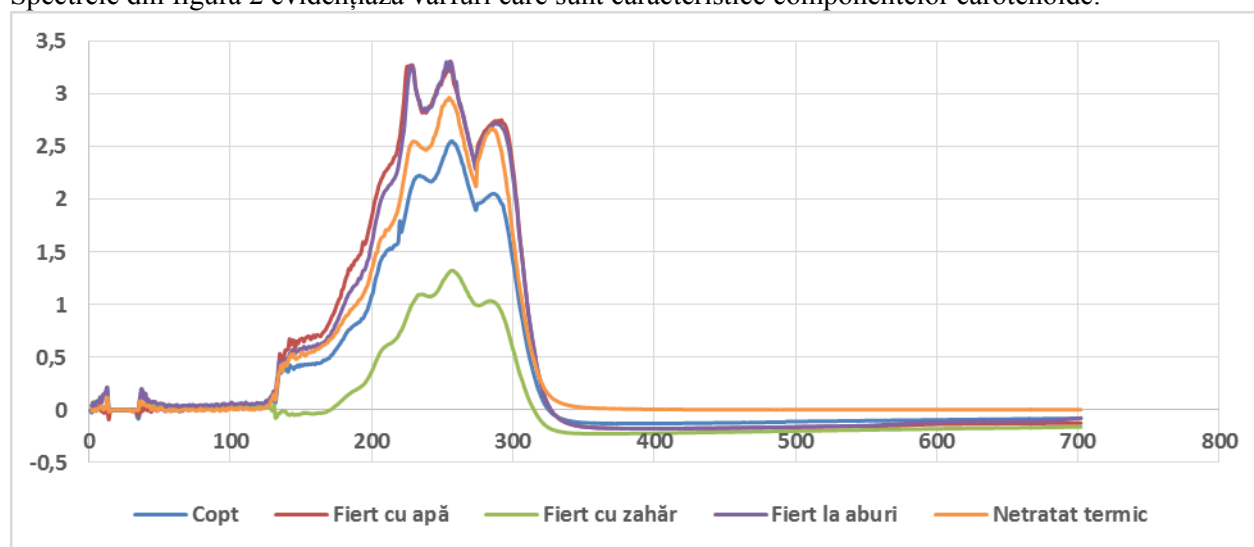


Fig. 2 Spectrele obținute la analiza extractului uleios din dovleac supus diferitor tratamente termice

Aceste rezultate confirmă importanța utilizării dovleacului ca sursă valoroasă de carotenoide, precum și utilizarea acestuia în diverse forme de tratament culinar.

## Concluzii

Studiile efectuate au arătat că consumul de dovleac este benefic asupra sănătății umane reducând riscul de apariție a cancerului, diabetului, hipertensiunii arteriale, cataractei datorită compoziției sale biologice active. Interese deosebit prezintă compoziția carotenoidelor, vitamina A.

S-a constatat că anumite metode de tratament culinar au o influență asupra conținutului de carotenoide și anume temperatura și durata tratamentului termic.

Cea mai importantă cantitate de carotenoide se află în dovleacul supus fierberii la aburi 40,07mg/100g. Dovleacul proaspăt conținutul de  $\beta$ -caroten este de 11.24 mg/100 g produs, iar cu o abatere nesemnificativă este în dovleacul fiert în apă și la aburi cu un conținut de 12.32 mg/100 g produs.

În dovleacul copt în cuptor la temperatura de 160 °C timp de 2 ore masa  $\beta$ -carotenului constituie 9.59 mg/100 g produs.



Prezenta cercetare demonstrează posibilitatea de utilizare a extractelor uleioase de dovleac în producerea alimentelor cu conținut carotenoidic sporit. Un interes aparte îl constituie și oportunitatea substituirii antioxidanților sintetici cu cei naturali obținuți din surse horticole autohtone în vederea oferirii consumătorilor unor produse alimentare stabile și sigure pentru consum.

### **Bibliografie**

1. D.C. Potosí-Calvache, P. Vanegas-Mahecha & H.A. Martínez-Correa Convective drying of squash (*Cucurbita moschata*): Influence of temperature and air velocity on effective moisture diffusivity, carotenoid content and total phenols. *Revista DYNA* 84(202):112-119.
2. Jacobo-Valenzuela N., Maróstica-Junior M. R., Zazueta-Morales J. J., Gallegos-Infante J.A., Physicochemical, technological properties, and health-benefits of *Cucurbita moschata* Duchense vs. Cehualca in *Food Research International* 44(2011) 2587-2593.
3. De Carvalho L.M.J., Gomes P.B., Godoy R.L.D.O., Pacheco S., do Monte P.H.F., de Carvalho J.L.V., et al. 2012 Total carotenoid content,  $\alpha$ -carotene and  $\beta$ -carotene, of landrace pumpkins (*Cucurbita moschata* Duch): A preliminary study. *Food Research International* 47(2):337-340
4. D.I. Onwude, N. Hashim, R. Janius, N.M. Nawi and K. Abdan Color change kinetics and total carotenoid content of pumpkins as affected by drying temperature. in *Journal of Food Science* 29(1).
5. E. Biehler, F. Mayer, L. Hoffmann, E. Krause, T. Bohn Comparison of 3 Spectrophotometric Methods for Carotenoid Determination in Frequently Consumed Fruits and Vegetables in *Journal of Food Science* 75(1):C55-61.

# EVALUATION OF POLYPHENOLIC CONTENT OF THE LOCAL MOLDOVAN FRUITS (APPLES, PEARS, QUINCES)

Dmitry CEABAN, Vladimir PUSHOY

Technical University of Moldova

**Abstract:** *In this study we aim to evaluate the potential of local Moldovan fruits, namely quince (Muscat, Port), pear (Conference, Victoria), apple (Golden, Jonathan) as sources of beneficial and bioactive compounds (polyphenols and antioxidants), studying the effect of different extraction solvents. The samples were followed by extraction with ethanol in different concentrations (25%, 50%, 75%). They were taken both from the pulp and from the surface of the products. The results show that the polyphenolic content is higher in the samples extracted in the concentration of 75% ethanol and taken from the surface of the product. This correlation is positive for quince and pear, and negative for apple, because the highest polyphenolic content in apples was found in the concentration of 25% ethanol.*

**Keywords:** Polyphenols, Antioxidant activity, spectrophotometry, Moldovan fruits.

## Introduction

Phenolic compounds are a main class of secondary metabolites in plants and are divided into phenolic acid and polyphenols. These compounds are found combined with mono- and polysaccharides linked to one or more phenolic group, or can occur as derivatives, such as ester or methyl esters.

Among the several classes of phenolic compounds, the phenolic acids, flavonoids, and tannins are regarded as the main dietary phenolic compounds. Many studies have shown a strong and positive correlation ( $p \leq 0.05$ ) between the phenolic compound contents and the antioxidant potential of fruits and vegetables.

Plant-based foods such as vegetables and fruits tend to be high in polyphenols. Nowadays, the extraction and purification of polyphenols from natural sources is required, since these bioactive substances are often used in functional foods, food additives and nutraceutical industries. The determination of polyphenol content and antioxidant capacity of food extracts are also important to know the health potential of different foods.

Apples, pears and quinces are constantly used in our diet in a fresh condition, therefore we are interested in making of our research based on samples taken from these types of fruits [1,2]. Any minerals and vitamins are best preserved in fresh fruits, polyphenols are not an exception to this rule [3,4].

The number of polyphenols in a food can vary depending on where the food is grown, how it is farmed and transported, how ripe it is, and how it is cooked or prepared. The average 100 grams fresh weight of fruits (grapes, apple, pear, quince) contain up to 300 mg of polyphenols. It is known that with various types of treatments, such as drying, the content of polyphenols in the product drops significantly. Therefore, we carried out the extraction in samples not subjected to any changes in order to obtain the most favorable result. As samples for our research, we purchased products of local origin, most often can be seen both in the supermarket and on someone's table. In the Republic of Moldova, some of these fruits are apples, pears and quinces.

## 1. Materials and methods.

Fruit samples were purchased in the supermarket. We chose apples (Golden and Jonathan), pears (Conference and Victoria), quince (Muscat and Port) for our research.

Each fruit was washed and cut into the slices of equal size. The extraction was carried out in ethanol (25%, 50 %, 75%) with a solvent ratio of 1 g : 10 ml of alcohol. The extraction process was carried out by shaking at 22 ° C for 24h. The extracts were decanted and stored in dark glass bottles at + 4 ° C.

Each sample of 1g was taken from the skin and pulp of the product and placed in ethanol solvent with various concentrations: 25%, 50%, 75%. For the skin, only a concentration of 75% was used. After 24 hours, we have prepared samples for the spectrophotometry and have conducted an analysis at a wavelength of 765nm. The total phenolic content (mg) in the extracts of pears, apples and quinces was determined by the Folin-Ciocalteu method [5], and all results were listed in Table 1.

## 2. Results and discussion.

The results showed that the extraction was primarily affected by the solvent concentration. Based on table 1, it can be concluded that the largest amount of polyphenols was obtained at a concentration of 75% from the surface of the fruit, with the exception of apple Golden. This variety is an exception, since the highest amount of polyphenols in apples of this variety was obtained at a concentration of 50%. From the all samples of the local fruits more richest in polyphenols are quince Port and apple Jonathan.

Table 1 Polyphenol content in mg on 100 g of fresh fruits

Solvent concentration	Pear Victoria	Conference	Apple Golden	Jonathan	Quince Muscat	Port
25% pulp	4,0	0,8	17,2	26,4	16,5	23,0
50% pulp	6,2	5,1	32,8	31,2	25,8	31,9
75% pulp	8,5	5,8	25,3	33,9	29,1	36,2
75% surface	11,9	10,9	26,2	57,0	95,1	---

The most visual comparison of the content of polyphenols in certain types of fruit can be traced in the following figures: Figure 1, Figure 2, Figure 3.

On the Figure 1, you can see that Victoria pears are richer in polyphenol content at any concentration of solvent solution in comparison with the variety Conference in the samples taken from the pulp and are practically equal on the surface.

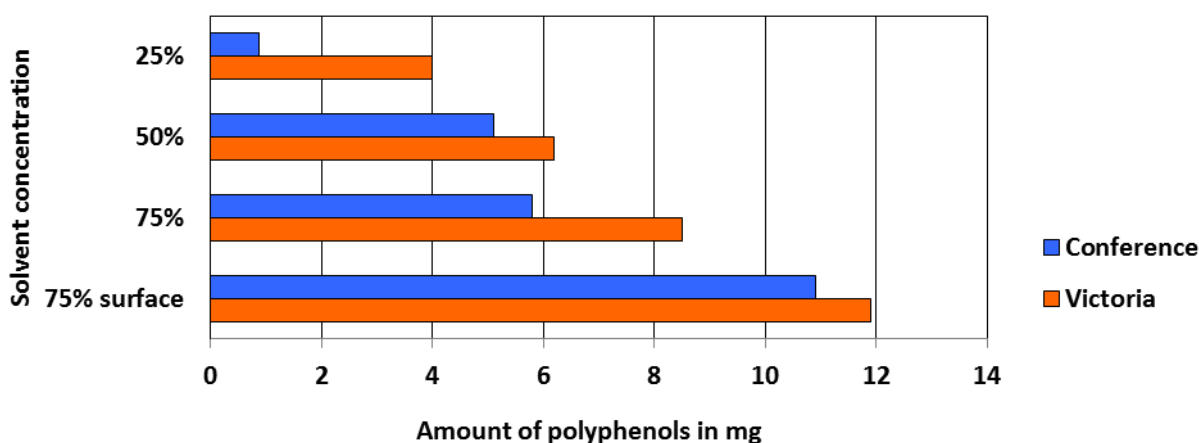


Fig.1. Polyphenolic content in mg on 100g of pears

In the samples taken from the pulp of apples, the amount of polyphenols is about the same ( 32,8 – 33,9 mg/ 100 g), on the surface the situation is different. In Jonathan apples, the amount of polyphenols on the surface is two times more than in the Golden variety ( 26,2-57,0 mg/100g) (Figure 2).

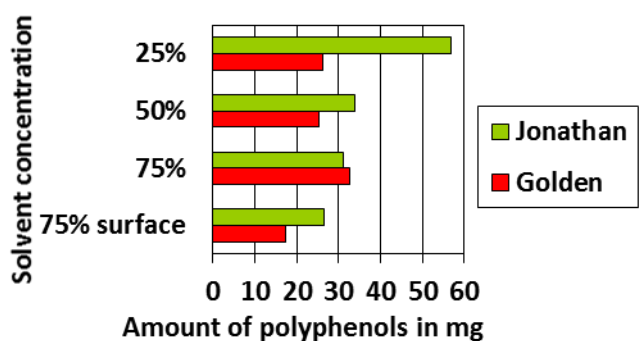


Fig.2 Polyphenolic content in mg on 100g of apples

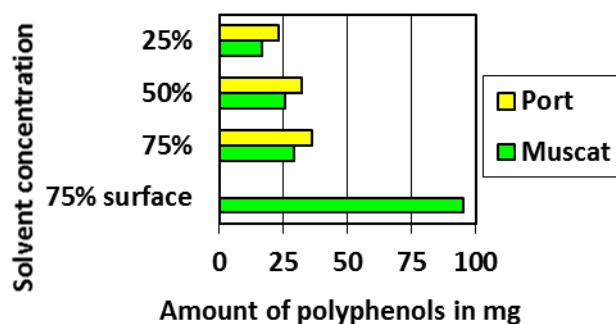


Fig.3 Polyphenolic content in mg on 100g of quinces

Also, based on the results of the table, it can be seen that polyphenols were not detected on the surface of quince (Port) at a concentration of 75% (Figure 3). In the Port quince, the content of polyphenols is higher in the pulp, and polyphenols are completely absent on the surface, which is surprising, since in the Muscat variety on the surface the amount of polyphenols is 95.1 mg, which is several times higher than in any other fruit and at any other concentration .

**Conclusion.** Based on the results obtained, we can state that the concentration of the solvent greatly influenced the process of extraction of polyphenols. On the surface of each sample of individual varieties, the content of polyphenols is higher than in the pulp. So, the solvents 75% ethanol were the most efficient in the extraction of total phenolics, with the exception of samples taken from apples varieties golden.

In apples of variety Golden, the most efficient solvent was 50% with the polyphenolic content of 32,8 mg. The largest amount of polyphenols was found on the surface of the quince variety Muscat-95,1 mg. The content of polyphenols in samples taken from fruits of local origin does not coincide with the existing standards for each of the varieties.

Despite this, as a result of our research, we managed to get the amount of polyphenolic compounds in fruits that would play a positive role in maintaining and strengthening the body and human health in general. Quinces, pears and apples turned out to be excellent sources of polyphenols, from which it can be concluded that these fruits must be included in the daily diet of each person.

#### References:

1. Nikolina Mrduljaš, Greta Krešić and Tea Bilušić. *Polyphenols: Food Sources and Health Benefits*. Published: August 2nd 2017.
2. Minatel, C. Borges, M. Ferreira, H. Gomez, C. Chen, G. Lima. *Phenolic Compounds: Functional Properties, Impact of Processing and Bioavailability*.
3. M. Liaudanskas, K. Zymon, J. Viškelis, A. Klevinskas, V. Janulis. *Determination of the Phenolic Composition and Antioxidant Activity of Pear Extracts*. Kaunas, Lithuania. Published 12 November 2017.
4. S. Chang , C. Alasalvar , F. Shahidi. *Review of dried fruits: Phytochemicals, antioxidant efficacies, and health benefits*. TÜBİTAK Marmara Research Center, Food Institute, P.O. Box 21, 41470 Gebze-Kocaeli, Turkey.
5. V. Orthofer, L. Raventós, M. Rosa . *Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin–ciocalteu reagent*. 1999.

## SECȚIA INGINERIE MECANICĂ, INDUSTRIALĂ ȘI TRANSPORTURI

Nr.	Autorul, denumirea lucrării	Pagina
1	<b>Petco Andrei</b> Dezvoltarea constructiv-funcțională a pompelor centrifuge prin optimizarea multiparametrică și simulările CFD	538
2	<b>Bregnova Alina</b> Tehnologii neconvenționale de fabricație a roților dințate prin imprimarea 3D	544
3	<b>Ungureanu Eugeniu</b> Influența concentrației de caprolactamă din electrolit asupra polarizării catodului oțel 45 la depunerea acoperirilor de fier electrolitic.	548
4	<b>Vișanu Ion, Vișanu Vitali, Balan Mihail</b> Cercetarea procesului de uscare a sorgului zaharat	552
5	<b>Colesnic Vladislav</b> Efectele anormale ale apei	556
6	<b>Cușnir Nicoleta</b> Informatizarea integrată a sistemului de transport din Republica Moldova.	561
7	<b>Spânu Roman, Vlasov Roman</b> Metodă alternativă de reducere a ecuațiilor Navier-Stokes	563
8	<b>Platon Andrei</b> Soluții actuale de fabricație aditivă	567
9	<b>Gîdei Igor, Voinovan Octavian, Voinovan Mircea</b> Studiul metodelor de sporire a eficienței pompelor de căldură utilizate la procesele industriale	571
10	<b>Chirnicin Victor, Croitoru Ion</b> Mașini de producție a peștelor	575
11	<b>Golovenko Victor</b> Automat pentru vâlțuirea pistonului cu bielă	577
12	<b>Barbălat Anatolie</b> Pompă de căldură – sursă eficientă de căldură	579
13	<b>Ungureanu Eugeniu, Platon Andrei</b> Influența densității de curent a concentrației de caprolactamă asupra micro-și macrodurității acoperirilor de fier electrolitic cu proprietăți de autolubrifiere	583
14	<b>Дамиан Иордаки</b> Использование системного подхода и новых методов обработки материалов	587
15	<b>Reicu Andrei</b> Analiza procesului de asamblare a planșetelor din ramura Automotive.	591
16	<b>Pintilie Denis</b> Rolul resurselor regenerabile în dezvoltarea economică durabilă.	594
17	<b>Pogîlă Oleg</b> Tehnologii electrochimice de prelucrare a materialelor metalice	598
18	<b>Giurgescu (Manea) Mădălina</b> Towards a diagnostics method of anxiety using the choquet integral	602
19	<b>Черный В.Н., Мисюра Т.Г., Попова Н.В., Завьялов В.Л.</b> Вибрационные экстракторы периодического действия и перспективы их промышленного использования	606
20	<b>Христенко В.В., Черный В.Н., Мисюра Т.Г., Попова Н.В.</b> Усовершенствование способа получения солодовых экстрактов	610
21	<b>Банк Иван Николаевич</b> Требования к профессии «Графический дизайнер», предъявляемые работодателями на рынке труда Москвы и Московской области	612

# DEZVOLTAREA CONSTRUCTIV-FUNCȚIONALĂ A POMPELOR CENTRIFUGE PRIN OPTIMIZAREA MULTIPARAMETRICĂ ȘI SIMULĂRILE CFD

Andrei PETCO

Universitatea Tehnică a Moldovei

**Abstract:** În lucrare este descrisă situația actuală a industriei de producere a pompelor în Republica Moldova, precum și căile de creștere a eficienței energetice - condiție primordială a sporirii competitivității pompelor centrifuge autohtone. Direcția de soluționarea acestei probleme este combinarea proiectării asistate de calculator cu aplicarea optimizării multiparametrice și a simulărilor CFD.

**Cuvinte cheie:** pompe centrifuge, eficiență energetică, optimizare multiparametrică, turbulență, procese cavitaționale, CFD.

## Introducere

Formarea sectorului industrial modern al Republicii Moldova a demarat în perioada postbelică și s-a caracterizat prin integrarea totală a industriei locale în complexul unitar al economiei fostei URSS [1]. În anii 50 a fost luată decizia de creare a unui centru de producere a pompelor pe teritoriul RSSM. În 1958 a început producția pompelor centrifuge submersibile[6], iar din 1961 a început producția pompelor centrifuge ermetice[4] la Uzina de pompe din Chișinău.

În prezent pe teritoriu Republicii Moldova activează 6 întreprinderi care produc pompe centrifuge, printre care: CRIS Hermetic Pumps, MoldovaHidromas, Hidrotehnica, Hidropompa ș.a., iar pompele produse de aceste întreprinderi cu un nomenclator de aproximativ 150 de modele sunt exportate în peste 60 de țări.

Totodată trebuie de menționat ca spectrul de pompe proiectate și produse în RM este suficient de larg, incluzând:

- pompe ermetice care permit ermetizarea hidraulică garantată a sistemelor în care sunt instalate, destinate pompării lichidelor chimic active (agresive, toxice, poluante), vaporii cărora pot forma amestecuri nocive sau explozive, fiind utilizate în industria chimică, petrolieră, atomică, farmaceutică, alimentară, militară etc.;
- pompe submersibile destinate pentru sistemele de alimentare cu apă;
- pompe centrifuge specializate pentru sistemele de canalizare;
- pompe centrifuge pentru pomparea uleiurilor în transformatoare electrice;
- pompe centrifuge pentru cu destinația specială (de exemplu din domeniu militar) ș.a.

Structura exportului pe parcursul anilor nu s-a schimbat semnificativ, majoritatea exportului revenind țărilor din cadru Comunității Statelor Independente (CSI) datorita faptului ca pompele autohtone au următoarele avantaje:

- sunt tradițional binecunoscute de piața CSI;
- satisfac consumatorii atât din punct de vedere al parametrilor de calitate, cât și al raportului ”preț-calitate”.

În ultimul deceniu s-a produs o scădere a exportului datorită următorilor factori:

- criză economică globală din 2008-2009;
- recesia economică (2014-prezent) din Rusia (și din alte țări ale CSI);
- creșterii prețului energiei electrice pe teritoriul CSI [2].

Din fig.1 putem observa că, o cădere bruscă a producerii pompelor în anii 2008-2009 și micșorarea producerii din anii 2013-2015 (minim fiind atins în anul 2015) grație factorilor menționați mai sus .

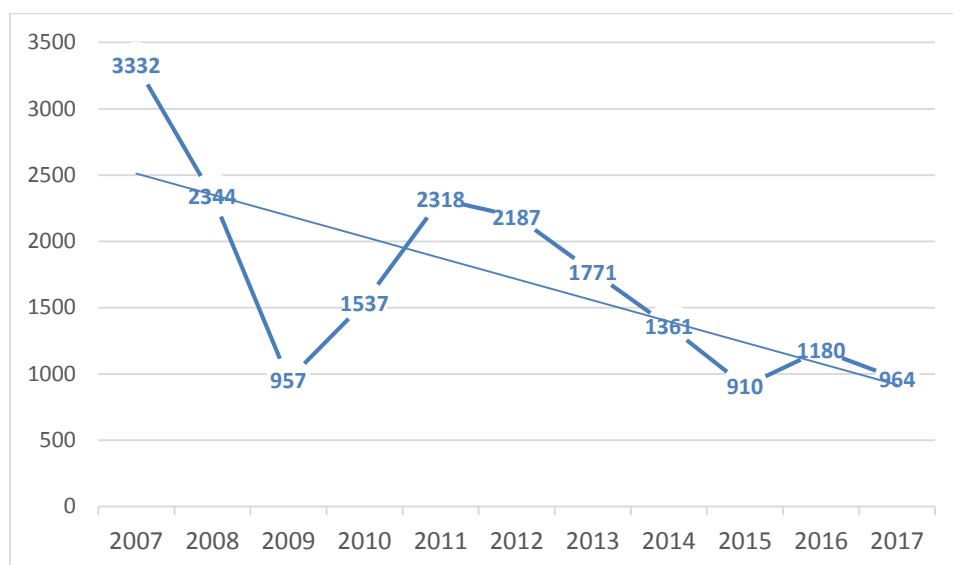


Fig.1. Producerea pompelor centrifuge, a altor pompe pentru lichide sau elevatoare de lichide în Republica Moldova, buc. [3]

## 1. Starea actuală a cercetării-dezvoltării pompelor centrifuge

În a două jumătate a secolului trecut ingineri-proiectanți recurgeau la metode intuitive de optimizare, bazate pe modele matematice simplificate și pe experiența proprie, proiectarea fiind redusă la un număr mare de iterații experimentale cu erori și influențe legate de factorul uman, precum și cu dificultăți de optimizare multicriterială.

În ultimul deceniu se atestă o tendință clară de reducere a volumului producerii și vânzării pompelor. Situația poate fi redresată prin modernizarea constructiv-funcțională a pompelor proiectate și produse în RM ținând cont de îmbunătățirea următorilor factori:

- majorarea eficienței energetice a pompelor, inclusiv mărirea randamentului lor, acest factor fiind foarte important pentru pătrunderea pe piața UE (Strategia 2020 a Uniunii Europene stipulează creșterea cu 20% a eficienței energetice până în anul 2020 - obiectivul 20/20/20) [5]);
- extinderea intervalului de lucru (curbelor de performanță Q-H);
- micșorarea presiunii minime necesare în aspirație pentru evitarea cavităției (NPSHr);
- micșorarea uzurii hidraulice provocate de efectele cavităției;
- micșorarea uzurii abrazive ca urmare a acțiunii impurităților din lichidul pompat;
- echilibrarea eficientă a forțelor axiale;
- micșorarea gradului de solicitare a motorului electric;
- creșterea fiabilității;
- creșterea duratei de exploatare etc.

Procesul de optimizare a geometriei organelor de lucru a pompei centrifuge, poate fi convențional divizat în două aspecte – moduri de rezolvare:

- crearea geometriei optimizate a organelor de lucru: rotorului (impelerului), corpului pompei, inducerului etc.;
- alegerea geometriei optimale din mai multe geometrii supuse încercărilor.

Cercetările în domeniul privind modernizarea constructiv-funcțională ale pompelor centrifuge sunt actuale, reprezintă interes pentru economia națională, deoarece ponderea lor reprezintă aproximativ 20% din fabricarea de mașini și echipamente în Republica Moldova [1], iar factorul primordial pentru asigurarea competitivității pompelor pe piețele de desfacere a fost și rămâne majorarea eficienței energetice.

Progresul considerabil în domeniul tehnologiilor informaționale și a puterii de calcul din ultimii 30-40 ani a deschis noi posibilități în studiul fenomenelor fizice din sistemele complexe prin modelarea la calculator cu sisteme de calcul corespunzătoare. Capacitatea înaltă a sistemelor de calcul moderne de operare rapidă cu un volum mare de date permite simularea comportării sistemelor fizico-tehnice complexe la diferite scări de mărime și de timp, precum și repetarea simulărilor pentru mai multe valori ale parametrilor de intrare cu scopul identificării soluțiilor tehnice optime din punct de vedere inclusiv al eficienței [9].

Pe parcursul anilor, la bază cercetărilor în domeniul științelor aplicative și a celor fundamentale au stat două abordări: teoretică și experimentală, actualmente, datorită dezvoltării progresului tehnico-științific își ia amploare încă o abordare, cea computațională. Un exemplu convingător este cel al companiei aeronautice Boeing din SUA. Produsele Boeing se caracteriză printr-o durată întinsă a ciclului de cercetare - proiectare, conținând la fel și mai multe etape de elaborare și proiectare testări extensive în tunelul aerodinamic ceea ce a dus concomitent și la un cost ridicat a ciclului. Integrarea modelării, proiectării și a experimentului computațional i-a permis companiei Boeing să reducă esențial testările costisitoare, ceea ce a condus la economii în costuri și în timp [9]. Schimbarea raportului dintre cercetarea experimentală și cea computațională la compania BOEING este reprezentată în fig.2.

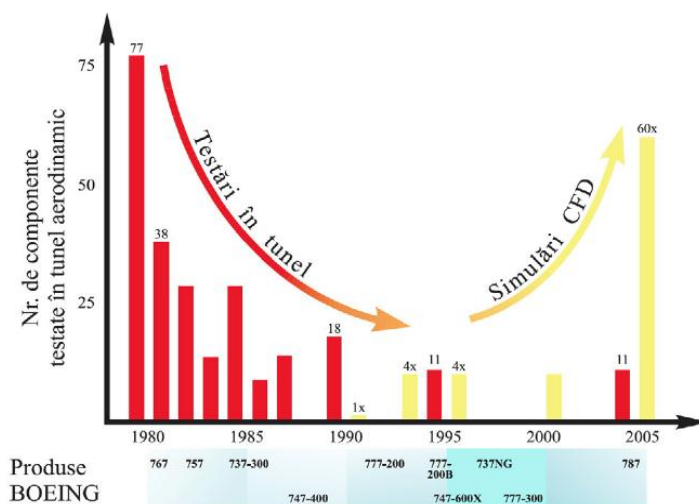


Fig.2. Evoluția simulărilor numerice CFD și a testărilor în tunelul aerodinamic efectuate de compania BOEING în perioada 1980 – 2005 [9]

Actualmente, rezolvarea problemei majorării eficienței energetice poate fi efectuată prin cuplarea metodelor de simulare la calculator din cadrul Dinamicii Computaționale a Fluidului (Computational Fluid Dynamics – CFD) și a optimizării multiparametrice. Simularea matematică a curgerii fluidului în cazul pompelor centrifuge reprezintă o problemă științifică complexă de hidromecanică, bazată de obicei pe ecuațiile Navier-Stokes. Utilizarea modelelor matematice moderne și a simulărilor complexe CFD (fig.3) pentru fenomenele de curgere turbulentă la fluidului cu efecte de cavitație permit o reducere substanțială a timpului ciclului de cercetare - proiectare – fabricație. O bună parte a cercetărilor experimentale poate fi înlocuită cu simulări computerizate ale proceselor pentru determinarea intervalelor de parametri cu impact negativ asupra eficienței energetice.

Procesul de optimizare poate fi descris sub forma unui algoritm(fig.3):

1. Formularea problemei, selectarea parametrilor (criteriilor) de optimizare (cum ar fi: sporirea randamentului, micșorarea NSPH, reducerea nivelului vibrațiilor și zgomot sau de exemplu micșorarea gradului de solicitare a motorului electric etc.),
2. Aplicarea algoritmului de optimizare.
3. Crearea modelului 3D.
4. Generarea rețelei de elemente finite, în baza căreia va fi efectuată simularea CFD.
5. Efectuarea experimentului computațional în baza Dinamicii Computaționale a Fluidului (CFD), menit pentru simularea proceselor de curgere în organele de lucru a pompei centrifuge.
6. Efectuarea postprocesării, analiză datelor primite.

În cazul atingerii criteriilor de optimizare modelul este selectat și examinat la satisfacerea condițiilor constructive și tehnologice (posibilitatea fabricării, satisfacerea condițiilor de rezistență și rigiditate), în caz contrar se recurge la o nouă iterație a ciclului.

La finele procesului de optimizare se execută o mostră sau un prototip în baza căruia se execută cercetările experimentale pentru validarea rezultatelor optimizării, după care se efectuează implementarea în serie a pompei modernizate.

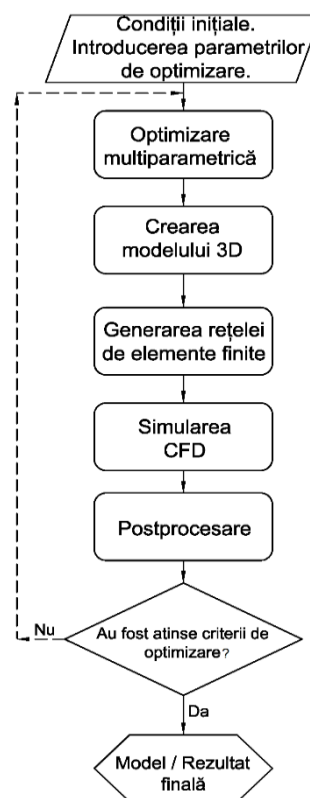


Fig.3. Schema optimizării

## 2. Căile de majorare a eficienței energetice a pompelor centrifuge

În prezent o răspândire largă au obținut diverse sisteme CAD de Proiectarea Asistată de Calculator (Computer-aided Design - CAD) destinate proiectării/optimizării organelor de lucru, cum ar fi, de exemplu:



BladeGen-ANSYS, BladeModeler, CFTurbo, Numeca, CAESES etc. De asemenea, se atestă o implicare tot mai largă a metodelor bazate pe Rețele Neuronale Artificiale (Artificial Neural Network - ANN) [7].

Cele mai frecvent folosite metode pentru optimizarea geometriei organelor de lucru a pompelor sunt [7]:

- ✓ Algoritmul genetic - Genetic Algorithm (GA),
- ✓ Algoritmul evoluționar - Evolutionary Algorithm (EA),
- ✓ Fuzzy Logic,
- ✓ Kriging Model,
- ✓ Artificial Bee Colony Algorithm (ABC),
- ✓ Simulările Monte-Carlo etc.

Pentru selectarea geometriei optimale a suprafețelor organelor de lucru ale pompelor tot mai des se folosește Dinamica Computațională a Fluidului (Computational Fluid Dynamics – CFD) [7].

Trebuie menționate patru modele matematice pentru calculul numeric a curgerii fluidelor în pompe [8]:

1. Ecuația Laplace
2. Ecuațiile Euler
3. Ecuațiile Navier-Stokes
4. Ecuația Rayleigh-Plesset

**Ecuația Laplace** descrie fluxurile nevâscoase (potențiale) irotaționale:

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0$$

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial z^2} = 0$$

Putem înlocui relația dintre potențial și viteză și ajungem la ecuația Laplace, care va avea forma:

$$\nabla^2 \cdot \varphi = 0 \quad (1)$$

**Ecuațiile Euler** descriu fluxurile nevâscoase rotaționale:

Ecuațiile lui Euler constituie un sistem de ecuații ce descriu mișcarea fluidelor fără viscozitate și reprezintă o consecință a conservării masei, momentului și energiei în cadrul *ecuațiilor Navier-Stokes*.

$$\begin{cases} \frac{\partial u}{\partial t} + u \cdot \Delta u = -\nabla w + g \\ \nabla \cdot u = 0 \end{cases} \quad (2)$$

**Ecuațiile Navier-Stokes** tratează fluxurile vâscoase rotative:

Ecuațiilor Navier-Stokes au luat naștere prin aplicarea legii a doua a lui Newton la mișcarea fluidelor împreună cu ipoteza că tensiunea fluidului este proporțională cu gradientul vitezei (fluid Newtonian), la care se adaugă gradientul presiunii.

Principiul de conservare a masei afirmă că în orice proces viteza de variație a masei, i.e. debitul masic, care intră într-un sistem dat este egală cu viteza de variație a masei care părăsește sistemul. Forma diferențială a ecuației de continuitate este:

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \nabla(\rho u) = 0$$

*unde:*  $\rho$  este densitatea fluidului,  $u$ -viteza fluidului și  $t$ -denotă timpul. În cazul fluidelor incompresibile, ecuația va avea formă:

$$\nabla \cdot u = 0 \quad (3)$$

Din principiul conservării impulsului rezultă ecuațiile de mișcare incompresibile pentru un fluid newtonian, care în forma diferențială sunt:

$$\frac{\partial u}{\partial x} + u \cdot \nabla u = f - \frac{1}{\rho} \nabla p + \nu \cdot \Delta u \quad (4)$$

*unde:*  $p$  – presiunea,  $f$  – forța masică unitară, raportată la masă,  $\tau$  – tensorul tensiunilor vâscoase, definit prin ecuația constructivă a fluidului newtonian:

$$\tau = 2\nu(S - \frac{1}{3}(\nabla \cdot u)I)$$

$\nu$  – viscozitatea cinematică,  $I$ - tensorul unitar de ordin doi, iar  $S$  este tensorul vitezelor de deformare:

$$S = \nu(\nabla u + \nabla u^T) \quad (5)$$

Partea stângă a ecuației (4) reprezintă forțele de inerție unitare, iar termenii din partea dreaptă reprezintă forțele masice, forțele de presiune și, respectiv, forțele de frecare vâscoase.

Sistemul de ecuații Navier-Stokes (3) și (4) reprezintă un sistem neliniar de ecuații cu derivate parțiale, faptul care se datorează termenului de inerție  $u \cdot \nabla u$ . Acest termen neliniar introduce interacțiuni complexe între structurile de diferite scări din mișcarea fluidului, fiind considerat sursa primordială a turbulenței. Neliniaritatea poate deveni relativ slabă, dacă forțele de inerție, care au rol destabilizator, sunt mici în raport cu forțele de frecare. În acest caz, ecuațiile Navier-Stokes pot fi rezolvate exact sau integrate numeric fără ipoteze simplificatoare suplimentare. În cazul general, soluționarea ecuațiilor Navier-Stokes este extrem de dificilă. La momentul actual, a fost demonstrată doar existența soluțiilor slabe, iar prezența soluțiilor tari fiind valabilă doar pentru intervale de timp mici. Prin urmare, diverse simplificări sunt considerate pentru a facilita găsirea soluțiilor, dacă nu exacte, cel puțin aproximative. Trebuie de menționat că în cazul simulării curgerii fluidelor prin organele de lucru ale pompei, ecuațiile Navier-Stokes sunt simplificate prin adoptarea unei serii de ipoteze simplificatoare: tratarea fluidului ca fluid newtonian, la o curgere incompresibilă, izotermă cu o viscozitate dinamică a fluidului constantă. [9]

**Modelul ecuațiilor Navier-Stokes mediate după Reynolds (RANS)** reprezintă, principalul model de calcul al curgerilor turbulente. Aplicarea medierii ecuațiilor Navier-Stokes necesită introducerea unor termeni suplimentari care sunt interpretați ca tensiuni aparente și fluxuri termice aparente asociate cu mișcarea turbulentă, fiind formulați în dependență de parametrii medii prin intermediul modelelor de turbulență care sunt necesare pentru închiderea sistemului de ecuații mediate Reynolds. [9]

Modelele de turbulență introduc ipoteze suplimentare, care, de regula, nu mai constituie o reflectare strictă a principiilor generale de conservare. Una din aceste ipoteze fiind: aproximația liniară Boussinesq  $\tau_{ij}^R = \nu_T \cdot S_{ij}$ , care descrie dependența liniară a tensorului Reynolds  $\tau_{ij}^R$  și a tensorului vitezelor de deformare  $S_{ij}$ , atunci ecuațiile (3) și (4), pot fi reformulate ca :

$$\frac{\partial \bar{u}_i}{\partial x_j} = 0 \quad (6)$$

$$\bar{u}_j \frac{\partial \bar{u}_i}{\partial x_j} - \frac{\partial}{\partial x_j} \left[ (\nu - \nu_T) \left( \frac{\partial \bar{u}_i}{\partial x_j} - \frac{\partial \bar{u}_j}{\partial x_i} \right) \right] + \frac{1}{\rho} \frac{\partial \bar{p}}{\partial x_j} = 0 \quad (7)$$

Modelele de turbulență folosite cel mai frecvent la simularea curgerii fluidelor în organele de lucru a pompei sunt [9]:

- *modelul k-ε*, format din două ecuații: ecuația pentru energia cinetică turbulentă  $k$  și ecuația ratei de disipare a energiei cinetice turbulente  $\varepsilon$ .
- *modelul k-ω*, ce implică rezolvarea ecuațiilor de transport al energiei cinetice turbulente  $k$  și al ratei specifice de disipare  $\omega$ .
- *modelul k-ω SST (Shear Stress Transport)*, fiind o combinație a modelului  $k-\omega$  cu modelul  $k-\varepsilon$ .

Modelul *SST* este cel mai frecvent folosit model de simulare a turbulenței datorită îmbinării concomitente ale punctelor forte ale modelelor  $k-\omega$  (descrierea curgerii în apropierea pereților) și  $k-\varepsilon$  (descrierea fluxului liber al fluidelor).

Se poate menționa că modelul RANS nu este unicul model folosit pentru simularea fenomenului de turbulență, putem indica : *Simularea Vârtejurilor Mari (Large Eddy Simulation – LES)* care descrie fenomenul turbulenței ca suma a vârtejurilor mari descriși la nivel de rețea de discretizare și a vârtejurilor mici descrise de modele de turbulență semiempirice, *Simularea Vârtejurilor Detașate (Detached Eddy Simulation – DES)*, metoda hibridă dintre RANS și LES și *Simularea Numerică Directă (Direct Numerical Simulation – DNS)* care calculează direct toate aspectele ale turbulenței, fără a face nici o ipoteză empirică. În simularea curgerii în organele de lucru a pompelor centrifuge cel mai des se folosește metoda RANS, fiind optimal din punct de vedere a efortului computațional și adecvată scopurilor din industria producerii pompelor, cum ar fi argumentarea și optimizarea parametrilor geometrici și funcționali ai pompelor.

**Ecuația Rayleigh-Plesset** se folosește pentru modelarea procesului de cavitație:

Ecuația Rayleigh-Plesset derivă din ecuațiile lui Navier-Stokes, reprezintă o ecuație diferențială care guvernează dinamica unui bule sferice (formate în urma procesului de cavitație în interiorul pompei) într-un fluid incompresibil.

$$R \frac{d^2 R}{dt^2} + \frac{3}{2} \left( \frac{dR}{dt} \right)^2 + \frac{4\nu}{R} \frac{dR}{dt} + \frac{2\gamma}{\rho_L R} + \frac{\Delta P(t)}{\rho_L} = 0 \quad (8)$$

unde:  $\rho_L$  este densitatea lichidului,  $R(t)$  - raza bulei,  $\nu$  - vâscozitate cinematică a lichidului,  $\gamma$  fiind tensiunea superficială dintre bulă și lichid,  $\Delta P(t) = P_\infty(t) - P_B(t)$ , unde  $P_B(t)$  - presiunea în bulă, iar  $P_\infty(t)$  - presiunea lichidului.

Curgerea fluidului este descrisă prin ecuații diferențiale în derivate parțiale care nu pot fi rezolvate analitic în cazul general. Prin divizarea unui domeniu de flux complex într-o multitudine de celule mici (elemente finite - în cazul Metodei Elementelor Finite (Finite Element Method – FEM), volume de control (finite) - în cazul Metodei Volumelor Finite (Finite Volume Method – FVM), aceste ecuații pot fi rezolvate într-un mod aproximativ prin metode numerice. În simularea numerică a proceselor de curgere a fluidelor în organele de lucru a pompei, de obicei, ca metodă se utilizează Metoda Elementelor Finite sau o combinație dintre Metoda Elementelor Finite și Metoda Volumelor Finite.

Programele CFD (Ansys CFX, Ansys Fluent, STAR-CCM+, Solidworks Simulation, Autodesk CFD, Numeca, NX Flow, Comsol, OpenFOAM) pot fi aplicate pentru:

1. simularea și vizualizarea proceselor de turbulență, utilizând ecuațiile Navier-Stokes;
2. calculul forțelor hidraulice;
3. optimizarea în timp real a geometriei în baza calculului efectuat;
4. calculul curgerii fluidului multifazic;
5. simularea și vizualizarea proceselor de cavitație;
6. integrarea modulelor CFD cu alte module pentru, de exemplu, optimizarea topologică în funcție de rezistența și rigiditatea pieselor componente ale pompelor, cu scopul micșorării consumului specific a materialelor, care la fel reprezintă o caracteristică de eficiență energetică etc.

## Concluzii

Curgerea fluidului în pompele centrifuge reprezintă un fenomen complex, fapt ce sporește dificultatea proiectării organelor de lucru, astfel încât în varianta clasică s-a recurs preponderent la proiectarea în baza datelor empirice obținute din cercetările experimentale complexe.

