





Universitatea POLITEHNICA din București
Facultatea Ingineria și Managementul Sistemelor
Tehnologice



Journal of Industrial Engineering and Robotics

2021, Volume 5, Issue 4

Comitetul Științific al Revistei de Inginerie Industrială

Prof.dr.ing.	AMZA Catalin
Conf.dr.ing.	BACIU Florin
Conf.dr.ing.	CATANA Madalin-Gabriel
S.l.dr.ing.	DIJMARESCU Manuela-Roxana
S.l.dr.ing.	NICULAE Elisabeta
Conf.dr.ing.	POPA Laurentiu
S.l.dr.ing.	POPESCU Adrian
Prof.dr.ing.	SEVERIN Irina
S.l.dr.ing.	TUDOSE Daniela Ioana
Conf.dr.ing.	UNGUREANU Liviu Marian

Comitetul de Redacție al Revistei de Inginerie Industrială

Prof.dr.ing.	DUMITRESCU Andrei
S.l.dr.ing.	PARPALA Radu
S.l.dr.ing.	RADU Constantin
S.l.dr.ing.	ROTARU Alexandra
S.l.dr.ing.	TUDOSE Virgil

Editori

Prof.dr.ing.ec.	DOICIN Cristian
Conf.dr.ing.	VLĂSCEANU Daniel

Cuprins

Design an algorithm and development of a software application for the management of stocks using EOQ MITRICĂ Elena-Cristina	1
Application that serves the assisted choice of machine tools in a manufacturing system COSTEA Costin	7
Application that serves as a concept for project manufacturing planning in manufacturing systems CRETU Rareş Andrei	13
Remote monitoring and control of a robotic arm for servicing a pneumatic press MITOCARU Ştefan Romeo	19
Designing an algorithm and creation of a software application for data communication in accordance with the MQTT protocol BOSOC Vlad-George	25
Assisting the choice of drilling tools by processing step files BĂTRÎNU Andrei-Alexandru	31
Research on the selection and monitoring of cutting tools in tool magazine COTIRTA Roxana - Florentina, SANDU Adrian - Constantin	37
Research on assisting the optimal choice of tool fixing systems for cnc machines POENARU George Alexandru	43
Simulation study regarding the optimization of the logistics chain for the production of the fixed forming board DK01 MJ01.14 CARAIMAN Cosmina-Constantina	49
Strategies for moving an autonomous robotic system Application study: MAZE NEDELCU Andreea Raluca	55
Research on automatic design of modular fixture devices for drilling operations DANCI Laurenţiu-Cristian	61
Research on performance increase in the edm process using fuzzy logic and evaluation of processed surface microgeometry BĂLUŢ Alin-Cosmin, BELEAGĂ Marian-Costin	67
Research on simulation of business models based on revolutionary technological developments ANTONESCU Mădălina-Ioana	73
Analysis of the protection of romanian inventions at european level BORCAN Maria-Alexandra, NEACŞU Angela-Miruna, VLAD Mihaela-Marilena	79
Research on the level of resilience of the microprocessor market for the automotive industry and ways to respond to an unexpected event GALENCO Dennis-Cristian	85
Research on modeling and simulating a resilient adaptive behavior of medical organizations in a pandemic context GHINOIU Cristina-Sorela	89

Study on the correlation between product personality and color CRISTEA Ioana-Bianca	95
Innovative development of a smart toy for small pets MAREȘ Valentina-Alexandra	101
Product design and development of a functional prototype for a wrist orthosis IONESCU Raluca	105
Research on the role of additive manufacturing in the context of the covid-19 pandemic MIRCEA Adriana-Ștefania, GRIGORE Alexandru-Mareș	111
Research on the development and implementation of an algorithm for the automation of an irrigation system ȘERBAN Valentin	117
Robotic system for parcels recognition and handling in a fulfillment warehouse TEODORESCU Bogdan-Gabriel	121
Automation of a grain sampling probe system BARBU Dan Cristian	127
Functional structure and specific calculation algorithms for the computer application for scheduling production operations for multifunctional machines regarding hydraulic jack CH.01.00 SZABO Loredana-Florentina	133
Software computer vision application for the localisation of a part BÎRLOGEANU Vlad-Cristian	139
Feed unit for electrochemical micromachining TÎRTEA Bogdan-Alexandru, BUZEA Silviu-Petrișor, DRAGOMIR Valentin	143
Research on intelligent monitoring of li-ion batteries VĂLIMĂREANU Beniamin, SAVCA Stelian, BUGHIANU George, OPRESCU Andreea	151
Microfluidic device for blood analysis CÎRSTINA Maria-Mihaela, BOERESCU Vlad, IONESCU Robert-Ionuț, MATEI Eduard-Florentin	159
Research regarding injection molding of polimers for functional decorations using additive manufacturing and generative design IGNAT Robert, BARAC Olguța-Elena, BĂLĂNESCU Denisa, DĂNĂILĂ Cătălina, GEAMBAȘU Mihaela-Roxana	167
Automated double-deck storage system for boxes transport NEAGOE Adriana, LICĂ Constantin Cosmin, STOICA Valentin, DRUMEA Mihai Răzvan	175
Equipment for turning ultrasonic vibration generation for industrial applications ANGELESCU Cerasela-Nicoleta, CORPACI Angela, CREȚU Raluca, GHEBU Andreea-Ana	181
Mobile aggregate for the supply of environmentally friendly dielectric liquids at EDM POPESCU Oana-Cornelia, DRAGOMIR Marian-Ionuț, ROȘU Domnica-Hristina și PÂRLEA Iulia-Bianca	189
Charging and replacement station of autonomous vehicle batteries GÂRBAȘ Emanuel, GHEORGHE Marius Ionut, MARCU Anamaria Liliana, SAPADIN Iasmin, ȘOPALCĂ Andrei	197

Computerised system for the movement of the table and cutting head of a cutting machine TOMIȚA Adrian-Valentin	205
Research and development of a monitoring system of the parameters of a mini-prototype of a greenhouse DRAGAN Petrut - Adrian	209
Theoretical research about automated sorting system for mechanical parts MIHALE Adrian-Petre	215
Research on the development of an automated battery monitoring and management system of a robotic system APOSTOL Alexandru-Florian	221
Design and implementation of an experimental model of computerized lidar measurement system for obstacle detection ENACHE Andrei-George	227
Research on the development of an automated system for managing and storing boxes on shelves TURTOI Mircea-Ștefan	233
Research on interferometry opto-mechanical systems OPREA Ștefan	239
Research regarding the development of a real time localization system based on UWB technology LUPU Adrian-Claudiu	245

DESIGN AN ALGORITHM AND DEVELOPMENT OF A SOFTWARE APPLICATION FOR THE MANAGEMENT OF STOCKS USING EOQ

MITRICĂ Elena-Cristina

Facultatea de Inginerie Industrială și Robotică, Specializarea: Informatică Aplicată în Inginerie Industrială,
Anul de studii: 4, e-mail: cristinaelena377@yahoo.com

Conducător științific: Conf. dr. ing. **Maria Magdalena ROȘU**

ABSTRACT: The main objective of the use is the one that is being made through us can achieve a necessary stock and automatic planning of the fast supply orders in the minimum cost. In order to allow an assessment of the problems, we can therefore identify the problems and problems in order to appear them. EOQ (Economic Order Quantity) is a calculation method for optimizing stocks, it is based on uniform price reduction, if a certain quantity ordered is exceeded, the discount applies to all products purchased. Therefore, the app will provide the answer to the following questions: "How much should be ordered?", "When should I order?". Stock management is an important aspect in a production flow, so most production companies turn to digitizing and automating these processes.

KEYWORDS: inventory, EOQ, application, digitization

1. Introducere

Stocul reprezintă o rezervă de bunuri destinată vânzării sau aflată în circuitul de producție. El servește la asigurarea stabilității relative a activităților din întreprindere. Dacă stocurile sunt mici, pot apărea întârzieri inacceptabile în satisfacerea comenzilor, dacă stocurile sunt prea mari, deși se asigură o cadență bună a activităților interne, se produc imobilizări de capital circulant, care pot deveni inadmisibile. Analiza stocurilor reprezintă o funcție managerială critică. De calitatea acestei funcții depinde: fluxul numeralului, relațiile cu beneficiarii, profitul organizației, etc [1].

În prezent, multe companii apelează la procesul numit digitalizare pentru o bună funcționare a întregului proces de producție, ceea ce duce la amortizarea costurilor, și accelerarea producției.

Digitalizarea joacă acum un rol esențial în adăugarea valorii afacerii. Dovada acestui lucru este modul în care organizațiile au investit în IA și platforme de top de business intelligence. Pe baza statisticilor, principalele beneficii ale adoptării unui mod digital sunt: îmbunătățirea eficienței operaționale cu 40%, să răspundă așteptărilor clienților 35%, îmbunătățirea calității noilor produse 26%, reducerea costurilor de dezvoltare a produsului 24%, creșterea randamentului 5% [2].

Digitalizarea în România reprezintă catalizatorul creșterii eficienței, companiile urmăresc dezvoltarea eficientă a procesului tehnologic și un management sănătos al echipelor, iar transformarea digitală este elementul central al acestui discurs. Astfel, 7 din 10 reprezentanți ai companiilor cu profil industrial din România sunt încrezători că prin digitalizare pot crește eficiența funcționării și operațiunilor în companiile lor [3].

2. Stadiul actual

Companiile de producție utilizează diverse programe pentru gestionarea stocurilor și urmărirea fabricației, cele mai utilizate fiind SAP, ERP, WMS.

SAP. Prin centralizarea gestionării datelor, software-ul SAP oferă mai multe funcții de afaceri cu o singură vizualizare a adevărului. Acest lucru ajută companiile să gestioneze mai bine procesele complexe de afaceri, oferind angajaților din diferite departamente acces ușor la informații în timp real în întreaga întreprindere. Ca urmare, întreprinderile pot accelera fluxurile de lucru, pot îmbunătăți eficiența operațională, pot crește productivitatea, pot îmbunătăți experiențele clienților și, în cele din urmă, pot crește

profiturile. SAP ajută companiile și organizațiile de toate dimensiunile și industriile să își conducă afacerile în mod profitabil, să se adapteze continuu și să crească în mod durabil. [4].

ERP. ERP înseamnă "planificarea resurselor întreprinderii". Software-ul ERP include programe în toate domeniile de activitate de bază, ar fi achizițiile publice, producția, gestionarea materialelor, vânzările, marketingul, finanțele și resursele umane (HR). SAP a fost una dintre primele companii care a dezvoltat software standard pentru soluții de afaceri și continuă să ofere soluții ERP de top în industrie. [4].

Aproape 200.000 de companii folosesc unele aplicații sau un set complet de module SAP, în mai mult de 150 de țări, aproximativ 80% sunt întreprinderi mici și mijlocii. [5].