În prezent utilizarea proiectării asistate de calculator cu optimizarea multiparametrică și a metodologiei Dinamicii Computaționale a Fluidului (Computational Fluid Dynamics – CFD) permite proiectarea geometriei optime a organelor de lucru, micșorarea cheltuielilor pentru cercetarea experimentală și reducerea timpului ciclului de cercetare - proiectare – fabricare.

Modernizarea pompelor centrifuge va duce la creșterea competitivității pompelor și ca rezultat la o creștere economică durabilă în ramură, la fel ca și la extinderea piețelor de desfacere a pompelor autohtone în conformitate cu obiectivul de bază al Strategiei de dezvoltare a industriei [1] - crearea unui sector industrial al economiei tehnologic avansat, scientointensiv, eficient și competitiv.

## Bibliografie:

1. Hotărârea Nr. 1149 din 05.10.2006 cu privire la „Strategia de dezvoltare a industriei pe perioada până în anul 2015”. Monitorul Oficial Nr. 164-167, art Nr : 1243
2. Петров А.И., Ломакин В.О., Семенов С.Е. „Пути повышения энергоэффективности динамических насосов на основе современных компьютерных технологий.” Инженерный журнал: наука и инновации, 2013, вып. 4. Disponibil: <http://engjournal.ru/catalog/machin/hydro/689.html>
3. Productia principalelor produse industriale pe Tipuri de produse și Ani. Disponibil: [http://statbank.statistica.md/pxweb/pxweb/ro/40%20Statistica%20economica/40%20Statistica%20economica\\_\\_14%20IND\\_\\_IND030/IND030100.px/table/tableViewLayout1/?rxid=6077cf2e-0f7d-4717-a3c7-0724ec1b52b1](http://statbank.statistica.md/pxweb/pxweb/ro/40%20Statistica%20economica/40%20Statistica%20economica__14%20IND__IND030/IND030100.px/table/tableViewLayout1/?rxid=6077cf2e-0f7d-4717-a3c7-0724ec1b52b1)
4. CRIS Hermetic Pumps Company Presentation, Product Overview Canned Motor Pumps. Disponibil: [https://www.crispumps.com/sites/default/files/field/files/company\\_presentati\\_cris\\_hermetic\\_pumps\\_eng.pdf](https://www.crispumps.com/sites/default/files/field/files/company_presentati_cris_hermetic_pumps_eng.pdf)
5. Comunicare a Comisiei Europa 2020. O strategie europeană pentru o creștere inteligentă, ecologică și favorabilă incluziunii. Comisia Europeană, Bruxelles, 3.3.2010 COM(2010) 2020 final.
6. Hidropompa: Despre noi. Disponibil: <http://hidropompa.md/about-company?lang=ro>
7. Burak Koseoglu, Onur Yüksel „Energy Efficiency Optimization on Centrifugal Pumps: A Content Analysis.” Conference Paper: 1st International Congress on Ship and Marine Technology.
8. Johann F. Gülich. „Centrifugal Pumps.” Springer Heidelberg Dordrecht London New York DOI 10.1007/978-3-642-12824-0
9. Bostan V., Modele matematice în inginerie: Probleme de contact; Modelări și simulări numerice în aero-hidrodinamică, BonsOffices, Chișinău, 2014, 470p. ISBN 978-9975-80-831-6

# TEHNOLOGII NECONVENȚIONALE DE FABRICAȚIE A ROȘILOR DINȚATE PRIN IMPRIMAREA 3D

Alina BREGNOVA

Universitatea Tehnică a Moldovei

**Abstract:** În articol se descrie particularitățile și posibilitățile tehnologiilor neconvenționale de fabricație a roșilor dințate cu profiluri nestandarte ale flancurilor dinților. Lucrarea se referă la dezvoltarea conceptuală a tehnologiilor de prelucrare prin - Prototiparea Rapidă sau Tehnologii Aditive care, vine ca o soluție inovațională, indispensabilă în cercetarea oricărui inginer. Accentul principal se pune pe alegerea tehnologiei optime de fabricație a roșilor dințate, prin imprimarea 3D, care ar permite asigurarea preciziei de execuție dimensională și de calitate a suprafețelor conjugate.

**Cuvinte cheie:** imprimante 3D, roși dințate, materiale aditive, tehnologii aditive, prototipare rapidă.

**Introducere:** Actualmente, tehnologiile neconvenționale de fabricație reprezintă o modalitate inovatoare de a produce piese cu geometrii complexe, având un aport important în promovarea cercetărilor applicative în domeniile ingineriei, medical, militar sau alte. Există o varietate de tehnologii de imprimare ce oferă diverse proprietăți mecanice a produsului finit și costuri de producție diversificate. Multe studii din literatura de specialitate sunt compilate între diferite tehnologii de fabricare a aditivilor pe baza unor criterii tehnice sau economice, fiind orientate spre consum de energie și materiale cât mai mic și precizie ridicată a produsului finit. Această lucrare vine ca suport în alegerea tehnologiilor neconvenționale de fabricație a roșilor dințate prin imprimarea 3D, evaluând cele mai noi modele în baza datelor tehnice, economice și de mediu.

Clasificarea tehnologiilor deja cunoscute și utilizate până la începutul anilor 90, pot fi partajate în 2 grupe:

- I) Tehnologii de prelucrare prin înlăturare de material, care înlătură materialul în exces dintr-o bucată de material brut, prin folosirea unor metode convenționale (strunjire, frezare, rectificare etc) sau neconvenționale (electroeroziune, prelucrare cu laser, ultrasunete, etc.).
- II) Tehnologii de prelucrare prin redistribuire de material, care pornesc de la o cantitate corectă de material brut pe care-l redistribuie la forma solicitată prin deformare în stare solidă (forjare, ștanțare, extrudare, etc.) [ 1 ]
- III) Actualmente se dezvoltă noi tehnologii neconvenționale de fabricație, care se deosebesc fundamental de cele două grupe, numindu-se tehnologii de fabricare rapidă a prototipurilor, care realizează piesa prin adăugare de material, atât cât este necesar și unde este necesar.

**Istoria:** Prima cerere de brevet pentru prototipare rapidă a fost depusă încă în anul 1980, iar abia în 1986 Charles Hull vine cu prima imprimantă 3D comercială, oferind-o pentru vânzare prin intermediul companiei sale 3D Systems. Imprimanta 3D de stereolitografie avea la bază un fascicul laser pentru a solidifica un material polimer sensibil la ultraviolete folosind „atingeri” cu lumina ultravioletă degajată de laser. [2]

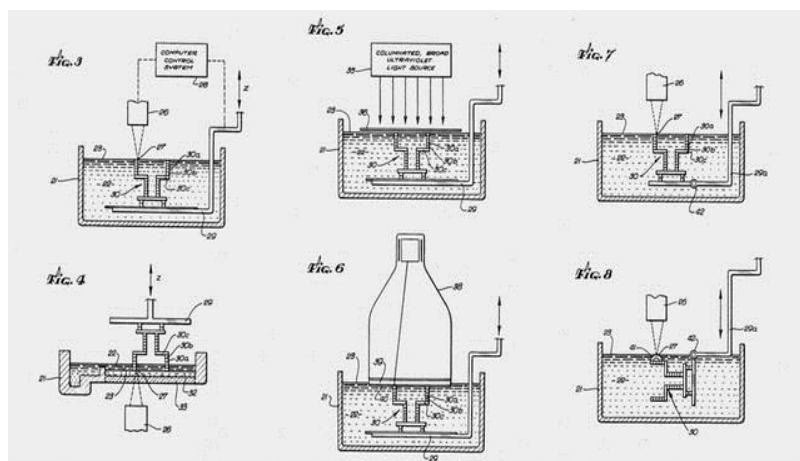


Fig.1 Schema Aparatul Stereolitografic din brevetul de invenție [2]



Fig.2 Prima imprimantă 3D [2]

### Caracteristici, avantaje, recomandări :

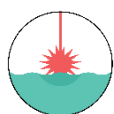
Caracteristica tuturor tehnologiilor neconvenționale este abilitatea acestora de a realiza obiecte complexe tridimensionale, prin intermediul programelor de proiectare CAD. Prototiparea rapidă vine cu o serie de avantaje ce permite o largă implementare în diverse domenii. Fabricarea unui model fizic într-un timp scurt, la cel mai mic cost, cu minim de utilaje și de etape intermediare în procesul de realizare. Tehnologia prezintă sursa indispensabilă în cercetarea profundă a transmisiilor precesionale, în care profilurile dinților roților dințate sunt variabile, din acest motiv, facilitând enorm procesul de fabricație a roților dințate. Aceste tehnologii fac posibil ca în cursul ciclului de dezvoltare și fabricare al produsului să se realizeze o serie de avantaje, printre care:

- detectarea din timp a eventualelor probleme de concepție, fără consecințe majore asupra costului final;
- testarea din timp a soluțiilor tehnologice alternative;
- validarea din timp a fezabilității industriale, optimizarea formelor și a costului utilajelor viitoare necesare fabricării în serie, reducându-se riscurile de modificare în timpul fazei de industrializare a produsului;
- determinarea caracteristicilor operaționale (mecanice, aerodinamice, estetice, ergonomice etc.) ale produsului, pe parcursul testelor efectuate pe modelul fizic.
- vizualizarea la proiectarea constructivă, un suport de proiectare a pieselor de complexitate înaltă, a secțiunilor lor, atât și la confecționarea sculelor complexe, a ștanțelor, a formelor de turnat etc.;
- suport pentru stabilirea costurilor (în particular la discuția producător – client potențial);
- modele funcționale, utilizate după menirea directă, de exemplu la testare;
- studiul proprietăților ergonomice ale produsului
- modele pentru confecționarea prototipurilor;
- componente pentru echipament tehnologic;
- confecționarea directă a pieselor, etc.

Deci toate aceste avantaje va permite realizarea și confecționarea directă a roților dințate, pentru studiul transmisiilor precesionale și căpătarea soluțiilor tehnologice pentru majorarea performanțelor a întregului sistem, compus din roata dințată.


La etapa actuală a dezvoltării tehnologiilor aditive, acestea pot fi grupate în dependență de specificul tehnologiei în următoarele concepte:

### I. Procedee care folosesc materie primă:



**SLA (Stereolithography - Stereolitografia)** – a fost primul proces de solidificare capabil să genereze un model fizic preluând datele modelului direct din calculator. Procedeeul prezintă o prelucrare strat după strat și se bazează pe polimerizarea unui lichid [1].

Mai jos este prezentată una dintre cele mai bune oferte a imprimantelor 3D din seria SLA, care permite imprimarea roților dințate de o precizie înaltă și multe alte beneficii care le urmărim, pentru obținerea unui ansamblu multifuncțional:

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Parametri maximi ai piesei imprimate: (650 x 750 x 550 mm), parametri min. 0,1 mm sau 0,004 mm</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Oferă o precizie înaltă a suprafeței +/- 45 μm</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Până la 4 ori mai rapid decât imprimantele 3D competitive</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rezoluție de 2,5 ori mai mare decât imprimantele 3D competitive</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Software "all-in-one" pentru configurarea și producția celor mai fine detalii ale elementelor de orice dimensiune</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Imprimare 3D rapidă, robustă și precisă cu deșeuri reduse de material</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Material utilizat: Accura® 55, Accura Phoenix (SLA), Accura e-Stone (SLA) - material plastic rigid, care simulează și înlocuiește articole ABS. Este ideal pentru ansambluri funcționale.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizează mai puțin de 1/3 din materialul imprimantelor competitive.</li> </ul>	<p>Fig.3 ProX 800 SLA 3D printer. [2]</p>

## II. Procedee bazate pe extrudarea materialului:



**FDM (Fused deposition modeling - Modelarea depunerii fuzionate)** - cheia procedurii dat constă în controlul riguros al temperaturii pentru topirea materialului și depunerea acestuia strat după strat. [3]


Dat fiind faptul că această tehnologie nu oferă precizia și calitatea minimală pentru imprimarea roților dințate, nu este necesară prezentarea ofertei.

## III. Procese cu materie primă sub formă de pulberi



**SLS (Selective Laser Sintering - Sinterizarea selectivă cu laser)** – Procesul este similar stereolitografiei, cu deosebirea că lichidul polimer este înlocuit cu o pulbere monocomponent (plastic sau refractare), sau cu o pulbere bicomponent (pulbere metalică acoperită, peliculizată). Spre deosebire de alte procese, acesta nu necesită construirea unor suporturi. [6]

Mai jos am prezentat una dintre cele mai bune oferte utilaj de acest tip:

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Imprimarea pieselor de dimensiuni mici și până cu dimensiuni de până la: (381 x 330 x 460 mm)</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Oferă o rezoluție și precizie înaltă a suprafeței finale</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Viteză ridicată de producție - 2,7 l pe oră</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Imprimarea cu ușurință a oricărui design fără a utiliza suporturi sau postprocesare</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Imprimare 3D rapidă, robustă și mult mai precisă cu deșeuri reduse de material</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Material utilizat: o gamă largă de material din clasa nylon 11, nylon 12 și materiale armate</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cost total de operare cu 20% mai mic decât imprimantele similare.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Automatizarea completă.</li> <li>• Piese cu o duritate mare și rezistență la temperaturi înalte</li> </ul>	<p>Fig.3 ProX SLS 6100 3D printer. [2]</p>

## Concluzii:

- ✓ Tehnologiile aditive (rapid prototyping) se dovedesc a fi un instrument deosebit de flexibil și util în cercetarea aplicativă și de elaborare de prototipuri, piese individuale și asamblate;
- ✓ În prezent, pe plan mondial se dezvoltă numeroase metode tehnologice de realizare a prototipării rapide a pieselor cu valorificarea din diferite materiale cu proprietăți fizico-mecanice distincte ;
- ✓ Prototiparea prin intermediul calculatorului îmbunătățește comunicarea dintre specialiști deoarece înțelegerea obiectelor tridimensionale se face mai ușor, acest lucru conducând la economii de cost și timp;
- ✓ Cercetările de perspectivă axate pe domeniu vor fi asigurate de precizia danturilor precesionale și pe selectarea metodelor de generare a lor prin tehnologii aditive fără prelucrări mecanice ulterioare sau cu un minim acceptabil de astfel de intervenții tehnologice;
- ✓ Complexitatea procesului la toate etapele de imprimare 3D este clară, eliminarea erorilor, procesul dificil de separare a produselor secundare după policondensare este realizat eficient de SLS sau SLA.

[6]

Astfel pentru prototiparea roților dințate procedeul SLA sau SLS – procedeele ce asigură rezoluție înaltă și calitate mai înaltă a suprafeței realizată într-un timp scurt. Chiar dacă costurile polimerilor sunt ridicate, utilajul acestor tehnologii este la preț mediu în comparație cu celelalte procedee.

La ora actuală a dezvoltării tehnologiilor prin imprimare 3D, principalul dezavantaj și rețineră constă în dificultățile de asigurare a preciziei dimensionale înaltă a pieselor, calitatea suprafețelor încă nesatisfăcătoare și diversitatea îngustă a materialelor utilizate.

## Bibliografie:

1. Petru Berce, Tehnologii de fabricație prin adăugare de material și aplicațiile lor, București 2014.
2. Saitul oficial al companiei 3DSYSTEMS : <https://www.3dsystems.com/our-story>
3. Bâlc, N. – Tehnologii neconvenționale, Editura Dacia, Cluj-Napoca, 2001.
4. 3D HUBS- COMPANY, Additive Manufacturing Technologies. An Overview  
Disponibil: <https://www.3dhubs.com/knowledge-base/additive-manufacturing-technologies-overview>
5. Revista română Ttonline, Fabricația aditivă - apariția primelor standarde în domeniu,  
Disponibil: <https://www.ttonline.ro/revista/fabricatie-aditiva/fabricatia-aditiva-aparitia-primelor-standarde-in-domeniu>
6. Analele Universității “Constantin Brâncuși” din Târgu Jiu, Seria Inginerie , Nr. 4/2011  
Disponibil: [http://www.utgjiu.ro/revista/ing/pdf/2011-4/23\\_FLORIN\\_CIOFU.pdf](http://www.utgjiu.ro/revista/ing/pdf/2011-4/23_FLORIN_CIOFU.pdf)

# INFLUENȚA CONCENTRAȚIEI DE CAPROLACTAMĂ DIN ELECTROLIT ASUPRA POLARIZĂRII CATODULUI OȚEL 45 LA DEpunerea ACOPERIRILOR DE FIER ELECTROLITIC

Eugeniu UNGUREANU

Universitatea Tehnică a Moldovei

**Rezumat:** A fost studiată cinetica procesului de depunere a acoperirilor galvanice de fier și influența concentrației de caprolactamă din electrolit asupra distribuției curbelor de polarizare a catodului fabricat din Oțel 45. S-a demonstrat experimental, că majorarea concentrației de caprolactamă din electrolit deplasează potențialul de depunere a fierului la catod înspre valorile mai negative ale lui, defavorizând procesul de depunere a ionilor de fier la catod, pe când majorarea temperaturii electrolitului cu conținut de caprolactamă conduce la deplasarea înspre valorile mai pozitive a potențialului catodic. A fost apreciată concentrația rațională a caprolactamei în electrolit și fixată temperatura optimă de depunere a acoperirilor de Fe din electrolitul „rece” ( $T \leq 313\text{ K}$ ) cu conținut de caprolactamă.

**Cuvinte cheie:** caprolactamă, electrolitic, acoperiri electrolitice, proprietăți tixotropice, autolubrifiere, chemosorbție.

## Introducere

Este cunoscut faptul că, actualmente, pe scară mondială industria constructoare de mașini (inclusiv și cea de reparație) se dezvoltă într-un ritm foarte sporit prin perfectarea funcționării agregatelor și subansamblurilor, suprasolicitarea lor din punct de vedere al vitezelor de funcționare și a capacității portante ale lor. Din acest motiv utilizarea materialelor noi impun cercetătorii să perfecționeze procedeele existente și să elaboreze altele moderne, mai eficiente, pentru menținerea aptitudinii de funcționare a acestora la nivelul celor noi, sau chiar și să le depășească.

Perspectiva de dezvoltare a procedeele de recondiționare și de durificare a suprafețelor pieselor de mașini cu acoperiri electrolitice de fier și cu aliajele în baza acestuia, se menționează într-un șir de lucrări științifice [1, 2, 3, 5 ș.a.]. Integral, aceste acoperiri electrolitice satisfac cerințele industriei de reparație a pieselor uzate, însă majorarea de mai departe a rezistenței la uzură a lor va permite să se mărească considerabil durata de funcționare a suprafețelor de contactare a elementelor tribocuplelor și să se extindă esențial nomenclatura pieselor recondiționate. Lucrările științifice apărute în anii 1985 – 2001 [3 -5] au permis de a elabora electroliti și tehnologii mai noi pentru obținerea (depunerea) acoperirilor de fier- nichel cu proprietăți de autolubrifiere în baza caprolactamei [4].

Cercetările efectuate anterior de P. Stoicev [3] și Gh. Roșcovan [4] au demonstrat că includerea caprolactamei în acoperirile de Fe- Ni, a permis de a îmbunătăți esențial rezistența la uzare și proprietățile de antifricțiune (mai cu seamă în condițiile procesului de frecare „uscată”) ale acestor acoperiri, datorită proprietăților tixotropice ale ei [7]. Însă electrolitul elaborat [6] conținea sulfat de nichel, care-i foarte costisitor și conduce la cheltuieli suplimentare pentru menținerea coraportului necesar și multicomponențial al sărurilor din el (clorura de fier  $\text{Fe Cl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O} - 400... 450\text{ g/l}$ , sulfat de nichel  $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} - 35 ... 40\text{ g/l}$ , sare de sodiu  $\text{Na}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 2\text{H}_2\text{O} - 2 ... 3\text{ g/l}$ , hidroxilamină –  $0,3 ... 0,5\text{ g/l}$ , caprolactamă  $\text{C}_6\text{H}_{11}\text{NO} - 3 ... 5\text{ g/l}$  și acid clorhidric –  $1\text{ g/l}$ ).

Reieșind din acest motiv, autorii lucrării [8] au argumentat necesitatea de a elabora un alt electrolit, nou, cu o componență mai redusă a numărului de săruri, excluzând neapărat din el sulfatul de nichel și hidroxilamina care, cum s-a constatat anterior, sânt mai deficitare și costisitoare. Ca urmare s-a propus de a pune în cercetare electrolitul cu o componență mai redusă a numărului de săruri din el [8]:  $\text{Fe Cl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O} - 400 ... 450\text{ g/l}$  - clorura de fier,  $\text{Na}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 2\text{H}_2\text{O} -$  sare de sodiu  $2 ... 5\text{ g/l}$ ,  $\text{C}_6\text{H}_{11}\text{NO} -$  caprolactamă  $3 ... 6\text{ g/l}$  și  $\text{HCl} -$  acidul clorhidric  $1\text{ g/l}$ , pentru optimizarea cantitativă a componenților indicați. Însă aceste cercetări preconizate n-au fost realizate în continuare și din acest motiv ele au fost preluate de autorul acestei lucrări.

Însă aceste cercetări preconizate n-au fost realizate în continuare și din acest motiv ele au fost preluate de autorul acestei lucrări.

\* Autorul aduce mulțumiri dr., hab., prof.univ. P. Stoicev și dr.hab., prof.univ. P. Topală pentru consultațiile oferite pentru elaborarea acestei lucrări științifice.

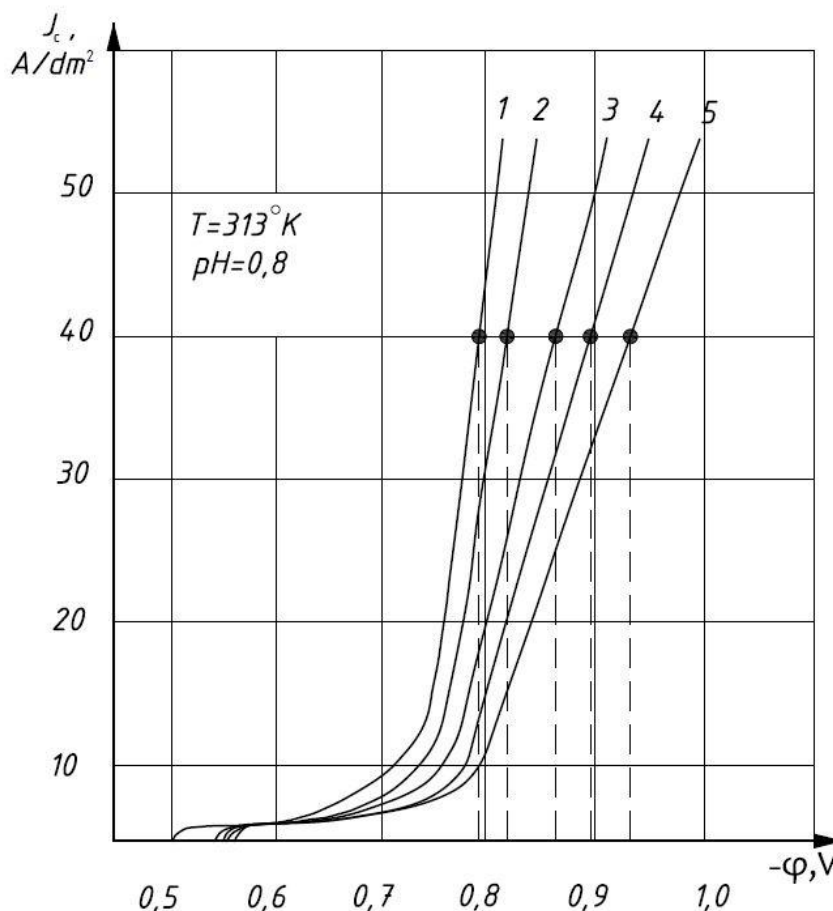
Se cunoaște că proprietățile fizico- mecanice ale acoperirilor galvanice sunt determinate de structura și submicrostructura lor, ale căror parametri depind de potențialul la catod.



În scopul cercetării cineticii reacțiilor la catod, au fost înregistrate curbele de polarizare la depunerea acoperirilor de fier electrolitic la diferite concentrații ale caprolactamei în electrolit, utilizând curentul continuu.

Curbele de polarizare se înregistrau pe potențiometrul KCI - 4 prin intermediul potențiostatului II5848 și pe electrodul rotativ în formă de disc, utilizând tubul capilar „Lughin- Gaber”. Măsurările potențialului la catod ( $\varphi$ ) se efectuau în raport cu electrodul cu clorură de argint (AgCl) și se recalcula conform scării hidrogenice.

Rezultatele cercetărilor efectuate (fig. 1) au demonstrat, că majorarea concentrației de caprolactamă „K<sub>rl</sub>” în electrolit provoacă deplasarea potențialului de depunere a fierului electrolitic înspre valorile mai negative ale acestuia.

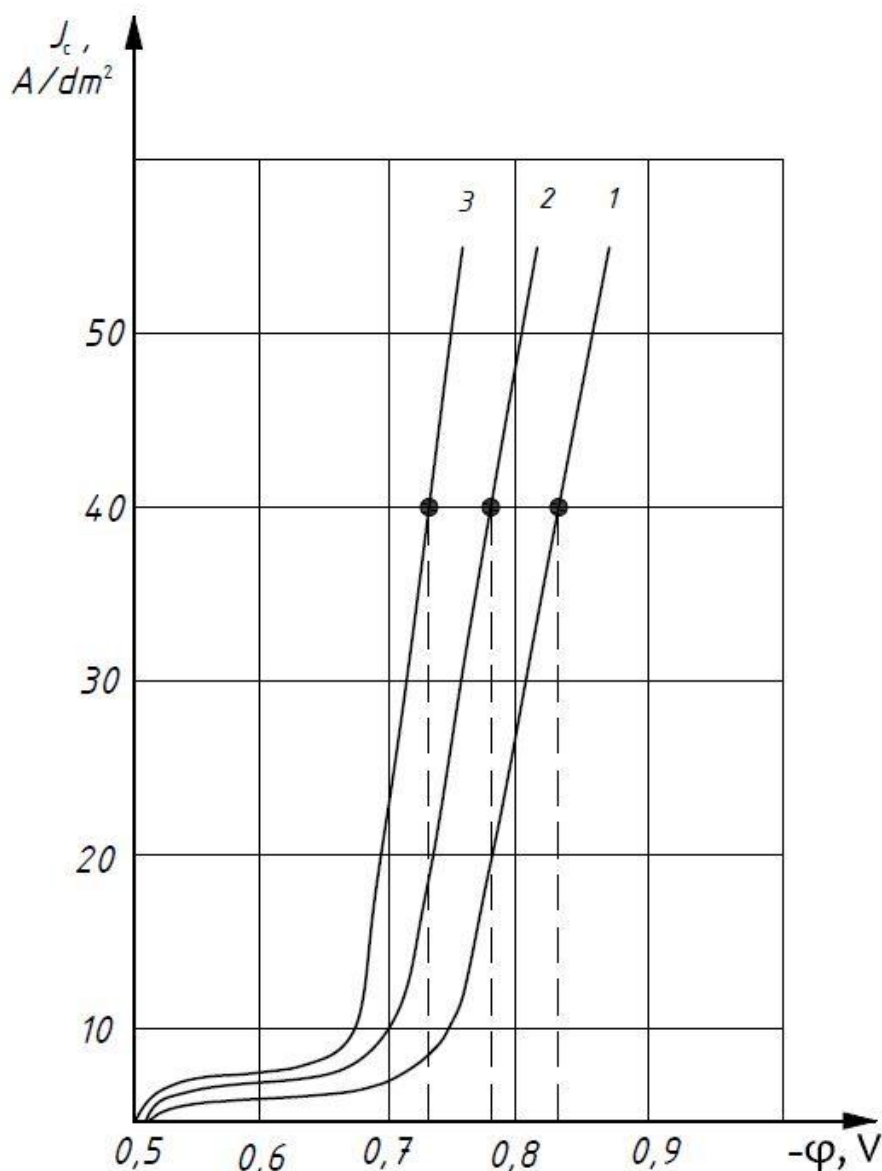


**Figura 1.** Curbele potențiodinamice ale catodului  $J_c = f(\varphi_c)$ , înregistrate la depunerea acoperirilor de fier pentru diferite concentrații ale caprolactamei („K<sub>rl</sub>”) în electrolit, g/l : 1-0 „K<sub>rl</sub>”; 2-1 „K<sub>rl</sub>”; 3-5 „K<sub>rl</sub>”; 4-6 „K<sub>rl</sub>”; 5-10 „K<sub>rl</sub>” ( $FeCl_2 \cdot 4H_2O$  – 400...450 g/l,  $Na_2C_4H_4O_6 \cdot 2H_2O$  – 3 g/l, HCl – 1 g/l).

Primele porțiuni ale curbelor de polarizare sunt caracterizate predominant de procesul de degajare a hidrogenului în timpul actului de depunere a acoperirilor pe catod.

Din fig. 1 se observă că adaosul caprolactamei mai mult de 6 g/l în electrolit provoacă un decalaj al potențialului de depunere a Fe mai mult de 50...60 mV. Din acest motiv e rațional ca în electrolit să se adauge caprolactama în limitele de 5...6 g/l.

O astfel de repartizare a curbelor de polarizare, probabil că e legată de frânarea vitezei de descărcare a ionilor de fier în prezența caprolactamei, care ecranează suprafața de depunere și frânează acest proces și, ca urmare - conduce la creșterea potențialului la catod.



**Figura 2.** Curbele potențiodinamice ale catodului  $J_c = f(\varphi_c)$ , înregistrate la depunerea acoperirilor de fier pentru diferite temperaturi ale electrolitului, **K:** 1-293; 2-313; 3-333K. ( $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  – 400...450 g/l,  $\text{Na}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  – 3 g/l,  $\text{C}_6\text{H}_{11}\text{NO}$  – 5 g/l,  $\text{HCl}$  – 1 g/l).

Bineînțeles că temperatura electrolitului trebuie să exercite o anumită influență asupra distribuției curbelor de polarizare a catodului. Cercetarea influenței acestui indice asupra potențialului de depunere a fierului din electrolitul cu un adaos de caprolactamă în el a demonstrat că, pe măsura creșterii temperaturii soluției de la 293 până la 333 K, polarizarea catodului se deplasează în spre valorile mai pozitive ale lui (fig.2, curbele 2 și 3).

Valoarea considerabilă a polarizării catodului la temperaturi scăzute (fig.2, curba 1), probabil că este condiționată de inhibarea reacției la electrod în urma absorbției particulelor coloidale de hidroxid și a sărurilor bazice pe suprafața lui. În același timp, prezența particulelor străine pe suprafața catodului frânează restabilirea ionilor de fier în descărcare și, ca urmare procesul decurge la o tensiune mai înaltă.

Conform [9], probabil că creșterea temperaturii electrolitului activează suprafața catodului datorită desorbției hidrogenului și scăderii valorii pH (acidității) în spațiul de lângă catod. Însă, luând în considerație că se dorește utilizarea unui electrolit „rece” (cu temperatura de până la 40 °C), prin urmare, alegem temperatura de electroliză egală cu 313 K. Alegerea acestei temperaturi se mai argumentează și prin faptul, că în procesul de electroliză electrolitul, propriu zis, sub acțiunea curentului catodic de polarizare, se încălzește

treptat. Această creștere a temperaturii este cu atât mai bruscă, cu cât densitatea curentului catodic este mai înaltă.

Sub ce formă și în ce cantități se include caprolactama în acoperirile de fier electrolitic în funcție de regimurile de electroliză - sunt obiectivele investigațiilor de mai departe ale acestui proces.

### Concluzii:

1. S-a stabilit experimental că adaosul de caprolactamă în electrolitul de fier mai mult de 6 g/l, conduce la deplasarea curbelor de polarizare în zona valorilor mai negative ale potențialului de depunere a fierului cu 50-60 mV. Din acest motiv s-a stabilit că este rațional ca în electrolitul de bază să se adauge caprolactama în limitele de 5-6 g/l.

2. S-a demonstrat că majorarea temperaturii electrolitului facilitează procesul de descărcare a ionilor de fier pe catod, chiar și în prezența caprolactamei, deoarece se activează mai intensiv suprafața catodului datorită desorbției hidrogenului și diminuării valorii pH în spațiul de lângă catod. A fost stabilită temperatura de electroliză a fierului egală cu 313 K, fiind motivată și de necesitatea de a utiliza un electrolit „rece”.

3. Cercetările de mai departe, ce țin de aprecierile sub ce formă și în ce cantități se va include caprolactama în acoperirile de fier electrolitic - funcție de regimurile de electroliză – sunt obiectivele cercetărilor de mai departe a acestui proces.

### Bibliografie:

1. Petrov Iu. N. Povişenie iznosostoicosti âlektroliticeschih jelezniîh pocrîtii. Sbornic naucinîh trudov „ Vosstanovlenie detalei maşin âlektroliticeschim jelezom”. Chişiniov, Izd. „Ştiinţa”, 1987, s. 3....13.
2. Gologan V. F. Tehnologhicescoe obespecenie optimalinîh âxpluataionnîh haracteristic vosstanovlennîh avtotractornîh detalei âlektroliticeschim jelezom. Dis... doct. hab. tehn. nauc. – Chişiniov, 1990, 267 s.
3. Stoicev P. Durificarea şi recondiţionarea organelor de maşini cu acoperiri electrolitice rezistente la uzură. Teza de doct. hab. în tehnică. Chişinău, 2001, 381 p.
4. Roşcovan Gh. V. Vosstanovlenie avtotractornîh detalei samosmazîvaiuşcimisea jelezno- nichelevîmi pocrîtiami. Diss...c.t.n, Chişiniov, 1992, 179 s.
5. Craghelischii N.V., Troianovscaia Gh. N., Zelenschaia M. N. Samosmazîvaiuşciesea materialî i ih primenenie pri reşenii novîh tehnologhiceschih i constructorschih zadaci. Tez. Docl. 2-i Vses. Naucin. Confer.: „Tehnologhicescoe upravlenie tribotehniceschimi uzlami maşin ”, Chişiniov, CPI im. S.Lazo, 1985. S. 88-89
6. Patent N1790635(SSSR). Âlektrolit dlea osajdenia splava jelezno-nicheli// Calmuţchii V.S., Roşcovan Gh.V., Stoicev P. N., „i Javgureanu V.N., B.I. N 3, opubl. 23.01.93.
7. Craciun A.T., Morari V.E. Tviordîe smazocinîe materialî na osnove caprolactama. Izd. „Ştiinţa”, Chişiniov, 1988, 117 s.
8. A. Ceban, P. Stoicev, V. Moraru. Premizele teoretice de utilizare a caprolactamei, privind obţinerea acoperirilor electrolitice de fier cu proprietăţi de autolubrifiere în baza caprolactamei. Mater. Confer. Ştiinţ. Internaţ. TMCR- 2005, Chişinău, 19-21 mai 2005, pp. 368...372.
9. Andreeva L.N. Vîbor uslovii âlektroliza dlea remonta iznoşennâh detalei tractorov, avtomobilei i seliscohozeistvennâh maşin jelezneniem. Avtoref. Dis. ... cand. tehn. nauc, Chişiniov, 1971, 15 s.

# CERCETAREA PROCESULUI DE USCARE A SORGULUI ZAHARAT

Ion VIȘANU, Mihail BALAN, Vitali VIȘANU

Universitatea Tehnică a Moldovei

**Rezumat:** Articolul dat prezintă studiul cineticii procesului de uscare prin convecție și aplicarea microundelor a sorgului zaharat cultivat în condițiile Republicii Moldova. Cinetica procesului de uscare prin convecție a fost studiată la temperaturi diferite ale agentului termic: 50°C, 60°C, 70°C, 80°C, 90°C și prin microunde la diferite regimuri: 150W, 240W, 360W, 480W și 550W. Sa analizat, de asemenea, aspectul exterior al probelor obținute pentru a determina parametrii optimi de uscare, atât cantitativi cât și calitativi.

**Cuvinte cheie:** uscare, convecție, microunde, sorg

## Introducere

Sorgul are origine tropicală (Africa de Est), face parte din familia Gramineae, genul Sorghum și constituie principala cereală pentru pâine în Africa, Europa de Sud, America Centrală și Asia de Sud. Este o plantă rezistentă la clima caldă și uscată, la secetă și arșiță, calități pentru care a fost supranumită cămila vegetală. Din această familie face parte și soiul numit sorg tehnic, cunoscut în Moldova dintre Prut și Nistru drept mălai pentru măhuri. Sorgul atinge înălțimea de la 1,5- 2 m (sorgul pentru boabe, sorizul) până la 3,5-4 m (sorgul zaharat). Sorgul se cultivă în aproape 100 de tari ale lumii și ocupă anual 50-55 mln ha. Culturile de sorg se situează pe locul patru în lume, după grâu, orez și porumb [1]

**Sorgul zaharat ca obiect de cercetare.** Sorgul este o plantă erbacee perenă, cu înălțimea de până la 2,5 m, la exterior amintind de porumb. Tulpina este dreaptă, uscată, cu nodozități, are o rădăcină bine dezvoltată care pătrunde adânc în sol. Frunzele sunt alterne, late, pubescente, cu margini ascuțite, de culoare verde. Florile sunt așezate în ciorchine drepte, răsfirate sau aplecate, cu lungimea de până la 70 cm. Fructul este o achenă amilacee, ovală, goală sau acoperită cu piele de culoare albă, roză, roșie sau galbenă. Înflorește în lunile iunie - iulie. [2]

**Materiale și Metode.** Pentru a efectua experimentele, s-au prelevat câteva mostre de sorg de zahăr ca probe de cercetare, care au fost apoi curățate de frunze și de stratul de protecție, după care au fost tăiate în segmente cu lungimea egală cu 10 cm și împărțite în patru părți egale. Sa utilizat cântarul electronic cu o precizie de 0,01 g pentru ca fiecare probă să fie de 50g. În calitate de metode de uscare sa aplicat convecția forțată cu temperatura agentului termic (50°C, 60°C, 70°C, 80°C, 90°C), viteza agentului de lucru (1,5 m/s), [6,7,8] și în câmp electromagnetic (150W, 240W, 360W, 480W, 550W), temperatura ambiantă (20-25°C) și umiditatea 60-65% [9,10,11]. Experimentele sau efectuat la instalația de cercetare, Figura 1.

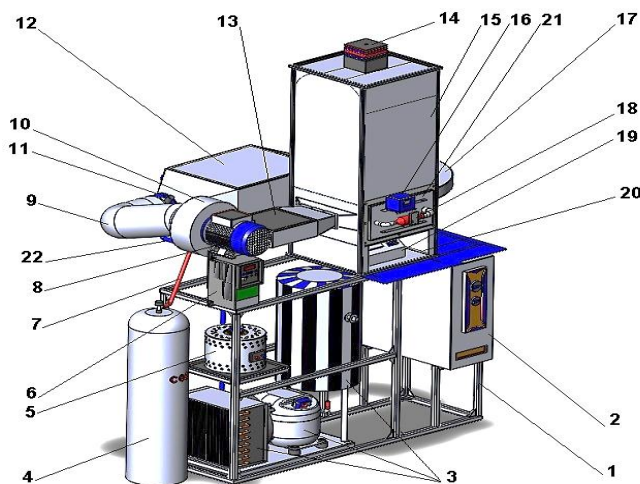


Figura 1. Instalația de cercetare:  
1-carcasa, 2-bloc SHF, 15-camara de uscare, 22-suflantă, 13-calorifer, 14-magnetron

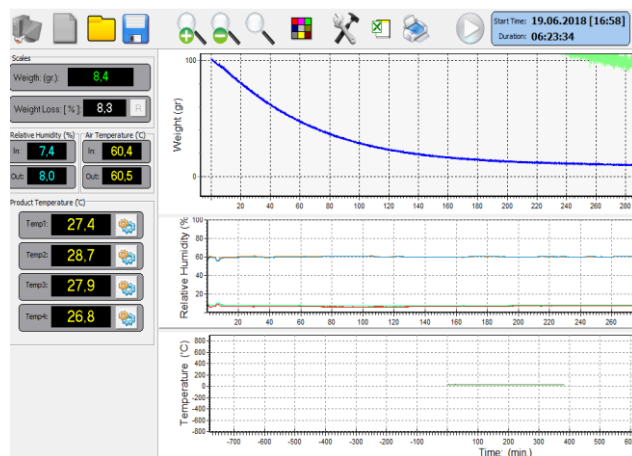


Figura 2. Softul IgiCom  
Înregistrarea masei, temperaturii și umidității

**Rezultate și discuții.** Există mai mulți parametri tehnologici ca (viteza, umiditatea, temperatura agentului de uscare etc.) și parametrii ale materiei prime, (conductivitatea termică, porozitatea, densitatea, parametrii geometrice etc.) care afectează cinetica procesului de uscare. [3, 4, 5] Procesat prin metoda convecției la temperaturile diferite ale agentului termic, curbele de uscare a sorgului zaharat arată o formă clasică, care prezintă o umiditate stabilă pe timp de diminuare, Figura 3. De la o durată inițială de la 76% până la final 20%, durata evacuării umidității depinde de temperatura agentului de uscare. Astfel, pentru aceeași viteză al agentului de uscare de 1,5 m/s și umiditate inițială de 76%, dar temperaturi diferite, perioada de uscare va fi: pentru 50°C 320 min, 60°C 250 min, 70°C 180 min, 80°C 110 min și pentru 90°C 80 min.

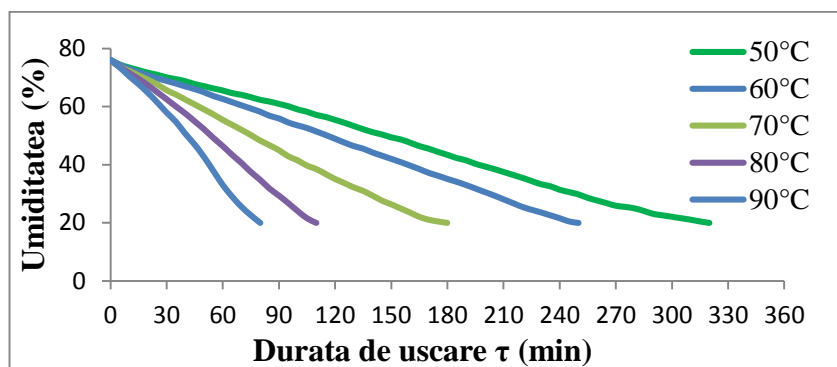


Figura 3. Curbele de uscare a sorgului zaharat la diferite temperaturi

Figura 4 prezintă curbele vitezei de uscare la diferite temperaturi ale agentului termic pentru sorgul zaharat. Forma lor corespunde celei clasice, descrise în referințe de specialitate [3, 4, 5]. Se prezintă, de asemenea, cele trei perioade de uscare, și anume 1 - încălzirea produsului, 2 - viteza de uscare constantă și 3 - viteza descendentă de uscare. Pentru prima perioadă de încălzire a produsului este caracteristică scăderea umidității de la 76% la 65%, pentru a doua perioadă de viteză constantă de uscare de la 65% la 40% și pentru a treia perioadă de scădere a vitezei de uscare de la 40% la 20% umiditate. După cum se arată în figura 4 se observă dependența directă proporțională a vitezei de uscare de temperatura agentului de lucru la 50°C - 0,3%/min; 60°C - 0,4% / min; 70°C - 0,45% / min; 80°C - 0,55% / min; și pentru 90°C - 0,60% / min.

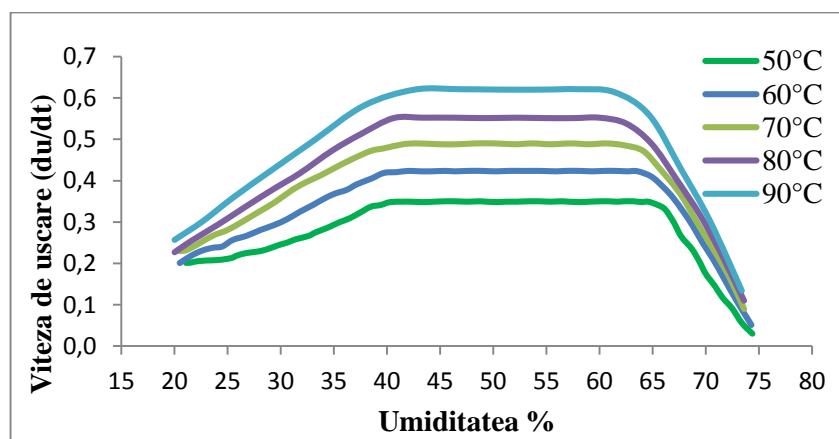


Figura 4. Curbele vitezei de uscare a sorgului zaharat la diferite temperaturi

Mostre ale sorgului zaharat uscat la diferite temperaturi ale agentului termic, Figura 5-9



Figura 5. 50°C



Figura 6. 60°C



Figura 7. 70°C



Figura 8. 80°C



Figura 9. 90°C

Cinetica uscării sorgului zaharat prin aplicarea microundelor la diferite regimuri termice este prezentată în Figura 10. [9, 10, 11] Analizând curba de uscare cu ajutorul microundelor observăm că: la puterea magnetronului de 550 W, produsul arde și apare un miros neplăcut, Figura 16; la puterea magnetronului de 480 W, ajungând la 30 de minute, mirosul ars și arsurile sunt prezente pe produs, Figura 15; la puterea magnetronului de 360 W, ajungând la o durată de 40 de minute, pe suprafața produsului apare un miros de zahăr și culori portocalii galbene, Figura 14; la 240 W, umiditatea produsului atinge 20% în decurs de 70 de minute, Figura 13; iar în final la puterea magnetronului de 150 W, umiditatea produsului atinge 20% în decurs de 95 de minute, Figura 12.

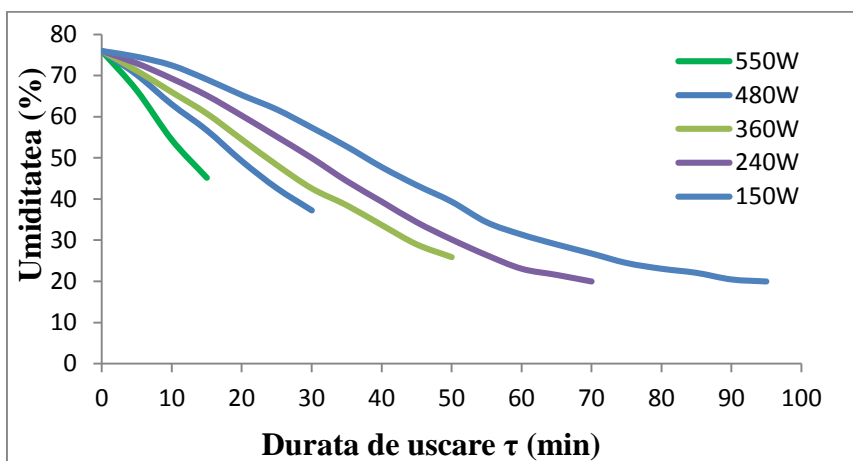


Figura 10. Curbele de uscare a sorgului zaharat la diferite regimuri ale microundelor

Figura 11 ilustrează curbele vitezei de uscare a sorgului de zahăr sub influența a trei regimuri cu microunde, 150W, 240W și 360W, deoarece numai aceste probe uscate de sorg prezintă interes pentru cercetare. Forma lor corespunde și celei clasice, descrise în referințele [9, 10, 11]. Se prezintă, de asemenea, cele trei perioade de uscare, și anume 1 - încălzirea produsului, 2 - viteza de uscare constantă și 3 - viteza descendentă de uscare. Pentru prima perioadă este caracteristică scăderea umidității de la 76% la 65%, pentru a doua perioadă de la 65% la 45% și pentru a treia perioadă de la 45% la 20% umiditate. După cum se arată în Figura 11, se observă dependența directă proporțională a vitezei de uscare de temperatura agentului de lucru pentru 150W - 0,9% / min; 240W - 1,0% / min; 360W - 1,1% / min., Comparativ cu curba curbei de uscare prin convecție, viteza de uscare cu aplicarea SHF este mai mare.

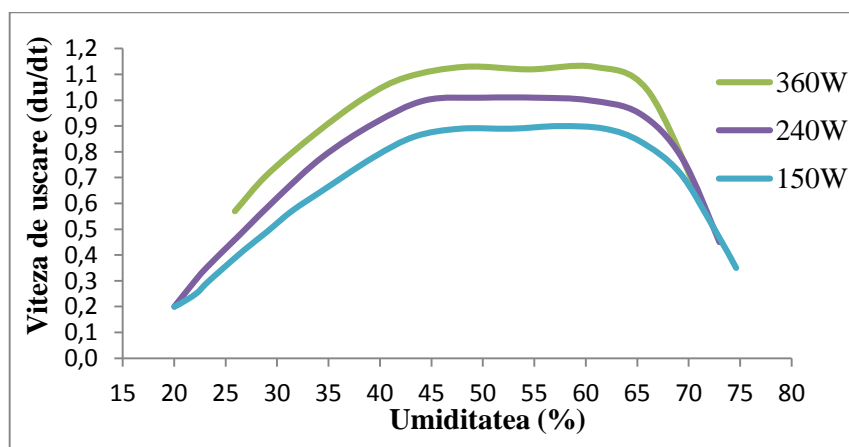


Figura 11. Curbele vitezei de uscare a sorgului zaharat la diferite regimuri ale microundelor

Metoda de uscare a sorgului zaharat în câmpul electromagnetic este optim pentru 240W în ceea ce privește timpul de uscare, evident și consumul de energie și după aspectul exterior al probelor uscate, Figura 12-16.





**Figura 12. 150W**



**Figura 13. 240W**



**Figura 14. 360W**



**Figura 15. 480W**



**Figura 16. 550W**

### Concluzie.

Studiul cineticii în procesul de uscare a sorgului zaharat prin metoda convecției forțate la temperatura agentului termic în intervalul 50°C - 90°C și uscarea în câmp electromagnetic cu regimurile în intervalul 150W - 550W a arătat că creșterea puterii termice convectivă și a microundelor duce la o intensificare a procesului de uscare. Cu toate acestea, temperaturile convective de peste 70°C și 360W cauzează o accelerare a fenomenelor de caramelizare și de brunificare nedorite. Prin urmare, pentru uscarea prin convecție a sorgului, se recomandă o temperatură cuprinsă între 60°C - 70°C, viteza agentului de uscare de 1,5 m/s și 240W prin aplicarea curenților de frecvență supra înaltă (SHF) Caracterul curbilor de uscare al sorgului zaharat este clasic și nu diferă de cel descris în literatura de specialitate.

### Bibliografie

1. <https://ro.wikipedia.org/wiki/Sorg>
2. [http://www.aitt.asm.md/userfiles/file/big\\_a4\\_Bulletin\\_2.pdf](http://www.aitt.asm.md/userfiles/file/big_a4_Bulletin_2.pdf)
3. Bernic M. Aspecte teoretice ale fenomenelor de transfer în procesele de uscare. // Meridian Ingineresc. – Chișinău: UTM, 2008. – Nr. 2. – p. 32 – 35.;
4. Bernic M. Contribuții în studiul cineticii procesului de uscare a ardeiului iute. – Chișinău.: UTM. 2005 -159 p. ISBN 9975-9853-1-9;
5. Țislinscaia N., Bernic M., Malezhyk I., Buleandra A. *Mathematical model of drying process velocity factor*. / Proceedings of the International Conference “Modern Technologies in the Food Industry-2016”, Ch.: ”Bons Offices”, 2016. p. 99-104.;
6. Naseer Ahmed, Jagmohan Singh, Harmeet Chauhan, Prerna Gupta Anisa Anjum, Harleen Kour. Different Drying Methods: Their Applications and Recent Advances. International Journal of Food Nutrition and Safety, 2013, 4(1): 34-42;
7. J. A. Moses, Toma's Norton, K. Alagusundaram, B. K. Tiwari. Novel Drying Techniques for the Food Industry. Article in Food Engineering Reviews. September 2014;
8. Yongkang Pan, Xizhong Wang and Xiangdong Liu. BOOK REVIEW. Modern Drying Technology, Second Enhanced Edition. publishers: Chinese Chemical Industry Press, Beijing, China (2007);
9. Bernic M., Răducan M., Ciobanu E. Drying Kinetics of Sunflower Seeds using Pulsed UHF Energy Intake. TEM Journal, 2(4), November 2013, pp. 305-308;
10. Zheng-WeiCui, Shi-YingXu, Da-Wen Sun. Microwave vacuum drying kinetics of carrot slices. Journal of Food Engineering Volume 65, Issue 2. November 2004, Pages 157-164;
11. İşıl İlter, Saniye Akyl, Esra Devseren, Dilara Okut, Mehmet Koç, Figen Kaymak Ertekin. Microwave and hot air drying of garlic puree: drying kinetics and quality characteristics. July 2018, Volume 54, Issue 7, pp 2101–2112.

# EFECTELE ANOMALICE ALE APEI

Vladislav COLESNIC

Universitatea Tehnică a Moldovei

**Rezumat:** În lucrarea dată vor fi abordate anomaliile apei, proprietățile fizico-chimice și efectele apei în diverse condiții climatice. Un aspect important al lucrării îl va constitui suprarăcirea apei, efectul opus suprarăcirii, stările de agregare. Vor fi explicați factorii ce influențează asupra stării apei și anume: densitatea, căldura specifică, conductivitatea termică etc.

**Cuvinte cheie:** apa, fenomen, anomalie, suprarăcire, stare.

## Introducere

### Formularea problemei

Apa a jucat mereu un rol important pentru mediul înconjurător. În jurul a doi atomi de hidrogen și a unui atom de oxigen s-a format viața, din care în cele din urmă s-a format baza societății care o cunoaștem în prezent. Însă un aspect curios și important îl prezintă caracteristicile apei, comportamentul acesteia, fiind supusă diverselor încercări, factorii perturbatori fiind presiunea și temperatura.

Legile naturii sugerează o formulă prin care se exprimă un raport concret și stabil, și repetabil, efectele apei obținute în urma încercărilor cu abateri de la aceste legi pot fi numite – anomalice. Acest efect se explică prin faptul că în condiții naturale și de laborator comportamentul diferă de cel al altor substanțe.

## 1. Suprarăcirea

Să examinăm cazul când se obține efectul anomic și care sunt factorii perturbatori.

Efectul anomic de bază al apei, îl constituie suprarăcirea, acest efect se datorează nucleației, care se ivește a fi primul pas în formarea, fie a unei noi faze termodinamice, fie a unei noi structuri prin auto-asamblare sau autoorganizare. Nucleația este de obicei definită ca un proces care determină timpul în care trebuie să aștepte un observator, înainte ca o nouă fază sau o nouă structură autoorganizată să apară.

De aici apare efectul de suprarăcire a apei, când lichidul este răcit dincolo de temperatura sa de îngheț, atunci când persistă unele perturbații, cum ar fi schimbarea bruscă a presiunii. În condiții normale, substanța ar îngheța sub forma unor cristale în jurul nucleului, proces cunoscut ca nucleație eterogenă. În fig. 1 putem observa cazurile când structura cristalină a unei substanțe se modifică pas cu pas în mod obișnuit și când se modifică forțat, prin două metode și anume metoda nucleației clasice (a-b-d-e) și metoda în doi pași (a-c-d-e). Factorii perturbatori îi vor juca temperatura și îndeosebi presiunea.

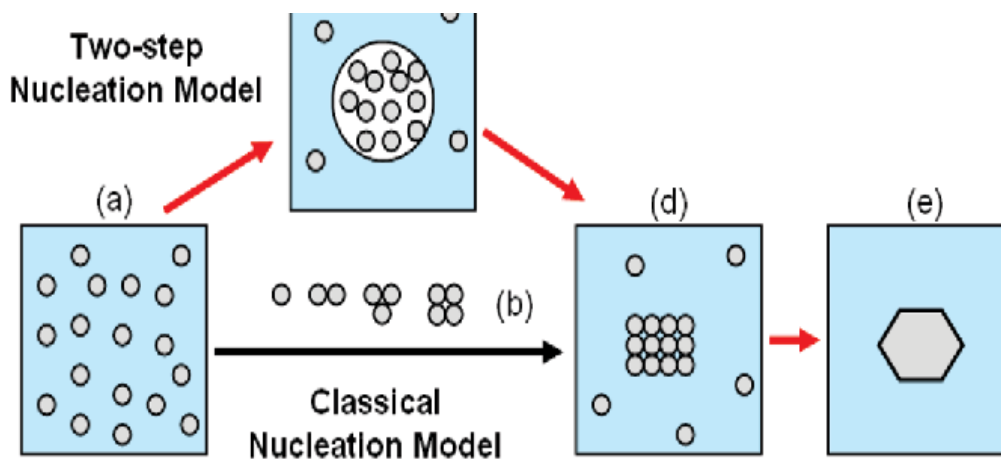


Fig. 1. Procesul de nucleație [7]



Când nu există un nucleu sau o altă formă de cristal, substanța poate rămâne în stare lichidă până la punctul de nucleație eterogenă, care apare la o temperatură mult mai mică. Apa pură îngheață în mod normal la 273.15 K (0 °C/ 32 °F), dar poate fi de asemenea „suprarăcită” până la -43.6 °F (-42 °C). Temperatura sa de tranziție este mult mai mică și mai greu de determinat, dar studiile arată că se situează în jurul valorii de 165 K (-108 °C/-162.4 °F).

Însă pe lângă suprarăcire, apa are capacitatea de a fi supusă efectului opus suprarăcirii (exemplu ar fi topirea unui solid deasupra punctului său de îngheț) este unul mult mai dificil, iar solidul se va topi de cele mai multe ori la aceeași temperatură pentru o presiune stabilită. Din acest motiv, punctul de topire este determinat cu ajutorul unor aparate speciale. Este totuși posibil, ca la o presiune stabilită, un lichid să se supra-încălzească, fără a deveni gazos.

## 2. Criteriile care contribuie la efectele anormale

**Căldura latentă** - este o expresie care se referă la cantitatea de energie eliberată sau absorbită de către o substanță chimică în timpul unei transformări de fază fără schimbare de temperatură, cum ar fi topirea zăpezii sau fierberea apei (fig.2)

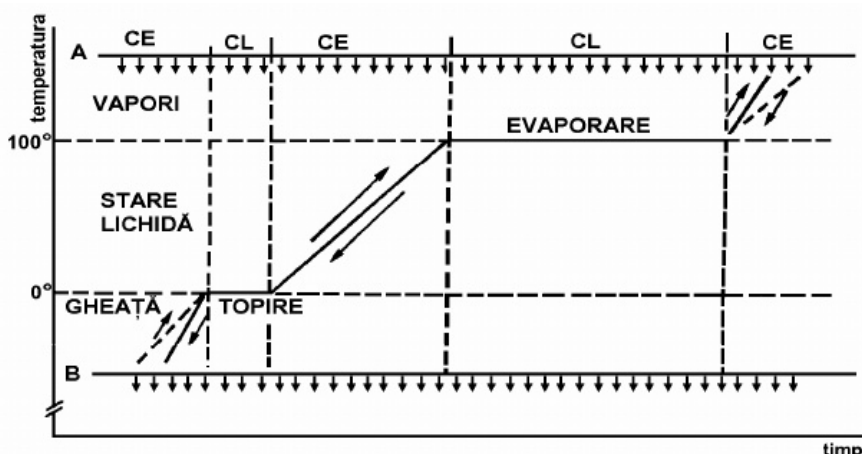


Fig. 2. Variația temperaturii apei la trecerea de la o stare de agregare la alta [1]

**Densitatea** - apa spre deosebire de alte lichide, prin solidificare, își mărește volumul, determinând micșorarea densității. Densitatea variază neliniar cu temperatura.

Anomalia dilatării apei constă în faptul că în domeniul 0°C și 4°C volumul se mărește prin răcire, deci densitatea scade. Astfel, la 0°C densitatea are valoarea de 999,87 kg/m<sup>3</sup>, iar la 4°C are valoarea maximă de 10<sup>3</sup> kg/m<sup>3</sup>. După cum s-a arătat mai sus, această creștere a densității se datorează pătrunderii monomerilor liberi în spațiile intermoleculare ale rețelei hexagonale. Comportamentul apei în funcție de temperatură explică existența vieții acvatice în anotimpul rece, straturile de apă de sub crusta de gheață formată la suprafață au temperaturi mai ridicate decât cea de îngheț.

**Căldura specifică** - reprezintă cantitatea de căldură necesară unității de masă pentru a-și ridica temperatura cu un grad. Căldura specifică a apei are valoarea de 4180 J/kg·K și este mai mare decât a altor lichide și a majorității solidelor. Ea variază cu temperatura, având un minim la 35°C.

Valoarea mare a căldurii specifice permite apei să anihileze variațiile mari de temperatură. Astfel, cantitatea mare de apă din țesuturi va împiedica supraîncălzirea sau răcirea acestora înainte ca sistemele de termoreglaj să intre în funcțiune.

**Căldura latentă de vaporizare** - reprezintă cantitatea de căldură necesară unității de masă ca să treacă din stare lichidă în stare de vapori. Pentru apă această constantă este de 2,3 · 10<sup>6</sup> J/kg, valoare foarte mare în raport cu alte lichide. Aceasta permite ca la temperaturi ridicate, surplusul de căldură din organismele vii să fie eliminat prin evaporare pulmonară (0,73 · 10<sup>6</sup> J/zi) sau prin evaporare cutanată (1,73 · 10<sup>6</sup> J/zi).

**Conductivitatea termică** - este fluxul termic ce se propagă prin unitatea de suprafață între două puncte aflate la distanța de 1 cm și când între ele există o diferență de temperatură de un grad.

La 20°C conductivitatea termică a apei are valoarea de 0,59 J/s×cm×K, mai mare decât a majorității lichidelor. Această valoare ridicată permite menținerea constantă a temperaturii corpului (homeostazia termică), atunci când căldura nu poate fi evacuată prin circulația fluidelor biologice.

**Temperaturi nete la transformări de fază:** topire la 0°C și fierbere la 100°C, valori ridicate comparativ cu cele ale compușilor similari cu doi atomi de hidrogen, de exemplu H<sub>2</sub>S.

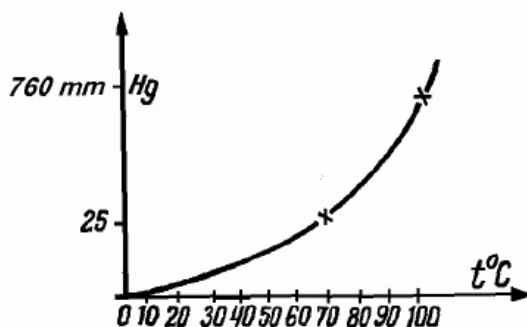
**Coefficientul de tensiune superficială** are valoarea de 0,0725 N/m la interfață apă-aer. Această valoare mare este o consecință a existenței punților de hidrogen. Moleculele de la interfață apă-substanță nepolară nu pot realiza numărul complet de legături de hidrogen, astfel încât energia lor potențială va fi mai mare decât a moleculelor din straturile interne.

**Coefficientul de vâscozitate dinamică** are valoarea de  $1,0050 \cdot 10^{-3}$  N×s/m<sup>2</sup> la 20°C. Variaza anormal cu presiunea, întâi scade și apoi crește liniar cu creșterea presiunii.

**Constanta dielectrică relativă** este aproximativ 80, valoare mare care arată capacitatea apei de a ioniza substanțele ce sunt dizolvate în ea.

**Proprietăți optice.** Apa este transparentă, lăsând să treacă lumina vizibilă, ceea ce permite dezvoltarea vieții în mediul apos. Apa absoarbe total radiațiile infraroșii și parțial pe cele ultraviolete.

**Viteza de evaporare** a apei depinde de temperatura suprafeței, de viteza vântului, de gradul de saturare atmosferei, toate acestea favorizându-o și de presiunea atmosferică care o împiedică. Sub formă de vapori nu-și păstrează forma și volumul, vaporii rezultați dintr-un cm<sup>3</sup> de apă putând ocupa, la aceeași presiune de 760 mm Hg, un volum de 1653 cm<sup>3</sup>. Presiunea vaporilor de apă dintr-un spațiu dat crește odată cu temperatura (fig. 3) [1]



**Fig. 3.** Variația presiunii vaporilor de apă în funcție de temperatură [1]

Din graficul de sinteză al trecerii apei prin cele trei stări de agregare, vom constata că cele trei domenii au un punct de interferență numit punct ternar sau triplu, unde se întretaie curbele (fig.4). Acest punct, dovedește că la presiunea de 4,58 mm Hg și la temperatura de 0,0075 C apa poate exista concomitent în toate cele trei stări de agregare. Pornind de la acest punct, graficul este disecat de trei curbe care delimitează stările - lichidă, solidă și gazoasă, în funcție de temperatură și de presiune. Astfel, curba OA, numită și curbă de sublimare, separă starea de vapori de cea solidă, OC sau curba de evaporare, pe cea lichidă de starea de vapori și OB sau curba de topire, pe cea solidă de cea lichidă. (fig. 3) [1]

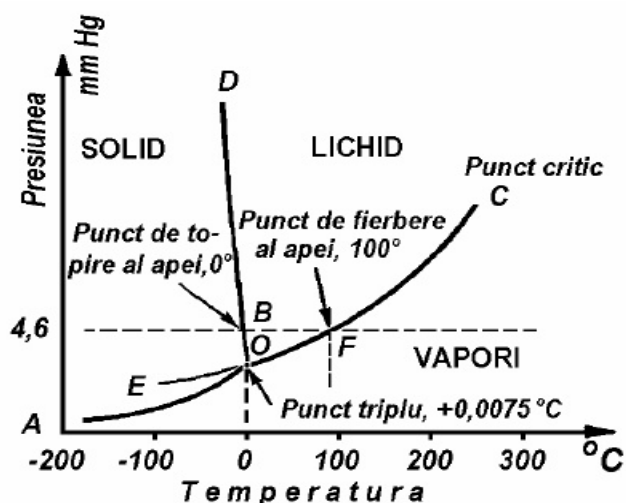


Fig. 4. Graficul trecerii apei prin trei stări de agregare [1]

### 3. Structura apei și stările de agregare

- *Starea solidă* - datorită polarizării, moleculele de apă au tendința de a se ordona în spațiu astfel încât atomul de oxigen al unei molecule să fie îndreptat spre atomii de hidrogen din moleculele vecine, cu care formează legături de hidrogen. Fiecare moleculă de apă are tendința de a avea în jurul ei 4 molecule vecine apropiate. Această structură a moleculelor de apă poate fi reprezentată din nou, conform structurii cristalografice, cu ajutorul tetraedrului. De data aceasta, în centrul tetraedrului se consideră molecula de apă, iar în cele patru vârfuri câte o moleculă vecină, fiecare fiind legată de molecula din centru printr-o legătură de hidrogen. Tot cu ajutorul radiațiilor "X" s-a determinat lungimea unei legături de hidrogen, de 1,77 Å. În ansamblu, prin legăturile hidrogen, moleculele de apă se asociază și formează rețele cu atât maiordonate cu cât temperatura este mai scăzută și deci agitația termică mai redusă. În gheață, foarte puternic răcită, toți atomii de hidrogen formează legături de hidrogen. În acest fel se generează structuri hexagonale, datorită acestei structuri cristaline sub formă de rețea deschisă cu ochiuri mari, gheața are densitatea mai mică decât a apei. [4]
- *Starea lichidă* - apa lichidă este formată dintr-un amestec de molecule libere (monomeri sau monohidroli), dimeri (dihidroli), tetrameri și octometri, proporția lor fiind în funcție de temperatură. Cu cât temperatura este mai ridicată cu atât predomină formele monomere și dimere. [4]
- *Starea gazoasă* - se caracterizează prin faptul că se rup toate legăturile de hidrogen, moleculele devin libere și izolate. Uneori în starea gazoasă mai persistă unii dimeri. Deci, din punct de vedere structural, apa este structurată în masă când se găsește în stare solidă, are regiuni structurate în stare lichidă și este nestructurată în stare de vapori. [4]

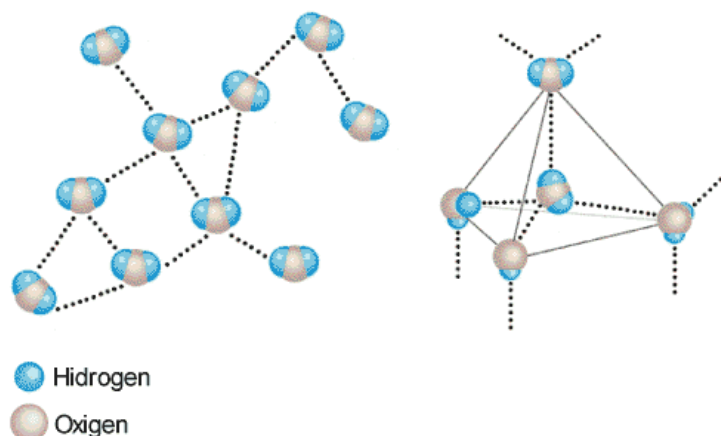


Fig. 5. Structura moleculară a apei [6]

## Concluzii

În lucrare a fost abordat și explicat procesul de nucleație al apei , efectul de suprarăcire, caracteristicile fizice și chimice ale apei, precum și stările de agregare ale acesteia. Necesitatea studierii efectului de suprarăcire a apei se explică prin avansarea progresivă în domeniul hidromecanicii și anume a utilizării acesteia ca agent în diverse sisteme.

În fine putem spune că apa fiind un produs atât de simplu din punct de vedere chimic, a provocat mereu atenție sporită asupra sa atât în aspect social, dăruind viață, cât și științific, permițându-ne să facem un pas nou către cunoaștere.

## Bibliografie

1. Zavoianu I., Hidrologie. Bucuresti, Editura Fundatiei Romania de Maine, 2006. – 256 p. ISBN (10) 973-725-716-2 ;
2. Sfetcu N., Caldura Termodinamica Fenomenologica , 2018, ISBN: 9780463885277
3. <https://ru.scribd.com/doc/240795290/Anomaliile-Apei>
4. <https://ru.scribd.com/document/199569674/Structura-Apei-in-Cele-Trei-Stari-de-Agregare>
5. <http://www.rasfoiesc.com/educatie/fizica/APA-Structura-si-proprietatile22.php>
6. <http://www.scribub.com/stiinta/fizica/Apa-si-proprietatile-sale18412162322.php>
7. <http://myersongroup.mit.edu/research/>

# INFORMATIZAREA INTEGRATĂ A SISTEMULUI DE TRANSPORT DIN REPUBLICA MOLDOVA

Nicoleta CUȘNIR

Universitatea Tehnică a Moldovei

**Abstract:** Tehnologiile informaționale dezvoltate de companiile străine, implementate în statele dezvoltate economic permit a minimiza costurile de transport, de a micșora timpul călătoriilor, ceea ce duce la ridicarea calității deservirii populației, dar și agenților economici. Aceste tehnologii însă nu ar putea fi utilizate fără de a fi creat și un sistem informațional care să integreze toate posibilitățile și tipurile de transport disponibile. Republica Moldova se află la etapa inițială de integrare a sistemelor de informatizare în domeniul transporturilor și se confruntă cu un șir de probleme în acest sens.

**Cuvinte cheie:** transport, sisteme de informatizare, tehnologii informaționale, platforme de informare, sisteme de navigare prin satelit.

În societatea contemporană, tehnologiile informaționale au ocupat demult timp pozițiile de lider în planificarea, organizarea și gestiunea activităților legate de tehnologiile de transportare.

În orice subsistem economic pentru o gestiune efektivă este necesar de a primi în momentul oportun informații despre elementele implicate într-un proces de producere sau de comercializare.

Dezvoltarea sistemelor de identificare automată este îndreptată în direcția creării sistemelor complex-standardizate, care includ atât elemente de identificare, care însoțesc marfa în procesul de transportare, cât și echipament pentru prelucrarea și transmiterea datelor în sistemele de gestiune informațională.

Sistemele de determinare prin satelit a poziției obiectelor mobile permit cu o exactitate înaltă de a calcula coordonatele mijlocului de transport, asigurând în așa mod, posibilitatea de a realiza sisteme avansate de gestiune a proceselor de transportare, cu îndeplinirea următoarelor funcții:

- Planificarea procesului de transportare;
- Controlul îndeplinirii activităților de transport în regim online;
- Deservirea informațională a procesului de transportare la orice etapă;
- Analiza îndeplinirii operațiunilor indicate.

Gama largă de specializare a componentelor software permite nu numai automatizarea operațiilor principale la crearea și prelucrarea documentației de transport, dar și soluționarea următoarelor probleme: calculul încărcării optime a mijloacelor de transport și a divizării sarcinilor pe axe; automatizarea operațiilor în depozite, contabilitate și alte forme de evidență; realizarea funcțiilor de păstrare a informației de deplasare de pe mijloacele de transport, a negocierilor audio dintre conducătorul-auto și operator de transport, a informației în format video – reproducerea itinerariului de mișcare a mijlocului de transport pe hărțile digitale.

Obstacolele principale în calea informatizării transporturilor din Republica Moldova sunt următoarele: un sistem slab de formare a datelor statistice referitoare la traficul rutier, feroviar, aerian sau fluvial de mărfuri și pasageri; monitorizare parțială a proceselor de transport, atât la nivel micro în cadrul întreprinderilor, cât și la nivel macro, în cadrul urbelor, raioanelor, țării; informarea slabă a cetățenilor referitor la posibilitățile de programare a călătoriilor; finanțarea redusă din partea autorităților publice locale, dar și celor guvernamentale.

În Republica Moldova sunt prezente asociații (Aeroportul Internațional Chișinău, Căile Ferate ale Moldovei, Serviciul Vamal etc.) care au cunoscut implementarea tehnologiilor informaționale la nivel local. Însă un mediu unic informațional în transport deocamdată nu există.

În esență pentru fiecare segment sau întreprindere în parte și pentru toată ramura se pun câteva scopuri care fiind rezolvate vor asigura nivelul adecvat al informatizării ramurii transporturilor. În primul rând este necesar de a apropia standardele informaționale pentru diferite tipuri de transport și de a crea un mediu informațional unic care la rândul său va avea câteva posibilități. Apoi va fi necesar de a îmbunătăți interacțiunea între toți membrii pe piața serviciilor de transport pentru a majora viteza de prelucrare și transportare a încărcăturilor, de a diminua volumul stocurilor și de a îmbunătăți întreg procesul de transport. În transportul de pasageri este posibil, ba chiar necesar, să se implice sistemul electronic de rezervare și achitare a biletelor de călătorie care va duce la accesul mai liber, la alegerea după tip-calitate-preț a mijloacelor de transportare. Pentru a majora securitatea transportărilor este nevoie de a monitoriza în regim on-line (permanent în orice moment) mijloacele de transport și regimul lor de mișcare.

Un moment inovațional important este asigurarea la liberul acces către sistemele de navigare prin satelit (GPS, NAVSTAR, ГЛОНАСС, Galileo, Běidǒu, IRNSS) tuturor participanților la trafic.

Perfecționarea și standardizarea sistemelor informaționale în transport este strict necesară în scopul integrării în procesele informatizării internaționale în transport. Nu există un factor mai important în domeniul informatizării transporturilor decât de a-l face cât mai competitiv pe piața internațională. Scopul principal al informatizării este realizarea la maxim al potențialului pieței serviciilor de transport al Republicii Moldova, în special a pieței de tranzit favorizată de amplasarea geografică strategică a Moldovei.

O tendință negativă formată în domeniul informatizării pentru țara noastră, este faptul că creșterea numărului de agenți implicați în domeniul transportării are ca efect diminuarea gradului de unificare a sistemelor informaționale. Aceasta la rândul său duce la nivelul scăzut al întregului proces de modernizare a infrastructurii informaționale.

Dezvoltarea sistemelor de comunicare electronice (telematicii) incită întreprinderile de transport și expediere spre folosirea Internetului sau cel puțin a telefonului pentru a găsi un mijloc de transport necesar îndeplinirii comenzii. Astfel, deja în viitorul apropiat ramura transportărilor auto se îndreaptă spre crearea unui spațiu informațional unic cu instrumente unice. Acest spațiu informațional unic ar putea soluționa un șir de probleme, ar aduce multe beneficii. Pentru întreprinderile de transport aceste beneficii ar fi următoarele:

- Managementul firmelor de transport va fi informat în orice moment pentru ce comandă lucrează fiecare camion din parcul auto, care a fost rentabilitatea fiecărui camion (câți kilometri a parcurs încărcat și câți descărcați sau în gol în fiecare lună) și câți bani a câștigat firma de pe urma exploatarea fiecărui camion (comenzi realizate, facturate și achitate).
- Rapoartele vor presupune mai puțină muncă și vor putea fi disponibile la timp, comenzile vor putea fi facturate imediat după închiderea lor operațională și se va ști dacă au fost achitate sau nu.
- De asemenea, vor putea fi alocate costurile directe și indirecte pe fiecare camion din parcul auto (leasing auto, RCA, CASCO, combustibil, salarii șoferi, taxe de drum).

Cel mai ușor informatizarea proceselor de transportare se poate implementa în domeniul căilor ferate. Căile ferate sunt ramificate pe porțiuni destul de largi chiar și în Republica Moldova. Ele se supun unei întreprinderi unice C.F.M. (Căile Ferate a Moldovei). Pentru a administra o rețea atât de largă este nevoie de un sistem informațional modern de interacțiune cu clienții pe segmentul transporturilor de mărfuri, evidenței contabile și impozitelor, rezervare și procurare on-line a biletelor de călătorie, de management a transportărilor. Lucru care deja se întâmplă, așa cum ca clienți putem face rezervări on-line de bilete în segmentul e-Ticket, afla graficele de circulație în segmentul Mersul Trenurilor, a urmări numărul biletelor vândute în segmentul CFM Trip Tracer, cu condiția să fim logați în sistem și să aflăm disponibilitatea locurilor în tren în segmentul Locuri disponibile sau tracer.railway.

La fel de facil ar fi și informatizarea proceselor de transport aerian din Republica Moldova, proces deja început așa cum călătorii pot afla informații despre zborurile din Aeroportul Chișinău direct de pe site-ul acestuia – [www.airport.md](http://www.airport.md), sau de pe site-ul companiilor aeriene. Călătorii pot afla direcția, companiile care prestează serviciul pe direcția respectivă, zilele de zbor ale săptămâni și ora decolării, pot căuta destinații și le sunt oferite careva opțiuni, orarul deplin și alte informații utile.

Din cele menționate conchidem că procesul de informatizare integrată în domeniul transporturilor în Republica Moldova este la etapa de început, obstacolele în calea acestui proces sunt cele de natură financiar-investițională, iar beneficiile care le-ar putea aduce comportă caracter de calitate a deservirii clienților, ori acesta este principiul la baza căruia stă întreaga activitate a întreprinderilor de transport din țară.

#### **Bibliografie:**

1. Cordoș, Nicolae. Elemente de telematică rutieră - Cluj-Napoca : Editura U.T. Press, 2015.

# METODĂ ALTERNATIVĂ DE DEDUCERE A ECUAȚIILOR NAVIER-STOKES

Roman SPÂNU, Roman VLASOV

Universitatea Tehnică a Moldovei

**Rezumat:** Se prezintă o metodă alternativă de deducere a ecuațiilor Navier-Stokes pentru mișcarea laminară a fluidelor vâscoase incompresibile, bazată pe legile fundamentale ale dinamicii clasice și fizicii moleculare. Pentru transformarea integralei de suprafață în integrală de volum, se recurge la relația integrală a gradientului.

**Cuvinte cheie:** fluid, vâscos, incompresibil, mișcare, element, forță, rezistență, viscozitate, ecuație.

## Introducere

Mișcarea laminară a fluidelor vâscoase incompresibile este guvernată de ecuațiile Navier-Stokes. Prima demonstrație matematică a acestor ecuații a fost dată de matematicianul francez Claude-Louis-Marie-Henri Navier, în anul 1822, plecând dintr-un raționament bazat nu atât pe acțiunea forțelor moleculare, cât pe ipoteze arbitrare [1]. Cu toate că a fost primul, care a completat ecuațiile lui Euler din dinamica fluidelor ideale cu un termen care ia în vedere fenomenul de frecare internă, Navier nu a recunoscut semnificația fizică a viscozității, atribuindu-i coeficientului de viscozitate proprietățile unei funcții intermoleculare. Totuși, nu ar trebui să fim prea exigenți față de opera matematică a lui Navier, deoarece includerea fenomenului de frecare internă în ecuațiile lui Euler părea o problemă dificilă chiar de la bun început, datorită faptului că aceste ecuații descriu fluxul de viteză macroscopic al fluidului, în timp ce disiparea energiei se produce la nivel microscopic. O demonstrație asemănătoare a prezentat fizicianul francez Simon Denis Poisson, în 1829, dar ecuațiile stabilite de el aveau să se deosebească de forma finală printr-un termen suplimentar ce conține derivata presiunii. Între timp, matematicianul francez Augustin Louis Cauchy stabilește ecuațiile fundamentale ale mișcării mediilor continue în funcție de tensiuni, care aveau să marcheze dezvoltarea dinamicii fluidelor vâscoase. Demonstrația fenomenologică este axată pe ecuațiile lui Cauchy și a fost dată de fizicianul francez Adhemar Barré de Saint-Venant, în anul 1834, și de fizicianul britanic de origine irlandeză George Gabriel Stokes, în anul 1845.

În cei aproape două sute de ani de cercetare în domeniul dinamicii fluidelor vâscoase, atenția cercetătorilor s-a orientat nu atât asupra elaborării unor metode simple de deducere a ecuațiilor Navier-Stokes, cât asupra rezolvării lor. Până în prezent literatura de specialitate nu oferă metode alternative de deducere a ecuațiilor menționate. Excepție, în acest sens, face lucrarea [2], în care autorul stabilește relația de calcul a forței de rezistență – partea vulnerabilă a ecuațiilor – pe baza primei teoreme a impulsului (teorema cantității de mișcare), simplificând astfel deducerea ecuațiilor Navier-Stokes.

## 1. Formularea problemei

Deducerea ecuațiilor de mișcare ale fluidelor vâscoase chiar și pentru fluidul incompresibil – cazul mai idealizat și mai simplu – întâmpină dificultăți mari, mai ales de ordin matematic, motiv pentru care nu se predau studenților UTM. Metodele existente presupun aplicarea unor raționamente matematice artificiale, lipsite de o semnificație fizică clară. Pentru elaborarea unei metode simple și clare de deducere a ecuațiilor Navier-Stokes, în condițiile menționate, s-a impus realizarea acestui studiu, bazat pe transpunerea principiului lui d'Alembert și a legii frecării vâscoase a lui Newton pentru mișcarea unidirecțională.

## 2. Ecuațiile de mișcare a fluidelor vâscoase incompresibile

Pentru determinarea formei generale a ecuațiilor de mișcare a fluidelor vâscoase incompresibile, se consideră un fluid în mișcare laminară, din care se separă un element oarecare de fluid cu volumul  $\mathcal{V}$ , limitat de suprafața închisă  $\sigma$  (fig. 1). Studiul echilibrului dinamic al acestuia poate fi făcut prin solidificarea lui și aplicarea principiului lui d'Alembert forțelor care acționează asupra volumului  $\mathcal{V}$

$$\vec{F}_i + \vec{F}_{ext} + \vec{F}_s + \vec{F}_\mu = 0, \quad (1)$$

care poate fi scris și sub forma legii a doua a dinamicii clasice

$$m \frac{D\vec{v}}{Dt} = \vec{F}_{ext} + \vec{F}_s + \vec{F}_\mu, \quad (2)$$

unde  $\vec{F}_i$ ,  $\vec{F}_{ext}$ ,  $\vec{F}_s$  și  $\vec{F}_\mu$  sunt respectiv forța de inerție, exterioară, superficială (de presiune) și de rezistență cauzată de viscozitate,  $m$  – masa fluidului conținut în elementul considerat, iar  $\frac{D\vec{v}}{Dt}$  – accelerația centrului de masă al acestui element. Se presupune că cele două ecuații vectoriale se respectă în orice punct al domeniului tridimensional ocupat de fluidul în mișcare.

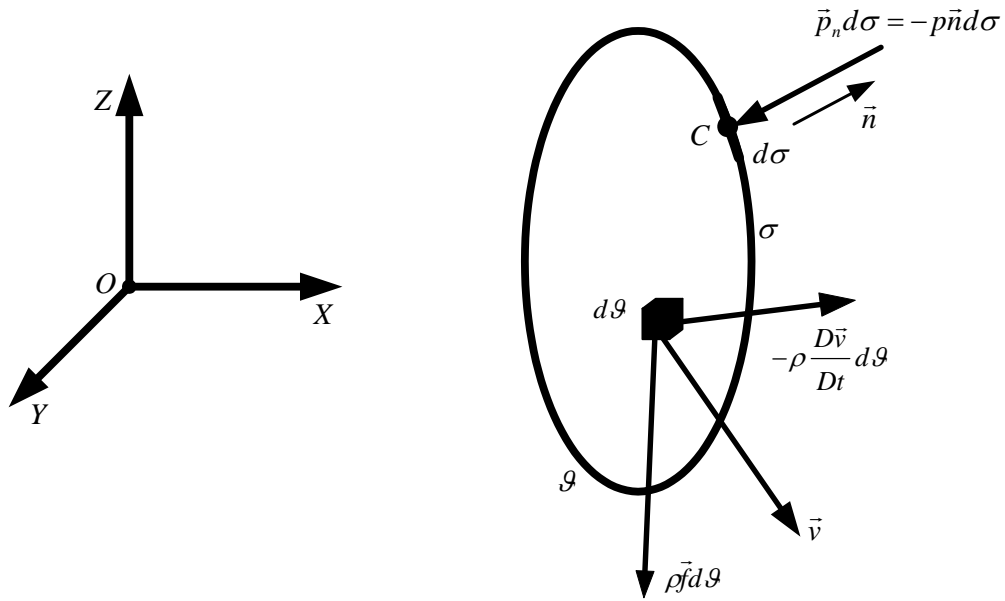


Figura 1. Element de fluid în mișcare, solicitat de forțe exterioare, superficiale și de rezistență.