Flux de materiale. Conceptul de gestionare al fluxului material în cadrul sistemului logistic este un sistem complet de gestiune al depozitului (oriunde ar fi el: veriga de aprovizionare, producție, distribuție sau unitățile de transport), pentru a controla și efectua individual fiecare mutare a fluxului, inclusiv mărfurile primite, controlul depozitului și ridicarea comenzilor, precum și planificarea circuitului și expedierea [6]. Fluxurile de materiale se formează în rezultatul transportării, depozitării și executării altor operații cu materia primă, semifabricatele și produsele finite, începând de la sursa primară a materiei prime până la consumatorul final. În literatura de specialitate sunt abordate două criterii de cuantificare (măsurare) a fluxurilor materiale: volumul fluxului material al unei operații logistice și volumul fluxului material al unui echipament [7].

Stocurile. Rolul stocului este în general acela de a compensa eventualele diferențe de ritm și de program de desfășurare temporală între procesele producătoare și consumatoare de articole, astfel încât procesele consumatoare să poată fi realizate continuu, fără întreruperi cauzate de lipsa articolelor necesare. De exemplu, stocurile pot exista între procesul de cumpărare a materialelor de la furnizori externi și procesul de transformare a materialelor în unitatea de producție, între oricare două operații sau procese de producție înlănțuite tehnologic în unitatea de producție sau între procesul de asamblare finală a produsului și procesul de vânzare a produsului către client [8].

Controlul eficient al stocurilor necesită înțelegerea amestecului de diferite tipuri de stocuri și recunoașterea cerințelor privind stocul respectiv. Acest lucru ajută la menținerea stocului la un nivel rezonabil, echilibrând nevoia de surplus de bunuri cu necesitatea de a reduce capitalul.

3. Scopul aplicației

Aplicația web propusă are ca și scop evitarea supra-stocului, determinarea cantității optime de aprovizionare. Principalul obiectiv este acela de a asigura răspunsul la întrebările: "*Cât trebuie comandat?*", "*Când trebuie comandat?*".

4. Metodologie

4.1 Metoda de lucru

În concordanță cu obiectivul propus, au fost stabilite metoda de lucru și pașii metodologici. Pentru realizarea aplicației se vor utiliza limbajele de programare HTML, HTML5, CSS, PHP și JavaScript. Calculele se vor realiza pe baza metodei reducerii uniforme de preț.

4.2 Metoda reducerii uniforme de preț (EOQ)

Metoda EOQ se folosește pentru determinarea mărimii constante a comenzilor de aprovizionare a stocului unui articol, în condițiile următoarelor ipoteze privind consumul și aprovizionarea stocului: cererea de articol este constantă de-a lungul orizontului de planificare; fiecare comandă de aprovizionare este recepționată atunci când nivelul stocului de articol devine nul și alimentează stocul instantaneu; costul de achiziție unitar al articolului nu depinde de mărimea comenzii de aprovizionare (aprovizionarea se face la tarif fix) [8].

Presupune că cererea de articol de-a lungul orizontului de planificare este constantă și cunoscută ca valoare, Ca reprezintă costul total de achiziție al articolului în cadrul orizontului de planificare, Cc

reprezintă costul total de comandă al articolului în cadrul orizontului de planificare, C_s reprezintă costul total de stocare al articolului în cadrul orizontului de planificare, în lei.

$$CTA_{(q)} = C_a + C_c + C_s [lei] \quad (1)$$

pe baza calculelor se obține:

$$CTA_{(q)} = p * D + \frac{c * D}{q} + \frac{p * \tau * q}{2} [lei] \quad (2)$$

unde, p reprezintă prețul articolului, D este numărul total de bucăți necesar, c este costul de lansare a unei comenzi de aprovizionare, q este mărimea comenzii de aprovizionare, și τ rata costului de stocare a unui articol.

Astfel, cantitatea optima de aprovizionare se determina cu relația:

$$q = \sqrt{\frac{2 * D * c}{p * \tau}} \quad (3)$$

4.3 Limbaje utilizate

HyperText Markup Language (HTML). este un limbaj de programare pentru realizarea aplicațiilor web și afișarea acestora într-un browser. Limbajul a fost ales pentru realizarea formularului în care se vor introduce datele de intrare.

CSS sau Cascading Style Sheets. se utilizează pentru personalizarea elementelor din HTML, de exemplu, tabele, scris, culori, dimensiuni, aranjarea în pagină, CSS se poate atașa atât în cadrul documentului, cât extern, în același folder. În aplicația realizată, documentul CSS se află în cadrul documentului HTML. Pentru a face legătura între elemente, în HTML se atribuie fiecărui element o clasă (o denumire), apoi în CSS doar se menționează clasa și ce caracteristici, forme, culori, dimensiuni, etc, să aibe. Acesta a fost utilizat pentru personalizarea paginii, pentru adăugarea culorilor, pentru dimensionarea și așezarea în pagina a tuturor elementelor și butonului.

Php (Hypertext Preprocessor). este limbajul de programare care produce pagini web dinamice, cu care se vor realiza calculele. Limbajul a fost ales pentru realizarea funcționalității și a calculelor introduse în formular de către utilizator, valorile fiind definite ca și variabile, în cod fiind formule pe baza metodei reducerii uniforme de preț.

4.4 Structura aplicației

Dupa intrarea în pagina web, aplicația va redirecționa utilizatorul într-o pagina de tip formular în care va trebui să introducă datele de intrare: necesar, cost lansare comandă, rata costului de posesie, variante de preț, cantitatea minimă/maximă pentru intervalul de preț precizat. Pe baza datelor introduse, aplicația va efectua calculele cu ajutorul limbajului PHP, pentru ca programul să ruleze, este necesar un server, XAMPP, de asemenea, aplicația trebuie să fie localizată în folder-ul unde se află server-ul. Rezultatul va fi afișarea datelor de ieșire, cantitatea optimă calculată, costul total de aprovizionare, etc.

XAMPP este un pachet gratuit și open-source de soluții de server web cross-platform dezvoltat de Apache Friends, constând în principal din serverul HTTP Apache, baza de date MariaDB și interpreți pentru scripturi scrise în limbajele de programare PHP și Perl. Deoarece majoritatea implementărilor reale de server web utilizează aceleași componente ca XAMPP, face posibilă tranziția de la un server de testare local la un server live. Ușurința de implementare a XAMPP înseamnă că o stivă WAMP sau LAMP poate fi instalată rapid și simplu pe un sistem de operare de către un dezvoltator, cu avantajul că aplicațiile obișnuite add-in, ar fi WordPress și Joomla! poate fi, de asemenea, instalat cu ușurință similară folosind Bitnami [9].

În figura 1 este prezentat algoritmul aplicației conform IDEFO Visio, figura 2 reprezintă un exemplu de formular, figura 3 este formularul completat, iar figura 4 reprezintă datele de ieșire după ce au fost completate formularele.

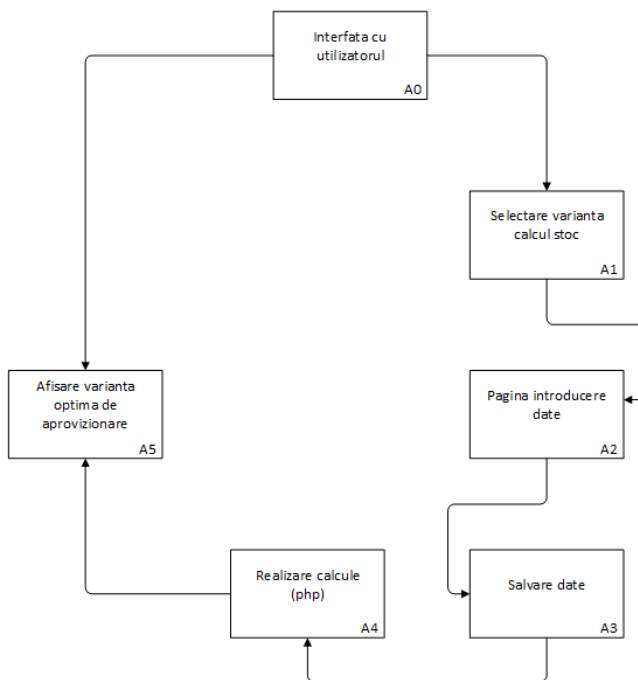


Fig. 1

Necesar lunar(buc):

Cost lansare comanda(lei):

Rata costului de posesie(%):

Varianta 1 de pret Varianta 2 de pret Varianta 3 de pret

Cantitatea minima Cantitatea minima Cantitatea minima

Cantitatea maxima Cantitatea maxima Cantitatea maxima

Fig. 2

Necesar lunar(buc):

Cost lansare comanda(lei):

Rata costului de posesie(%):

Fig. 3

Pentru produs 1:

Cantitatea optima calculata pentru pretul 1: 10785,48 bucati

Cost total de aprovizionare pentru pretul 1: 30599,41 lei

Cantitatea optima calculata pentru pretul 2: 10954,45 bucati

Cost total de aprovizionare pentru pretul 2: 29745,15 lei

Cantitatea optima calculata pentru pretul 3: 11131,62 bucati

Cost total de aprovizionare pentru pretul 3: 28891,59 lei

Pentru primul interval de pret:

Cantitatea [buc]	Costul total de aprovizionare
501	56434,49
1001	42288,39
1501	37607,54
2001	35296,56
2501	33934,09
3001	33046,04
3501	32429,14
4001	31981,73
4501	31647,34
5000	31392,50

Fig. 4

5. Rezultate

Datele de ieșire vor fi: cantitatea optima calculată pentru prețurile introduse, costul total de aprovizionare, generare tabele cu intervale de preț și cantități, din aceste tabele putem trage concluzii privind numărul de aprovizionări în funcție de necesarul lunar sau anual, și costul minim. Tabele se realizează prin adăugare de valori la fiecare interval de preț propus pentru achiziționarea unui reper. Calculele se vor realiza pentru 4 repere alese ce constituie un ansamblu care formează biela unui motor cu ardere internă. Pentru fiecare reper se va estima necesarul lunar, un cost de lansare a comenzii, o rată a costului de posesie care este exprimată în procente, în cele mai întâlnite cazuri aceasta este de 0.25%, 3 intervale de preț, în RON, cantitatea minimă și maximă care poate fi cumpărată cu acel preț.

6. Dezvoltări viitoare

În urma analizei generale a aplicației, aceasta a fost realizată pentru 4 repere, o companie poate avea mai puține, zeci, sau chiar sute de repere pentru care doresc să realizeze optimizarea stocurilor, ca și soluție pentru acest fapt se propune adăugarea unui buton care permite utilizatorului să seteze numărul de repere pentru care se vor afișa datele de ieșire. De asemenea, se va adăuga un buton în urma căruia datele de intrare vor fi salvate într-un fișier Microsoft Excel pentru a avea o evidență mai bună, și propunerea unei soluții pentru accesarea datelor de la distanță.

Generarea unui grafic pe baza datelor de ieșire ar ajuta utilizatorul mai bine în vederea interpretării rezultatelor. Pentru generarea graficului se vor prelua date din cele 3 tabele, costul total de aprovizionare pentru primul, al doilea, respectiv, al treilea interval de preț, și cantitatea, în bucăți. În figura 5 este un formular completat cu datele celor 4 repere.