Prin suprimarea fluidului din exteriorul suprafeței  $\sigma$ , este necesar să se înlocuiască acțiunea acestuia cu un sistem echivalent de forțe. Fie un element de suprafață de arie  $d\sigma$ , ca în figura 1. Pe acest element se exercită forța de suprafață  $d\vec{F}_s = \vec{p}_n d\sigma = -p \vec{n} d\sigma$ , în care  $\vec{p}_n$  este vectorul tensiune,  $p$  – presiunea hidrostatică, iar  $\vec{n}$  – vectorul unitar al normalei pe elementul de suprafață dirijat către exterior. Se poate considera că această forță elementară este aplicată în centrul de masă  $C$  al elementului de arie  $d\sigma$ . Pentru întreaga suprafață închisă  $\sigma$ , rezultanta forțelor de suprafață  $\vec{F}_s$  are expresia

$$\vec{F}_s = \oint_{\sigma} \vec{p}_n d\sigma = -\oint_{\sigma} p \vec{n} d\sigma = -\iiint_{\mathcal{V}} \nabla p d\mathcal{V}, \quad (3)$$

unde pentru transformarea integralei pe suprafața închisă  $\sigma$  în integrală de volum s-a aplicat formula integrală a gradientului [3, 4].

Fie acum un element de volum  $d\mathcal{V}$  și de masă  $dm = \rho d\mathcal{V}$  (fig. 1). Această masă se deplasează cu viteza  $\vec{v}$  și este supusă acțiunii unei forțe exterioare elementare  $d\vec{F}_{ext} = \rho \vec{f} d\mathcal{V}$ , unde  $\vec{f}(f_x, f_y, f_z)$  este vectorul de densitate al forțelor exterioare. Pentru întregul element de fluid de volum  $\mathcal{V}$ , forța exterioară este

$$\vec{F}_{ext} = \iiint_{\mathcal{V}} \rho \vec{f} d\mathcal{V}. \quad (4)$$

Tot asupra elementului de volum  $d\mathcal{V}$  acționează și forța de inerție  $d\vec{F}_i = -\rho \frac{D\vec{v}}{Dt} d\mathcal{V}$ . Pentru întregul element fluid de volum  $\mathcal{V}$ , forța de inerție  $\vec{F}_i$  este

$$\vec{F}_i = -\iiint_{\mathcal{V}} \rho \frac{D\vec{v}}{Dt} d\mathcal{V}. \quad (5)$$



Pentru calculul forței de rezistență la mișcarea laminară a fluidelor vâscoase incompresibile, se recurge la aplicarea legii frecării vâscoase a lui Newton unei particule fluide de forma unui paralelipiped elementar de dimensiuni  $dx, dy, dz$ . Pentru început, se examinează mișcarea unidirecțională în lungul axei  $OX$  (fig. 2). Considerând tensiunea tangențială  $\tau_{zx}$  liniară cu lungimea, forța de frecare care se exercită între două straturi oarecare, vecine, aflate la distanța  $dz$  unul de celălalt, este

$$dF_{\mu, zx} = \left( \tau_{zx} + \frac{\partial \tau_{zx}}{\partial z} dz \right) dx dy - \tau_{zx} dx dy = \frac{\partial \tau_{zx}}{\partial z} dx dy dz. \quad (6)$$

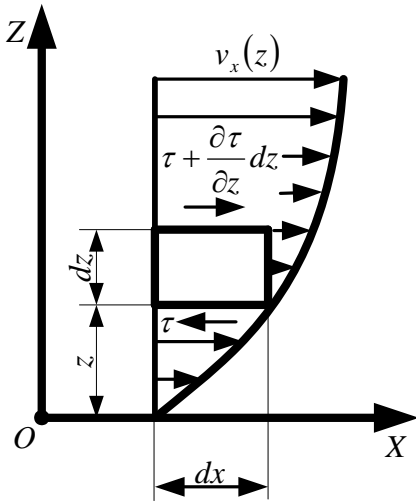


Figura 2. Schema de calcul a forței de rezistență.

Potrivit legii frecării vâscoase a lui Newton [3, 4], tensiunea tangențială de frecare între două straturi oarecare, vecine, din fluidul vâscos în mișcare unidirecțională este direct proporțională cu variația liniară a vitezei în sens transversal direcției generale de mișcare, adică  $\tau_{zx} = \mu \frac{\partial v_x}{\partial z}$ . În ipoteza constanței coeficientului de viscozitate dinamică  $\mu$ , pentru forța de rezistență care se exercită în planul  $XOZ$  se obține

$$dF_{\mu, zx} = \frac{\partial}{\partial z} \left( \mu \frac{\partial v_x}{\partial z} \right) dx dy dz = \mu \frac{\partial^2 v_x}{\partial z^2} dx dy dz. \quad (7)$$

Similar se obțin expresiile forțelor de rezistență cauzate de variația cantității de mișcare în celelalte două plane:

$$dF_{\mu, yx} = \mu \frac{\partial^2 v_x}{\partial y^2} dx dy dz; \quad (8)$$

$$dF_{\mu, xx} = \mu \frac{\partial^2 v_x}{\partial x^2} dx dy dz. \quad (9)$$

Forța de rezistență exercitată pe direcția  $OX$  este

$$dF_{\mu, x} = \mu \left( \frac{\partial^2 v_x}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v_x}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 v_x}{\partial z^2} \right) dx dy dz. \quad (10)$$

Relații similare se pot scrie și pentru celelalte două proiecții ale vitezei  $v_y$  și  $v_z$ :

$$dF_{\mu, y} = \mu \left( \frac{\partial^2 v_y}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v_y}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 v_y}{\partial z^2} \right) dx dy dz; \quad (11)$$

$$dF_{\mu, z} = \mu \left( \frac{\partial^2 v_z}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v_z}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 v_z}{\partial z^2} \right) dx dy dz. \quad (12)$$

În consecință, forța de rezistență exercitată asupra particulei fluide devine

$$\begin{aligned} dF_{\mu} &= dF_{\mu, x} \vec{i} + dF_{\mu, y} \vec{j} + dF_{\mu, z} \vec{k} = \\ &= \mu \left( \frac{\partial^2 v_x}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v_x}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 v_x}{\partial z^2} \right) dx dy dz \vec{i} + \mu \left( \frac{\partial^2 v_y}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v_y}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 v_y}{\partial z^2} \right) dx dy dz \vec{j} + \mu \left( \frac{\partial^2 v_z}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v_z}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 v_z}{\partial z^2} \right) dx dy dz \vec{k} = \\ &= \mu \Delta v_x dx dy dz \vec{i} + \mu \Delta v_y dx dy dz \vec{j} + \mu \Delta v_z dx dy dz \vec{k} = \mu \Delta \vec{v} dx dy dz = \mu \Delta \vec{v} d\vartheta, \end{aligned}$$

unde  $\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}$  sunt versorii axelor de coordonate,  $\Delta \vec{v}$  – operatorul lui Laplace în trei dimensiuni, aplicat funcției vectoriale  $\vec{v}(v_x, v_y, v_z)$ , iar  $\Delta v_x, \Delta v_y$  și  $\Delta v_z$  – operatorii monodimensionali ai lui Laplace.

Rezultanta forțelor elementare de rezistență este

$$\vec{F}_\mu = \iiint_G \mu \Delta \vec{v} dG. \quad (14)$$

Între cele patru forțe, care se exercită asupra elementului de fluid de volum  $G$ , se poate scrie, în baza principiului lui d'Alembert, relația vectorială

$$-\iiint_G \rho \frac{D\vec{v}}{Dt} dG + \iiint_G \rho \vec{f} dG - \iiint_G \nabla p dG + \iiint_G \mu \Delta \vec{v} dG = 0, \quad (15)$$

sau

$$\iiint_G \left( \rho \frac{D\vec{v}}{Dt} - \rho \vec{f} + \nabla p - \mu \Delta \vec{v} \right) dG = 0. \quad (16)$$

Deoarece nu s-a făcut nici o ipoteză cu privire la mărimea volumului  $G$ , se poate deci considera și cazul când volumul  $G$  tinde spre zero. Astfel, se obține ecuația diferențială de mișcare a fluidelor vâscoase incompresibile în formă vectorială,

$$\frac{D\vec{v}}{Dt} = \vec{f} - \frac{1}{\rho} \nabla p + \nu \Delta \vec{v}, \quad (17)$$

care proiectată pe axele sistemului trirectangular de coordonate devine

$$\left. \begin{aligned} \frac{dv_x}{dt} &= f_x - \frac{1}{\rho} \cdot \frac{\partial p}{\partial x} + \nu \left( \frac{\partial^2 v_x}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v_x}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 v_x}{\partial z^2} \right), \\ \frac{dv_y}{dt} &= f_y - \frac{1}{\rho} \cdot \frac{\partial p}{\partial y} + \nu \left( \frac{\partial^2 v_y}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v_y}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 v_y}{\partial z^2} \right), \\ \frac{dv_z}{dt} &= f_z - \frac{1}{\rho} \cdot \frac{\partial p}{\partial z} + \nu \left( \frac{\partial^2 v_z}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v_z}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 v_z}{\partial z^2} \right). \end{aligned} \right\} \quad (18)$$

Sistemul de ecuații diferențiale (18) reprezintă ecuațiile de mișcare ale fluidelor vâscoase incompresibile în formă scalară și sunt valabile pentru orice mediu continuu și deformabil în mișcare laminară. Ele exprimă legea conservării cantității de mișcare.

## Concluzii

1. Metoda alternativă de deducere a ecuațiilor Navier-Stokes pentru mișcarea laminară a fluidelor vâscoase incompresibile are la bază principiul lui d'Alembert și legea frecării vâscoase a lui Newton pentru mișcarea unidirecțională. Pentru transformarea integralei de suprafață în integrală de volum, se aplică relația integrală a gradientului.

2. Operațiile matematice efectuate au o semnificație fizică clară, ceea ce conferă metodei o largă aplicabilitate.

## Bibliografie

1. Navier, H., *Mémoire sur les lois du mouvement des fluides, présenté le 18 mars 1822*. Mémoire de l'Académie des Sciences de l'Institut de France, 1827, vol. 6, pp. 389-440.
2. Motulevici, V. P., *Uproščionnii vâvod uravnenia colicestva dvijenja viazcoi nesjimaemoi jidcosti*. Lesnoi vestnic, 2000, nr. 2, pp. 54-55.
3. Loițeanschi, L. G., *Mehanica jidcosti i gaza*. Moscova: Hauca, 1978. -736 p., vezi pp. 23, 351.
4. Cernica I., *Mecanica fluidelor*. București: Matrix Rom, 2011. -425 p., vezi pp. 36-38, 400.

# SOLUȚII ACTUALE DE FABRICAȚIE ADITIVĂ

Andrei PLATON

Universitatea Tehnică a Moldovei

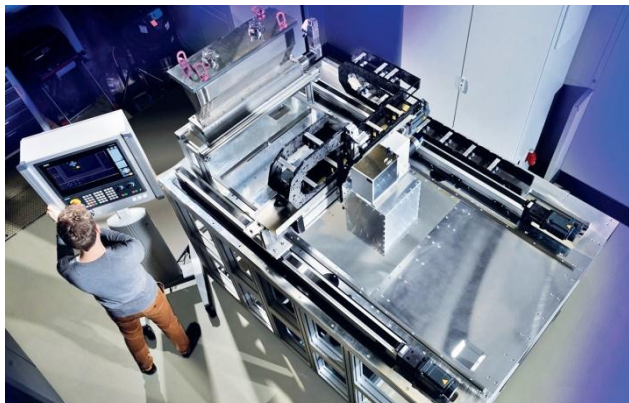
**Rezumat:** În zilele noastre dezvoltarea tuturor tehnologiilor de fabricație existente, cât și celor noi, se realizează cu pași rapizi. Odată cu implementarea și aplicarea acestora pe scară largă în producere în diverse domenii (segmente de piață) de importanță majoră pentru societatea modernă, tehnologiilor aditive (TA) li se atribuie o perspectivă bună pentru viitorul apropiat. Deși sunt cunoscute de mai mult timp (prototiparea rapidă, imprimarea 3D - mai mult de 20 ani), totuși sunt în aparență alte tipuri, mai noi, de tehnologii respective, cu elemente constructiv-funcționale specifice, orișicare dintre ele, în urma evoluției și dezvoltării tehnologice, automatizare, ascendenții calității și reducerii costurilor, ar putea realiza o revoluție grandioasă în ingineria fabricației și, în același timp, ar aduce un gradient pozitiv economiei naționale.

**Cuvinte cheie:** tehnologie aditivă (TA), rășină, pulberi, liant, lumină laser ultraviolet, cap de printare, jet.

Printarea 3D reprezintă o tehnologie relativ nouă de fabricație a pieselor, de regulă, cu configurație complexă, în baza datelor informaționale ale calculatorului, prin intermediul unui sistem robotizat de fabricație aditivă (imprimanta 3d), cu utilizarea de materiale plastice, rășini, pulberi metalici printr-un proces de depunere de material în straturi rând pe rând. [1, 2]

## Avantajele TA [5, 3, 4]:

1. Prototiparea rapidă a contribuit la obținerea machetelor, modelelor, probelor, primelor produse pentru testare, într-un timp mai redus.
2. Sunt posibile modificări rapide în proiectare, la necesitate, în urma testării prototipurilor, ce pot fi produse din start multiplicat (mai multe) cu mici particularități geometrice.
3. TA pot fi utilizate la producții de serii mici și de unicate, datorită economiei de resurse materiale, legate de lipsa matrițelor pentru prototipuri, produselor de test, turnătoriilor, etc. și de resurse de timp.
4. TA pot fi utilizate și la producția în serii mari de produse, la care se pot aplica unele modificări individualizate (la calculator) în corespundere cu cerințele aparente a consumatorilor.
5. Utilizarea TA permite stocarea produselor în formă electronică (virtual) în calculator un timp nelimitat, alegerea și utilizarea lor, chiar și când nu mai sunt disponibile pe piață (dar apare o cerere), eliminând necesitatea de depozite, de produse stocate în acestea care se învechesc cu timpul, de muncitori, de cheltuieli de întreținere.
6. Prin utilizarea TA pot fi produse ansambluri de piese similar tehnologiilor tradiționale de producere, dar cu posibilitatea de reducere a componentelor din ansamblu până la una, cu aplicarea de geometrii complexe care nu necesită ajustarea la asamblare.



**Fig. 1.** Fabricația aditivă la Institutul Fraunhofer 08.12.2017 [5]

Apare problema de a alege tipurile de tehnologii aditive optime, din marea lor diversitate, pentru un anumit tip de produs, conform cerințelor specifice, particularizate și determinate de: materialul, dimensiunile, precizia dimensională și de formă, calitatea suprafețelor, rezistența mecanică, culoarea, textura, cost etc. În afară de aceasta, lucrurile se complică și mai mult, având în vedere faptul că nu doar tipul procedurii influențează caracteristicile finale ale obiectului fabricat, dar și setările parametrilor specifici de proces,

orientarea piesei, post-procesarea, chiar și poziția din spațiul de lucru al mașinii în care se construiește obiectul. [5, 2, 1]

**La etapa actuală sunt cunoscute următoarele tipuri de fabricație aditivă: [5, 3, 4]**

### **1. FDM – Fused Deposition Modeling. (Modelarea prin depuneri de termoplastice).**

Este o tehnologie sigură, simplă, accesibilă la un preț avantajos. Fibra (fir) de masă plastică solidă trece prin extrudor, ce are posibilitate să se deplaseze în plan, în care materialul se topește și se depune în straturi pe masa de lucru, care la rândul ei se poate deplasa vertical, conform programei din softul CAM. Masa de lucru (aparatajul, utilajul) se assemblează înăuntrul unei camere care este încălzită la o temperatură mai ridicată, pentru evitarea de răcire bruscă în urma căreia pot apărea abateri de la forma inițială. Viteza de lucru este mică cu o rezoluție mică, iar precizia cu care lucrează astfel de sisteme se consideră a fi una medie cu necesitatea ulterioară de lucrări de finisare, impermeabilitate redusă.

### **2. SLA – Stereolithography (Stereolitografie).**

Este o tehnologie bazată pe depunerea strat cu strat, pe masa de lucru cu avans vertical scufundată în rășina lichidă (fotopolimerică) în rezultatul acționării cu o lumină laser ultraviolet în plan. După finalizarea operațiilor de stratificare, obiectul se pune într-o baie chimică specială pentru sporirea durabilității. Este o tehnologie disponibilă la prețuri relativ mari (de la aproximativ 50 000 EUR). Precizia și viteza de prelucrare de prelucrare este foarte bună, dar produsele nu sunt prea trainice, mai ales în rezultatul acțiunii asupra produselor a luminii de zi.

### **3. DLP – Digital Light Processing (Procesarea digitală a luminii).**

Este o tehnologie bazată pe depunerea strat cu strat a unei rășini lichide (polimerice, fotoreactive) și solidificare prin acționarea cu lumina ultravioletă, radiată de un set de oglinzi speciale și focalizată de o lentilă. Masa de lucru orientată cu fața în jos, se deplasează până la nivelul lichidului din cuvă și inițial doar îl atinge, apoi după solidificarea primului strat, se mișcă pe verticală, îndepărtându-se sau apropiindu-se de suprafața masei lichide. Fiecare oglindă generează pixeli pentru planul modelului proiectat în mod automatizat. Este o tehnologie disponibilă la prețuri medii (de la aproximativ 20 000 EUR). Viteza de prelucrare este bună, iar precizia foarte bună. Se obțin produse cu o rezistență a structurii bună și geometrii complexe.

### **4. SLS – Selective Laser Sintering (Sinterizare selectivă cu laser).**

Este o tehnologie bazată pe sinterizarea (topirea) a stratului de pulbere de pe masa de lucru, care se deplasează pas cu pas pe verticală în jos la formarea fiecărui strat, prin intermediul unui laser de putere mare. Între etapele vecine de formare a straturilor un tăvălug (cilindru, tambur) din cuva vecină, unită prin intermediul unui platou (platforme, plan), aduce (împinge, alimentează) un adaos de material, formând un strat nou subțire, nivelat, întins uniform, de pulbere deasupra suprafeței deja prelucrate și neprelucrate. La finele procesului, produsul se află scufundat integral în această masă de pulbere (*infiltrare*). Este o tehnologie disponibilă la prețuri mari (de la aproximativ 100 000 EUR). Viteza de prelucrare este medie, iar precizia este bună. Se obțin produse cu geometrii extrem de complexe, rezistente la temperaturi ridicate, fără utilizarea materialelor de suport și care nu necesită finisarea ulterioară.

### **5. SLM – Selective Laser Melting (Topire selectivă cu laser).**

Este o tehnologie asemănătoare SLS, bazată pe topirea și sudarea stratului de pulberi metalici prin intermediul unui laser. Procesul are loc într-o cameră cu gaz inert (N<sub>2</sub> sau Ar) separată de mediu exterior. Este o tehnologie disponibilă la prețuri mari (de la aproximativ 100 000 EUR). Viteza de prelucrare este medie, iar precizia este bună. Se obțin produse cu geometrii extrem de complexe, ușoare.

### **6. 3DP (Three-Dimensional Printing) inkjet printing (Printare inkjet trei-dimensională).**

Este o tehnologie bazată pe lipirea particulelor din stratul de pulberi de pe masa de lucru care se mișcă pe verticală pas cu pas la formarea fiecărui strat, cu ajutorul unui liant injectat prin duza capului de printare care execută mișcări în plan. Între etapele vecine de formare a straturilor un tăvălug (cilindru, tambur) din cuva vecină, unită prin intermediul unui platou (platforme, plan), aduce (împinge, alimentează) un adaos de material, formând un strat nou subțire, nivelat, întins uniform, de pulbere deasupra suprafeței deja prelucrate și neprelucrate. Piesa finală se obține după îndepărtarea prin suflare a particulelor de pulbere din adâncituri, goluri și cavități. Este o tehnologie disponibilă la prețuri mari (de la aproximativ 150 000 EUR).

Viteza de prelucrare este foarte bună, iar precizia este medie. Se obțin produse cu rezistență medie, dar cu geometrii extrem de complexe, rezistente la temperaturi ridicate, fără utilizarea materialelor de suport și care nu necesită finisarea ulterioară.

### **7. LOM – Laminated Object Manufacturing (Fabricare obiectelor prin laminare).**

Este o tehnologie bazată pe lipirea cu ajutorul unui adeziv a foilor subțiri (straturilor) din masă plastică sau celuloză (hârtie), tăiate de un laser sau un cuțit conform geometriei stratului respectiv proiectat în aplicația CAM. Suprafața stratului din afara conturului piesei este tăiată mărunț pentru îndepărtarea ulterioară. Este o tehnologie disponibilă la prețuri mari (de la aproximativ 10 000 EUR), cu costuri mici la consumabile. Viteza și precizia de prelucrare este medie.

### **8. PJP – PolyJet Printing (Printare PolyJet).**

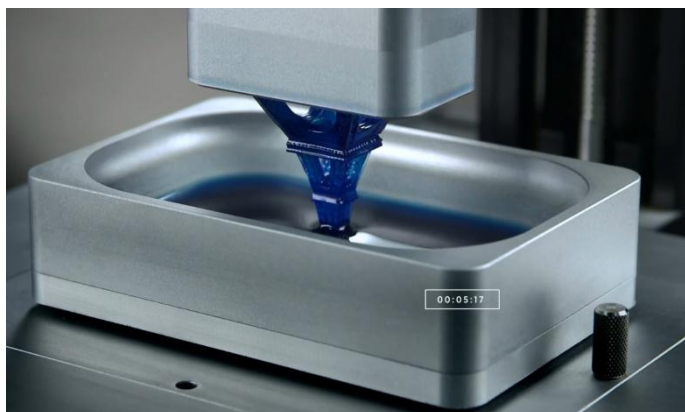
Este o tehnologie asemănătoare cu SLA și Inkjet, cu fotopolimeri lichizi. Deosebirea constă în ceea ce lumina de laser ultraviolet nu acționează strat cu strat fotopolimerul lichid din cuva plină cu acesta, dar stratul de pe masa de lucru cu geometria deja formată prin injectare de către capul de printare. Această tehnologie permite (de la cuvântul PolyJet) printarea cu capuri multiple cu utilizarea de materiale diferite. Este o tehnologie disponibilă la prețuri mari (de la aproximativ 100 000 EUR). Precizia de prelucrare este foarte bună, iar viteza este medie spre bună.

### **9. EBMT - Electron Beam Melting Technology (Tehnologia de topire cu fascicule de electroni).**

Este o tehnologie asemănătoare SLM, doar că topirea și sudarea stratului de pulberi metalici se realizează prin intermediul fasciculelor de electroni.

### **10. Continuous Liquid Interface Production CLIP Technology (Tehnologia CLIP). [5, 1]**

Specialiștii companiei Carbon3D, eminentă în domeniul fabricației aditive, lansată în 2013, au reușit să elaboreze o nouă tehnologie CLIP cu un proces tehnologic radical nou care ar permite producerea pieselor cu proprietăți mecanice mai bune și cu viteze de 25-100 de ori mai rapide decât tehnologiile disponibile actualmente. În câteva luni această companie a reușit să atragă investiții de 50 mil. \$ prezentând în acțiune tehnologia CLIP (Continuous Liquid Interface Production).



**Fig. 2. Producerea pieselor prin tehnologii aditive CLIP, prin deplasarea mesei de lucru vertical[5]**

Este o tehnologie asemănătoare SLA, bazată pe solidificarea strat cu strat a unei rășini lichide (fotopolimerică) în rezultatul acționării cu o lumină laser ultraviolet. Deosebirea constă în utilizarea unui agent care împiedică solidificarea rășinei care nu trebuie prelucrată, a oxigenului ( $O_2$ ), care pătrunde în rășină formând un strat subțire a câteva zeci de microni, datorită căruia solidificarea este imposibilă. În plus această tehnologie prevede utilizarea a unei sticle speciale transparente (străvezie) și permeabilă atât pentru lumină cât și pentru oxigen, se aseamănă cu o lentilă de contact. Dozarea necesară de  $O_2$  și timpul de depunere a acestuia în rezervor se reglează automat cu exactitate mare.

*De exemplu, aceeași piesă care se poate produce prin intermediul tehnologiei SLA timp de 690 minute (11,5 ore), prin intermediul tehnologiei SLS în 210 minute (3,5 ore), prin tehnologia Polyjet - 180 minute (3 ore), iar prin intermediul CLIP în doar 6 minute.*

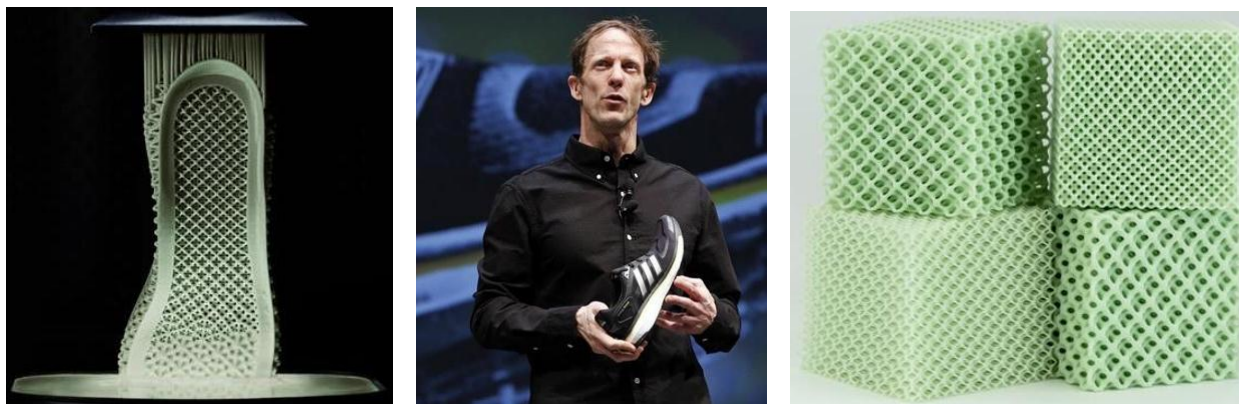
Aceeași companie Carbon3D au declarat disponibilitatea a două materiale noi pentru fabricație aditivă, rășina epoxidică EPX 82 și poliuretanul elastomeric EPU 41 cu rezerve bune la proprietățile mecanice, ce permite de a trage atenția mai mult asupra proiectării și nu asupra limitelor reale și posibilităților metodelor de producere. Materiale cu care spre exemplu au de gând să producă încălțăminte sportivă Futurecraft 4D a companiei Adidas prin tehnologii aditive, cu care sunt într-o colaborare strânsă.

Materialul EPX 82 are proprietăți mecanice similare cu materialele termoplastice umplute cu particule de sticlă cu ar fi GF-Nailon sau GF-PBT. Își poate păstra proprietățile până la temperatura de 125°C. Poate fi folosit în proiecte unde este necesar un echilibru între densitate, durabilitate și rezistență bună, spre exemplu pentru diverse elemente de fixare, de asamblare, pentru producerea caroseriei (corp, carcasă) automobilelor,



*palelor aerodinamice elicoidale de orice complexitate a geometriei profilului turbinelor eoliene cu ax vertical.* Pieseile obținute au proprietăți mecanice mai superioare decât cele produse prin turnare sub presiune.

Materialul EPU 41 este un elastomer cu proprietăți plastice și elastice foarte bune. Posedă o rezistență sporită la rupere, se comportă bine la întindere (stare energetică interioară rentabilă chiar și la temperaturi joase). Materialul este ideal pentru absorbția șocurilor și amortizare.[5, 1]



**Fig. 3.** *Prezentarea încălțămintei sportive Futurecraft 4D a companiei Adidas produsă prin TA.[5]*

### Concluzie:

Tehnologiile aditive sunt în pragul unei revoluții în domeniul ingineriei fabricației.

Astfel, companiile mari cum ar fi: 3D Systems, Stratasys, Voxeljet, ExOne și altele, sunt preocupate în dezvoltarea de noi tehnologii sau îmbunătățirea celor vechi și se pregătesc de un nou val impresionant de inovații în direcția fabricației aditive.

Pentru fabricația prin intermediul TA, trebuie să putem determina avantajele și limitele fiecărui tip de prelucrare și performanțele minime a mașinilor de fabricație aditivă pentru producția unei anumite piese.

În cadrul Universității Tehnice a Moldovei a fost elaborat, fabricat **cu succes** și cercetat experimental în tunelul aerodinamic G.U.N.T. Hamburg, un model fizic al rotorului eolian cu ax vertical, tripal, cu geometrie elicoidală și profil NACA—0018, produs la o 3D-imprimantă fabricată de către UTM prin metoda de Tehnologie Aditivă **FDM** (tipul 1).



**Fig. 4.** *Rotorul eolian cu ax vertical, tripal, cu geometrie elicoidală și profil NACA—0018 (UTM)*

### Bibliografie:

1. I. Bostan, V. Dulgheru, I. Sobor, V. Bostan, A. Sochirean, Sisteme de Conversie a Energiilor Regenerabile, ISBN 978-995-63-076-4, UTM, -Ch.: „Tehnica-Info”, 2007 (Tipografia Bons Offices).
2. Viorel BOSTAN, „MODELE MATEMATICE ÎN INGINERIE. Probleme de contact. Modelări și simulări numerice în aero-hidrodinamică, edit. „Bons Offices”, Chișinău 2014, ISBN 978-9975-80-831-6
3. L. Jyothish Kumar, Puiak M. Pandey, David Ian Wimpenny, 3D Printing and Additive Manufacturing Technologies, ISBN 978-981-13-0304-3, © Springer Nature Singapore Pte Ltd. 2019.
4. Sharlotte Kramer, Jennifer L. Jordan, Helena Jin, Jay Carroll, Alison M. Beese, Mechanics of Additive and Advanced Manufacturing, Volume 8, ISBN 978-3-319-95082-2, © The Society for Experimental Mechanics, Inc. 2019.

# STUDIUL METODELOR DE SPORIRE A EFICIENȚEI POMPELOR DE CĂLDURĂ UTILIZATE LA PROCESELE INDUSTRIALE

Igor GÎDEI, Octavian VOINOVAN, Mircea VOINOVAN

Universitatea Tehnică a Moldovei

**Rezumat:** Pompele de căldură pot fi utilizate în mai multe procese industriale. Instalațiile industriale au fluxuri de căldură reziduală și consumatori de căldură. Deșeurile de căldură sunt, de exemplu, apa reziduală, aerul umed cald, căldura condensatorului din sistemele de răcire, care pot fi ușor recuperate și reutilizate cu ajutorul unei pompe de căldură. Sporirea eficienței pompei de căldură prin combinarea acesteia cu diferite tehnologii este un concept foarte atractiv cum ar fi combinarea cu tehnologia solară. Un colector solar sau panou fotovoltaic în instalația cu pompă de căldură sporesc eficiența acesteia, reducând emisiile de CO<sub>2</sub>.

**Cuvinte-cheie:** pompă de căldură (CP); coeficient de performanță (COP); energie; proces; transfer de căldură;

## Introducere

Odată cu creșterea consumului global de energie, problemele energetice și problemele de mediu devin din ce în ce mai proeminente. În prezent, combustibilii fosili sunt principalele surse de energie, iar epuizarea lor reprezintă o provocare majoră pentru omenire. În continuă confruntare cu problemele epuizării treptate a combustibililor fosili și a poluării mediului, cercetătorii depun eforturi în două domenii: dezvoltarea de noi surse de energie, în special din surse regenerabile de energie, cum ar fi energia solară, energia eoliană și energia mareelor și îmbunătățirea eficienței energetice pentru a reduce consumul de combustibili fosili și poluarea cauzată de utilizarea lor.

Procesele industriale sunt unele dintre principalii consumatori de energie. În prezent, eficiența utilizării energiei de către industrie este în creștere, însă mai mult de jumătate din energia consumată în industriile prelucrătoare este transformată în căldură reziduală sub formă de gaze de eșapament și ape uzate. Încălzirea industrială de înaltă calitate poate fi reutilizată pentru producerea de energie electrică. Cantitatea mare de căldură reziduală, cu temperaturi scăzute și moderate (până la maximum 100°C), poate fi utilizată cu ajutorul unei pompe de căldură. Pompele de căldură industriale pot recupera căldura reziduală din procesele industriale și transferă căldura de la mediul cu temperatură scăzută la un mediu cu temperatură ridicată cu ajutorul unei surse externe de energie. Randamentul de căldură de înaltă calitate obținut utilizând pompe de căldură industriale poate fi aplicat în multe procese industriale.

## Pompa de căldură și aplicații în industrie

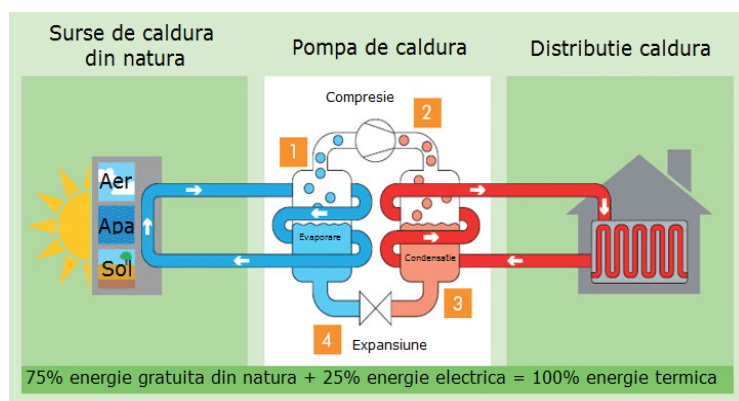


Fig. 1. Principiul de funcționare al pompei de căldură

O pompă de căldură este o mașină sau un dispozitiv care transferă căldura dintr-o locație ("sursă") într-o altă locație ("chiuvetă" sau "radiator") folosind lucru mecanic. Majoritatea tehnologiilor pompei de căldură transferă căldura dintr-o sursă de căldură cu temperatură scăzută către un radiator cu temperatură mai mare. Exemple comune sunt frigiderul și congelatorul pentru alimente, aparatele de climatizare și pompele de căldură cu ciclu reversibil pentru asigurarea confortului termic. Principiul de funcționare al pompei de căldură este reprezentat în figura 1.

Există mai multe cicluri de pompă de căldură în aplicațiile industriale. Aceste cicluri pot fi împărțite în următoarele categorii: ciclul de compresie a vaporilor (ciclul de compresie mecanică), ciclul de recomprimare mecanică a vaporilor, ciclul de recomprimare a vaporilor termici, ciclul de absorbție și pompele de căldură chimice. Performanța la starea de echilibru a ciclului pompei de căldură este evaluată printr-un coeficient numit coeficientul de performanță (COP). COP este definită ca:

$$\text{COP} = Q/P \quad (1)$$

în care:  $Q$  este căldura utilă livrată;

$P$  este energia de intrare.

Pompele de căldură au devenit din ce în ce mai importante în lume ca o tehnologie de îmbunătățire a eficienței energetice și de reducere a emisiilor de  $\text{CO}_2$ . În special, pompele de căldură industriale (IHP) oferă diferite oportunități pentru toate tipurile de procese și operațiuni de fabricație. IHP utilizează căldura procesului de deșeuri ca sursă de căldură, livrează căldură la temperaturi mai ridicate pentru utilizare în procese industriale, încălzire sau preîncălzire sau pentru încălzirea și răcirea spațiului în industrie. Acestea pot reduce în mod semnificativ consumul de combustibili fosili și emisiile de gaze cu efect de seră într-o varietate de aplicații.

### Metode de sporire a eficienței pompelor de căldură utilizate în industrie

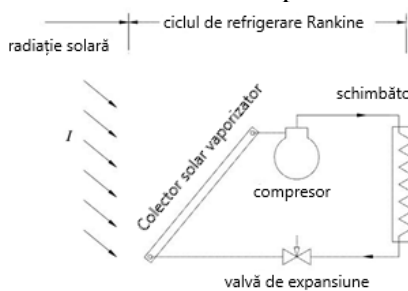
#### *Pompa de căldură utilizată la producerea apei calde.*

Ciclul de expansiune directă cu pompă de căldură asistată solar (SAHP) constă dintr-un ciclu de răcire Rankine cuplat cu un colector solar care acționează ca un evaporator. Agentul frigorific este expandat direct în interiorul evaporatorului pentru a absorbi energia solară. Prin proiectarea corectă a ciclului de răcire Rankine și a colectorului pentru o anumită condiție de funcționare, căldura poate fi mai degrabă absorbită din mediul ambiant, decât respinsă, în acesta. Adică, SAHP poate absorbi simultan căldura de la radiația solară și aerul înconjurător. Huang și Chyng (1999) au propus pentru prima dată proiectarea unui încălzitor de apă cu pompă de căldură asistată integral de soare (ISAHP), care integrează colectorul solar la pompa de căldură și rezervorul de stocare a apei împreună pentru a veni cu o singură unitate ușor de instalat (fig. 2)[1].

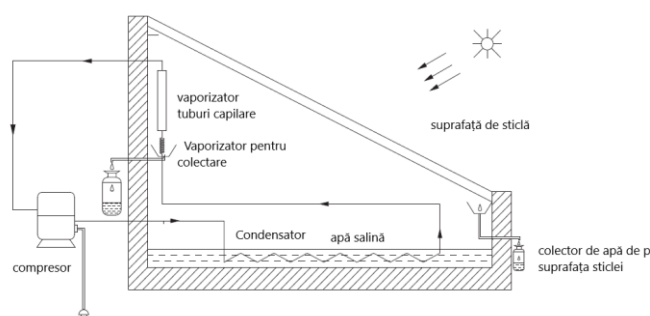
#### *Procesul de desalinizare a apei cu pompă de căldură.*

Desalinizarea este un ansamblu de procese de separare a sărurilor din apă cu o salinitate nenulă. Este un proces necesar în zonele unde nu e disponibilă apă dulce. Desalinizarea se poate efectua prin distilare cu ajutorul pompei de căldură reprezentată în figura 3.

În procedura de desalinizare apa este încălzită atât de soare cât și de condensator după care se vaporizează și ajunge pe suprafața de sticlă unde este colectată de colectorul de apă, de pe suprafața sticlei. Parte mai mare de apă se condensează pe suprafața vaporizatorului cu tuburi capilare după care se captează de colectorul instalat sub vaporizator.



**Fig.2.** Pompă de căldură utilizată la producerea apei calde

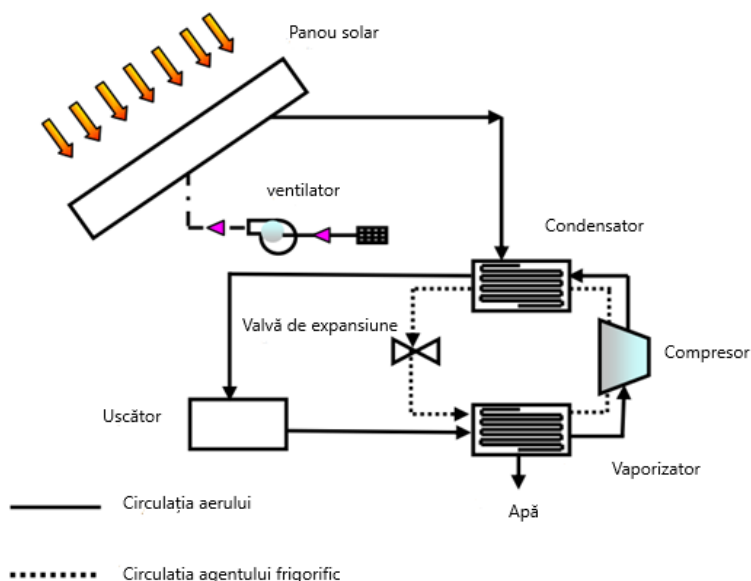


**Fig. 3.** Schema instalației pentru desalinizarea apei

#### *Pompă de căldură asistată de soare pentru uscarea produselor.*

Pompele de căldură sunt cunoscute pentru eficiența lor din punct de vedere energetic atunci când sunt utilizate în operațiunea de uscare. Principalele avantaje ale uscătoarelor cu pompă de căldură rezultă din capacitatea pompelor de căldură de a recupera energia din gazele de refulare, precum și de capacitatea lor de a controla capacitatea lor de a controla temperatura și umiditatea gazului uscător.





**Fig. 4. Schema instalației de uscare cu pompă de căldură asistată de soare (SAHPD)**

Există o varietate de modele de uscare cu pompă de căldură asistată de soare (SAHPD), în funcție de natura aplicației directe, cum ar fi, cu și fără instalație de stocare a căldurii. Figura 4 ilustrează schema unui sistem SHPWD simplificat. Acesta reprezintă o schemă a diferitelor componente de refrigerare și a combinării sistemului solar cu camera de uscare. Aerul la admisie trece prin camera de uscare și preia umiditatea din produs. Aerul cu umiditate este direcționat către bobina vaporizatorului. În timpul procesului de uscare, aerul este mai întâi răcit până la punctul de rouă. Răcirea ulterioară conduce la condensarea apei din aer. Căldura recuperată este pompată la condensator. Colectorul solar ia radiația solară de la soare, care este transformată în căldură. Aerul care trece prin țevile din panou este apoi încălzit într-o condensator.

Aerul preîncălzit și de umidificat absoarbe mai multă căldură din condensator și apoi cu temperatura mai ridicată procesul de umidificare parcurge în mod corespunzător.[3]

Un sistem de uscare cu pompă de căldură asistată de soare a fost proiectat și fabricat local, după cum se arată în figura 5, performanța sistemului a fost investigată în condițiile meteorologice din Singapore. Sistemul este situat pe acoperișul unei clădiri cu patru etaje de la Universitatea Națională din Singapore. Sistemul constă dintr-un compresor cu piston cu viteză variabilă, evaporator-colector, supapă de expansiune, rezervor de stocare, condensator răcit cu aer, încălzitor auxiliar, suflante, uscător, de umidificator și colector de aer. Detaliile sistemelor sunt explicate în secțiunea următoare. Setarea constă din două căi distincte de circulație: aer și agent frigorific.

**Calea fluxului de aer.** Traseul debitului de aer se ocupă de aer, care trebuie menținut într-o stare dorită la intrarea în uscător. Diferitele componente ale traseului aerului sunt: colector solar de aer, condensator răcit cu aer, încălzitor auxiliar, suflante, unitate de uscare, de umidificator, regulator de temperatură și amortizoare. Camera de uscare conține un număr de țevi de nailon pentru a ține materialul de uscare și a-l expune la fluxul de aer. Un sistem de conducte bine proiectat livrează aerul către locațiile dorite. Canalul este izolat termic pentru a avea un mediu adiabatic. Aerul curat este încălzit de colectorul de aer solar și apoi curge peste bobina condensatorului, unde este încălzit în continuare de căldura eliberată de agentul frigorific la condensare. Aerul la starea de uscare prestabilită intră în admisia uscătorului și efectuează uscarea. Aerul care iese din uscător este răcit și de umidificat, pentru a scăpa de umiditatea absorbită în uscător, astfel încât la de-umidificator să apară o respingere a căldurii. Ulterior, această căldură este disponibilă la condensatorul răcit cu aer pentru re-procesarea aerului pentru următorul ciclu. Ciclul se repetă până la atingerea nivelului de umiditate necesar al materialului de uscare.