Introduceti datele de intrare:

Reper 1			Reper 2		
Necesar lunar(buc): <input type="text" value="28500"/>			Necesar lunar(buc): <input type="text" value="28500"/>		
Cost lansare comanda(lei): <input type="text" value="500"/>			Cost lansare comanda(lei): <input type="text" value="500"/>		
Rata costului de posesie(%): <input type="text" value="0.25"/>			Rata costului de posesie(%): <input type="text" value="0.25"/>		
<input type="text" value="0.98"/>	<input type="text" value="0.95"/>	<input type="text" value="0.92"/>	<input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="2"/>
<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="5001"/>	<input type="text" value="15001"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="7000"/>	<input type="text" value="10000"/>
<input type="text" value="5000"/>	<input type="text" value="15000"/>	<input type="text" value="28500"/>	<input type="text" value="7000"/>	<input type="text" value="10000"/>	<input type="text" value="15000"/>
Reper 3			Reper 4		
Necesar lunar(buc): <input type="text" value="1200"/>			Necesar lunar(buc): <input type="text" value="15500"/>		
Cost lansare comanda(lei): <input type="text" value="200"/>			Cost lansare comanda(lei): <input type="text" value="250"/>		
Rata costului de posesie(%): <input type="text" value="0.15"/>			Rata costului de posesie(%): <input type="text" value="0.25"/>		
<input type="text" value="1100"/>	<input type="text" value="1050"/>	<input type="text" value="1010"/>	<input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="4.8"/>	<input type="text" value="4.6"/>
<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="1000"/>	<input type="text" value="2000"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="1000"/>	<input type="text" value="2000"/>
<input type="text" value="1000"/>	<input type="text" value="2000"/>	<input type="text" value="5000"/>	<input type="text" value="1000"/>	<input type="text" value="2000"/>	<input type="text" value="3000"/>

Fig. 5

7. Concluzii

Orice stoc necesită costuri de depozitare, întreținere, fie ca vorbim de materii prime sau produse finite. Dacă nivelul stocului atinge pragul optim, atunci investițiile făcute pot servi unui scop. Drept urmare, acesta este motivul pentru care firmele apelează la programe pentru gestiunea stocurilor sau la aplicații ce pot fi cumpărate.

Din punct de vedere grafic, variația costului total de aprovizionare $CTA(q)$, în cazul reducerii uniforme de preț este o funcție, prin generarea graficului, putem observa în ce interval de preț se regăsesc valorile minime și putem trage concluzii cu privire la numărul de aprovizionări.

8. Bibliografie

- [1]. Roșu M., (2019), *Pregătirea și urmărirea fabricației*, Curs cap. 6, Managementul stocurilor, UPB;
- [2]. Finances Online, (2021), *72 Vital Digital Transformation Statistics: 2021/2022 Spending, Adoption, Analysis & Data*, accesat la <https://financesonline.com/digital-transformation-statistics/>;
- [3]. Industrial Academy., (2020), *A best Smart Digital product, Studiu digitalizare industrie*, accesat la <https://academiaindustriala.ro/digitalizare-industrie/>
- [4]. SAP Company Information., *What is SAP? | Definition and Meaning*, accesat la <https://www.sap.com/about/company/what-is-sap.html>;
- [5]. Infopulse (2021), *Why Do Companies Implement SAP Software?*, Systems Applications and Products, accesat la <https://www.infopulse.com/blog/why-do-companies-implement-sap-software/>;
- [6]. Petrici D., (2017), *Sincronizarea fluxului material și informațional de-a lungul lanțului logistic.*, În: Market Watch., nr. 97;
- [7]. Lazarev V., Kulkova A. (2014), *Reverse logistics.*, International Conference Actual Economics, Ural;
- [8]. M. Catană, (2019) „Suport curs ”Planificare asistată a proceselor industriale”, UPB;
- [9]. Apache Friends (2021), *XAMPP Installers and Downloads for Apache Friends*;

APPLICATION THAT SERVES THE ASSISTED CHOICE OF MACHINE TOOLS IN A MANUFACTURING SYSTEM

COSTEA Costin

Facultatea: IIR, Specializarea: IAI, Anul de studii: IV, e-mail: costeacostin98@gmail.com

Conducător științific: Prof.dr.ing Tom SAVU

SUMMARY: This scientific paper aims to design an algorithm and create a computer application that aims to assist and monitor the choice of machine tools for planning activities in a manufacturing system. This application is built in LabVIEW, a visual programming language development environment from National Instruments. The application also uses notions of HTML / CSS for the graphical user interface, but also the extraction of information, related to machine tools, from a database created in Microsoft Access. The goal is to integrate all the elements mentioned above in a web service, so that the application is dynamic and can be used by several people at the same time not only locally.

CUVINTE CHEIE: IoT¹, IIoT², M2M³, real-time data processing⁴, web service⁵

1. Introducere

Industry 4.0 descrie tendința spre automatizare și schimbul de date în tehnologii și procesele de fabricație. Această automatizare creează un sistem de fabricație în care mașinile din fabrici sunt mărite cu conectivitate wireless și senzori pentru a monitoriza și vizualiza un întreg proces de producție și a lua decizii autonome [1].

IoT este o rețea de obiecte fizice care sunt echipate cu senzori, software și alte tehnologii. Conectate la Internet, aceste „lucruri” sunt capabile să facă schimb de date în timp real cu alte dispozitive și sisteme conectate prin rețele. Aceste dispozitive conectate se combină cu sisteme automate pentru a colecta date IoT care pot fi analizate pentru a vă ajuta cu sarcini sau pentru a învăța cum să îmbunătățiți un proces [2].

IIoT este utilizat în principal în domeniul aplicațiilor Internet of Things în afara spațiului de consum și a pieței IoT pentru întreprinderi, ca termen general pentru aplicații și cazuri de utilizare în mai multe sectoare industriale. IIoT este definit ca „mașini, computere și oameni care permit operațiunii industriale inteligente folosind analize de date avansate pentru rezultate de afaceri transformatoare” [3].

M2M, este exact așa cum pare: două mașini „comunică” sau schimbă date, fără interfață sau interacțiune umană. Aceasta include comunicațiile fără fir în Internetul industrial al obiectelor (IoT). Trecerea la wireless a făcut comunicarea M2M mult mai ușoară și a permis conectarea mai multor aplicații [4].

Real-time data processing este executarea datelor într-o perioadă scurtă de timp, oferind o ieșire aproape instantanee. Procesarea se face pe măsură ce datele sunt introduse, deci are nevoie de un flux continuu de date de intrare pentru a oferi o ieșire continuă [5].

¹ **IoT** (Internet of Things) descrie un concept ce folosește internetul pentru a realiza legături între diferite dispozitive, servicii și sisteme automate, toate acestea reprezentând o rețea de obiecte.

² **IIoT** (Industrial Internet of Things) este similar cu IoT, doar că reprezintă un concept care se referă la conexiunile dintre oameni, date, mașini, în cadrul proceselor industriale;

³ **M2M** (Machine to Machine) este un element al IoT, ce propune reducerea intervenției umane cât de mult posibil pentru a ajunge la cel mai înalt nivel al automatizării;

⁴ **Real-time data processing**: Procesarea datelor în timp real se referă la capacitatea sistemelor și a mașinilor de calculatoare de a procesa date în mod continuu și automat și de a furniza ieșiri și informații în timp real sau aproape în timp real.

⁵ **Web Service**: Un serviciu Web constă din VI-uri și alte fișiere care rulează pe un server care răspund la solicitările HTTP de la clienți.

Pentru a pune în aplicare aceste principii este nevoie de un web service, astfel utilizatorii invoca VI-urile serviciului Web cu orice client web compatibil HTTP, inclusiv un browser web standard, pentru a face schimb de date utilizând o adresă URL și metode HTTP standard, cum ar fi POST [6]. De exemplu:

- Încărcarea parametrilor noi într-o aplicație;
- Recuperarea stării sau stării actuale.

Utilizatorii pot monitoriza și controla de la distanță aplicațiile încorporate utilizând clienți subțiri personalizați. De exemplu:

- Se actualizează starea aplicației;
- Lansarea sau oprirea unui proces.

Se poate efectua schimbul de date de la aplicație la aplicație între numeroase dispozitive și software compatibile HTTP atât de la National Instruments, cât și de la terțe părți. De exemplu:

- Conectarea la clienți non-LabVIEW;
- Implementarea securității și autentificării.

Pentru construcția sistemului au fost necesare următoarele componente:

- Bază de date (Microsoft Access);
- Serviciu Web (Labview);
- Pagina Web (HTML/CSS).

Mod de funcționare:

1. Utilizatorului îi sunt atribuite un user și o parolă pentru accesarea aplicației;
2. În funcție de semifabricatul pe care dorește să îl prelucreză, alege o mașina unelată din lista prezentată, pe noua pagină web deschisă după logare;
3. După selectarea mașinii unelte, vor fi prezentate într-o nouă pagină, măsurile specifice acelei mașini (Diametru maxim strunjire, Putere maximă, etc..) cărora le sunt atribuite câmpuri în care utilizatorul poate introduce valori necesare prelucrării semifabricatului său și după care trimite informația către aplicație cu ajutorul butonului căutare;
4. În pasul următor, aplicația îi va prezenta mașinile unelte ce au valori aproximativ egale cu cele introduse în pasul anterior iar utilizatorul va alege unul dintre modele;
5. După alegerea utilizatorului, într-o nouă pagină, va fi prezentată harta cu posturile de lucru, în care este reprezentată disponibilitatea acestora. În funcție de necesitatea prelucrării semifabricatului, utilizatorul verifică posturile de lucru și își alege unul care va fi disponibil cât mai repede sau mai poate aștepta;
6. În momentul în care utilizatorul a decis momentul în care vrea să prelucreză semifabricatul, postul de lucru primește informația, iar următorul utilizator care va accesa aplicația, va putea vedea că acel post de lucru va fi ocupat.
7. După ce utilizatorul a parcurs toți pașii, se va deloga prin butonul deloghează-te, iar aplicația va recunoaște astfel fiecare utilizator, pentru cazul în care apar erori pe parcursul procesului.

Obiective:

- Implementarea standardului ISA 95 în construirea bazei de date, pentru standardizare;
- Extragerea informației din baza de date în mod dinamic, pentru a evita modificarea aplicației;
- Utilizarea unor porțiuni fixe de cod HTML/CSS pentru construcția paginii web;
- Permitea folosirii aplicației de către mai mulți utilizatori în același timp;
- Valorile introduse de către utilizator să fie percepute de program în timp real;
- Menținerea în evidență a tuturor utilizatorilor;
- Actualizarea mașinilor unelte din aplicație să fie făcută din baza de date;
- Menținerea în evidență a disponibilității posturilor de lucru;
- Reproducerea unei hărți cu posturile de lucru;
- Atribuirea unui ID pentru fiecare post de lucru, conform bazei de date;
- Actualizarea posturilor de lucru în funcție de disponibilitatea acestora.