**Calea de curgere a agentului frigorific.** Calea de curgere a agentului frigorific este reprezentată cu linie continuă în Figura 3. Componentele din fluxul de agent frigorific sunt: de umidificator, evaporator colector, compresor de tip deschis cu piston, regulate de presiune în vaporizator, supape de expansiune, condensator, rezervor și o unitate de ventilare. De umidificatorul și colectorul de vaporizator sunt conectate paralel cu supapele individuale de expansiune, așa cum se arată în figura 3. Agentul frigorific la ieșirea din condensatorul răcit cu aer, trece prin bobină într-un rezervor și încălzesc apa din rezervor prin eliberarea căldurii, asigurând astfel o condensare completă. Agentul frigorific utilizat în sistem este R134a.

La finalul studiului detaliat experimental și analitic s-au formulat următoarele concluzii: eficiența colectorului de aer, cu și fără de umidificator, sa dovedit a fi între 0,72 - 0,76 și respectiv 0,42 - 0,48. A fost obținută o eficiență maximă a colectorului - vaporizator de 0,87 față de o eficiență maximă a colectorului de aer de 0,76. Rezultatele arată că COP scade odată cu creșterea vitezei compresorului, în timp ce fracția solară crește odată cu creșterea vitezei compresorului. Atât COP, cât și colectarea energiei soarelui cresc odată cu creșterea debitului de masă a aerului. Fracția solară scade odată cu creșterea temperaturii de

uscare. A fost obținută o valoare COP de 6,0 la o viteză a compresorului de 1200 RPM și o valoare a fracțiunii solare de 0,81 pentru o temperatură de uscare de 55 °C.

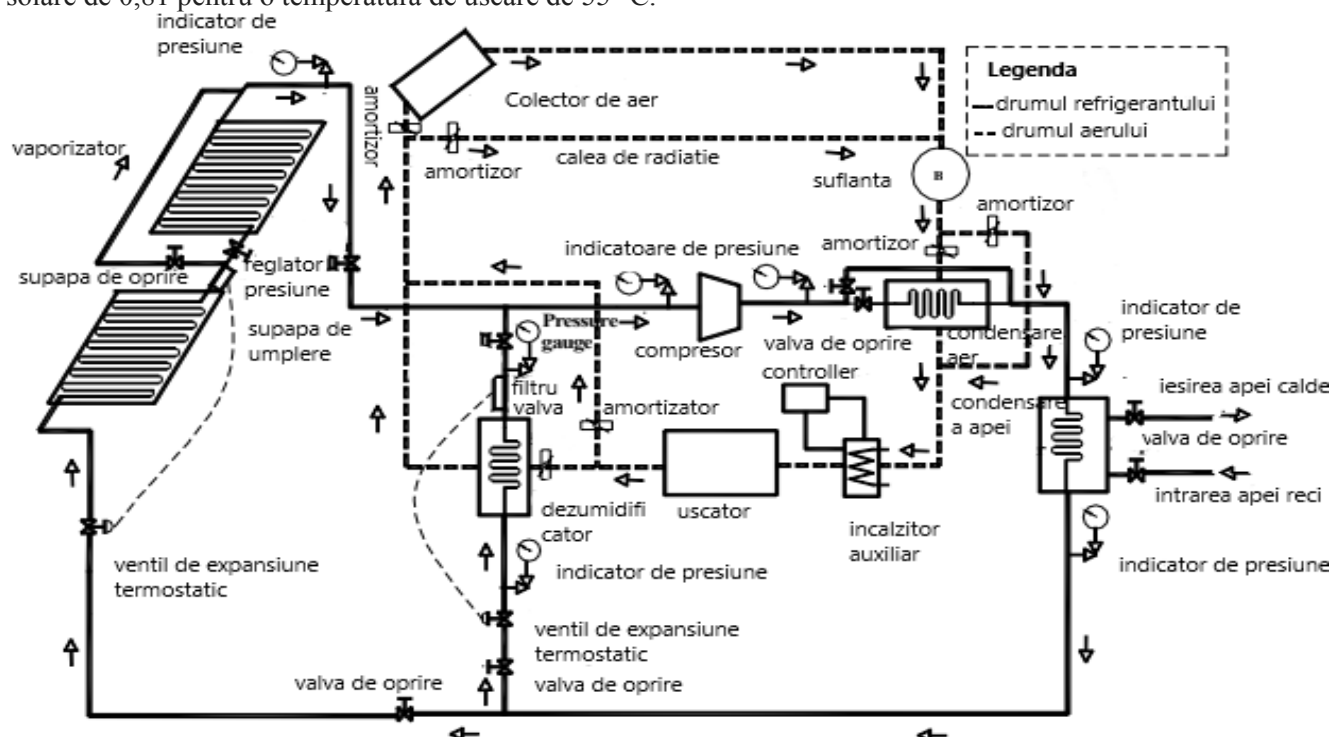


Fig. 5. Schema sistemului de uscare solară asistată de pompă de căldură

## Concluzii

Pompele de căldură asistate de energia solară oferă una dintre cele mai profitabile posibilități pentru viitoarele sisteme de uscare ecologice. Aceste sisteme sunt potențial mai eficiente decât cele convenționale. În plus, în aceste sisteme a fost redus consumul de energie datorită coeficientului de performanță ridicat al panourilor solare și eficiența termică ridicată al uscătorului atunci când este proiectat corespunzător. La folosirea pompei de căldură împreună cu colectorul solar în rezultat obținem o eficiență cu 30% mai mare.

## Referințe bibliografice

1. Huang, B.J., Chyng, J.P., 1999. Integral type solar-assisted heat pump water heater. *Renew. Energy* 16, 731–734.
2. <https://www.researchgate.net/publication/319647846> Research and developments on solar assisted d compression heat pump systems - A comprehensive review Part-B Applications
3. R. DAGHIGH, K. SOPIAN, M.H. RUSLAN, M. A. ALGHOUL, C. H. LIM, S. MAT, B. ALI, M. YAHYA, A. ZAHARIM, M.Y. SULAIMAN - Survey of Hybrid Solar Heat Pump Drying Systems, Solar Energy Research Institute, Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM), 43600, Bangi, Selangor, MALAYSIA. ISSN: 1790-5095, ISBN: 978-960-474-055-0
4. R. Best, W. Soto, I. Pilatowsky, J.L. Gutierrez, Evaluation of a rice drying system using a solar assisted heat pump. *Renewable Energy*, Vol. 5. Pergamon press, 1994, pp. 465 - 468.
5. MNA. Hawlader, SK. Chou, KA. Jahangeer, SMA. Rahman, KW. Eugene Lau, Solar-assisted heat-pump dryer and water heater. *Applied Energy* 74, 2003, pp.185–193. Proceedings of the 4th IASME / WSEAS International Conference on ENERGY & ENVIRONMENT (EE'09).

## MAȘINI DE PRODUCERE A PELEȚILOR

Victor CHIRNICINȚI, Ion CROITORU

Universitatea Tehnică a Moldovei

**Rezumat:** Sursele de energie regenerabilă reprezintă o subdiviziune tot mai importantă a energiei. Odată cu scumpirea petrolului, gazului și cărbunelui utilizarea energiei regenerabile devine tot mai rentabilă. Republica Moldova fiind o țară agrară are un potențial mare în folosirea biomasei ca sursă de energie regenerabilă. Peleții și brichetele pot fi produse din deșeuri agroalimentare sau din tulpinele plantelor ramase pe câmpuri după recoltare. Utilizarea energiei regenerabile va micșora importul de energie în R.M. și va crea noi locuri de muncă.

**Cuvinte cheie:** brichete, energie, putere calorică, materie primă.

Producerea peleților și a brichetelor a obținut o bună dezvoltare în ultimii ani, dovadă acestea fiind cele 74 de companii care se ocupă cu producerea peleților și a brichetelor cu productivitatea cuprinsă între 200 și 800 kg/ora [1]. Materia primă mai des folosită în producerea peleților sunt paie, cojile de floarea soarelui, deșeuri Agricole, deșeuri de lemn și rumeguș de lemn. Sursele de rumeguș de lemn sunt fabricile care se ocupă cu prelucrarea lemnului așa ca fabrici de mobilă, de cherestea, altă sursă pot fi livezile și vița de vie, după curățarea căreia rămâne o cantitate mare de resturi lemnoase. Pe teritoriul R.M. sunt în total aproximativ 132000 ha de livezi și 137000 ha plantate cu viță de vie [2]. Avantajele producerii și utilizării peleților sunt următoarele:

- Posibilitatea de a automatiza aparatele, arzătoarele pe combustibil solid.
  - Materie primă ieftină.
  - Cererea înaltă pe piața Republicii Moldova.
  - Gradul înalt de automatizare a liniei de producere a peleților care poate fi întreținută de un număr mic de muncitori.
  - Linia este compactă și nu necesită încăperi cu suprafețe mari de lucru.
- Dezavantajele:
- Utilajul tehnologic de producere relativ scump.
  - Concurența înaltă pe piața de desfacere.
  - Utilajul este de origine străină iar piesele de schimb nu mereu pot fi găsite în R.M.

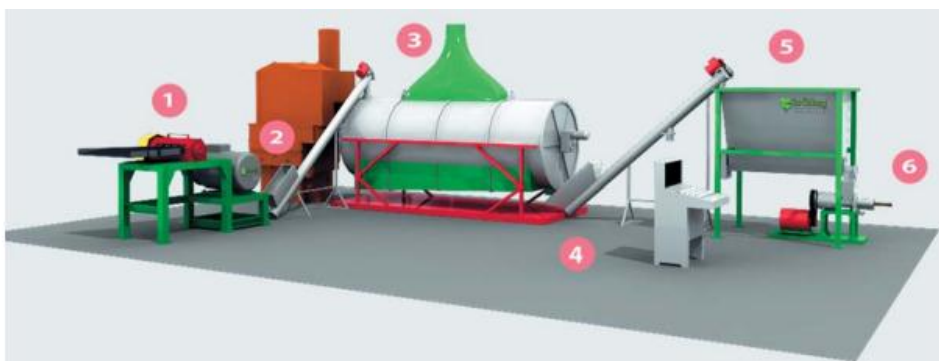


Fig.1 Modelul liniei de brichetare.

În Fig.1 este reprezentat modelul liniei de brichetare ce are următorul principiu de funcționare: Materia primă este introdusă în mărunțitorul (1), după care cu ajutorul transportorului cu melc (2) materia primă mărunțită este introdusă în instalația de uscare cu tambur, unde umiditatea materiei prime este adusă în limitele prescrise. După uscare materia primă prin intermediul transportorului cu melc (4) este încărcată în buncărul de alimentare (5) al extruderului (6)

Cel mai important ansamblu al acestei linii tehnologice o reprezintă presa. De tipul presei depinde forma, densitatea și calitatea produsului.

1. Mașina de brichetare cu piston hidrolic, sau ciocan mecanic are următorul principiu de funcționare: materia primă este introdusă în buncăr după care este prea presată cu ajutorul melcului, după care pistonul realizează presarea finală a brichetului prin matrice care pot avea forme deferite. Avantajele presei date sunt:

- Construcție simplă cu o uzare mica a pieselor aflate în mișcare.
- Lungimea brichetului este constantă.

Dezavantaje:

- Neomogenitatea brichetului.
- Imposibilitatea carbonizării stratului superficial al brichetului

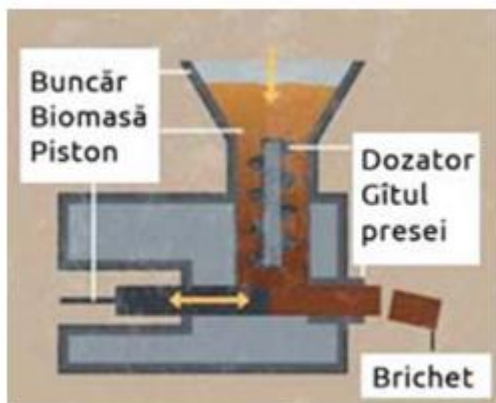


Fig.2 Mașina de brichetare cu piston

2. Mașina de brichetare prin extrudare are următorul principiu de funcționare: materia primă este introdusă în buncărul de alimentare, de unde este preluată de către melcul extruderului ce are o formă conică. Materia primă este presată prin spațiul inter-tubular unde își obține forma geometrică finală, tot în această zonă are loc carbonizarea stratului superficial. Avantajele extruderului sunt :

- Prezența găurii interioare ce facilitează arderea.
- Omogenitatea înaltă a brichetului.

Dezavantaje:

- Consumul înalt de energie.
- Uzarea rapidă a melcului de presare.

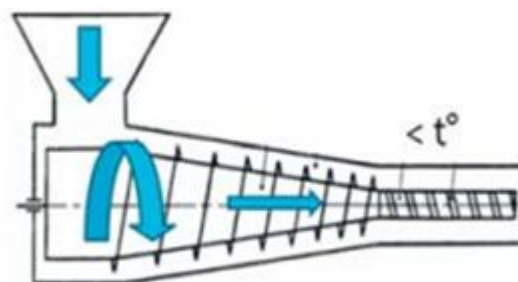


Fig.3 Extruder

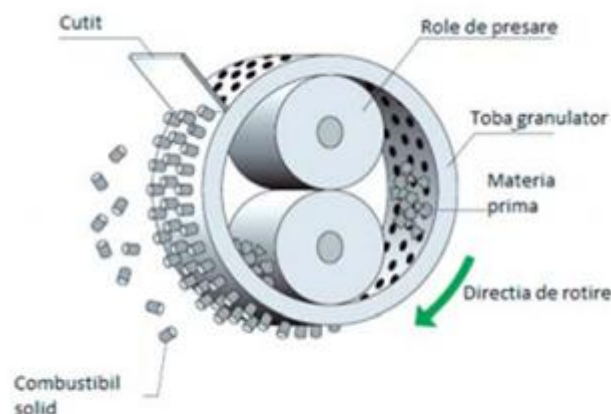


Fig.4 Granulator

3. Granulatoarele se utilizează pentru producerea peletilor cu diferite diametre, în dependență de găurile inelelor perforate. La presare materia primă se încălzește considerabil, lignina din lemn se topește și formează un pelete cilindric solid [3].

## Bibliografie

1. <http://biomasa.md/wp-content/uploads/2016/05/Lista-producatorilor-biocombustibil-RO.pdf>
2. <http://provincial.md/agro/maia-suprafata-totala-a-terenurilor-agricole-in-republica-moldova-constituie-2-028-250-ha#>
3. [http://piata-biomasa.md/wp-content/uploads/2016/05/8\\_Ghid-pentru-furnizorii-de-Bio-Combustibil.pdf](http://piata-biomasa.md/wp-content/uploads/2016/05/8_Ghid-pentru-furnizorii-de-Bio-Combustibil.pdf)

# AUTOMAT PENTRU VĂLȚUIREA PISTONULUI CU BIELA

Victor GOLOVENCO

Universitatea Tehnică a Moldovei

**Abstract:** Utilizarea vâlțuirii în scopul fixării reciproce a pieselor duce atât la obținerea unei îmbinări fiabile cât și la economisirea materialelor, este ușor realizabilă, și, deci, relativ ușor supusă automatizării. Principalele probleme în cazul dat sunt orientarea pieselor îmbinate pentru a fi asamblate reciproc și alimentarea dispozitivelor cu piese. În condițiile producerii automate îmbinarea și vâlțuirea pieselor este efectuată de către organe mobile de lucru sau organe staționare la care sunt aduse articolele destinate vâlțuirii. A doua variantă este preferabilă, deoarece duce la simplificarea semnificativă a construcției automatului de vâlțuire și, prin urmare ieftinește procesul de asamblare.

**Cuvinte cheie:** automat, îmbinare, vâlțuire, fixare

Vâlțuirea este procesul de îmbinare nedemontabilă a pieselor prin deformarea uneia dintre ele.

Îmbinarea se obține fără resturi de material și piese intermediare.

Procesul de vâlțuire este cunoscut ca o metodă simplă de obținere economică a unei îmbinări fiabile. Fixarea prin vâlțuire este utilizată în cazurile când în cursul exploatării produsului nu este necesar de a demonta piesele îmbinate.

Principala problemă întâlnită la realizarea vâlțuirii este orientarea reciprocă a pieselor la îmbinare, de aceea este preferabilă proiectarea pieselor cu forme tehnologice automatizării.

Un exemplu clasic de utilizare a vâlțuirii este piston-biela pompei produse la uzina “Moldovahidromaș” (fig.1).

Piese componente ale mecanismului sunt pistonul și biela, ce după vâlțuire își păstrează mobilitatea reciprocă.



Fig.1 Piston-biela pompei

De regulă procesul de asamblare al produsului constă din următoarele etape:

- Deplasarea pieselor spre zona de asamblare
- Orientarea reciprocă a pieselor componente;
- Îmbinarea pieselor;
- Vâlțuirea;



- Îndepărtarea produsului din zona de asamblare.
- Vălțuirea pieselor are loc în următoarea succesiune:
- Apropierea organului de lucru până la contact cu piesa;
  - Efectuarea cursei de lucru până la atingerea dimensiunii dorite;
  - Îndepărtarea organului de lucru.

Există deja un automat pentru vâlțuirea acestui ansamblu /1/, care are însă și unele neajunsuri:

- masa mare ale părților sale mobile;
- necesitatea alimentării părților mobile cu agent de lucru (apar magistrale flexibile);
- instabilitatea pieselor îmbinate (piesele îmbinate se orientează vertical);
- dificultatea poziționării capului de forță cu piesele îmbinate.

În legătură cu cele menționate a fost propus un automat ce este lipsit de neajunsurile instalației existente: toate mecanismele automatului sunt staționare, construcția este mult mai simplă și fiabilă.

Automatul (fig.2) constă dintr-o magazie 1, în care sunt stocate prealabil piesele componente 2 și 3. Cilindrii de forță 5, mecanismele de acționare 6 și 9; tija 4, rola de vâlțuire 6 și cea de reazem 9.

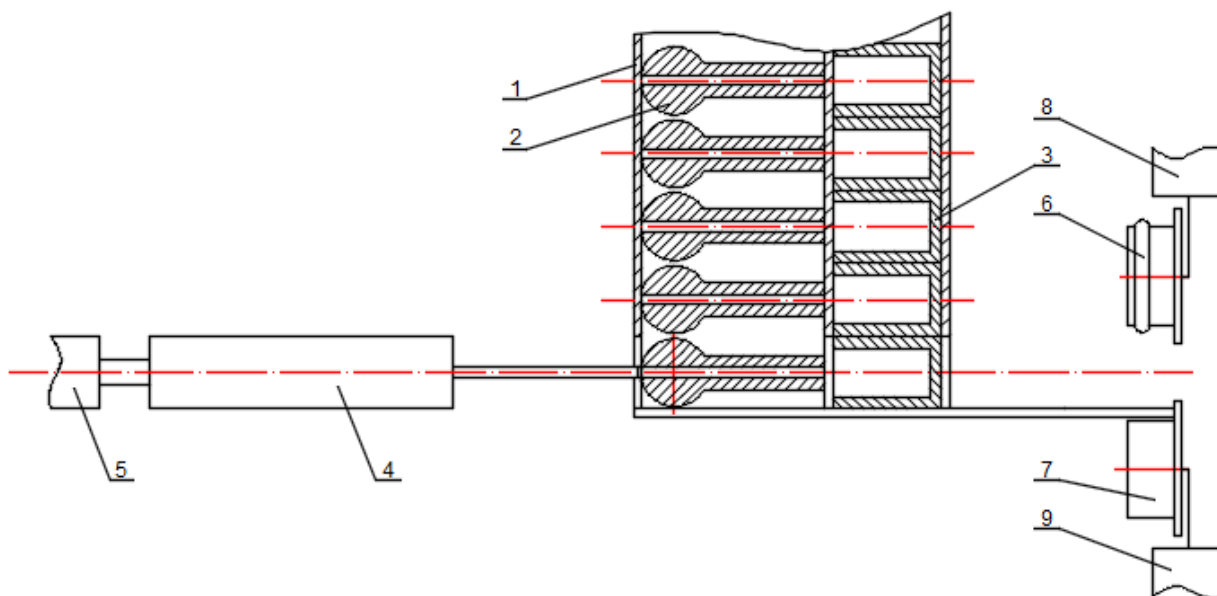


Fig. 2. Automat pentru vâlțuirea biezelor

Vălțuirea pieselor are loc în felul următor:

Cilindrul de forță 5 împinge tija 4. Piesa 2 se mișcă spre stânga și se îmbină cu piesa 3. Căderea pieselor aflate în magazie este împiedicată de porțiunea mai groasă a tijei. Piesele îmbinate își continuă mișcarea spre rolele 6 și 7, unde se stopează de către marginile acestora. Mecanismele de acționare 8 și 9 apropie rolele 6 și 7. Paralel rola 6 este rotită de un motor încorporat, efectuând vâlțuirea. Ulterior rolele 6 și 7 sunt îndepărtate în măsura de a permite trecerea produsului finit spre ieșire.

#### Bibliografie:

1. Brevet de invenție SU 795643 1981.12.10.

# POMPĂ DE CĂLDURĂ – SURSĂ EFICIENTĂ DE CĂLDURĂ

Anatolie BARBĂLAT

Universitatea Tehnică a Moldovei

**Rezumat:** În lucrare este descrisă o pompa de căldură care reprezintă o modalitate inteligentă de a transfera căldura preluată de la sursa de potențial redus (sursă rece) prin intermediul unui consum de lucru mecanic în compresor (sau din contul căldurii de alt potențial) spre sursa de temperatură înaltă pentru a încălzi, de exemplu, apa sau locuințele. Această sursă de căldură poate exista în apă, sol, aer, apa de răcire a compresoarelor și alte.

**Cuvintele cheie:** pompă de căldură (PC), energie regenerabilă (ER), transfer de căldură (TR).

## Introducere

Dintre diferite forme de energie utilizate în etapa actuală de dezvoltare a tehnicii, energiei termice îi revine ponderea cea mai mare în balanța energetică a unei țări. În prezent se depun eforturi susținute pe linia găsirii căilor optime de utilizare a energiei termice în scopul economisirii resurselor energetice primare de combustibil.

Este cunoscut faptul că sporirea eficienței energetice și economice a proceselor industriale se realizează în mare măsură prin reintroducerea în circuitul energetic al resurselor energetice secundare care apar și se dezvoltă odată cu aceste procese.

În general aceste resurse apar sub formă de căldură fizică a unor agenți tehnologici care, atunci când nu este valorificată, este evacuată în mediul ambiant prin instalații de răcire sau odată cu însuși agentul purtător.

Complexul energetic constituie baza economiei naționale și este destinat producerii, conversiei, transportului și distribuției energiei electrice, termice și a resurselor energetice primare.

## Domenii și condiții de utilizare a pompelor termice

Pompele termice moderne de căldură, oferă posibilități tehnice efective pentru economisirea de energie și reducerea emisiilor de CO<sub>2</sub>. În cazul reducerii necesarului de căldură prin izolație termică îmbunătățită, pompa termică de căldură reprezintă o bună alternativă. Adaptarea corectă a sursei de căldură și a sistemului de distribuție de căldură la regimul de funcționare al pompelor de căldură, conduce la funcționarea sigură și economică a instalațiilor de încălzire cu pompe de căldură. Pompa de căldură oferă premisele tehnice necesare pentru încălzire și preparare de apă caldă menajeră.

Pompele termice cu vaporii sunt utilizate în numeroase domenii pentru alimentarea celor mai diferiți consumatori de căldură. Se desprind câteva categorii mai importante atât prin numărul mare de instalații realizate cât și prin ponderea mai ridicată a acestora în balanța energetică:

- pompe termice folosite pentru încălzirea și condiționarea aerului în clădiri; aceste pompe utilizează ca sursă de căldură aerul atmosferic fiind recomandabile pentru regiunile cu climat temperat;

- pompe termice folosite ca instalații frigorifice și pentru alimentarea cu căldură; aceste pompe sunt utilizate respectiv pentru răcire în timpul verii și încălzire în sezonul rece; ele s-au răspândit mai mult decât cele care sunt utilizate pentru producerea simultană a frigului și căldurii;

- pompe termice utilizate ca termocompresoare; aceste pompe sunt utilizate în domeniul instalațiilor de distilare, rectificare, congelare, uscare etc.;

- pompe termice utilizate în industria alimentară ca termocompresoare precum și în scopuri de condiționare a aerului sau tratare a acestuia în cazul întreprinderilor de produse zaharoase, respectiv, cel al antrepozitelor frigorifice de carne;

- pompe termice destinate industriei energetice: în acest caz ele sunt folosite pentru încălzirea camerelor de comandă sursa de căldură fiind, spre exemplu, apa de răcire a condensatoarelor sau căldura evacuată de la generatoarele și transformatoarele electrice;

- pompe termice utilizate, pentru recuperarea căldurii din resursele energetice secundare: în acest scop pompa termică este folosită ca termocompresor; se remarcă valorificarea prin pompe termice a căldurii evacuate prin condensatoarele instalațiilor frigorifice sau a energiei apelor geotermale;

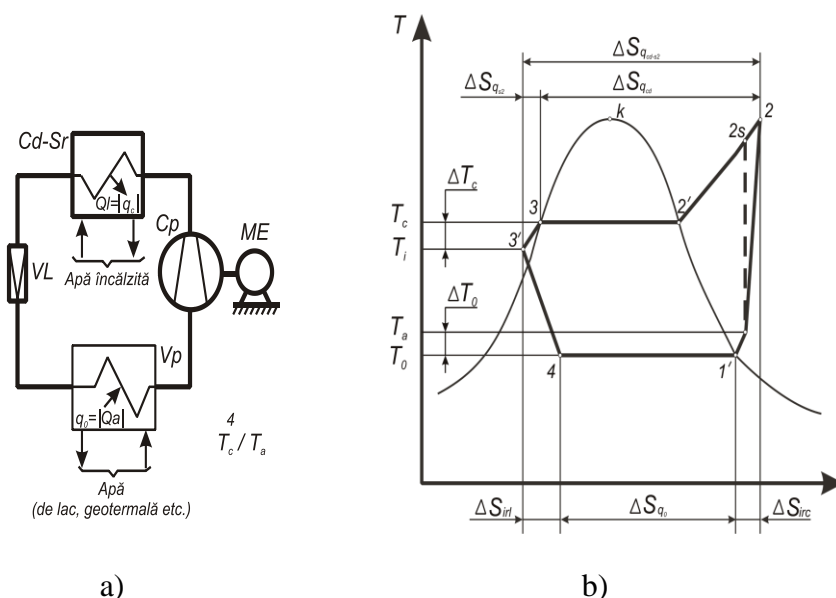
- pompe termice folosite în agricultură: există pompe termice care sunt utilizate simultan pentru răcirea laptelui și prepararea apei calde.

Limita de la care soluția de utilizare a pompei termice începe să devină rentabilă, în comparație cu alte soluții, poate fi stabilită printr-o analiză termo-economică detaliată. Această analiză trebuie să ia în considerare costul combustibilului, cheltuielile de investiții și condițiile de producere a energiei electrice în centralele termoelectrice.

În general se constată că soluția cu pompă termică cu vapori devine rentabilă în cazul instalațiilor cu compresoare antrenate de motoare electrice dacă valoarea coeficientului real de performanță este de cel puțin 4.

Factorii care favorizează alegerea soluției de pompă termică față de alte tipuri de instalații de încălzire sunt următorii:

- existența unei surse bogate de căldură cu potențial coborât precum apele geotermale, resurse energetice secundare etc.;
- asigurarea unui consum de căldură cât mai constant și mai important care, în cazul instalațiilor cu turbocompresor este de cel puțin 175...230 kW;
- limitarea diferențelor de temperatură între temperatura impusă de consumatorul de căldură și cea a sursei de căldură la  $50 \div 80 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- asigurarea unei durate de exploatare a pompei termice cât mai mari;
- posibilitatea de a dispune de energie mecanică, respectiv electrică ieftină necesară pompei termice;
- posibilitatea de a folosi instalații simple și ieftine precum ar fi cele cu absorbție care utilizează resurse energetice secundare sau energia solară.



**Figura 1.** Schema (a) și ciclul de calcul al pompei termice cu vapori (b)

În majoritatea cazurilor, sistemul de încălzire cu pompă termică nu se proiectează astfel ca pompa termică să asigure o productivitatea de încălzire maximală la o temperatură minimă a aerului din exterior (așa numitul calcul monovalent), pentru că o așa pompă va avea dimensiuni de gabarit foarte mari și va fi din punct de vedere economic nerentabilă. De aceea mai optim este așa numitul calcul bivalent, când pompa termică se proiectează astfel ca să asigure productivitatea de încălzire la o anumită temperatură minimă a aerului exterior, de exemplu –  $5^{\circ}\text{C}$ , iar la o temperatură mai scăzută pompa termică să fie „ajutată” de altă sursă de căldură, ca de exemplu de un cazan electric. Deoarece perioada temperaturilor scăzute când este nevoie de asigurat o putere de încălzire mai mare decât cea ce asigură pompa termică este relativ mică, consumul de energie de cealaltă sursă de căldură este de aproximativ 10%. Astfel putem economisi aproximativ 50 – 65 % din energia electrică, necesară pentru încălzire, în calculul bivalent pompa termică este proiectată ca să asigure 50 – 75 % din căldura de calcul.

Din punct de vedere funcțional (fig. 1) se remarcă următoarele: vaporii, cu starea 1, sunt aspirați de către compresor la presiunea  $p_0$  și temperatura  $T_0$  de vaporizare inferioară temperaturii mediului ambiant  $T_a$  cu diferența de temperatură  $\Delta T_0$  necesară transferului de căldură între mediul ambiant (apă de lac, freatică, aer etc.) și agent în procesul de vaporizare. În timpul comprimării 1 – 2 presiunea și temperatura vaporilor cresc până la  $p_c$  și  $T_2$ . Din acest moment, vaporii sunt supuși unui proces izobar 2 – 2' – 3 – 3' de răcire-condensare-



subrăcire în grupul condensator-subrăcitor în timpul căruia agentul cedează căldură spațiului încălzit sau agentului purtător de căldură (apă, aer). Temperatura de condensare  $T_c$  este superioară temperaturii  $T_i$  a apei sau aerului încălzit cu diferența  $\Delta T_c$  necesară transferului de căldură. Cu starea 3' agentul lichid este laminat în ventilul de reglaj, proces 3 – 4 în care presiunea scade de la  $p_c$  la  $p_0$  iar temperatura de la  $T_3$  la  $T_0$ . Preluarea căldurii de la mediul ambiant (apă, aer) are loc în timpul vaporizării izobar-izoterme 4 – 1 care se desfășoară în vaporizatorul pompei termice.

Ipotezele simplificatoare care permit definirea ciclului descris sunt următoarele :

comprimarea 1 – 2 a vaporilor în compresor este considerată ca fiind un proces adiabat ireversibil în timpul căruia entropia crește cu  $\Delta s_{irc} = s_2 - s_1$ ; destinderea 3 – 4 a agentului în ventilul de laminare este un proces adiabat ireversibil în care entalpia rămâne constantă iar entropia crește cu  $\Delta s_{ir1} = s_4 - s_3$ .

Cea mai favorabilă soluție este când pompa de căldură poate fi combinată cu sistemul de recuperare a căldurii sau integrată în sisteme în care pot fi utilizate ambele părți ale pompei de căldură, în așa fel satisfăcând atât cererea de încălzire cât și ce-a de răcire. Câteva exemple:

- într-un supermarket în general sunt necesare instalații frigorifice extensive pentru încăperile de depozitare și sălile de prezentări. O parte considerabilă din necesarul de încălzire a obiectului respectiv poate fi obținută prin utilizarea căldurii condensatorului din aceste instalații.

- în hoteluri și restaurante căldura condensatorului poate fi recuperată de la dispozitivele frigorifice pentru încălzirea (pre-încălzirea) apei menajere. Există exemple de conversie a instalațiilor vechi (în care răcirea condensatorului se efectua de către apa din sistemul de alimentare municipal), care oferă condiții economice extrem de favorabile pentru ca în urma conversiei respective să se recupereze căldura condensatorului. Există și exemple de perioade de recuperare de mai puțin de un an dat fiind faptul că se creează posibilitatea de a reduce cheltuielile de apă și cele pentru energia de încălzire.

- patinoarele refrigerate artificial oferă posibilități interesante pentru recuperarea căldurii condensatorului. Aceasta poate fi folosită pentru încălzirea apei fierbinți din băi și încălzirea vestiarelor și altor încăperi, încălzirea bazinului de înot este o destinație ideală pentru funcționarea pompelor de căldură precum și pentru recuperarea căldurii condensatorului din instalațiile frigorifice sau cele de condiționare a aerului.

- la o fermă de producere a laptelui întotdeauna există echipament pentru depozitarea laptelui în condiții de refrigerare. Căldura condensatorului din instalațiile frigorifice respective poate fi utilizată pentru încălzirea apei în scopuri sanitare și, de asemenea, pentru încălzirea clădirilor adiacente. (De asemenea există multe posibilități pentru utilizarea aerului de eșapare în stautele animalelor, ca o sursă excelentă de căldură pentru pompele de căldură)

- la întreprinderile industriale mari de depozitare la rece sunt posibilități enorme pentru recuperarea căldurii condensatorului pentru încălzirea apei menajere precum și a clădirilor. De asemenea există numeroase procese industriale în care în mod natural se utilizează principiile de funcționare a pompei de căldură. Se construiesc tot mai multe sisteme de răcire centralizată, și furnizarea apei reci pentru rețeaua de răcire centralizată combinată cu pompa de căldură ce funcționează în sistemul de încălzire centralizată. (se utilizează în câteva locuri, de exemplu în rețeaua or. Stockholm).

### Importanța utilizării energiei regenerabile

Sursele fosile posedă proprietăți foarte folositoare care le-au făcut foarte populare în ultimul secol.

Din nefericire, sursele fosile nu sunt regenerabile. Mai mult decât atât, acestea sunt responsabile de emisiile de  $\text{CO}_2$  din atmosferă, care sunt dăunătoare unui climat ecologic.

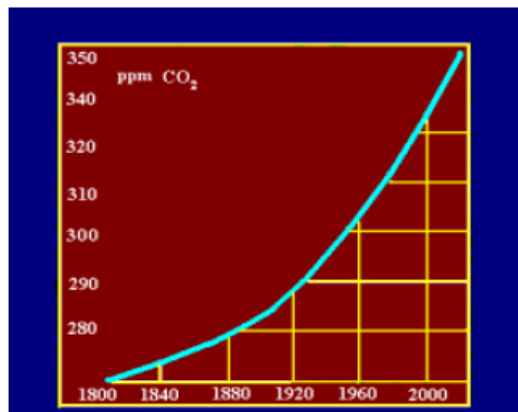
Utilizarea în continuare a surselor de energie fosile ar produce o creștere a emisiilor de  $\text{CO}_2$  care este prezentată în figura 2.

În anul 2000, ponderea surselor regenerabile în producția totală de energie primară pe plan mondial era de 13,8%. Din analiza ratelor de dezvoltare din ultimele trei decenii se observă că energia produsă din surse regenerabile a înregistrat o creștere anuală de 2%.

Prin schimbul natural dintre atmosferă, biosferă și oceane pot fi absorbite circa 11 miliarde de tone de CO<sub>2</sub> din atmosferă (sau 3 miliarde de tone echivalent carbon), ceea ce reprezintă circa jumătate din emisiile actuale ale omenirii. Aceasta a condus la o creștere permanentă a concentrației de CO<sub>2</sub> din atmosferă de la 280 de ppm înainte de dezvoltarea industrială la 360 de ppm în prezent.

Estimând că la sfârșitul acestui secol populația globului va atinge circa 10 miliarde de locuitori, în condițiile unor drepturi de emisie uniforme pentru întreaga populație, pentru a nu depăși concentrația de CO<sub>2</sub> de 450 de ppm în atmosferă, ar fi necesar ca emisiile pe cap de locuitor să se limiteze la 0,3 tone C/locuitor, ceea ce pentru țările dezvoltate reprezintă o reducere de 10 ori a actualelor emisii a gazelor cu efect de seră

Proгноza consumului de energie primară realizată de Consiliul Mondial al Energiei pentru anul 2050, în ipoteza unei creșteri economice de 3% pe an, fără o modificare a tendințelor actuale de descreștere a intensității energetice și de asimilare a resurselor energetice regenerabile, evidențiază un consum de circa 25Gt de emisii poluante, din care 15Gt de emisii poluante provin din combustibilii fosili. Pentru a se păstra o concentrație de CO<sub>2</sub> de 450 ppm, ceea ce reprezintă circa 6 Gt carbon, cantitatea maximă de combustibili fosili utilizabile nu trebuie să depășească 7Gt de emisii poluante, rezultând un deficit de 18Gt de emisii poluante care ar trebui acoperit din surse nucleare și surse regenerabile.



**Figura 2** Creșterea emisiilor de CO<sub>2</sub> generate prin arderea surselor fosile de energie

## Concluzie

Este evident că pe termen mediu sursele regenerabile de energie nu pot fi privite ca alternativă totală la sursele convenționale, dar este cert că, în măsura potențialului local, datorită avantajelor pe care le au (resurse locale abundente, ecologice, ieftine, independente de importuri), aceste trebuie utilizate în complementaritate cu combustibilii fosili și energia nucleară.

## Bibliografie

1. P. Vârlan. Instalații de încălzire. Chișinău, Ed."Tehnica" U.T.M. 1996.-p.330.
2. A.Leca, I.Prisecaru. Proprietăți termofizice și termodinamice. Solide, lichide, gaze. Vol I. Ed.Tehnică, București. 1994.
3. Intergovernmental Panel on Climate Change. Fourth Assessment Report. 2007.
4. D.Ștefănescu, A.Leca, I.prisecaru, L.Luca, A.Badea, M.Marinescu. Transfer de căldură și masă. Teorie și aplicații. București. 1983.
5. N. Leonăchescu. Transferul de căldură între construcții și sol. Editura tehnică. București – 1989. p.363.
6. Viessman. Pompe de căldură. Instrucțiuni de proiectare.

# INFLUENȚA DENSITĂȚII DE CURENT ȘI A CONCENTRAȚIEI DE CAPROLACTAMĂ ASUPRA MICRO- ȘI MACRODURITĂȚII ACOPERIRILOR DE FIER ELECTROLITIC CU PROPRIETĂȚI DE AUTOLUBRIFIERE

Eugen UNGUREANU, Andrei PLATON

Universitatea Tehnică a Moldovei

**Rezumat:** În lucrare au fost apreciate concentrația optimală de caprolactamă în electrolit (5-6%) și densitatea de curent catodic ( $30 \text{ A/dm}^2$ ) pentru a obține acoperiri electrolitice de fier cu proprietăți de autolubrifiere.

**Cuvinte cheie:** electrolit, caprolactamă, densitate de curent, micro- și macroduritate, autolubrifiere.

## Introducere

Pentru majorarea duratei de funcționare a pieselor organelor de mașini, în industria constructoare de mașini, (inclusiv și a celei de reparații), se utilizează pe larg depunerile metalice rezistente la uzură, aplicate prin cele mai diverse procedee. Un loc deosebit printre acestea le ocupă acoperirile electrolitice cu diferite micro- și nanostructuri, care se deosebesc prin cele mai diverse proprietăți fizico-mecanice, antifricționale și antigripale ale lor.

Despre perspectiva de utilizare a procedurii de recondiționare și durificare a pieselor organelor de mașini cu acoperiri electrolitice de fier și cu aliajele în baza acestuia, se menționează într-un șir de lucrări

[1, 2, 3 ș.a.].

Însă, oricare nu ar fi procedeul de ameliorare a proprietăților de antifricțiune și antigripare ale suprafețelor recondiționate, practic este imposibil de a exclude contactarea directă a elementelor tribocuplului în faza de funcționare a lor (mai cu seamă – la demarare, sau oprire) [4]. Pentru a reduce la minimum, sau de a exclude pericolul de aderență a suprafețelor în timpul deplasării lor relative și forțate, a fost necesar de a selecta așa materiale, care să fie compatibil - funcționale în prezența unor lubrifianți cu componenți activi, disponibili de a forma pelicule absorbante/ chemosorbante de protecție a suprafețelor elementelor tribocuplului în frecare.

Este cunoscut faptul, că tuturor materialelor cu proprietăți de antifricțiune care se elaborează, li se impunea cerință importantă – de a reduce la maximum coeficientul de frecare și majorarea rezistenței la uzură a suprafețelor elementelor tribocuplului în timpul funcționării lui.

Este de menționat faptul, că la general, acestor revindecări (cerințe) le corespund mai cu seamă, materialele compozite cu proprietăți de autolubrifiere [5], cărora li se impune o restricție suplimentară – să posede de o aptitudine de autogenerare pe suprafețele lor de frecare a unei pelicule continue cu proprietăți de lubrifiere înalte și cu o energie necesară de adeziune a ei față de materialele în contractare. Academicianul I.V. Kraghelski și colaboratorii săi [6] menționează că instalarea elementelor de ungere, fabricate din materiale cu proprietăți de autolubrifiere (sub formă de piese intermediare), au permis să se realizeze o lubrifiere locală și să se excludă un sistem întreg de alimentare cu lubrifianți lichizi, aduși în zona de frecare din exterior.

Reieșind din cele expuse anterior, în continuare spre examinare a fost supus electrolitul nou elaborat [7] de următoarea componență g/l:  $\text{Fe Cl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O} - 450... 500$ , (clorură de fier);

$\text{Na}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 2\text{H}_2\text{O} - 2 ... 5$ , (sare de sodiu);  $\text{C}_6\text{H}_{11}\text{NO} - 3 ... 5$  (caprolactamă);  $\text{HCl} - 1,0$  (acidul clorhidric).

Acoperirile de **Fe** electrolitic cu conținut de caprolactamă se obțineau din electrolitul indicat mai sus, utilizând curentul continuu la densitățile de curent catodic  $5...80 \text{ A/dm}^2$ , temperatura electrolitului de **313 K**, aciditatea **pH – 0,4...1,2**.

Proprietățile fizico-mecanice au fost apreciate prin cercetarea microdurității ( $H_\mu$ ) pe microdurimetrul PMT-3, la sarcina de penetrare a indentorului – **0,1 kgf** și microdurității ( $H_h$ ) – cu înregistrarea diagramelor de indentare a sferei cu diametrul de **1 mm**, [3].