2. Stadiul actual

Popularea bazei de date s-a efectuat în șase tabele: Class_Equipments, Equipments, Equipment_Classes_Properties, Equipments_Properties, Units_of_Measures, Pictures.

În primul tabel se regăsesc tipurile de mașini unelte, în al doilea modelele pentru fiecare tip de mașina unealtă, în al treilea proprietățile reprezentative și unitățile de măsură, în al patrulea valorile fiecărui model, în al cincilea unitățile de măsură și simbolurile acestora și în ultimul pozele pentru fiecare mașină unealtă.

După crearea bazei de date, s-a construit serviciul web (Fig.1) ce a fost populat cu VI-urile necesare fiecărui pas expus în *Modul de funcționare*.

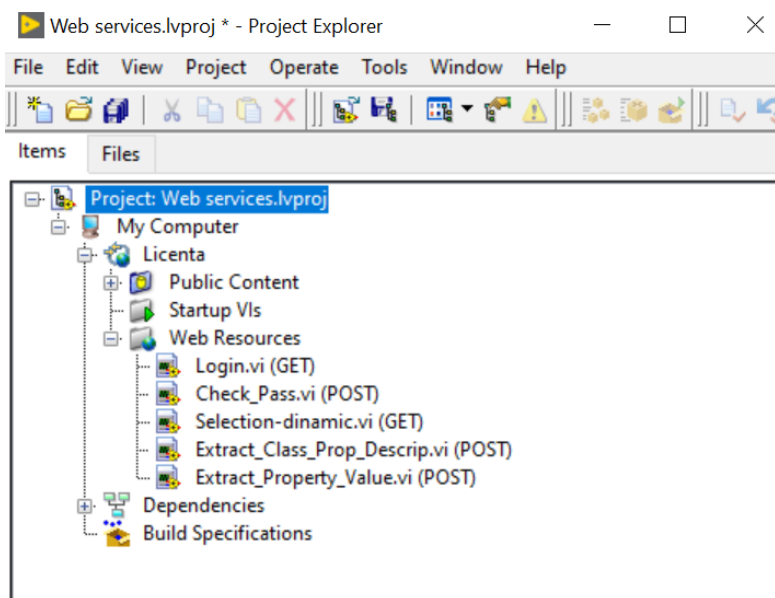


Fig. 1. Serviciul Web

Serviciile web acceptă patru metode HTTP standard utilizate în comunicarea web:

POST — Utilizat pentru a trimite date și a încărca fișiere.

GET — Utilizat pentru a prelua date dintr-un serviciu Web.

PUT — Servește ca metodă alternativă la POST pentru încărcarea fișierelor.

ȘTERGERE — Utilizat pentru a instrui serviciul Web să șteargă o resursă specificată.

Primul VI din serviciul web se numește Login.vi și folosește metoda GET. Acesta construiește pagina web de logare cu ajutorul unui Web Service Request conectat la Write Response, la care este conectat un string ce conține codul HTML/CSS pentru construirea propriu-zisă a paginii (Fig.2).

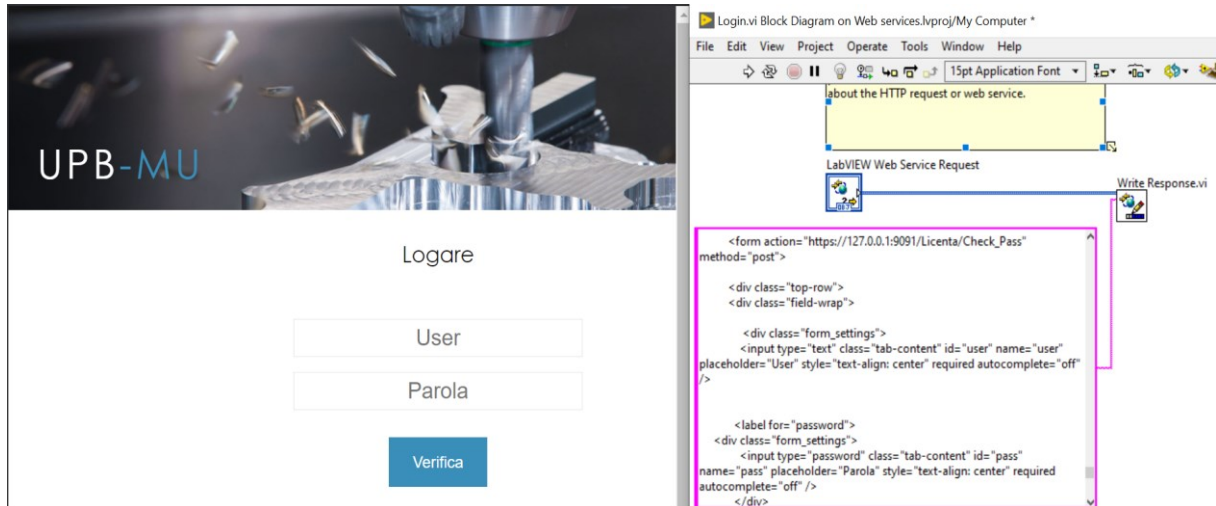


Fig. 2. Login.vi

Al doilea VI se numește Check_Pass.vi și are rolul de a verifica user-ul și parola pe care utilizatorul le-a scris în câmpurile aferente, astfel informația este transmisă cu ajutorul metodei POST din Login.vi către Check_Pass.vi. Cu ajutorul funcției Read All Form Data, LabView reușește să citească user-ul și parola scrise de utilizator iar apoi compară cu valorile presetate într-o bază de date de tip text. Dacă acestea se potrivesc, utilizatorul intră în pagina de selectare a mașinii unelte, dacă nu, aplicația te va obliga să te întorci la pagina Login.vi pentru încă o încercare (Fig.3).