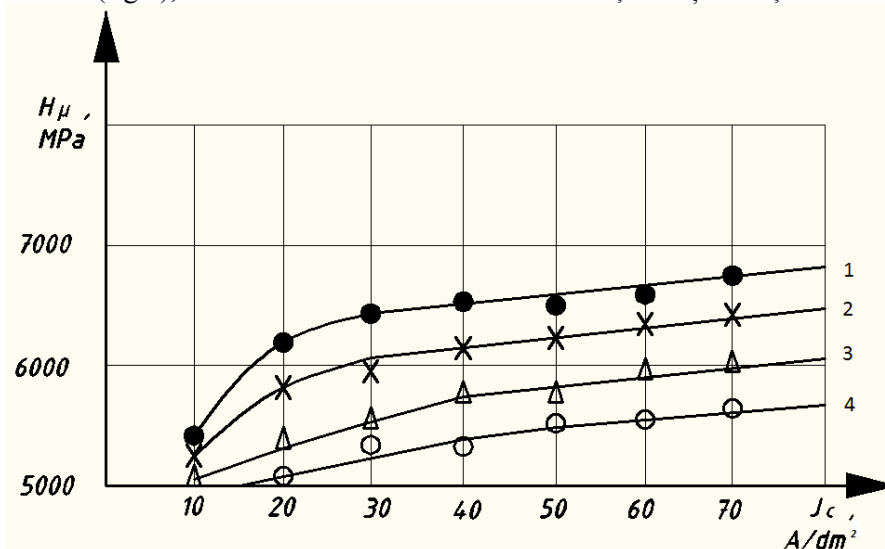
Este bine cunoscut faptul, că proprietățile de exploatare ale acoperirilor galvanice, cum ar fi duritatea lor (micro- și macro), depind într-o mare măsură de regimurile de electroliză: densitatea de curent catodic, componența electrolitului, temperatura și aciditatea lui, precum și de forma curentului de polarizare, etc [1-3].

## Cercetări experimentale

Din sursele bibliografice ale electrochimiei este cunoscut faptul că microduritatea ( $H_\mu$ ), tuturor acoperirilor electrolitice depășește, de regulă, după această caracteristică metalele de același nume obținute prin procedeul metalurgic. Această caracteristică a acoperirilor galvanice se determină prin schimbarea polarizării catodice, includerea în ele a hidrogenului și altor particule străine, distorsiunea rețelei cristaline, valoarea mărimii tensiunilor remanente, etc [1-3, 7].

În legătură cu acest fapt un interes deosebit prezintă influența densității de curent catodic și a concentrației de caprolactamă din electrolit asupra micro- și macrodurității acoperirilor electrolitice de Fe, obținute din el.

Cercetările experimentale, efectuate de noi, au demonstrat că pentru electrolitul de Fe „curat”, odată cu creșterea densității de curent ( $J_c$ ) de la 10 până la 70 A/dm<sup>2</sup> microduritatea acoperirilor de fier crește de la 5400 până la 6700 MPa (fig.1), ceea ce nu contravine rezultatelor obținute și de alți cercetători [2, 3].



**Fig. 1.** Influența densității de curent și a concentrației de caprolactamă din electrolit asupra microdurității ( $H_\mu$ ) acoperirilor de Fe „pure” (1) și cu conținut de  $K_{rl}$ , g/l: 2-5, 3-10, 4-20 (Electrolitul:  $Fe Cl_2 \cdot 4H_2O$  – 500 g/l,  $Na_2C_4H_4O_6 \cdot 2H_2O$  – 5...10 g/l, pH=0,8, T=313K).

Schimbarea concentrației de caprolactamă din electrolit și includerea ei ulterioară în depuneri a exercitat un efect palpabil și asupra microdurității acoperirilor de fier.

Așadar, cercetările comparative au demonstrat, că adăugarea de caprolactamă în electrolitul de fierare nu provoacă schimbări în legătura de distribuție a microdurității - funcție de densitatea de curent, însă, totodată schimbă limita superioară a microdurității față de acoperirile de fier „pur” (în lipsa caprolactamei) (fig.1).

În intervalul densității de curent 20...70 A/dm<sup>2</sup>, adăugarea a 5 g/l (fig. 1, curb. 1 și 2) de „ $K_{rl}$ ” provoacă diminuarea microdurității a acoperirilor de fier „pur” în limitele 200-280 MPa. Creșterea de mai departe a concentrației de caprolactamă până la 10 g/l conduce la scăderea microdurității până la ~ 750 MPa (fig. 1, curba 3).

Adăugarea în continuare a caprolactamei de până la 20 g/l conduce la o micșorare și mai considerabilă a microdurității. Așa, de exemplu, pentru intervalul densităților de curent 30...70 A/dm<sup>2</sup> în prezența concentrației („ $K_{rl}$ ” = 20 g/l) diferența valorilor microdurităților constituie  $\approx 1200...1400$  MPa (fig. 1, curbele 1 și 4). Adică, caracterul distribuției microdurității pentru diferite densități ale curentului catodic, în funcție de concentrație de caprolactamă în electrolit, poartă un caracter identic. Cu alte cuvinte, pentru toate valorile densităților de curent creșterea concentrației de caprolactamă din electrolit provoacă o reducere considerabilă a microdurității acestor acoperiri față de acoperirile de fier „pure” (în absența caprolactamei).

După toate probabilitățile, acest efect se datorează creșterii mai intensive a valorii pH în straturile de lângă catod și în volumul electrolitului, iar includerea caprolactamei în structura fierului electrolitic slăbește rețeaua cristalină a lui și, ca urmare - conduce la diminuarea microdurității acoperirilor obținute.

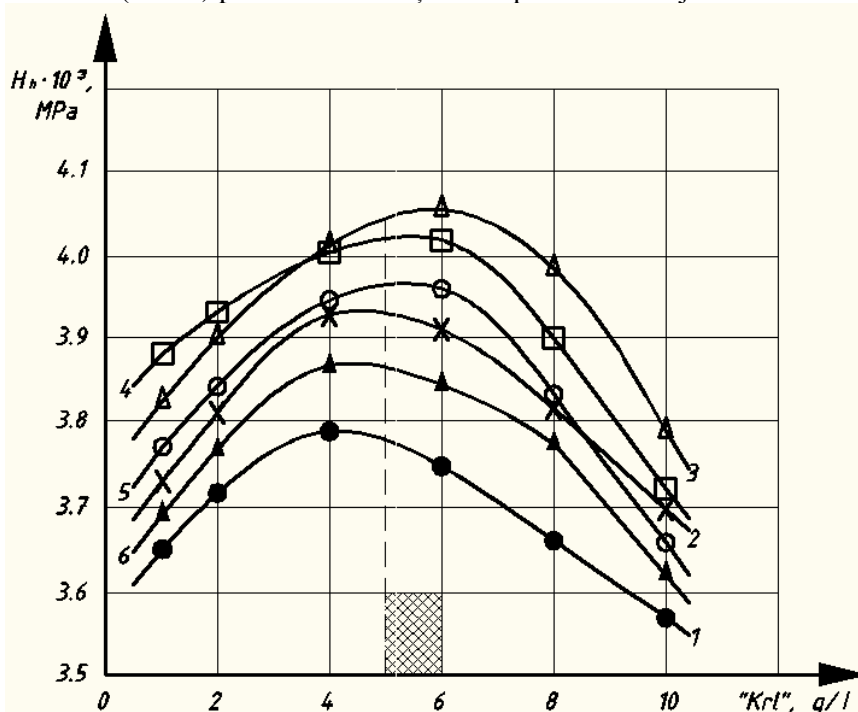
Însă, în pofida faptului că microduritatea ( $H_\mu$ ) este una din caracteristicile importante ale depunerilor galvanice și care, în condiții de laborator se poate aprecia (măsura) cu ajutorul microdurimetrelor standarde PMT3 sau PMT5, determinând  $H_\mu$  totuși obținem informații limitate, privind utilizarea acoperirilor pentru recondiționarea și durificarea suprafețelor uzate ale pieselor organelor de mașini, ceea ce se confirmă și prin lucrările efectuate și de alți cercetători [3, 8, 9]. Aplicarea acestei metode pentru controlul calității acoperirilor,

în condiții de producție este dificilă, deoarece încărcările necesită utilizarea unor epruvete lustruite cu microfisuri relevate, iar pătrunderea poansonului (identorului) în fisură, sau în vecinătatea ei, denaturează veridicitatea rezultatelor obținute [9, 10] și este imposibil să se aprecieze proprietățile „elasto-plastice” ale acoperirilor (frajilitatea, modulul Jung etc).

Din acest motiv a fost aleasă metoda de apreciere a durității în **macrovolum** [8, 9], care și-a găsit o aplicare mai extinsă în industria de reparații pentru controlul calității pieselor restabilite ale organelor de mașini.

Aplicând această metodă în cazul nostru, s-ar putea aprecia și stabili legătura reciprocă dintre regimurile de electroliză, macroduritatea, proprietățile elasto-plastice și rezistența la uzură a acoperirilor metalice în condiții concrete de exploatare a lor. Prin urmare, studiarea unor astfel de caracteristici la depunerea acoperirilor galvanice de fier, în prezența caprolactamei din electrolit, prezintă nu numai un interes științific, dar și practic.

În rezultatul cercetărilor efectuate de noi, privind influența concentrației de caprolactamă din electrolit „K<sub>rl</sub>” (respectiv și în depuneri) asupra macrodurității ( $H_h$ ) acoperirilor de fier obținute la diferite densități ale curentului catodic (fig. 2), au demonstrat că concentrația de caprolactamă din electrolit influențează asupra valorilor maxime ale macrodurităților pentru toate densitățile de curent. Din fig.2 se observă că acești indici își ating valorile maxime ( $H_{h \max}$ ) pentru concentrația de caprolactamă în jurul valorii de 5-6 g/l.



**Fig. 2. Influența concentrației de caprolactamă („K<sub>rl</sub>”) din electrolit asupra macrodurității ( $H_h$ ) acoperirilor de fier electrolitic, depuse la diferite densități ale curentului catodic: 1- $j_c=10$  A/dm<sup>2</sup>; 2- 20 A/dm<sup>2</sup>; 3 - 30 A/dm<sup>2</sup>; 4 - 40 A/dm<sup>2</sup>; 5 - 50 A/dm<sup>2</sup>; 6 - 60 A/dm<sup>2</sup>; (electrolitul și regimurile de electroliză:  $\text{Fe Cl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  – 450 g/l,  $\text{Na}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  – 3...5 g/l,  $\text{C}_6\text{H}_{11}\text{NO}$  – 1...10 g/l,  $T=313\text{K}$  și  $\text{HCl}$  – 1 g/l)**

În același timp, menționăm faptul că microduritatea  $H_\mu$  (fig. 1) și duritatea în macrovolum  $H_h$  (fig.2) își micșorează valorile lor în mediu cu 10-15%, în raport cu caracteristicile respective ale acoperirilor de fier, obținute în absența caprolactamei. Acest lucru era și de așteptat, deoarece adăugarea caprolactamei de până la 6 g/l în electrolit a provocat schimbarea polarizării [7]. Mai mult decât atât, la depunerea acoperirilor de fier în prezența caprolactamei, după cum s-a menționat și în lucrările [2, 3], se formează niște combinații complexe, care provoacă slăbirea rețelei cristaline a fierului depus, și ca urmare – conduce la reducerea durității lor în macrovolum. De aici se poate concluziona, că adăugarea caprolactamei în electrolitul studiat permite de a obține acoperiri de fier mai plastice, în raport cu depunerile analogice, obținute din același electrolit în absența caprolactamei.

În cercetările noastre nu a fost stabilită o corelație directă între microduritatea (fig.1) și macroduritatea acoperirilor obținute (fig. 2). Pe măsura creșterii densității de curent până la 30 A/dm<sup>2</sup> macroduritatea și-a atins valoarea maximală de  $H_h= 4070$  MPa, iar creșterea de mai departe a  $J_c$  a provocat o micșorare a valorilor maxime ale  $H_h$  și, pentru  $J_c= 60$  A/dm<sup>2</sup> - a atins valoarea ~ 3850 MPa (fig. 2, curba 6) pentru concentrația

optimală de caprolactamă în electrolit de până la 6 g/l valorii maxime a macrodurității  $H_b = 4070$  MPa pentru concentrația de caprolactamă în electrolit  $\approx 6$  g/l, ne permite de a recomanda valorile acestor parametri ca raționali (optimali) -  $J_c = 30$  A/dm<sup>2</sup>, iar concentrația de caprolactamă „K<sub>rl</sub>” = 6 g/l; Deci realizarea actului de depunere a Fe la  $J_c = 30$  A/dm<sup>2</sup> ne permite de a majora productivitatea procesului de **1,1 – 1,2 ori**, în comparație cu cel cunoscut când procesul se realiza în lipsa caprolactamei la  $J_c = 20$  A/dm<sup>2</sup>.

Pornind de la cele expuse mai sus, trebuie să ne așteptăm, că anume la  $J_c = 30$  A/dm<sup>2</sup> și „K<sub>rl</sub>” = 6 g/l (regim optimal) acestor acoperiri de fier ar trebui să le corespundă și proprietăți optime ale parametrilor antigrupali și de antifricțiune, deoarece – conform [2, 3, 8, 9] – durității maxime în macrovolum a acoperirilor electrolitice de fier și aliajelor în baza acestuia, le corespunde și viteza minimă de uzare a lor.

De aceea următorul obiectiv al cercetărilor de mai departe a acoperirilor de fier cu conținut de caprolactamă, să fie supuse verificării experimentale concluziile autorilor [2, 3, 8, 9] – **după mărimea macrodurității este posibilă alegerea condițiilor optime de electroliză, care vor corespunde și rezistenței maxime la uzură a lor.**

### Concluzii:

1. Experimental s-a constatat că majorarea concentrației de caprolactamă în electrolit („K<sub>rl</sub>”), respectiv și în acoperirile de fier, provoacă reducerea micro- ( $H_\mu$ ) și macrodurității ( $H_b$ ) a depunerilor de fier cu **10-15 %** și respectiv **20-25%**, datorită interacțiunii dintre caprolactamă și hidroxizi de fier  $Fe(OH)_3$ , formând combinații complexe cu structură supramoleculară.

2. Au fost stabilite regimurile optime de depunere a acoperirilor de fier electrolitic în prezența caprolactamei: densitatea de curent catodic,  $J_c = 30$  A/dm<sup>2</sup> ; iar concentrația caprolactamei din electrolit „K<sub>rl</sub>” – 5...6 g/l, restul indicatorilor fiind identici –  $T = 313$  K și HCl – 1 g/l, pentru care se obțin acoperiri electrolitice calitative.

### Bibliografie:

1. Petrov Iu. N. Povişenie iznosostoicosti âlektroliticeskih jelezniîh pocrîtii. Sbornic naucinîh trudov „ Vosstanovlenie detalei maşin âlektroliticeshim jelezom”. Izd. „Ştiinţa”, Chişiniov, 1987, s. 3....13.
2. Gologan V. F. Tehnologhicescoe obespecenie optimalinîh âxpluatacionnîh haracteristic vosstanovlennîh avtotractornîh detalei âlektroliticeshim jelezom. Dis... doct. hab. tehn. Nauc, Chişiniov, 1990, 267 s.
3. Stoicev P. Durificarea şi recondiţionarea organelor de maşini cu acoperiri electrolitice rezistente la uzură. Teza de doct. hab. în tehnică. Chişinău, 2001, 381 p.
4. Semionov A.P. Shvatîvanie metalov i metodî ego predotvraşçenia pri trenii/ Trenie i iznos, t.1, Nr. 2, 1980, s. 236-246.
5. Belîi V.A. Problema sozdania kompozitnîh materialov i upravlenia ih friccionnâmi svoistvami / Trenie i iznos, t. 3, Nr. 3, 1982, s. 389-395.
6. Craghelischii N.V., Troianovscaia Gh. N., Zelenschaia M. N. Samosmazîvaiuşçiesea materialî i ih primenie pri reşenii novîh tehnologhiceskih i constructorskih zadaci. Tez. Doct. 2-i Vses. Naucin. Confer.: „Tehnologhicescoe upravlenie tribotehniceschimi uzlami maşin ”, Chişiniov, CPI im. S.Lazo, 1985. S. 88-89
7. Ungureanu Eugeniu. Influența concentrației de caprolactamă din electrolit asupra polarizării catodului oțel 45 la depunerea acoperirilor de fier electrolitic. Materialele Conferinței Științifice a Studenților, Masteranzilor și Doctoranzilor UTM, cu participare Internațională, Edit. UTM, Chişinău, 2019 (lucrarea precedentă din acest volum), 4 p.
8. Gologan V.F., Ajder V.V., Javgureanu V.N. Povişenie dolgovecinosti detalei maşin iznosostoichimi pocrîtiami. Chişiniov, Izd. „Ştiinţa”, 1979, 110s.
9. Javgureanu V.M. Issledovanie vliania fizico-mehaniçeskih svoistv galivaniceskih pocrîtii na rabotosposobnosti vosstanovlennîh avtotractornîh detalei. Avtoref. Diss ... cond. Tehn. Nauc. – Chişiniov, 1979, 16 s.
10. Gnusin N.P., Covarschii N. Iac. Şerohovatosti âlektroosajdannîh poverhnostei. Novosibirsk: Nauca, 1974, 234 s.

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМНОГО ПОХОДА И НОВЫХ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ

Дамиан ИОРДАКИ

Бельгийский Государственный Университет имени Алеку Руссо

**Résumé:** Le document discute de l'utilisation d'une approche systématique de la description des technologies et de la recherche de nouvelles méthodes de traitement des matériaux.

*L'approche systémique est une orientation de la recherche scientifique basée sur la considération d'un objet complexe comme un ensemble d'éléments, y compris les relations et les connexions entre eux, il s'agit d'un principe méthodique général utilisé dans divers domaines. L'approche système est basée sur l'étude initiale du système, la sélection d'éléments, les relations internes et externes, affectant de manière significative les objets étudiés et leur fonctionnement dans diverses conditions et environnements.*

**Mots-clés:** approche systémique, méthode, traitement, matériau, recherche scientifique.

## Введение

Для содержательного описания технологического движения используют такие понятия, как процесс, метод, способ обработки. Их общепринятое определение отсутствует [2, 3], а понятия метод и способ часто выступают в качестве синонимов или подвергаются инверсии соподчиненности.

Основным исходным понятием является процесс, под которым понимают ход какого-либо явления, последовательную смену состояний, стадий развития. Более строгое определение представляет процесс как пространство состояний, функцию действия в этом пространстве и некоторые особые элементы пространства состояний, называемые начальными состояниями\*. Содержание любого процесса рассматривают во времени и пространстве, получая соответственно динамическую и статическую модели его описания. Именно процесс служит основой и выражением любого технологического движения [1].

Совокупность взаимосвязанных процессов физической или химической природы, совместное протекание которых приводит к заданному изменению состояния объекта производства, будем называть методом обработки (МО).

## Метод обработки

МО характеризуется тремя основными признаками: перечнем физических и (или) химических процессов, ответственных за заданное изменение состояния объекта, пространственно-временным взаимодействием этих процессов и характером изменения состояния объекта.

В основе МО всегда лежит физический или химический эффект, результат которого проявляется в виде целенаправленного воздействия на обрабатываемый объект и используется для технологических нужд. Понятие МО дает представление о характере взаимодействия потоков энергии, генерируемых при протекании базовых процессов с веществом, преобразовании энергии в работу по изменению состояния вещества.

Способ обработки (СО)— это упорядоченная совокупность приемов воздействия на обрабатываемый объект с целью заданного изменения его свойств, выполняемая с соблюдением определенных правил, условий или ограничений. Видно, что отличительными признаками СО являются перечень приемов воздействия на объект, последовательность их выполнения, правила (условия, ограничения) их выполнения и характер изменения свойств объекта.

Таким образом, МО отражает искусственный (технологический) характер протекания того или иного процесса, его целенаправленность. СО есть форма выражения, конкретного проявления, специфическое порождение МО. Составную часть СО, описывающую протекание отдельной законченной и идентифицируемой стадии преобразования свойств объекта производства, будем называть приемом обработки (ПО).

## Содержательная и материальная сторона технологии

Материальная сторона технологии выражается через технические объекты, реализующие разнообразные технологические функции посредством материальной структуры. Эти объекты называют технологическими машинами или аппаратами.

Машина - это устройство, выполняющее механическое движение для преобразования вещества, энергии или информации.

Аппарат - это устройство, в котором для преобразования вещества, энергии или информации используются физические, химические, биологические или комбинированные процессы.

Содержательная и материальная сторона технологии глубоко взаимосвязаны. Действительно, любой метод, способ обработки представляет собой по сути дела некий алгоритм, систему действий, выполняемых по определенным правилам, условиям и приводящих к заданному результату. Однако для реализации этого алгоритма необходима материальная структура. С другой стороны, любое средство технологического оснащения создается тогда и постольку, когда и поскольку требуется осуществить определенную последовательность действий над объектом производства. Указанные взаимосвязи выражают специфическую (собственно технологическую) сторону технологии.

Технологическая система (ТС)— совокупность функционально взаимосвязанных процессов (методов, способов), материальных средств для их осуществления и предметов производства, предназначенная для получения законченного технологического результата. ТС должна включать в себя людей (исполнителей, операторов), если она не является автоматизированной. Для описания ТС используют систему терминов и понятий [4] таких, как производственный и технологический процесс, технологическая операция, модуль.

Технологической операцией (ТО) называют законченную часть технологического процесса, выполняемую на данном рабочем месте. Это понятие нашло наибольшее развитие и применение в машиностроении, где используется более подробная редакция: «технологическая операция — это часть технологического процесса, выполняемая непрерывно на одном рабочем месте, над одним или несколькими одновременно обрабатываемыми изделиями рабочим или группой рабочих» [5]. На основе ТО определяется трудоемкость изделия, устанавливаются нормы времени и расценки, задается требуемое количество рабочих, единиц оборудования, вспомогательных технологических средств и материалов, определяется себестоимость обработки, осуществляется оперативное планирование производства, контроль качества и устанавливаются сроки выполнения работ.

Элементами структуры операции являются один или несколько СО (алгоритм проведения работ), одна или несколько единиц оборудования (материальные средства реализации алгоритма). Содержательная сторона технологической операции отражается в специальном документе (карта, регламент, инструкция).

Декомпозиция СО на приемы дает возможность выделить технологические элементы низшего уровня иерархии, составляющие в совокупности технологическую операцию.

Технологический модуль (ТМ) — это первичная технологическая составляющая операции, неразделимая во временном и аппаратном (по отношению к оборудованию) смысле, вызывающая идентифицируемый конкретный технологический результат [6].

Все приведенные выше понятия, описывающие различные стороны технологии, иерархичны, то есть соответствующие множества элементов упорядочены отношениями включения:

$$ТМ < ТО < ТП < ПП;$$

$$ПО < СО < МО < ПР;$$

$$СЧМ < М(А) < МАК < ПТО,$$

где СЧМ— составная часть машины, МАК— машинно-аппаратурный комплекс, ПТО — парк технологического оборудования предприятия.

Указанная иерархия и взаимосвязи между иерархическими структурами иллюстрируются рис. 1. Так на низшем уровне иерархии ТМ воплощает отдельные приемы, присущие СО и реализуется функциональными составными частями технологического оборудования.

Из предыдущего обсуждения следует, что технологическая система представляет собой сложный организационно-технический объект искусственного происхождения, имеющий собственную структуру, реализующий достижение некоторой цели и обладающий рядом свойств.

Целостность — это свойство ТС, отражающее ее обособленность от окружающей среды, относительную самостоятельность, автономность, возможность ее отдельного рассмотрения и описания. Так, на рис. 2 представлена простейшая модель ТС, которая взаимодействует со своим окружением посредством входных и выходных материальных, энергетических, информационных потоков. Потребляя из среды перечисленные ресурсы, ТС воздействует на нее, выделяя конечный продукт (используемый вне ТС) и отходы производств

В [6] предложено более полное разделение ТС на отдельные подсистемы:



- технологическая подсистема включает в себя процессы, методы, способы, технологические воздействия, регламенты, режимы — так называемую технологическую среду;
- материально-техническая подсистема — это технологическое оборудование, оснастка, инструменты, исходные материалы, реагенты, полуфабрикаты, изделия;
- эргономическая — включает в себя операторов, психофизиологические требования к ним, эргономические характеристики оборудования, то есть эта подсистема отражает человеческий фактор в функционировании ТС;

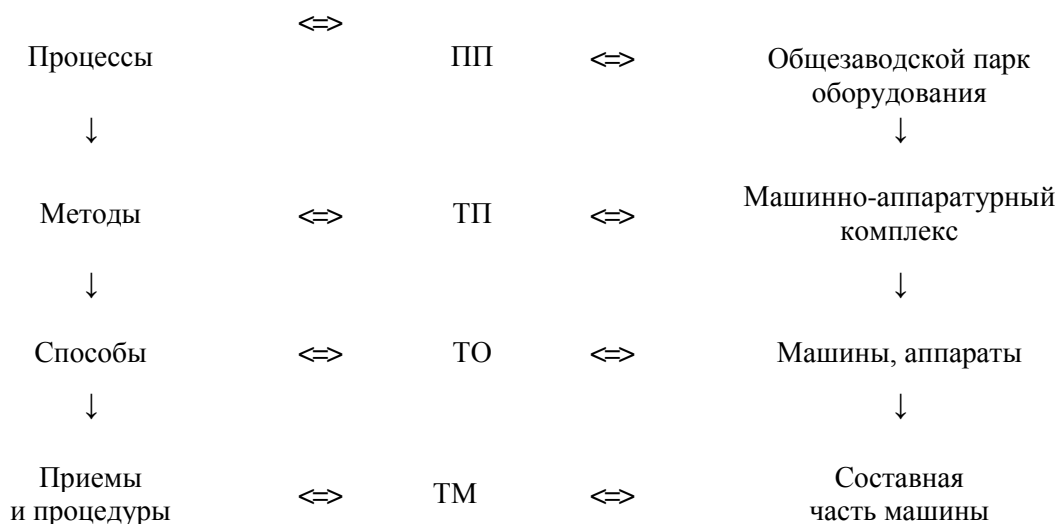


Рис. 1. Иерархия и взаимосвязь элементов различных аспектов технологии

- информационная подсистема— это базы данных, базы знаний, исходная информация, данные и модели, необходимые для контроля и управления ТП;
- организационная подсистема включает формы и методы организации ТП, нормирование количества и качества труда, социальные факторы;
- экономическая подсистема охватывает экономические цели, критерии, ограничения, накладываемые на ТП, его ресурсообеспечение, оценки эффективности функционирования ТС.

Иерархичность подразумевает возможность выделить подсистемы разного уровня в рамках данной системы или включить ее в более сложные структуры. Выше (рис. 1) рассмотрена иерархия отдельных подсистем ТС и показано, что элементарная ТС младшего ранга представляет собой технологический модуль. Дальнейшее деление нецелесообразно из-за отсутствия идентифицируемого технологического результата.

Управляемость - это свойство ТС, отражающее возможность поддержания высокой эффективности ее функционирования и адаптации к изменению внешней среды. Управление ТС реализуется за счет управляющих воздействий и наличия обратных связей между объектом и органом управления, связанных между собой информационными потоками.

Сформулированные свойства технологических систем позволяют выявить общее в них, дать описание их функционирования. Под основной функцией ТС будем понимать преобразования входов в выходы, то есть в более широком смысле слова, процесс функционирования ТС — это преобразование ресурсов на входе ТС в целевые конечные результаты на выходе из нее. Конкретизируем сказанное применительно к обрабатывающим технологиям, объектами производства в которых являются материальные тела.

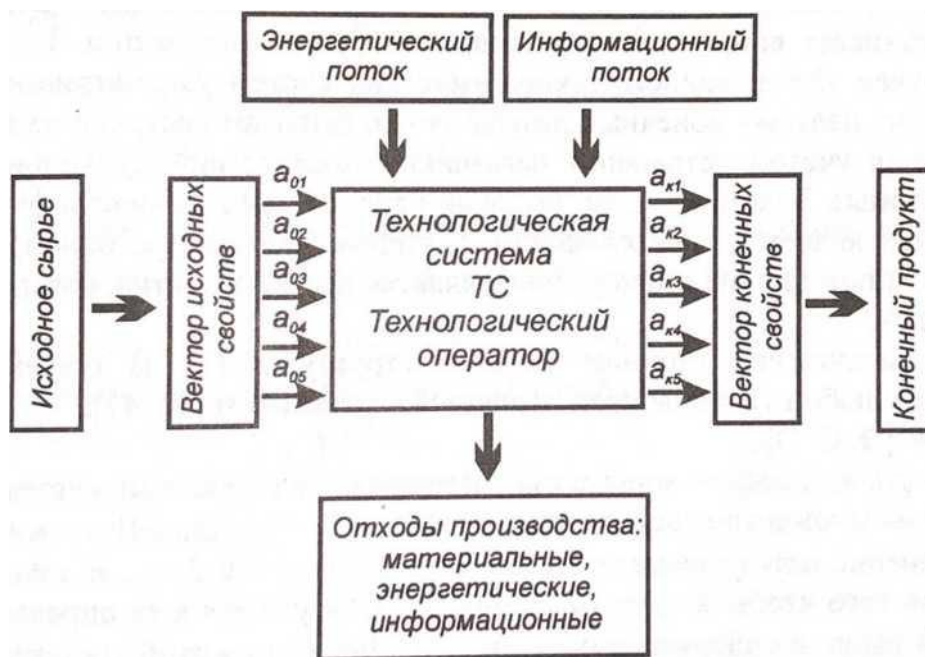


Рис. 2. Модель технологической системы в виде «черного ящика»

### Литература

1. Каширин В. П. Философские вопросы технологии. Томск: Изд. ТГУ, 1988. 284 с.
2. Голембиевский А. И. Основы системологии способов формообразующей обработки в машиностроении. Минск: Техника, 1986. 168 с.
3. Смирнов А. И. Системный подход к технологии. В кн.: Системные исследования. Методологические проблемы / Под ред. Д. М. Гвишиани. М.: Наука, 1986. С. 246—261.
4. ЕСТД. ГОСТ 3.1109—82. Термины и определения основных понятий. М.: Изд. Стандартов, 1982.
5. Маталин А. А. Технология машиностроения. Л.: Машиностроение, 1985. 496 с.
6. Тамм Б. Г., Пуусепп М. Э., Таваст Р. Р. Анализ и моделирование производственных систем. М.: Финансы и статистика, 1987. 191 с.

# ANALIZA PROCESULUI DE ASAMBLARE A PLANȘETELOR DIN RAMURA AUTOMOTIVE

Andrei REICU

Universitatea de Stat „Alecu Russo” din Bălți

**Rezumat:** În rezultatul cercetării procesului de asamblare a planșetelor în cadrul unei întreprinderi Automotive, s-au observat unele neajunsuri în organizarea procesului de asamblare a planșetelor. Ca rezultat al analizei procesului au fost determinate mai multe puncte slabe al procesului dat și a fost creat un nou concept de asamblare a planșetelor, cea ce include: reamplasarea posturilor, utilajelor, revizuirea fișelor de post etc.

**Cuvinte cheie:** planșetă, automotive, proces de asamblare.

Procesul de asamblare a pieselor componente ale produselor fabricate este considerat unul dintre procesele componente ale procesului de producție. Asamblarea produselor fabricate se poate realiza fie din componente produse intern, fie din componente aprovizionate, aduse din afară [1].

Planșeta sau planșeta de montaj este instrumentul de lucru al muncitorului din ramura Automotive. Planșeta reprezintă o placă formată din material compozit (rumeguș de lemn și aditiv), pe care este lipit desenul de montaj. Mărimea cablajului finit este egal cu mărimea desenului de pe planșetă. Planșeta este alcătuită din unul sau mai multe segmente. Pe planșetă sunt montate elemente mecanice, ca de exemplu:

- Furci (de diferite mărimi și materiale, fixe sau mobile);
- Suporturi (pentru carcase, contractori liberi);
- Știfturi (pentru atenționare, pentru păstrarea cotelor).

Desenul de montaj conține informații utile pentru muncitor, așa cum:

- Traseul firelor;
- Diferite simboluri ajutătoare;
- Sistemica materialelor;
- Reprezentarea diferitor piese.

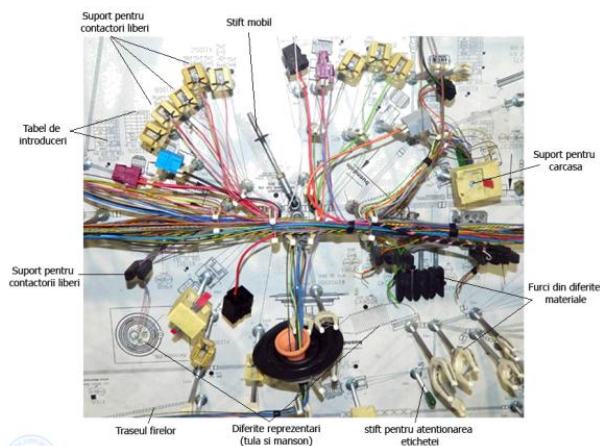


Figura 1 Vederea generală a planșetei de montaj.

În figura de mai sus, este reprezentată vederea generală a unei planșete.

Metode aplicate în analiza efectuată:

1. Analiza vizuală – în urma aplicării acestei metode de cercetare s-au determinat consecutivitățile efectuării operațiilor tehnologice. Toate operațiile s-au divizat în 3 grupuri mari: Operații de pregătire a planșetei; Pregătirea pieselor pentru montarea pe planșetă; Operații de montare a pieselor pe planșetă.

2. Cronometrarea – având lista cu toate operațiile tehnologice, s-a efectuat cronometrarea fiecărei operație, fiecare operație a fost cronometrată de 5/10 ori obținând o precizie mai înaltă. De asemenea în timpul cronometrării am analizat influența timpului asupra productivității muncii (figura 2-4 ).

		Nr. probei					Medie	Rezultat(+10%)
		1	2	3	4	5		
Pregătirea Planșetei	Timp	82	182	160	124	163	264,1	290,51
	Productivitate	80%	90%	95%	100%	95%		
	Nr. de oameni	2	2	2	2	2		
Taierea segmentelor/ pregătirea pentru incleiere.	Timp	49	33	75	69	46	97,92	107,712
	Productivitate	90%	90%	90%	90%	90%		
	Nr. de oameni	2	2	2	2	2		
Incleierea foliei dubla adeziva pe Planșetei(+operatii necesare)	Timp	169	197	180	171	159	318,12	349,932
	Productivitate	90%	90%	85%	90%	100%		
	Nr. de oameni	2	2	2	2	2		
Incleierea segmentului pe Planșetei (+operatii necesare)	Timp	383	330	498	466	351	791,28	870,408
	Productivitate	100%	100%	90%	100%	100%		
	Nr. de oameni	2	2	2	2	2		
Incleierea foliei protectoare pe desen (+operatii necesare)	Timp	505	187	284	228	248	560,6	616,66
	Productivitate	90%	100%	100%	100%	100%		
	Nr. de oameni	2	2	2	2	2		
Gaurirea Planșetei	Timp	10	8	8	10	11	11,81	12,991
	Productivitate	120%	140%	140%	120%	115%		
	Nr. de oameni	1	1	1	1	1		
Insemnarea Furcilor/Montajelor conform instrucției	Timp	23	15	13	19	21	18,2	20,02
	Productivitate	100%	100%	100%	100%	100%		
	Nr. de oameni	1	2	2	1	1		

Figura 2 Cronometrările operațiilor de pregătire a planșetei

		Nr. probei										Medie	Rezultat(+10%)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Furca simpla	Timp	33	31	38	30	32	30	28	29	29	30	30,89	33,97
	Productivitate	95%	100%	90%	100%	100%	100%	105%	105%	105%	100%		
Furca rabotabila	Timp	41	39	31	36	32	37	39	40	42	27	39,68	43,65
	Productivitate	105%	105%	115%	110%	115%	110%	105%	105%	100%	130%		
Stift de intentionare	Timp	30	28	24	29	33	32	29	35	30	32	29,87	32,85
	Productivitate	100%	105%	115%	100%	95%	100%	100%	90%	100%	95%		
Suport tip 1	Timp	108	106	115	109	103	110	115	116	105	109	109,60	120,56
	Productivitate	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%		
Suport tip 2	Timp	143	155	163	163	165	160	159	145	149	165	156,70	172,37
	Productivitate	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%		
Suport tip 3	Timp	76	81	81	83	82	79	78	81	80	83	80,40	88,44
	Productivitate	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%		
Suport pentru carcasa tip 1	Timp	59	56	51	56	60	62	39	44	41	34	55,99	61,59
	Productivitate	100%	100%	105%	100%	95%	90%	150%	125%	125%	170%		
Suport pentru carcasa tip 2	Timp	125	107	99	123	104	119	102	114	111	105	112,94	124,23
	Productivitate	90%	105%	115%	90%	110%	95%	115%	100%	100%	105%		
Instalarea arcului pe furca	Timp	13	16	17	14	15	15	16	15	14	14	14,80	16,27
	Productivitate	100%	95%	95%	100%	100%	100%	95%	100%	105%	105%		
Instalarea fixatorilor	Timp	40	45	42	41	46	44	45	49	46	44	44,99	49,49
	Productivitate	110%	105%	100%	110%	100%	100%	100%	95%	100%	100%		
Minierul pentru transportarea	Timp	27	33	40	45	46	43	31	38	37	45	38,64	42,50
	Productivitate	120%	110%	100%	90%	90%	95%	115%	105%	105%	90%		
Suporturi adiționale	Timp	53	52	52	50	50	51	50	54	55	53	52,00	57,20
	Productivitate	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%		

Figura 3 Cronometrările operațiilor de pregătire pieselor pentru planșetei

		Nr. probei										Medie	Rezultat(+10%)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Instalarea furcilor	Timp	17	24	21	24	22	39	33	24	31	29	35,79	39,37
	Productivitate	100%	100%	100%	100%	100%	90%	100%	100%	100%	100%		
	Nr. de oameni	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
Instalarea suporturilor	Timp	54	58	70	58	74	68	59	58	63	60	79,313	87,244667
	Leistung	100%	100%	85%	100%	85%	90%	100%	100%	100%	100%		
	Nr. de oameni	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
Incleierea bulelor pentru intenționare	Timp	31	32	27	26	31	34	29	28	30	32	60	66
	Leistung	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%		
	Nr. de oameni	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		

Figura 4 Cronometrările operațiilor de asamblare a planșetei

3. Analiza tabelară a datelor – în rezultatul aplicării acestei metode, a fost determinat timpul final. Avînd datele tabelare, ușor s-a determinat unde a fost gestionat timpul incoret.

4. Comunicarea cu angajații – obținând datele tabelare, s-a discutat cu angajații, pentru a identifica mai corect care este cauza apariției problemei. În urma comunicării s-a stabilit că cauza apariției problemei este ergonomia greșită a locurilor de muncă.

5. Analiza fișelor de post – ca urmare au fost determinate mai multe neconformități în cea ce privește consecutivitatea îndeplinirii operațiilor.

În urma analizei efectuate a fost reorganizat procesul de producție din cadrul sectorului de asamblare a planșetelor. Noul proces de producție este reprezentat în figura 5.

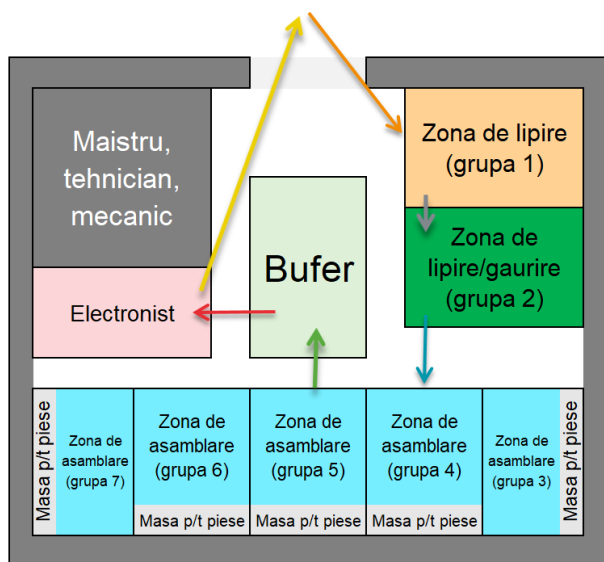


Figura 5 Procesul de producție reorganizat

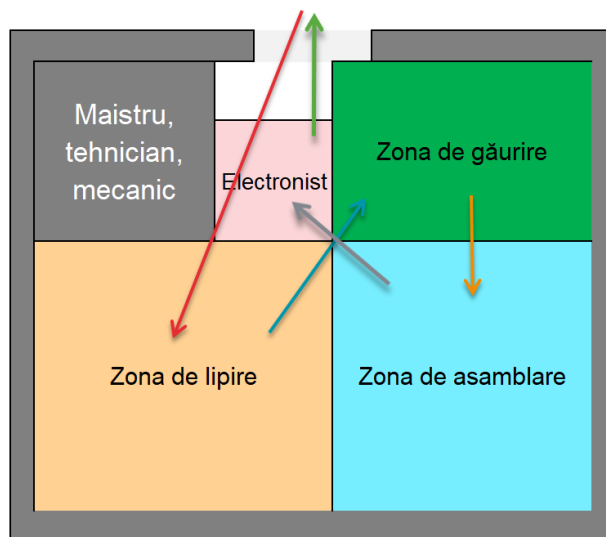


Figura 6 Procesul de producție inițial

## Concluzii

În urma efectuării calculului conform cronometrărilor realizate, am creat un nou proces de producție a planșetelor conform căruia, sectorul de confecționare a planșetelor, poate economisi timp pentru deplasare și majora productivitatea sectorului.

## Bibliografia

1. Fabricație [on-line]. Disponibil : <https://ro.wikipedia.org/wiki/>

# ROLUL RESURSELOR REGENERABILE ÎN DEZVOLTAREA ECONOMICĂ DURABILĂ

Denis PINTILIE

Universitatea de Stat „Alec Russo” din Bălți, Republica Moldova

**Rezumat:** Resursele energetice au un rol extrem de important pentru existența și activitatea unei țări, mai ales pentru dezvoltarea ei economică, care este dependentă în sensul direct al cuvântului de aceste resurse. Astfel în prezent, majoritatea acțiunilor noastre ca indivizi economici au ca suport sursele energetice ce ne ușurează semnificativ viața zi de zi, iar lipsa acestora ar duce la un haos total în toate sectoarele economice.

**Cuvinte cheie:** surse regenerabile, dezvoltare economică, potențial energetic,

## Potențialul energetic teoretic, tehnic și economic.

Acest confort oferit de resursele energetice uneori ne costă mult mai mult decât pare a fi la prima vedere, astfel 70% din totalul resurselor energetice mondiale produc daune semnificative mediului ambiant, cum ar fi energia nucleară care provine din dezintegrarea nucleară a materialelor radioactive, energia eliminată în urma dezintegrării materialelor radioactive este transformată în energie termică care produce vapori de apă sub presiune, punând în mișcare turbinele pentru a produce electricitate, însă deșeurile emise de acest tip de energie sunt foarte radioactive și trebuie izolate mii de ani, dar și alte tipuri de Electrocentrale, care utilizează ca materie primă : păcura, cărbunele, gazul, care aruncă în atmosferă o enormă cantitate de  $CO_2$ , astfel formându-se efectul de seră, ce are un efect extrem de negativ asupra planetei. De aceea se propune dezvoltarea și utilizarea resurselor energetice regenerabile (alternative) pentru menținerea unei balanțe între sănătatea planetei și sursele energetice poluante. Odată cu punerea acestor obiective pe prim-plan asigurăm un trai decent a generațiilor ce urmează a fi pe acest pământ, cu mai puține boli respiratorii, fără ploii acide, fără efect de seră, fără deșeuri radioactive, cu o floră și faună mai bogată. Dar, marele puteri care dețin companii de extragere a resurselor energetice minerale întotdeauna au fost contra utilizării resurselor regenerabile, deoarece dacă dezvoltarea acestei ramuri se va accelera, atunci companiile de extragere a resurselor energetice vor fi eliminați de pe piața mondială. Astfel, dacă țările lumii își vor trasa obiectivul de dezvoltare și promovare a resurselor regenerabile (alternative), atunci ca rezultat va fi o stabilitate economică independentă de resursele energetice minerale, ce sunt limitate și dăunătoare mediului ambiant, inclusiv și un mediu mai puțin poluat, ce va contribui la bunăstarea societății. În plus, sursele regenerabile de energie aduc mult mai multe beneficii decât cele prezentate mai sus. Energiile din surse regenerabile prezintă o sursă de creștere economică și crearea locurilor de muncă pentru oameni. Ele contribuie, de asemenea, la reducerea poluării atmosferice și ajută țările în curs de dezvoltare să aibă acces la energie ieftină și curată.

## Potențialul energetic teoretic, tehnic și economic.

În raport cu combustibilii fosili și cel nuclear, epuizabil și care, în esență, sunt surse stocate de energie, formate pe parcursul a mai multor milioane de ani, sursele regenerabile de energie (SRE) sunt definite ca “energii obținute din fluxurile existente în mediul ambiant și care au un caracter continuu și repetitiv”. Spre deosebire de cea regenerabilă, energia combustibililor fosili este încorporată și ea poate fi eliberată numai în urma unei anumite activități a omului. Prin eliberarea energiei stocate în combustibili fosili sau cei nucleari nu doar ca să se poluează mediul ambiant cu deșeuri și se amplifică efectul de seră, ci se contribuie la poluarea termică a mediului. Fluxul de energie regenerabilă are un caracter închis, iar cel de energie fosilă – deschis. În cazul folosirii SRE, fluxul de energie provenit din mediul ambiant se transformă cu ajutorul instalației de conversie într-o altă formă de energie, necesară consumatorului, și apoi se reîntoarce (conform legii conservării energiei cantitatea de energie rămâne neschimbată) în același mediu, echilibrul termic al acestuia nefiind afectat. Dacă se utilizează o sursă fosilă de energie (SFE), energia înmagazinată în combustibil este eliberată în instalația energetică, utilizată de consumator și apoi emisă în mediu ambiant, provocând o poluare termică a acestuia. Sursele regenerabile de energie sunt cele mai importante surse alternative de energie care pot fi considerate ”energia viitorului”. Atunci când savanții vor stabili limitele posibilităților tehnologiilor energiilor regenerabile, eficiența și costurile sistemelor de conversie, vom putea renunța la utilizarea energiilor generate

din arderea combustibililor fosili. Conform estimărilor efectuate, rezervele energiilor regenerabile sunt enorme. Desigur, nu toată această cantitate de energie poate fi convertită. Există noțiunea de potențial energetic teoretic, tehnic și economic. Cel mai mare potențial teoretic este atribuit energiei solare, care atinge o cantitate enormă – 89000 TW. Energia eoliană – o derivată a energiei solare – se află pe locul doi, cu 370 TW. Energia globală a valurilor mării atinge cota de cca 200 TW, atunci când consumul global actual este de cca 16 TW. Necesitățile globale de energie ar putea fi satisfăcute doar de – 0,0002% din energia solară/ 0,04% din energia eoliană/ 0,01% din energia valurilor mării. Potențialul tehnic al resurselor regenerabile nominalizate reprezintă cantitatea maximă de energie convenită, asigurată de sisteme tehnice și este stabilită de gradul actual de eficiență al sistemelor. Potențialul energetic-economic reprezintă cantitatea de energie convenită, care este argumentată din punct de vedere economic. Sistemele de conversie a energiilor regenerabile posedă multifuncționalitate, în special, în cazul consumatorilor izolați. În fig. 1 este prezentat atât posibilități de transformare a energiei regenerabile în alte forme, cât și de stocare a ei ( de ex., pomparea apei în rezervoare în perioada când energia electrică nu este solicitată sau producerea hidrogenului etc.).

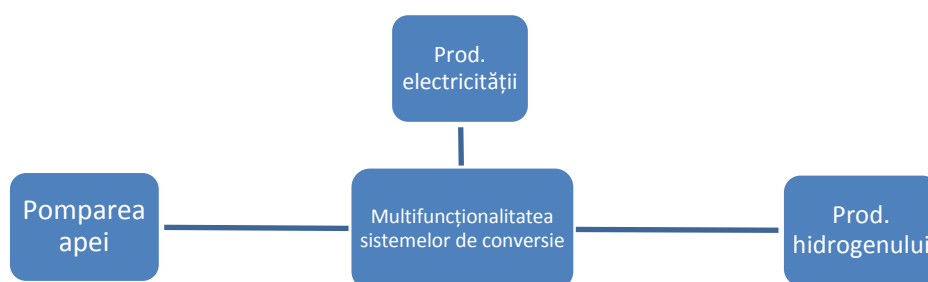


Figura 1: Multifuncționalitatea sistemelor de conversie.

### Progrese înregistrate de UE în ceea ce privește utilizarea energiei din surse regenerabile

În 2014, ponderea surselor regenerabile de energie (ponderea SRE) a atins 16 % din consumul final brut de energie. În perioada 2013-2014, ponderea medie a SRE în UE a fost de 15,5 %, cu mult peste traiectoria indicativă (2013/2014) de 12,1 % pentru UE. În 2015, ponderea SRE este estimată la aproximativ 16,4 % din consumul final brut de energie, în timp ce traiectoria indicativă pentru perioada 2015-2016 este de 13,8 %. Cu toate acestea, pe măsură ce traiectoria va deveni tot mai abruptă în anii următori, va fi necesar să se intensifice eforturile de menținere pe calea cea bună, după cum se indică în fig. 2.

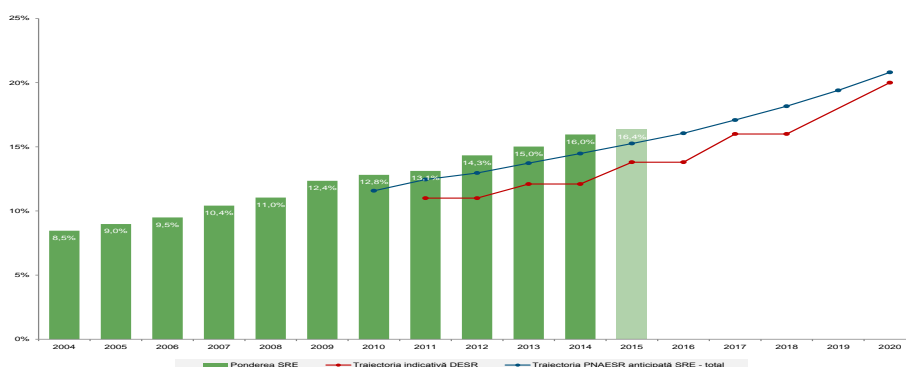


Figura 2: Ponderile energiei din surse regenerabile în UE în raport cu traiectoriile din Directiva privind energia din surse regenerabile (DESR) și din planurile de acțiune naționale în domeniul energiei din surse regenerabile (PNAESR) (pe baza datelor Eurostat, Öko-Institut)

După cum este indicat în fig. 3, **sectorul încălzirii și al răcirii** rămâne cel mai mare sector în termeni de utilizare absolută a energiei din surse regenerabile. Cu toate acestea, cea mai mare pondere SRE și cea mai mare creștere se observă în sectorul energiei electrice, unde ponderea SRE a crescut cu 1,4 puncte procentuale pe an în perioada 2004-2014. În aceeași perioadă, ponderea SRE în sectorul încălzirii și al răcirii a crescut cu



0,8 puncte procentuale pe an, în timp ce sectorul transporturilor a înregistrat creșterea cea mai lentă, de 0,5 puncte procentuale în medie pe an.

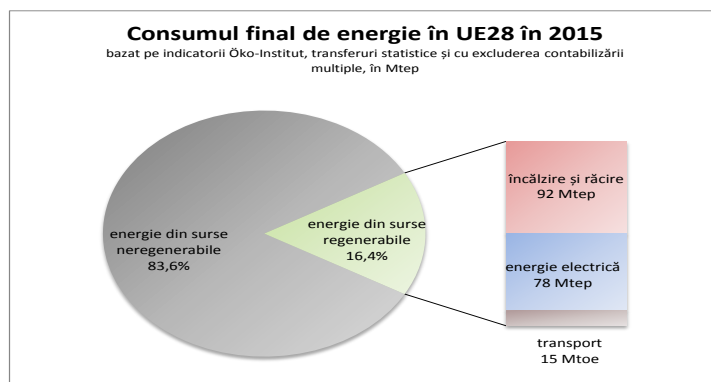


Figura 3: Consumul final de energie în UE în anul 2015 (sursa: Öko-Institut)

**Energia hidroelectrică** reprezintă încă cea mai mare parte din producția de energie electrică din surse regenerabile, deși ponderea sa a scăzut de la 74 % în 2004, la 38 % în 2015. În 2015, UE se afla pe calea cea bună în ceea ce privește respectarea traiectoriei agregate planificate în PNAESR. Suedia, Franța, Italia, Austria și Spania dețin aproximativ 70 % din totalul unităților de producție a energiei hidroelectrice din UE.

Progrese înregistrate de Republica Moldova în ceea ce privește utilizarea energiei din surse regenerabile.

Pe teritoriul Republicii Moldova sînt disponibile pentru utilizare următoarele surse de energie regenerabilă (SER): biomasa, energia hidrolică, energia solară și eoliană, sursele cu potențial termic redus (inclusiv energia geotermală). Potențialul acestor surse regenerabile (cu excepția surselor cu potențial termic redus) se evaluează la 2,7 mii tep.

Tabel 1. Potențialul tehnic disponibil al principalelor tipuri de SER

Tipul SER	Potențialul tehnic	
	PJ	mii tep
Solară	50,4	1,2
Eoliană	29,4	0,7
Hidro	12,1	0,3
Biomasă	Deșeuri agricole	7,5
	Lemne de foc	4,3
	Deșeuri de la procesarea lemnului, tescovină	4,7
	Biogaz	2,9
	Biocombustibil	2,1
	Total biomasă	21,5
<b>Total potențial SER</b>		<b>113,4</b>
Surse de energie cu potențial termic redus, inclusiv geotermală*		> 80,0
		> 1,9

\* Evaluarea potențialului teoretic

Procesul de valorificare a surselor regenerabile de energie se află la faza inițială de demarare. În anul 2005 ponderea acestora în consumul de resurse energetice a constituit 71,4 mii tep, doar 3,6% din totalul de livrare a energiei primare. Cea mai mare pondere în bilanțul energetic o are energia hidrolică și biomasa, pe când energia solară și eoliană, precum și cea a surselor cu potențial termic redus este explorată insuficient. Creșterea exploatarei potențialului energiei regenerabile va contribui la micșorarea dependenței importurilor de resurse energetice.

Din 2013 până în anul 2020 sunt așteptate primele rezultate de la modificări nu atât de costisitoare care sunt legate de eficiența energetică pentru micșorarea consumului de energie cu 20% până în anul 2020 și creșterea producerii electroenergiei prin utilizarea surselor de energie regenerabile.



## Concluzii

Dezvoltarea economică a unei țări depinde, în mare măsură, de capacitatea sa de a asigura necesarul de energie electrică, mecanică și termică. Dar un factor important este sursa de energie, ea poate să fie din surse fosile (SFE) sau surse regenerabile (SRE), fiind din surse fosile, este necesar de luat în considerație faptul că aceste surse sunt limitate, doar acest fapt trebuie să ne motiveze pentru dezvoltarea și utilizarea surselor de energie regenerabilă (SRE), cu toate că costurile acestor (SFE) sunt mereu în creștere, și nu așa crede ca pe viitor ele vor deveni mai mici, ele se folosesc până în ziua de azi ignorând costurile ridicate a materiei prime și întreținerea acestora pentru funcționarea lor continuă și satisfacerea cererii numai din motivul că, (SRE) existente la moment în stare de funcționare sunt prea puține, dar dezvoltarea de noi tehnologii de producere permite micșorarea costului unui kWh instalat. Cu timpul se va ajunge la performanța (SRE) ce ne va permite excluderea din funcțiune a (SFE), dar pentru această schimbare este necesară multă muncă care va salva generațiile următoare de problema energetică și de poluarea abundentă a mediului, vom asigura o dependență energetică de lungă durată fără nevoia de-a extrage din sol surse fosile pentru satisfacerea cantităților de energie folosite pentru bună starea societății. Performanțele Republicii Moldova la capitolul (SRE) spre deosebire de UE, sunt la un nivel nesatisfăcător deoarece importul de energie constituie cca 90% din resursele energetice necesare.

## Bibliografie

1. Hotărârea Guvernului Republicii Moldova cu privire la Strategia energetică a Republicii Moldova până în anul 2020: nr. 958 din 21.08.2007. În: *Monitorul Oficial al Republicii Moldova*. 2007, nr. 141-145, pp. 29-31.
2. BOSTAN, I. DULGHERU, V. SOBOR, I. BOSTAN, V. SOCHIREAN, A. *Sisteme de conversie a energiilor regenerabile*. Univ. Tehn. a Moldovei: Ch., „Tehnica-Info”, 2007. p.592. ISBN 978-995-63-076-4
3. КУКЛЯРОС, Людмила. *Этапы развития молдавской энергетики*. Кишинэу: Print Caro, 2012. P.694. ISBN 978-9975—56-064-1
4. Wind Power [online]. Disponibil: [https://en.wikipedia.org/wiki/Wind\\_power](https://en.wikipedia.org/wiki/Wind_power)
5. Sectorul energetic din Republica Moldova: constrângeri și oportunități [online]. Disponibil: <http://vox.publika.md/economie/sectorul-energetic-din-republica-moldova-constrangeri-si-oportunitati-421391.html>
6. Deschiderea oficială a „Săptămânii Moldova Eco-Energetică” [online]. Disponibil: [http://www.fee.md/media/files/Comunicat\\_MEE\\_2016.pdf](http://www.fee.md/media/files/Comunicat_MEE_2016.pdf)

# TEHNOLOGII ELECTROCHIMICE DE PRELUCRARE A MATERIALELOR METALICE

Oleg POGÎLĂ

Universitatea de Stat „Alecu Russo” din Bălți

**Abstract:** *Electrochemical processing of metallic materials is being studied by scientists for several centuries. Due to this process of processing, many technological operations have been optimized, economic expenditures have been reduced, etc. This process now plays an important role in the industry.*

**Cuvinte cheie:** *tehnologii electrochimice, prelucrări metalice, acoperiri metalice*

## 1. Clasificare convențională

**Prelucrarea electrochimică** a semifabricatelor din construcția de mașini presupune existența unui proces de schimb de sarcini și de masă între anod, catod și lichidul de lucru de tip electrolit, semifabricatul fiind, de obicei, conectat la unul dintre polii sursei de curent continuu.

Dacă ținem cont de fenomenele care au loc la nivelul suprafeței semifabricatului, vom avea:

- Prelucrări prin eroziune electrochimică**, adică acele prelucrări în cazul cărora este vorba despre o prevalare de material din semifabricat;
- Prelucrări electrochimice cu adăugare de material**; vom avea de-a face, în acest caz, cu acoperirile electrochimice cu depunerile prin electroforeză, cu reproducerea electrochimică și respectiv cu prelucrările bazate pe modificarea superficială, pe cale electrochimică, a compoziției chimice a materialului semifabricatului, material ce reacționează chimic cu materialul de adaos.

## 2. Procedee de acoperire electrochimică

**Echipament.** Structura unui echipament pentru realizarea acoperirilor electrochimice este, în mare măsură, similară celei a echipamentelor utilizate, de obicei, pentru lustruirea electrochimică; de altfel, în multe cazuri, acoperirile electrochimice și lustruirea electrochimică se realizează în același atelier și eventual chiar apelând la aceleași echipamente.

Vom întâlni, ca atare, cuve, subsisteme de suspendare/transport al semifabricatelor, surse de curent, subsisteme de agitare, filtrare, termostatare și depozitarea electrolitilor, subsisteme de uscare a produselor, subsisteme de evacuare a gazelor și a pulberilor nocive etc.

**Cuvele** pot fi de tip clopot rotativ (cu forme piramidale sau tronconice și având axa înclinată la 45°), tambur perforat (sau tobă perforată), parțial sau total imersat în electrolit, cu secțiune circulară, hexagonală, octogonală etc. și respectiv de tip clopot — tambur (clopot cu axă orizontală).

**Semifabricatele** se așează liber pe dispozitivele de suspendare sau sunt imobilizate pe acestea cu ajutorul unor lamele elastice; este necesar să nu se producă ecranări ale suprafețelor pe care urmează să se realizeze depunerea electrochimică.

**Subsistemele de filtrare** pot utiliza filtre fixe sau mobile, iar procesul propriu-zis de filtrare are loc fie în mod continuu, fie periodic.

**Încălzirea electrolitului** are loc fie în mod direct, fie prin transfer de căldură de la pereții cuvei. Pentru încălzire, se utilizează apa caldă, aburul, curentul electric sau arzătoarele cu gaz.

**Puterea necesară** în cazul încălzirii cu ajutorul curentului electric se determină cu ajutorul relației:

$$N = \frac{1,16V\Delta}{1000 \cdot 0,85t_i} [kW],$$

În care  $V$  este volumul de electrolit din cuvă, în  $m^3$ ,  $\Delta$  — diferența dintre temperatura finală și cea inițială, iar  $t_i$  — durata încălzirii, în ore.

**Răcirea electrolitilor** se realizează cu ajutorul unor serpentine prin care circulă apă rece.

**Agitarea soluției** electrolit poate fi materializată prin convecție, prin insuflare de aer comprimat, folosind pompe, agitatoare mecanice, ultrasunete ori dispozitive pentru deplasarea semifabricatelor.

**Uscarea pieselor** are loc în instalații centrifugale, cu aer cald, cu rumeguș încălzit, în dulapurile uscare sau cu ajutorul agenților hidrofobi

**Epurarea apelor reziduale** este o problemă ce necesită utilizarea unor cuve pentru stocarea reactivilor, pentru tratarea chimică a soluțiilor și a apelor de spălare etc.

### 3. Pregătirea suprafețelor în vederea acoperirilor electrochimice

**Pregătirea mecanică** se realizează prin *șlefuire* (pentru micșorarea înălțimilor asperităților grosolane), prin *lustruire abrazivă* și *periere*.

*Șlefuirea* și *lustruirea* se pot realiza utilizând materiale abrazive sub formă de granule și pulberi, înglobate în paste sau în emulsii apoase, iar ca scule - discuri din pâslă, tobe rotative etc. Micșorarea asperităților poate fi obținută însă și prin procedee clasice de lepuire, vibronetezire etc. Evident, este posibilă și utilizarea unor procedee de lustruire chimică sau electrochimică.

**Degresarea** are loc:

- a) Cu ajutorul substanțelor organice (benzină, white-spirit), prin ștergere, imersie ori supunere la acțiunea vaporilor;
- b) Cu substanțe alcaline, din categoria hidroxizilor alcaline, a carbonaților ori fosfaților alcalini, a silicaților de sodiu (meta- și orto-silicaților), a unor compuși tensioactivi (de tipul detergenților) sau chiar al unor aditivi insolubili, cum sunt bentonita și argila;
- c) Pe cale electrochimică, utilizând substanțe similare celor din cazul degresării alcaline;
- d) Cu ajutorul unei soluții activate ultrasonic.

**Decaparea** se realizează într-una din variantele menționate anterior (decapare catodică, decapare anodică, decapare în curent cu polaritate alternantă etc.).

### 4. Descrierea sumară a câtorva procedee ce permit realizarea acoperirilor electrochimice cu diferite materiale metalice

**Cromarea** conferă pieselor o rezistență ridicată la coroziune, o valoare scăzută a coeficientului de frecare, o rezistență mecanică mare, o duritate sporită, o bună rezistență la uzură, o termostabilitate superioară.

*Electrolitul* poate fi o soluție apoasă de anhidridă cromică ( $\text{CrO}_3$ ), cu adaos de acid sulfuric ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ). Anozii se execută din plumb sau din aliaje pe bază de plumb și stibiu. Se folosesc tensiuni de lucru de 6...10 V, o densitate de curent de 10...200 A/dm<sup>2</sup>, temperaturi ale electrolitului cuprinse între 35 și 75 ° C.

Dacă ținem cont de **temperatura electrolitului**, vom avea:

- a) *Cromarea mată*;
- b) *Cromarea lucioasă*;
- c) *Cromarea așa - numită lăptoasă* (sau *aburire*).

În raport cu **proprietățile stratului de crom** depus, vom întâlni următoarele trei variante de cromare:

- *Cromarea dură (netedă)*;;
- *Cromarea poroasă*;
- *Cromarea decorativ - protectoare*.

După cromare, piesele se spală în apă fierbinte; în continuare, se supun unei operații de neutralizare, într-o soluție cu 3 % sodă, după care se spală din nou și se usucă. Evitarea fragilității determinate de prezența hidrogenului se realizează printr-un tratament termic, (menținere în ulei, la o temperatură de 150...200 ° C, timp de 2...3 ore). Dacă nu dorim cromarea anumitor suprafețe, acestea se vor acoperi cu nitrolac sau cu lacuri pe bază de materiale plastice.

**Nichelarea** este utilizată cu precădere în scopuri decorativ - protectoare. Stratul de nichel dispune de o plasticitate redusă; el este însă rezistent la coroziune în condiții atmosferice obișnuite și la temperaturi de până la 600 ° C.

**Cadmierea** conferă o rezistență sporită la coroziune pieselor din oțel, fontă, cupru și aliaje de cupru.

**Zincarea** asigură pieselor din oțel protecție împotriva coroziunii atmosferice, a coroziunii generate de umezeală, de gazele de ardere, de produsele petroliere, de soluții alcaline având concentrații mici sau medii.

**Cuprarea (arămirea)** este utilizată fie în scopuri decorative, fie pentru obținerea unor bune proprietăți antifricțiune, fie pentru crearea unui strat intermediar, înainte de cromare sau de nichelare, de exemplu.

**Cositorirea (stanarea)** asigură protejarea împotriva coroziunii, facilitează realizarea prin lipire a contactelor electrice din aparatura radioelectronică, permite obținerea îmbinărilor filetate etanșe sau conferă un aspect decorativ agreabil.

**Acoperirea cu plumb** conferă pieselor o rezistență bună la coroziune în aer umed, în acid sulfuric, fosforic, fluorhidric, cromic, în clor, în gazele de ardere, în combustibili lichizi etc.

**Alămirea** se folosește fie în scop decorativ - protector, fie pentru crearea unui strat intermediar, înainte de cromare, nichelare etc.

**Argintarea** este utilizată:

- a) pentru protejare împotriva coroziunii (în industria chimică);

- b) pentru îmbunătățirea caracteristicilor electrice ale unor piese realizate din cupru, alamă, oțel, prin micșorarea rezistenței electrice de contact;
- c) pentru obținerea unui aspect decorativ;
- d) pentru realizarea unor suprafețe cu capacitate ridicată de reflectare a luminii;
- e) pentru obținerea unor lagăre de alunecare, necesare, de exemplu, în echipamentele de explorare a spațiului cosmic;
- f) pentru obținerea unor catalizatori, necesari, de asemenea, în industria chimică;
- g) pentru realizarea electrozilor din acumulatele de tip Ag - Cd sau Ag - Zn;
- h) pentru obținerea unui strat intermediar, înainte de stanare (uneori) sau de aurire.

**Depunerea electrochimică a aurului** se folosește pentru a obține o rezistență mare la coroziune, pentru îmbunătățirea comportării la uzură și pentru creșterea conductivității specifice.

**Colorarea pieselor din materiale metalice.** Colorarea pieselor din materiale metalice se folosește, în primul rând, în scop decorativ; atunci când peste stratul colorat se aplică un strat de lac sau de unsoare, devine posibilă exploatarea respectivelor piese în condiții de severitate medie.

**Galvanizarea cu tamponul.** În principiu, avem de-a face cu apăsarea și deplasarea, pe suprafața de galvanizat a piesei, a unui dispozitiv port-tampon, conținând, ca elemente principale, *tamponul propriu-zis*, îmbibat cu o soluție concentrată de electrolit și un *anod solubil sau insolubil*. Procedul se utilizează pentru realizarea unor acoperiri zonale, inclusiv în cazul pieselor de dimensiuni mari sau pentru corectarea unor defecte de galvanizare din cazul unor piese deja montate într-un echipament.

## 5. Electroformarea

Electroformarea (numită, alteori, **galvano-formare** sau **reproducere electrochimică**) este un procedeu ce asigură obținerea unor piese alcătuite dintr-un strat subțire și de configurație complexă, realizat prin depunerea electrochimică a materialului metalic pe un model.

Prin electroformare se obțin, prin electroformare, matrițe pentru injectarea maselor plastice, matrițe pentru fabricarea discurilor, ghiduri de undă, oglinzi, ecrane, grile, filtre.

Pentru a preveni solidarizarea stratului metalic cu modelul, acesta din urmă se acoperă cu o peliculă subțire din grafit, ulei sau ceară.

Dacă modelul nu s-a realizat dintr-un material bun conducător de electricitate, se recurge la acoperirea acestuia cu grafit, cupru, aur sau argint.

## 6. Procedee de acoperire prin electroforeză

**Acoperirea prin electroforeză cu straturi de protecție.** Unul dintre principalele domenii de utilizare a electroforezei îl constituie acoperirea unor semifabricate metalice cu straturi de protecție; se utilizează, în acest sens, soluții apoase pe bază de rășini, alături de pigmenți, solvenți organici și aditivi de tipul agenților de dispersare sau agenților contra sedimentării.

### Avantaje

- productivitatea ridicată (durata medie a depunerii fiind de 2...3 minute);
- o bună calitate a stratului depus;
- cost relativ scăzut;
- capacitate ridicată de pătrundere în locuri mai greu accesibile altor procedee de vopsire;
- lipsa vaporilor toxici și necombustibilitatea peliculei;
- susceptibilitatea de automatizare;
- pierderile scăzute de material pelicologen.

### Dezavantaje

- necesitatea existenței unor utilaje complexe;
- consumul ridicat de energie electrică;
- necesitatea unui control destul de sever al parametrilor ce caracterizează regimul de lucru;
- posibilitățile mai reduse de modificare a culorilor sau de obținere a unor nuanțe mai deschise;
- aplicabilitatea numai pentru semifabricate metalice;
- necesitatea coacerii;
- imposibilitatea aplicării unui al doilea strat, tot prin electroforeză.

## 7. Depunerea granulelor abrazive ultra fine pe scule utilizate la netezire.

De obicei, suprafețele plane exterioare sau cele ce definesc un canal aparținând unei plăcuțe din siliciu se netezesc prin lepuire; durata relativ mare a unei asemenea operații a determinat efectuarea unor cercetări orientate spre identificarea și a altor procedee utilizabile în acest scop.

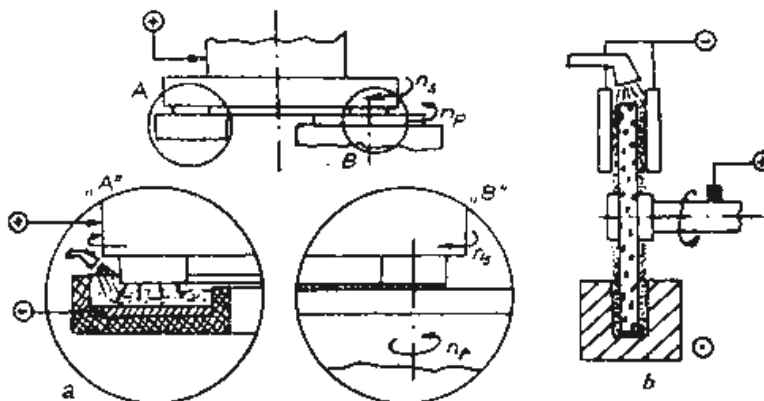


Fig. 1. Netezirea prin rectificare plană (a) și executarea unor canale în plăcuțe din siliciu (b), cu depunerea electroforetică, pe sculă, a unor granule abrazive ultra fine .

Un asemenea procedeu îl poate constitui, de exemplu, rectificarea suprafețelor plane, folosind o refacere continuă a calităților așchietoare aferente sculei, prin depunere electroforetică. O piatră de rectificat de tip oală, cu liant metallic (deci bun conducător de electricitate), care se rotește în contact cu suprafața unei plachete circulare din siliciu, antrenate de asemenea într-o mișcare de rotație.

O altă soluție tehnologică, bazată pe depunerea electroforetică a granulelor abrazive ultra fine, vizează realizarea canalelor în plăci din sticlă. În acest scop, se utilizează un disc metallic (anod), pe a cărui periferie de formă cilindrică sunt amplasate abrazive din diamant, cu rol direct în obținerea suprafețelor canalului.

### Concluzie:

În urma cercetării am determinat ce este Prelucrarea electrochimică și cum o putem executa. Am observat că tehnologii de prelucrare electrochimică a materialelor metalice sunt numeroase, și diferă unele de altele. Ele posedă avantaje care diferite avantaje, utilizate de oameni în diferite domenii pentru optimizări. Dar în același timp ele posedă și dezavantaje, care stimulează oamenii să caute metode noi de prelucrare a materialelor, pentru dobândirea proprietăților necesare.

### Bibliografie:

1. Marinescu Ion-Nicolae ș.a. "Prelucrări neconvenționale în construcția de mașini", București 1993.
2. Aurel Nanu "Tratat de tehnologii neconvenționale", Timișoara, Editura Augusta, 2003.
3. Артамонов Б.А. и др. "Электрофизические и электрохимические методы обработки материалов" в 2-х томах, Москва, "Высшая школа" 1983.
4. Папилов А. Я. "Электрофизическое и электрохимическое обработка материалов", Москва, машиностроение 1971.
5. Ахизер А. И. "Общая физика. Справочное пособие", Киев, Наукова Думка 1981.
6. Байсупов И.А. "Электрохимическая обработка металлов", Москва, "Высшая школа", 1981.

# TOWARDS A DIAGNOSTICATION METHOD OF ANXIETY USING THE CHOQUET INTEGRAL

Mădălina GIURGESCU (MANEA)

University of Pitești, Politehnica University of Bucharest

**Abstract:** This article describes a mathematical model through which the level of EEG type waves are processed in order to characterize the level of anxiety. Our idea is to use the Choquet integral with respect to a monotone measure. We consider the data resulting from the EEG wave measurements for a group of subjects. We describe a procedure by using different monotone measures to calculate the anxiety level of a subject using the Choquet integral. For each patient we have the level of anxiety given by psychologists. For each patient we compare the results obtained by this method with the results of psychologists. Of all the measures used, we chose the measure that provided the closest results to the real ones.

**Key Words:** Anxiety, EEG, Choquet integral, monotone measure, Big Five, C++.

## INTRODUCTION

In this paper we describe a mathematical model through which the level of EEG type waves is processed in order to characterize the level of anxiety, which represents changes in the values of the personality characteristics of the BigFive model. The goal was to determine a mathematical tool through which to diagnose the level of anxiety.

In writing this article we have worked in collaboration with the Institute of Studies, Research, Development and Innovation of Titu Maiorescu Faculty in Bucharest, as well as with specialists of the Military Technical Academy in Bucharest.

We considered the data resulting from the EEG wave measurements. The measurements of the values of EEG waves were measured in 14 subjects. In order to carry out the measurements a NeuroSky device, with two sensors, of which one active was used. The specialists in psychology state that the anxiety is characterized by LowAlpha, HightAlpha, LowBeta and HightBeta waves. The input data used were specific values of EEG waves, as well as classification data of the anxiety level, provided by the Psychology Research Institute. The classification is given by numbers from 0 to 100.

As a mathematical procedure, the nonlinear integrals are used as a fusion instrument. We used 8 monotone measures to calculate the anxiety level of each subject, using the Choquet integral. For each measure, we compared the results obtained by our method with the results of psychologists. Of all the measures used, we chose the measure that provided the closest results to the real ones.

To calculate the values, we have created a C++ programme. The source code is written in C++ in the CodeBlocks development medium, 17.12 version on Windows 10 operating system, combined with GNU GCC Compiler in MinGW distribution, 6.3 version. For the matrix operations the Eigen library, version 3.3 was used.

Finally, we have determined a monotonous measure to provide the closest results in relation to psychological results in terms of anxiety.

The determined instrument will be used to draw conclusions regarding the level of anxiety of other subjects who have been measured with NeuroSky.

In the sequel we explain how the nonlinear integral was used for the aggregation of data for the above-mentioned problem, and, of course, we explain the obtained results.

## 1. PRELIMINARY FACTS

**Definition 2.1:** A measurable space is a couple  $(T, \tau)$ , where  $T$  is a non-empty set and  $\tau \subset \mathcal{P}(T)$  is a  $\sigma$ -algebra.

**Definition 2.2:** If  $(T, \tau)$  is a measurable space, a monotone measure is a function  $\mu: \tau \rightarrow \mathbb{R}_+$  having the properties: i)  $\mu(\emptyset) = 0$ ; ii)  $\mu(A) \leq \mu(B)$  for any  $A, B$  in  $\tau$  such that  $A \subset B$ .

**Definition 2.3:** The Choquet integral of the function  $f$  with respect to the measure  $\mu$  is the element  $\int_0^\infty \mu(F_a) da \in \overline{\mathbb{R}_+}$ . We shall write:  $(C)\int f d\mu = \int_0^\infty \mu(F_a) da$ .

We shall say that  $f$  is Choquet integrable with respect to  $\mu$  in case  $(C)\int f d\mu < \infty$ .

$$F_a = \{t \in T \mid f(t) \geq a\} = f^{-1}([a, \infty)) \in \tau.$$

*Special formula 2.4:* If  $T$  is finite,  $T = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ ,  $n \geq 1$ ,

$$(C) \int f d\mu = \sum_{i=1}^n (f(x_i^*) - f(x_{i-1}^*)) \mu(\{x_i^*, x_{i+1}^*, \dots, x_n^*\}) \text{ with the convention } f(x_0^*) = 0.$$

## 2. DETERMINATION OF THE ANXIETY DEGREE

We made  $l=14$  measurements. These are the  $l=14$  functions  $f_1, f_2, \dots, f_{14}$ . The  $n=4$  measured attributes are  $x_1 = \text{LowAlpha}$ ,  $x_2 = \text{HighAlpha}$ ,  $x_3 = \text{LowBeta}$ ,  $x_4 = \text{HighBeta}$ . Namely, for each of the 14 measurements (rows), we obtained the input values  $f_p(x_1), f_p(x_2), f_p(x_3), f_p(x_4)$  and the output values  $y_p$ ,  $p = 1, 2, \dots, 14$ . So, the fifth column contains the output values  $y_p$ ,  $p = 1, 2, \dots, 14$ . The input values are the averages of the measurements carried on the 14 subjects. The output values are obtained using the classification given by the psychologists to the subjects (measured individuals). These output values are represented by grades, from 0 to 100.

In the C++ program, we used a function to process the data from the CSV files, and to create a matrix.

Thus, we obtained the table  $(T_1)$ , with 14 rows and  $4+1=5$  columns.

In order to save typographical space, we exhibit below only one row of the table  $(T_1)$ :

Number of Subject	Low Alpha	High Alpha	Low Beta	High Beta	Grade
S1	33738.85	26911.79	15911.23	15827.22	10

Psychological results:

S1=10; S2=0; S3=5; S4=9; S5=11; S6=5; S7=10; S8=62; S9=10; S10=29; S11=10; S12=12; S13=13; S14=11.

We considered  $t = 8$  monotone measures. Using each measure  $\mu_k$  ( $k = 1, t$ ), for each subject  $p$ , we calculated the level of anxiety  $z_{k,p}$  ( $k = 1, \dots, t$  and  $p = 1, \dots, 14$ ). As we have said, we decided to choose as fusion instrument the Choquet integral of the functions  $f_p$ ,  $p = 1, 2, \dots, 14$ , with respect to a monotone measure  $\mu_k$ . So, for any  $k = 1, t$  and for any  $p = 1, 14$  one has:

$$z_{k,p} = (C) \int f_p d\mu_k$$

For each measure  $\mu_k$ , we compared the results obtained by our method with the results of psychologists, using The Least Squares Method. Actually, for each measure  $\mu_k$ , we calculated  $E_k = \sum_{p=1}^{14} (z_{k,p} - y_p)^2$ .

We considered the measures:

$$\mu_1(E) = \begin{cases} 0, & \text{if } E = \emptyset \\ 0.0000143333, & \text{if } E = \{x_1\} \\ 0.0000406178, & \text{if } E = \{x_2\} \\ 0.0000471675, & \text{if } E = \{x_1, x_2\} \\ 0.00000472641, & \text{if } E = \{x_3\} \\ 0.0000143333, & \text{if } E = \{x_1, x_3\} \\ 0.0000406178, & \text{if } E = \{x_2, x_3\} \\ 0.0000955576, & \text{if } E = \{x_1, x_2, x_3\} \\ 0.0000254858, & \text{if } E = \{x_4\} \\ 0.0000320333, & \text{if } E = \{x_1, x_4\} \\ 0.0000406178, & \text{if } E = \{x_2, x_4\} \\ 0.0000471675, & \text{if } E = \{x_1, x_2, x_4\} \\ 0.000225524, & \text{if } E = \{x_3, x_4\} \\ 0.000225524, & \text{if } E = \{x_1, x_3, x_4\} \\ 0.000616894, & \text{if } E = \{x_2, x_3, x_4\} \\ 0.000616894, & \text{if } E = \{x_1, x_2, x_3, x_4\} \end{cases}, \mu_2(E) = \begin{cases} 0, & \text{if } E = \emptyset \\ 0.0000245333, & \text{if } E = \{x_1\} \\ 0.0000507178, & \text{if } E = \{x_2\} \\ 0.00671685, & \text{if } E = \{x_1, x_2\} \\ 0.00000972621, & \text{if } E = \{x_3\} \\ 0.000246333, & \text{if } E = \{x_1, x_3\} \\ 0.000606178, & \text{if } E = \{x_2, x_3\} \\ 0.01955576, & \text{if } E = \{x_1, x_2, x_3\} \\ 0.0000324858, & \text{if } E = \{x_4\} \\ 0.000329333, & \text{if } E = \{x_1, x_4\} \\ 0.00606178, & \text{if } E = \{x_2, x_4\} \\ 0.051675, & \text{if } E = \{x_1, x_2, x_4\} \\ 0.0625524, & \text{if } E = \{x_3, x_4\} \\ 0.725524, & \text{if } E = \{x_1, x_3, x_4\} \\ 0.816894, & \text{if } E = \{x_2, x_3, x_4\} \\ 0.916894, & \text{if } E = \{x_1, x_2, x_3, x_4\} \end{cases}$$

$$\begin{aligned}
\mu_3(E) &= \begin{cases} 0, \text{if } E = \emptyset \\ 0.000014, \text{if } E = \{x_1\} \\ 0.00004, \text{if } E = \{x_2\} \\ 0.000047, \text{if } E = \{x_1, x_2\} \\ 0.0000047, \text{if } E = \{x_3\} \\ 0.0000145, \text{if } E = \{x_1, x_3\} \\ 0.000048, \text{if } E = \{x_2, x_3\} \\ 0.000095, \text{if } E = \{x_1, x_2, x_3\} \\ 0.000025, \text{if } E = \{x_4\} \\ 0.000032, \text{if } E = \{x_1, x_4\} \\ 0.0000406, \text{if } E = \{x_2, x_4\} \\ 0.0000471, \text{if } E = \{x_1, x_2, x_4\} \\ 0.0002, \text{if } E = \{x_3, x_4\} \\ 0.00023, \text{if } E = \{x_1, x_3, x_4\} \\ 0.000616, \text{if } E = \{x_2, x_3, x_4\} \\ 0.0006168, \text{if } E = \{x_1, x_2, x_3, x_4\} \end{cases}, \mu_4(E) = \begin{cases} 0, \text{if } E = \emptyset \\ 0.001, \text{if } E = \{x_1\} \\ 0.00004, \text{if } E = \{x_2\} \\ 0.002, \text{if } E = \{x_1, x_2\} \\ 0.0003, \text{if } E = \{x_3\} \\ 0.003, \text{if } E = \{x_1, x_3\} \\ 0.0005, \text{if } E = \{x_2, x_3\} \\ 0.006, \text{if } E = \{x_1, x_2, x_3\} \\ 0.00002, \text{if } E = \{x_4\} \\ 0.004, \text{if } E = \{x_1, x_4\} \\ 0.006, \text{if } E = \{x_2, x_4\} \\ 0.01, \text{if } E = \{x_1, x_2, x_4\} \\ 0.02, \text{if } E = \{x_3, x_4\} \\ 0.03, \text{if } E = \{x_1, x_3, x_4\} \\ 0.04, \text{if } E = \{x_2, x_3, x_4\} \\ 0.05, \text{if } E = \{x_1, x_2, x_3, x_4\} \end{cases}, \\
\mu_5(E) &= \begin{cases} 0, \text{if } E = \emptyset \\ 0.03, \text{if } E = \{x_1\} \\ 0.1, \text{if } E = \{x_2\} \\ 0.2, \text{if } E = \{x_1, x_2\} \\ 0.02, \text{if } E = \{x_3\} \\ 0.04, \text{if } E = \{x_1, x_3\} \\ 0.3, \text{if } E = \{x_2, x_3\} \\ 0.4, \text{if } E = \{x_1, x_2, x_3\} \\ 0.008, \text{if } E = \{x_4\} \\ 0.07, \text{if } E = \{x_1, x_4\} \\ 0.5, \text{if } E = \{x_2, x_4\} \\ 0.6, \text{if } E = \{x_1, x_2, x_4\} \\ 0.7, \text{if } E = \{x_3, x_4\} \\ 0.8, \text{if } E = \{x_1, x_3, x_4\} \\ 0.9, \text{if } E = \{x_2, x_3, x_4\} \\ 0.95, \text{if } E = \{x_1, x_2, x_3, x_4\} \end{cases}, \mu_6(E) = \begin{cases} 0, \text{if } E = \emptyset \\ 0.21, \text{if } E = \{x_1\} \\ 0.22, \text{if } E = \{x_2\} \\ 0.3, \text{if } E = \{x_1, x_2\} \\ 0.009, \text{if } E = \{x_3\} \\ 0.35, \text{if } E = \{x_1, x_3\} \\ 0.429, \text{if } E = \{x_2, x_3\} \\ 0.54, \text{if } E = \{x_1, x_2, x_3\} \\ 0.01, \text{if } E = \{x_4\} \\ 0.25, \text{if } E = \{x_1, x_4\} \\ 0.26, \text{if } E = \{x_2, x_4\} \\ 0.47, \text{if } E = \{x_1, x_2, x_4\} \\ 0.1, \text{if } E = \{x_3, x_4\} \\ 0.6, \text{if } E = \{x_1, x_3, x_4\} \\ 0.7, \text{if } E = \{x_2, x_3, x_4\} \\ 0.8, \text{if } E = \{x_1, x_2, x_3, x_4\} \end{cases}, \\
\mu_7(E) &= \begin{cases} 0, \text{if } E = \emptyset \\ 0.91, \text{if } E = \{x_1\} \\ 0.8, \text{if } E = \{x_2\} \\ 0.92, \text{if } E = \{x_1, x_2\} \\ 0.94, \text{if } E = \{x_3\} \\ 0.95, \text{if } E = \{x_1, x_3\} \\ 0.96, \text{if } E = \{x_2, x_3\} \\ 0.97, \text{if } E = \{x_1, x_2, x_3\} \\ 0.98, \text{if } E = \{x_4\} \\ 0.99, \text{if } E = \{x_1, x_4\} \\ 0.995, \text{if } E = \{x_2, x_4\} \\ 0.997, \text{if } E = \{x_1, x_2, x_4\} \\ 0.998, \text{if } E = \{x_3, x_4\} \\ 0.9984, \text{if } E = \{x_1, x_3, x_4\} \\ 0.9989, \text{if } E = \{x_2, x_3, x_4\} \\ 0.99993, \text{if } E = \{x_1, x_2, x_3, x_4\} \end{cases}, \mu_8(E) = \begin{cases} 0, \text{if } E = \emptyset \\ 0.0123, \text{if } E = \{x_1\} \\ 0.6178, \text{if } E = \{x_2\} \\ 0.7675, \text{if } E = \{x_1, x_2\} \\ 0.0004, \text{if } E = \{x_3\} \\ 0.02, \text{if } E = \{x_1, x_3\} \\ 0.62, \text{if } E = \{x_2, x_3\} \\ 0.79, \text{if } E = \{x_1, x_2, x_3\} \\ 0.00002, \text{if } E = \{x_4\} \\ 0.1, \text{if } E = \{x_1, x_4\} \\ 0.65, \text{if } E = \{x_2, x_4\} \\ 0.83, \text{if } E = \{x_1, x_2, x_4\} \\ 0.85, \text{if } E = \{x_3, x_4\} \\ 0.879, \text{if } E = \{x_1, x_3, x_4\} \\ 0.895, \text{if } E = \{x_2, x_3, x_4\} \\ 0.9, \text{if } E = \{x_1, x_2, x_3, x_4\} \end{cases}.
\end{aligned}$$

For  $k=1$ , we obtained the conclusions:  $z_{1,1} = 10.3885$ ,  $z_{1,2} = 0.000856597$ ,  $z_{1,3} = 5.40384$ ,

$$\begin{aligned}
z_{1,4} &= 8.57645, z_{1,5} = 11.089, z_{1,6} = 4.8107, z_{1,7} = 9.96549, z_{1,8} = 62.273, z_{1,9} = 9.59623, z_{1,10} \\
&= 29.2099, z_{1,11} = 10.3885, z_{1,12} = 11.8409, z_{1,13} = 12.7664, z_{1,14} = 11.1403.
\end{aligned}$$

And  $E_1 = \sum_{p=1}^{14} (z_{1,p} - y_p)^2 = 1.07048$ .

For  $k=2$ , we obtained the conclusions:  $z_{2,1} = 14587.6$ ,  $z_{2,2} = 0.979476$ ,  $z_{2,3} = 8515.13$ ,  $z_{2,4} = 11491.3$ ,  
 $z_{2,5} = 15824.1$ ,  $z_{2,6} = 7071.18$ ,  $z_{2,7} = 13682$ ,  $z_{2,8} = 87487.3$ ,  $z_{2,9} = 13621.4$ ,  $z_{2,10} = 22975.4$ ,  
 $z_{2,11} = 14587.6$

,  $z_{2,12} = 16786.8$ ,  $z_{2,13} = 17991.9$ ,  $z_{2,14} = 10585.7$ . And  $E_2 = \sum_{p=1}^{14} (z_{2,p} - y_p)^2 = 1.01876e+010$

For  $k=3$ , we obtained the conclusions:  $z_{3,1} = 10.3828$ ,  $z_{3,2} = 0.0008309$ ,  $z_{3,3} = 5.4095$ ,  $z_{3,4} = 8.56771$ ,  
 $z_{3,5} = 11.0831$ ,  $z_{3,6} = 4.80914$ ,  $z_{3,7} = 9.95662$ ,  $z_{3,8} = 62.2256$ ,  $z_{3,9} = 9.58957$ ,  $z_{3,10} = 29.0884$ ,  
 $z_{3,11} = 10.3828$ ,  $z_{3,12} = 11.8331$ ,  $z_{3,13} = 12.7554$ ,  $z_{3,14} = 11.1339$ . And  $E_3 = \sum_{p=1}^{14} (z_{3,p} - y_p)^2 = 1.02563$ .

For  $k=4$ , we obtained the conclusions:  $z_{4,1} = 820.693$ ,  $z_{4,2} = 0.0709$ ,  $z_{4,3} = 457.138$ ,  $z_{4,4} = 672.667$   
 $z_{4,5} = 911.819$ ,  $z_{4,6} = 389.928$ ,  $z_{4,7} = 791.865$ ,  $z_{4,8} = 4777.8$ ,  $z_{4,9} = 798.017$ ,  $z_{4,10} = 2275.92$   
 $z_{4,11} = 820.693$ ,  $z_{4,12} = 952.129$ ,  $z_{4,13} = 1020.56$ ,  $z_{4,14} = 1203.77$ .



And  $E_4 = \sum_{p=1}^{14} (z_{4,p} - y_p)^2 = 3.47604e+007$ .

For  $k=5$ , we obtained the conclusions:  $z_{5,1}=17474.4$ ,  $z_{5,2}=1.71$ ,  $z_{5,3}=9020.28$ ,  $z_{5,4}=15371.5$ ,  $z_{5,5}=20130.3$ ,  $z_{5,6}=7474.91$ ,  $z_{5,7}=17292.5$ ,  $z_{5,8}=103691$ ,  $z_{5,9}=18037$ ,  $z_{5,10}=130079$ ,  $z_{5,11}=17474.4$ ,  $z_{5,12}=20050.9$ ,  $z_{5,13}=21066.4$ ,  $z_{5,14}=31171.6$ . And  $E_5 = \sum_{p=1}^{14} (z_{5,p} - y_p)^2 = 3.14793e+010$ .

For  $k=6$ , we obtained the conclusions:  $z_{6,1}=17441$ ,  $z_{6,2}=0.927$ ,  $z_{6,3}=7824.45$ ,  $z_{6,4}=16887.4$ ,  $z_{6,5}=19262.9$ ,  $z_{6,6}=6891.82$ ,  $z_{6,7}=18056.5$ ,  $z_{6,8}=88220.1$ ,  $z_{6,9}=17939.7$ ,  $z_{6,10}=108013$ ,  $z_{6,11}=17441$ ,  $z_{6,12}=20480.4$ ,  $z_{6,13}=23059.8$ ,  $z_{6,14}=47984.4$ . And  $E_6 = \sum_{p=1}^{14} (z_{6,p} - y_p)^2 = 2.47029e+010$ .

For  $k=7$ , we obtained the conclusions:  $z_{7,1}=32240.7$ ,  $z_{7,2}=4.81793$ ,  $z_{7,3}=11709.2$ ,  $z_{7,4}=33475.2$ ,  $z_{7,5}=34915.5$ ,  $z_{7,6}=10417.2$ ,  $z_{7,7}=32146.6$ ,  $z_{7,8}=142794$ ,  $z_{7,9}=35057.9$ ,  $z_{7,10}=348265$ ,  $z_{7,11}=32240.7$ ,  $z_{7,12}=39580.7$ ,  $z_{7,13}=48367.8$ ,  $z_{7,14}=148793$ . And  $E_7 = \sum_{p=1}^{14} (z_{7,p} - y_p)^2 = 1.74603e+011$ .

For  $k=8$ , we obtained the conclusions:  $z_{8,1}=22837.8$ ,  $z_{8,2}=1.7512$ ,  $z_{8,3}=8782.34$

,  $z_{8,4}=20239.1$ ,  $z_{8,5}=23584.2$ ,  $z_{8,6}=7102.06$ ,  $z_{8,7}=19743.5$ ,  $z_{8,8}=120627$ ,  $z_{8,9}=20736.4$ ,  $z_{8,10}=253117$

,  $z_{8,11}=22837.8$ ,  $z_{8,12}=23527$ ,  $z_{8,13}=24008$ ,  $z_{8,14}=39238.1$ . And  $E_8 = \sum_{p=1}^{14} (z_{8,p} - y_p)^2 = 8.42105e+010$ .

We chose the measure that provided the closest results to the real ones. Actually, we chose the minimum value of  $E_k$ . That is  $E_3$ .

So,  $\mu_3$  is a monotonous measure which provides the closest results in relation to psychological results in terms of anxiety.

## CONCLUSIONS

- The studied level of anxiety represents changes in the values of the personality characteristics in the BigFive model, and its values were determined using EEG waves.
- The determined instrument will be used to draw conclusions regarding the level of anxiety of other subjects who have been measured with NeuroSky.

## REFERENCES

1. D.E.Hinkle, W.Wiersma, S.G.Jurs. *Applied Statistics for the Behavioral Sciences* (5th edition). Houghton Mifflin Company, Boston. New York, 2003.
2. E. Niedermeyer. "The normal EEG of the waking adult", (E. Niedermeyer, F. Lopes da Silva, eds), 4<sup>th</sup> edition. Lippincott, Williams and Wilkins, Philadelphia, Pennsylvania, 1999
3. B. Stroustrup. *The C++ Programming Language*, 4th edition. Addison-Wesley Professional, 2013.
4. Z.Wang, G. J. Klir. *Generalized Measure Theory*. Springer, 2009.
5. Z.Wang, R. Yang, K-S. Leung. *Nonlinear Integrals and Their Applications in Data Mining*. World Scientific, 2010.

# ВИБРАЦИОННЫЕ ЭКСТРАКТОРЫ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ПРОМЫШЛЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Черный В.Н., Мисюра Т.Г., Попова Н.В., Завьялов В.Л.

Национальный университет пищевых технологий (Украина)

*Рассмотрено оборудование, которое относится к экстракционной технике периодического действия и может быть использовано в пищевой и фармацевтической промышленности для извлечения целевых компонентов из измельченного растительного сырья плодово-ягодного, корневого и травяного происхождения. Описаны возможности и особенности различных моделей виброэкстракторов. Обоснована целесообразность использования низкочастотных механических колебаний, как источника создания пульсирующих вибротурбулизующих знакопеременных гидродинамических струй системы жидкость - твердое тело, для интенсификации извлечения целевых компонентов из растительного сырья.*

**Ключевые слова:** виброэкстрактор, экстрагирование, низкочастотные колебания, массообмен, жидкость-твердое тело.

Масштабы современного пищевого производства на основе экстрактов и существующая проблема наиболее полного извлечения целевых компонентов из растительного сырья требует создания нового экстракционного оборудования, способного углубленно и эффективно ее перерабатывать. Наиболее перспективным в этом отношении являются экстракторы с вибрационной системой перемешивания, которые, в отличие от традиционных, обеспечивают интенсивные гидродинамические условия протекания процесса, способствуют уменьшению внешнего диффузионного сопротивления и приближают активную поверхность взаимодействующих фаз до 100%. Вместе с тем, следует отметить, что широкое использование виброэкстракторов в различных отраслях пищевой, фармацевтической и химической промышленности сдерживается сложностью гидродинамики и недостаточной изученностью их массообменных характеристик, что затрудняет конструирование и масштабирования новых аппаратов.

Робота посвящена обзору наиболее эффективных конструкций виброперемешивающих устройств и на их основе созданию новых виброэкстракторов для рациональной переработки растительного сырья или его отходов.

В основу аппарата [1] поставлена задача создания такой конструкции вибрационного экстрактора, которая обеспечит его пригодность для малотоннажных производств, непрерывное во всем рабочем объеме обновление поверхности фазового контакта системы экстрагент-сырье, возможность подачи пара в рабочий объем экстрактора для предварительной паровой обработки сырья и, как следствие, увеличение производительности по извлечению водорастворимых сухих веществ при производстве экстрактов.

Оригинальность конструкции мембран (выполнение их гибкими и наличие в них транспортировочных каналов) и предусмотренная возможность предварительной гигротермической обработки сырья острым паром непосредственно в рабочем объеме вибрационного экстрактора, а также возможность регулировки в достаточном диапазоне амплитуды и частоты колебаний мембран (от электромеханического привода) обеспечивают высокую интенсивность собственно процесса экстрагирования, сокращают его продолжительность и гарантируют максимально возможное извлечение растворимых компонентов сырья.

В экстракторе возможно осуществлять процесс экстрагирования в двух режимах: с предварительным пропариванием сухого сырья острым паром или без такового. Использование данного вибрационного экстрактора при проведении процессов экстрагирования гарантирует сравнительно увеличенную производительность всего производства экстрактов по водорастворимым целевым компонентам сухого вещества соответствующего растительного сырья.

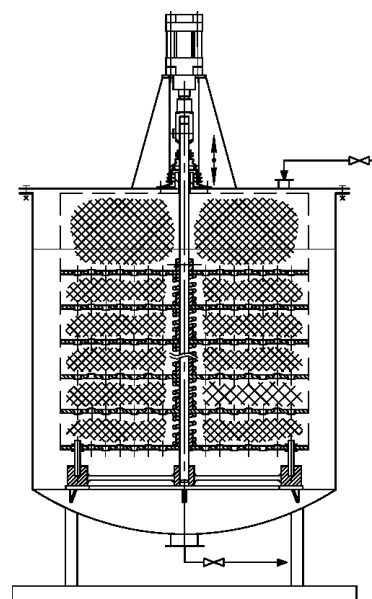


Рис.1. Экстрактор

Недостатками этого аппарата является сложность конструкции и возможность образования застойных зон в рабочем объеме аппарата.

Для следующего экстрактора [2], изображенного на рис. 1, поставлена задача создания такой конструкции экстрактора, которая обеспечит непрерывное во всем рабочем объеме аппарата обновление поверхности фазового контакта системы экстрагент-сырье и обеспечение знакопеременной ее фильтрации, послойное размещение твердого сырья в рабочем объеме, а также создание эффекта его промежуточного отжима и, как следствие, - увеличение производительности аппарата и глубины извлечения водорастворимых сухих веществ. Поставленная задача решается тем, что экстрактор содержит цилиндрический корпус с крышкой и виброприводом, штуцеры ввода экстрагента и вывода экстракта и сетчатый контейнер, выполненный в виде фиксированного цилиндра, в котором содержится набор тарелок с конусными разнонаправленными элементами - соплами, верхняя и нижняя из которых закреплены через верхний и нижний фланцы с вибрирующим штоком и опорой, а внутренние тарелки дистанционированы между собой демпферами.

За счет дистанционного размещения промежуточных тарелок, установленных в рабочей зоне аппарата между крайними - верхней и нижней, через втулки в виде демпферов (пружин), и ограничения рабочей зоны недвижимым сетчатым контейнером обеспечивается возможность увеличения одноразовой загрузки твердой фазой рабочего объема аппарата с послойным её разделением и промежуточным отжимом с омытием частиц твердой фазы пульсирующими струями экстрагента, генерируемыми конусными элементами тарелок и знакопеременными потоками экстрагента, что фильтруется через полупроницаемую фильтровальную поверхность сетчатого контейнера, как следствие, будет происходить активизация внутреннего (молекулярного) и внешнего (конвективного) массопереноса.

Еще один пример вибрационного экстрактора [3], у которого мембраны выполнены гибкими и коаксиально закрепленными на вибрирующем штоке, а по периметру зафиксированными на неподвижных стойках и размещенными во внутреннем сетчатом корпусе. Паровая оболочка корпуса оборудована паровыми коллекторами с патрубками, выполненными в виде сопел, обеспечивает возможность подачи пара в рабочий объем экстрактора для предварительной гигротермической обработки сырья.

Созданная такая конструкция экстрактора, которая обеспечит непрерывное во всем рабочем объеме аппарата обновление поверхности фазового контакта системы экстрагент - сырье, и, как следствие, увеличение производительности по извлечению водорастворимых сухих веществ при производстве экстрактов и возможность использования экстрактора в малотоннажных производствах.

При возвратно-поступательном движении верхней части контейнера созданные турбулентные пульсирующие потоки, направленные как к периферии аппарата, так и к центральной его части, устраняют застойные зоны и способствуют интенсификации процесса экстрагирования на микро и макроуровне. Оригинальность конструкции контейнера (способность сжиматься по вертикальной оси благодаря его гибкости), а также возможность регулировки в достаточном диапазоне амплитуды и частоты колебаний обеспечивают высокую интенсивность процесса экстрагирования и сокращение его длительности. Использование данного экстрактора при проведении процессов экстрагирования обеспечивает сравнительно увеличенную производительность производства экстрактов по извлеченным целевым компонентам из растительного сырья.

Недостатком этого аппарата является неравномерность перемешивания рабочей среды в объеме аппарата и, как следствие, различные скорости обновления поверхности контакта фаз и невозможность промежуточного отжима растительного сырья в рабочем объеме аппарата.

Экстрактор [4] имеет такую конструкцию аппарата, которая обеспечит непрерывное во всем рабочем объеме аппарата обновление поверхности фазового контакта системы экстрагент — сырье и обеспечение фильтрации экстрагента через полупроницаемую для системы поверхность основного рабочего узла, а также создание эффекта промежуточного отжима растительного сырья и, как следствие, — увеличение производительности по изъятию водорастворимых сухих веществ.

Виброэкстрактор содержит цилиндрический корпус с крышкой и виброприводом, штуцеры ввода экстрагента и вывода экстракта и проницаемый для экстрагента контейнер - основной рабочий узел экстрактора. Контейнер выполнен гибким в виде сплошной проницаемой для экстрагента поверхности, закрепленной на верхнем и нижнем фланцах, и с вибрирующим штоком, соединенным с верхним фланцем. В этом аппарате также присутствует возвратно-поступательное движение верхней части контейнера (с определенными частотой и амплитудой) с созданием турбулентных пульсирующих потоков. При этом создается двустороннее фильтрование с эффектом отжимания

сырья. Оригинальность конструкции контейнера, а именно свойств его поверхности и ее способность сжиматься по вертикальной оси благодаря гибкости, а также возможность регулирования в необходимых интервалах амплитуды и частоты колебаний его проницаемой для экстрагента поверхности обеспечивают сравнительно высокую интенсивность процесса экстрагирования и сокращение его длительности.

Недостатком этого виброэкстрактора, его процессно-аппаратурных показателей, является отсутствие возможности создавать и поддерживать в рабочем объеме аппарата условия разрежения и заданные термодинамические параметры во время извлечения. Также - низкая производительность по твердой фазе, неравномерность диссипации энергии в поперечном сечении аппарата и незначительное влияние колебательных эффектов мембран на внутренний массоперенос - молекулярную диффузию. А промежуточный отжим является неравномерным по всей высоте контейнера и влияние на внутреннюю морфологическую структуру растительного сырья.

В основу модели [5] поставлена задача создания такой конструкции экстрактора, которая позволит максимально повлиять на коэффициент внутренней диффузии, что значительно ускорит процесс экстрагирования на наиболее медленной стадии. Поставленная задача решается тем, что колебательный механизм обеспечивает сложное оборотно-поступательное движение верхнего фланца контейнера.

Колебательное движение по кругу с одновременными возвратно-поступательными движениями контейнера "вверх-вниз" (с определенными частотой и амплитудой) создает турбулентное движение экстрагента, что обеспечивает интенсивное перемешивание сырья, во время которого не происходит вторая и третья стадия диффузного процесса, а коэффициент конвективной диффузии возрастает до бесконечности, то есть конвективный массоперенос происходит мгновенно, а как следствие, значительно ускоряется процесс экстрагирования с максимальным извлечением целевых компонентов. Угол поворота верхнего диска вместе с контейнером определяется амплитудой колебаний приводной вибросистемы. Вместе с тем, колебательное движение по кругу верхней части контейнера приводит к увеличению продуктивности аппарата по твердой фазе и к перемешиванию и измельчению растительного сырья. Такое сложное движение позволяет повысить эффект промежуточного отжима сырья.

Таким образом, при проведении процесса экстрагирования использование колебательного механизма обеспечивает сложное возвратно-поступательное движение контейнера, позволит создать движение контейнера аппарата (основного узла) по кругу "слева направо" и "справа налево" с одновременными соответствующими обратными поступательными движениями "вверх-вниз", чтобы обеспечить турбулентное движение экстрагента с интенсивным перемешиванием сырья.

Аппарат (рис.2) обеспечивает комбинированные физические эффекты, одновременно активизирующие внешнюю и внутреннюю диффузию - массопереноса внутри частиц твердой фазы к поверхности контакта фаз, с конечной целью обеспечения интенсивной непрерывности внутренних и внешних диффузных потоков экстрактивных веществ и углубленного их извлечения из сырья [6].

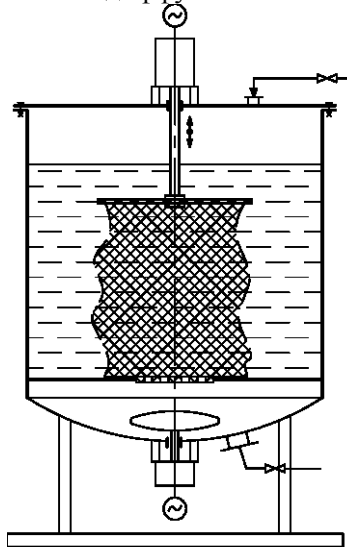


Рис.2. Вакуум-виброэкстрактор периодического действия с комбинированным

Поставленная задача решается тем, что вибрационный экстрактор периодического действия с комбинированным энергоподведением содержит цилиндрический корпус с виброприводом, соединенным с гибким, проницаемым для экстрагента контейнером. Согласно изобретению в рабочем объеме корпуса дополнительно размещено высокочастотный излучатель.

В конструкции экстрактора одновременно реализуется наложение поля низкочастотных механических колебаний на рабочую среду механическим виброустройством (тарелкой с отверстиями и соединенным с ней контейнером через электромеханический привод) и поля высокочастотных механических колебаний от электромеханического излучателя. Техническим результатом предусмотрено повышение эффективности по обеспечению внутреннего структурного массопереноса в объеме частиц сырья и уменьшение потерь целевых компонентов в проэкстрагованной твердой фазе.

Недостатком этого виброэкстрактора, его процессно-аппаратурных показателей, является отсутствие возможности создавать и поддерживать в рабочем объеме аппарата условия

разрежения во время извлечения. Отсутствие разрежения в аппарате не обеспечивает проведение процесса при пониженных температурах, что влечет за собой уменьшение выхода из сырья растворимых компонентов и снижения качественных показателей экстракта.

Аппарат [7] имеет конструкцию, которая будет обеспечивать применение большего количества перечисленных физических эффектов, которые в комбинации, при их использовании во время работы аппарата, будут активизировать внешнюю и внутреннюю диффузию - массоперенос внутри частиц твердой фазы к поверхности контакта фаз с конечной целью обеспечения интенсивной непрерывности внутренних и внешних диффузных потоков экстрактивных веществ и углубленного их извлечения из сырья и, одновременно, возможность работы аппарата в режиме выпаривания (сгущения) экстракта.

Вакуум-виброкстрактор периодического действия дополнительно оснащен внешним вакуумированным циркуляционным контуром, который состоит из барометрической трубки, соединяющей рабочий объем аппарата с испарительным устройством, имеет обводной контур и паровую камеру, соединенные со сборником конденсата через конденсатор, и регулировочных кранов.

Вакуум-виброкстрактор периодического действия с дефлегмацией [8] дополнительно оснащен нагревательной оболочкой и электронагревателем, которые обеспечивают температурный режим процесса, и внешним вакуумированным циркуляционным контуром, который состоит из насадочной колонны, которая обеспечивает улавливание легколетучих компонентов, соединенной с дефлегматором и далее с конденсатором и сборником дистиллята с возможностью поддержания разрежения. В конструкции экстрактора реализуется влияние на рабочую среду таких физических эффектов: вибрации и разрежения с последующей возможностью концентрирования и отвода из аппарата экстрагента и сконденсированных ароматических веществ, что приведет к увеличению глубины и количества извлеченных из сырья целевых компонентов и повышению качественных показателей экстракта.

Экстрагирования в виброкстракторах является сравнительно новым технологическим процессом, общая его теория сложная и находится в начале своего развития. За последние годы на кафедре процессов и аппаратов пищевых производств НУПТ приобретено более глубоких представлений о кинетике и механизме вибрационного способа интенсификации массообменных процессов и, в частности, процесса экстрагирования сырья растительного происхождения, дает основание для практического внедрения полученных результатов в различные отрасли АПК Украины.

## Литература

1. Пат. 14515 України на корисну модель, МПК B01D11/02. Вібраційний екстрактор / Зав'ялов В.Л., Бодров В. С., Попова Н.В., Мисюра Т.Г. — № U200511361; заявл.30.11.05; опубл. 15.05.06, Бюл.№5.
2. Пат. 125025 України на корисну модель, МПК B01D 11/02(2006.01). Екстрактор / Зав'ялов В. Л., Мисюра Т. Г., Попова Н. В. — № u 201711976; заявл. 06.12.17; опубл. 25.04.18, Бюл. № 8
3. Пат. 85436 Україна, МПК B 01 D 11/02. Екстрактор / Зав'ялов В. Л., Попова Н. В. — № а 2007 03027; заявл. 22.03.07; опубл. 26.01.09, Бюл. № 2.
4. Пат. 99991 України МПК B01D11/02 (2006.01). Вібраційний екстрактор / Зав'ялов В.Л., Бодров В.С., Попова Н. В., Мисюра Т.Г., Варганова І.В., Мілютін О.І. № а201112896; опубл.25.10.12, Бюл.№20.
5. Пат. 123314 Україна, МПК C12G 3/06 (2006.01). Екстрактор / Зав'ялов В.Л., Мисюра Т.Г., Попова Н. В., Рибачок А. В., Чорний В.М. — № u 201708118; заявл. 04.08.17; опубл. 26.02.18, бюл. №4
6. Пат. 103838 Україна, МПК B01D 11/02 (2006.01). Вібраційний екстрактор періодичної дії з комбінованим енергопідведенням / Зав'ялов В. Л., Мисюра Т.Г., Деканський В. Є., Попова Н. В., Бодров В. С., Запорожець Ю. В. — № а 2012 08141; заявл. 03.07.12; опубл. 25.11.13, Бюл. № 22.
7. Пат. 113085 Україна, МПК B 01 D 11/02 (2006.01). Вакуум-виброкстрактор періодичної дії з комбінованим енергопідведенням / Зав'ялов В.Л., Мисюра Т.Г., Бодров В.С. Попова Н. В., Запорожець Ю.В., Деканський В.Є — № а 2014 11977; заявл. 05.11.14; опубл. 12.12.16, Бюл. № 23
8. Пат. 131658 України на корисну модель, МПК B01D 11/02(2006.01). Вакуум-виброкстрактор періодичної дії з дефлегмацією / Зав'ялов В. Л., Мисюра Т. Г., Попова Н. В., Рибачок А. В. — № u 2018 07954; заявл. 17.07.2018; опубл. 25.01.2019, Бюл.№ 2

# УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ СОЛОДОВЫХ ЭКСТРАКТОВ

*Христенко В.В., Черный В.Н., Мисюра Т.Г., Попова Н.В.*

*Национальный университет пищевых технологий (Украина)*

*В работе обоснована целесообразность использования низкочастотных механических колебаний, как источника создания пульсирующих вибротурбулизующих знакопеременных гидродинамических струй системы жидкость - твердое тело, для интенсификации извлечения целевых компонентов из растительного сырья зернового происхождения. Представлены оптимальные условия и режимы работы виброэкстрактора непрерывного действия для получения солодовых экстрактов. Приведена технология получения сухих экстрактов солода с применением вибрационного экстрактора.*

**Ключевые слова:** экстрагирование, виброэкстрактор, солод, зерно.

На сегодняшний день рынок пищевых биологически активных добавок развивается более стремительно, поэтому получение экстракта солода растительного сырья с высоким содержанием биологически активных веществ, и последующим вводом его в пищевые продукты, диетические добавки и косметические средства является актуальным.

Среди продуктов повышенной биологической ценности особое место занимает солод злаковых культур - пшеницы, овса, ячменя и кукурузы. В проросшем зерне (солоде) содержится весь набор компонентов, необходимых для рационального питания - белки, легкоусвояемые углеводы, клетчатка с пищевыми волокнами, минеральные вещества, витамины. Кроме того, в солоде злаков содержатся красящие и полифенольные соединения, а также растительные ферменты и гормоны.

В качестве наполнителей и обогащителей продуктов широко применяют экстракты, поэтому получение целевых компонентов из натурального сырья целесообразно проводить путем экстрагирования.

На сегодня практическое обеспечение условий оптимального ведения процесса экстрагирования традиционными методами осложняется, с одной стороны, названными и другими свойствами сырья, с другой - процессно-технологическими и конструктивными возможностями существующего экстракционного оборудования. Поэтому одним из сравнительно эффективных способов интенсификации процесса экстрагирования является использование интенсивных энергосберегающих гидродинамических режимов, которые обеспечиваются низкочастотными механическими колебаниями системы.

Традиционные технологии периодического твердофазного экстрагирования сопровождается ряд недостатков, к числу которых относится уплотнения массы перерабатываемого сырья и одновременное его движение с перемешивающими вращающимися устройствами и тому подобное. Это приводит к уменьшению относительной скорости фаз и экранированию частиц между собой и, как следствие, к снижению их активности в процессе массопередачи. Уменьшение и даже полное исключение эффекта экранирования может быть достигнуто в экстракторе, принцип работы которых предполагает непрерывное обновление поверхности фазового контакта способом наложения на взаимодействующие среды поля низкочастотных механических колебаний. С этой целью в виброэкстракторе использован новый принцип создания в рабочем объеме мощных вибротурбулизующих потоков с помощью гибких перфорированных проникающих для экстрагента виброперемишлывающих устройств.

Особенностью конструкции такого вибрационного экстрактора является возможность создания турбулентных пульсирующих знакопеременных потоков, направленных как к периферии аппарата, так и к центральной его части. Гидродинамические свойства этих потоков определяют их действие как турбулизующего фактора на микроуровне и макромасштабного фактора, устраняет застойные зоны.

Экстракт добывали из нескольких видов солода зерновой массы, а именно: пшеничного солода, ячменного солода и солода кукурузы.

Целью проращивания зерна является синтез и активация ферментов, под влиянием которых в процессе извлечения достигается полное растворение всех резервных веществ. Значительное содержание ферментов в пророщенных зернах злаков способствует расщеплению углеводов на простые сахара, а белков в аминокислоты, то есть высокомолекулярные и низкомолекулярные водорастворимые вещества. Особенно интересуют свободные аминокислоты, которые напрямую усваиваются организмом человека.

Еще под действием ферментов, при проращивании, часть сложных веществ зерна превращается в мальтозу, глюкозу, мальтодекстрин и декстрины, пептоны, пептиды, аминокислоты и другие.

Гидро модуль подбирался для каждого сырья индивидуально, а нормальный состав помола солода характеризовался следующими соотношениями фракций%: оболочек 15-18, крупной крупки 18-22, мелкой крупки 30-35, муки 25-35. Соотношение мелкой крупки и муки до крупной крупки должно быть 3: 1, но не менее 2,5: 1. Этим контролируется чрезмерная потеря экстракта через грубую крупку.

Процесс осуществляется, предотвращая контакта с воздухом. Оптимальная продолжительность процесса составляет 255 минут - для пшеничного солода (при СВ 3%); 210 минут - для ячменного солода (при СВ 2%); 205 минут - для кукурузного солода (при СВ 2%). Более длительное выдерживание солода в воде не целесообразно, так как не приводит к существенному увеличению содержания сухих веществ в экстракте.

Способ производства солодового экстракта включает очистку сырья, измельчение, экстрагирование с использованием низкочастотных механических колебаний при частоте 5 Гц, амплитуде 10 мм, в течение оптимальной продолжительности процесса для определенной сырья и температуре экстрагента 60 -70 ° С и концентрирование. Согласно технологии, экстрактор с виброприводом имеет в себе вибротурбулизирующую систему перемешивания. Со сборником фильтрованного экстракта дополнительно последовательно соединен подогреватель фильтрованного экстракта, испарительная установка, сборник концентрата экстракта-жидкости, подогреватель и сушилка с циклоном концентрата экстракта-жидкости, транспортер концентрата экстракта порошка, автомат фасовочно-упаковочный концентрата экстракта порошка, транспортер фасованного концентрата экстракта-порошка, а с экстрактором и центрифугой фильтрующей дополнительно последовательно соединены сборник-смеситель шрота проэкстрагированного сырья и осадка от центрифуги фильтрующей, пресс шламовый, транспортер шлама, сушилка шлама с циклоном, транспортер высушенного шлама, автомат фасовочно-упаковочный высушенного шлама и транспортер фасованного шлама.

Применение такого экстрактора обеспечит высокую интенсивность процесса экстрагирования, сократит его длительность и обеспечит максимальное извлечение биологически активных веществ из растительного сырья за счет уменьшения слоя неподвижной жидкости и создание конвективных потоков, способствующих переносу веществ в экстрагент.

Таким образом, исследованы режимы экстрагирования пшеничного, ячменного и кукурузного солода, что позволяет получать высокоценные экстракты из этих видов сырья для косметической, пищевой и фармацевтической отраслей промышленности. Также разработана технология получения солодовых экстрактов с применением виброэкстракционного оборудования.

#### **Литература:**

1. Скурихина И. М. Химический состав пищевых подуктов / И. М. Скурихина. – Москва: Агропромиздат, 1987. – 224 с.
2. Стабников В. Н. Процессы и аппараты пищевых производств / В. Н. Стабников, В. М. Лысянский, В. Д. Попов. – Москва: Агропромиздат, 1985. – 503 с..
3. Аскельруд Г. А. Экстрагирование / Г. А. Аскельруд, В. М. Лысянский. – Ленинград: Химия, 1974. – 256 с.
4. Стабников В. Н. Проектирование процессов и аппаратов пищевых производств / В. Н. Стабников. – Киев: Высшая школа, 1982. – 199 с..
5. Мельетьев А. Е. Технохимический контроль производства солода, пива і безалкогольных напитков / А. Е. Мельетьев, С. Р. Тодосийчук, В. М. Кошова. – Винница: Новая Книга, 2007. – 329 с.

## **ТРЕБОВАНИЯ К ПРОФЕССИИ «ГРАФИЧЕСКИЙ ДИЗАЙНЕР», ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ РАБОТОДАТЕЛЯМИ НА РЫНКЕ ТРУДА МОСКВЫ И МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

*Банк Иван Николаевич*

*Институт Экономики и Культуры (г. Москва, Россия)*

Рынок труда в сфере графического дизайна динамичен и вынужден отвечать современным требованиям. Профессионал графический дизайнер является не только законодателем моды и проводником современных тенденций, он зачастую выступает в роли двигателя прогресса, так как крупные корпорации постоянно исследуют потребительский спрос и ожидания покупателей, чтобы предложить товары и услуги, отвечающие самым взыскательным вкусам и запросам. В своей работе графический дизайнер вынужден использовать последние достижения науки и техники, разбираться в современных материалах и технологиях, чтобы достигнуть лучшей коммуникации с конечным потребителем. Чтобы успешно функционировать в профессиональном плане, дизайнер должен обладать большим объемом знаний в сфере искусства, дизайна и смежных областях, уметь критически мыслить, анализировать социально-культурные процессы в обществе.

К сожалению, в последнее время наметилась тенденция, когда работодателя больше интересует портфолио выполненных работ и профессиональные навыки и компетенции графического дизайнера, нежели уровень его академической подготовки и полученных в вузе знаний. В частности, один из крупнейших в России Интернет-порталов, посвященных трудоустройству, [superjob.ru](http://superjob.ru), исключил графу «Образование» из перечня обязательных пунктов при составлении вакансий. Также этому способствует обилие краткосрочных невузовских курсов подготовки графических дизайнеров и их компетенций. Зачастую от работодателей приходится слышать фразу «забудьте всё то, чему вас учили в вузе». Количество вакансий, где готовы рассмотреть дизайнера без опыта работы также падает, не превышая 1-2% из общего числа вакансий. Всё это говорит о девальвации уровня доверия работодателей к вузовской подготовке специалистов.

Однако на Западе можно наблюдать обратную тенденцию, когда от соискателей в первую очередь требуется наличие профильного высшего образования. В частности, согласно Программе оценки образовательных достижений учащихся (Program International Student Assessment), которая проводится раз в три года, в лидеры по качеству образования (в том числе и высшего профессионального) вышли Эстония, Финляндия и Нидерланды – страны, где с 2000 года внедряются принципы гибридного образования. Гибридное образование (blended learning) основано на повсеместном внедрении в учебный процесс современных технологий и обучения профессиональным навыкам, отвечающим актуальным запросам рынка труда. В странах Запада критериям качества образования является соответствие Национальным рамкам квалификации, которые формируют профессиональные объединения и гильдии, т.е. работодатели будущих выпускников.

В нашей же системе высшего образования критерием качества является соответствие образовательным, а не профессиональным стандартам. Но так как стандарты устанавливает Министерство образования и науки, а не профессионалы в области графического дизайна, наблюдается несоответствие уровня подготовки выпускников вузов с ожиданиями работодателей в профессиональной сфере.

Для получения объективной информации о настоящем положении дел на рынке труда, были проанализированы требования и пожелания, которые предъявляет потенциальный работодатель к профессионалу в области графического дизайна. Выборка осуществлена на основании информации, отраженной в вакансиях «графический дизайнер», размещенных на Интернет-порталах [hh.ru](http://hh.ru), [superjob.ru](http://superjob.ru), [rabota.ru](http://rabota.ru). Географический критерий подборки: Москва и Московская область. Временной интервал: с 01.01.2019 по 18.02.2019. Всего вакансий рассмотрено: 126 (из них на [hh.ru](http://hh.ru) – 76, на [superjob.ru](http://superjob.ru) – 32, на [rabota.ru](http://rabota.ru) – 18).

Для удобства анализа и восприятия, полученные данные разделены на несколько категорий:

### **1) Образовательный уровень и навыки, полученные в процессе обучения профессии «графический дизайнер»:**

А) Профильное высшее образование – 44 % (в 55 вакансиях из 126).



- Б) Художественное образование – 12 % (в 15 из 126).
- В) Наличие у соискателя портфолио работ в области графического дизайна (в том числе и студенческих работ) – 70 % (в 88 из 126).
- Г) Навык рисунка от руки – 17 % (в 22 из 126).
- Д) Понимание современных тенденций в области дизайна – 47 % (в 59 из 126).
- Е) Знание основ типографики и печатного дела – 37 % (в 46 из 126).
- Ж) Владение иностранным языком – 6 % (в 7 из 126).
- З) Грамотная письменная и устная русская речь – 16 % (в 20 из 126).

**2) Владение графическими редакторами оказалось востребованным в 100 % вакансиях. Из них:**

- А) Adobe Photoshop – 90 % (в 114 из 126).
- Б) Adobe Illustrator – 84 % (в 106 из 126).
- В) CorelDraw – 76 % (в 96 из 126).
- Г) Adobe Indesign – 81 % (в 102 из 126).
- Д) Adobe AfterEffects/Adobe Premiere – 17 % (в 22 из 126).
- Е) Autodesk 3ds Max – 18 % (в 23 из 126).
- Ж) Владение прочими компьютерными программами (Microsoft PowerPoint – 18, Apple KeyNote – 4, программы пакета Microsoft Office – 17) – 31 % (в 39 из 126).

**3) Профессиональная подготовка в различных областях графического дизайна:**

- А) Дизайн полиграфической продукции – 86 % (108 из 126).
- Б) Дизайн и верстка многостраничных изданий – 85 % (107 из 126).
- В) Разработка логотипов и фирменного стиля – 60 % (76 из 126).
- Г) Создание презентаций – 44 % (55 из 126).
- Д) Разработка POS-материалов – 42 % (53 из 126).
- Е) Предпечатная подготовка файлов – 74 % (93 из 126).
- Ж) Разработка web-дизайна – 38 % (48 из 126).
- З) Ретушь фотоизображений – 63 % (79 из 126).
- И) Дизайн наружной рекламы – 37 % (47 из 126).
- К) Дизайн рекламы в печатных СМИ – 21 % (27 из 126).
- Л) Коллажирование и создание иллюстраций – 28 % (35 из 126).
- М) Дизайн и разработка упаковки и этикеток – 26 % (33 из 126).
- Н) Навыки фотографии – 26 % (33 из 126).
- О) Дизайн инфографики – 18 % (23 из 126).
- П) Разработка графического контента для соцсетей – 25 % (32 из 126).
- Р) Монтаж и создание видеороликов – 19 % (24 из 126).

Опираясь на полученные данные, можно сделать выводы относительно востребованности тех или иных профессиональных качеств и навыков. Налицо разрыв между тем, чему учат в вузе и тем, с чем приходится сталкиваться на работе. В частности, владение графическими редакторами требуют 100 % работодателей, тогда как в соответствии с учебным планом, изучению их уделяется 2-4 академических часа в неделю один, максимум два семестра из восьми. Диаметрально противоположная ситуация с навыком рисунка от руки: востребованность его составляет 17 %, а учебного времени уделяется 2-4 академических часа в неделю на протяжении 6 семестров из 8.

Вместе с тем, хотелось бы добавить, что привитие таких базисных навыков и умений, как рисунок от руки, цветоведение, основы композиции, история развития дизайна не должно пострадать. Выпускник вуза должен знать историю дизайна, ориентироваться в современных тенденциях, уметь построить композицию, работать с цветом. Он должен уметь логически мыслить, принимать взвешенные и адекватные решения, владеть грамотной письменной и устной речью, быть коммуникабельным.

В условиях кризисных явлений в экономике возрастает конкуренция за привлекательные вакансии. По данным Росстата за 2016 год, 68,7 % выпускников графических дизайнеров не могут найти работу и оказываются вынуждены сменить профессиональную деятельность. Не в последнюю очередь это происходит из-за подготовки, не отвечающей потребностям рынка труда. Системе высшего образования брошен вызов. Необходимо корректировать педагогический процесс, уделив больше академических часов тем дисциплинам, которые на данный момент имеют большую

востребованность и актуальность, иначе разрыв между теорией и практикой примет катастрофические масштабы.

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:**

1. Работа, вакансии, база резюме, поиск работы HeadHunter <https://hh.ru/>
2. Работа в России <https://superjob.ru/>
3. Работа в Москве, вакансии и резюме, поиск работы на rabota.ru <https://rabota.ru/>
4. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики России <http://www.gks.ru/>
5. Programme for International Student Assessment <http://www.oecd.org/PISA/>
6. Информационно-правовой портал ГАРАНТ.РУ. Приказ Министерства образования и науки РФ от 11 августа 2016 г. № 1004 “Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 54.03.01 Дизайн (уровень бакалавриата)” <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71375254/>
7. Быковская А. А. «Подходы к разработке критериев оценки результатов обучения в условиях новых форм организации профессионального обучения Многоуровневое профессиональное образование». Тез. докл. Международной науч. – практич. конф. – Тамбов, 1997.
8. Быковская А.А. «Разработка оценочно-критериальной системы, прогнозирующей, формирующей и оценивающей эффективность профессиональной подготовки дизайнеров». Сб. научных трудов Актуальные проблемы управления и сервиса, Тамбов, 2008.