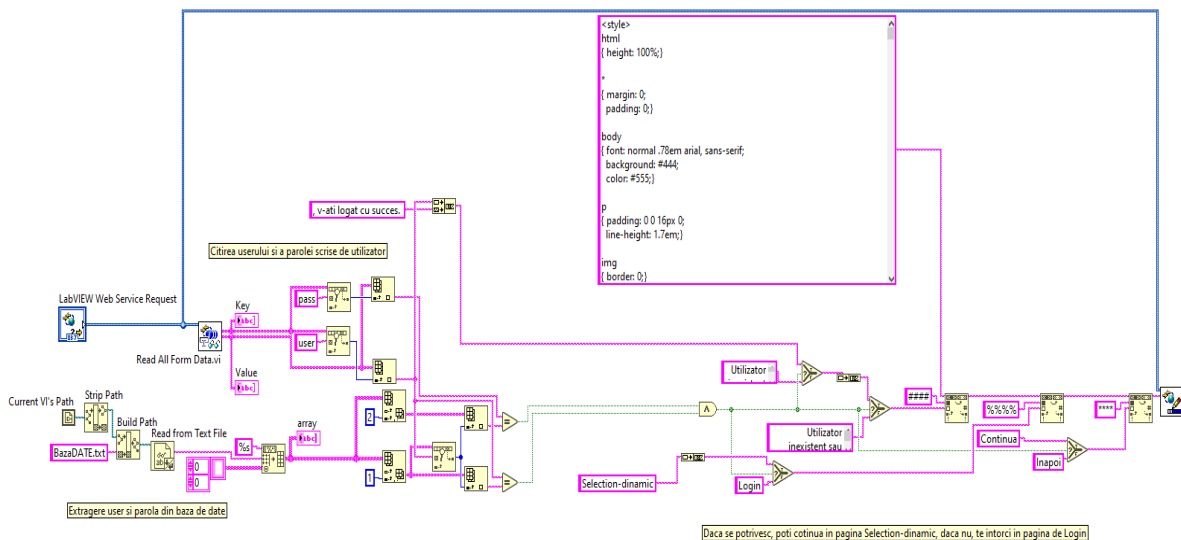


Fig.3. Check.vi

Al treilea VI are denumirea de Selection-dinamic.vi, construiește pagina de selecție a mașinilor-unelte, după ce extrage denumirile claselor și pozele acestora din baza de date. Pentru a face legătura între LabView și Access este nevoie de un UDL(Universal Data Link). Utilizatorului I se cere să specifice un tip de driver către baza de date (de exemplu Microsoft Jet 4.0 pentru fișiere mdb create în Microsoft Access) precum și calea și numele fișierului ce conține baza de date (Fig.4).

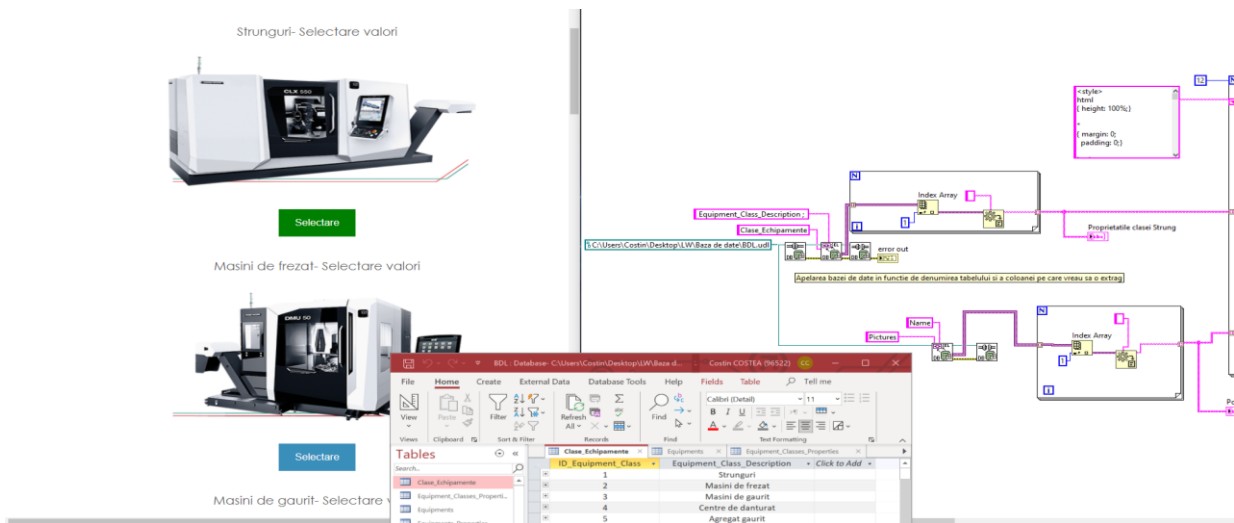


Fig.4. Selection-dinamic.vi

Al patrulea VI este denumit Extract_Class_Prop_Descrip.vi și la apăsarea unui buton de selectare din pagina anterioară, acesta recunoaște id-ul butonului și în funcție de ce buton a apăsător utilizatorul, extrage proprietățile clasei și unitatea de măsură din baza de date, iar apoi construiește un tabel cu câmpuri, cu scopul de introduce utilizatorul valori, pentru a căuta o mașină uneltă potrivită semifabricatului său. Valorile sunt trimise prin apăsarea butonului căutare (Fig.5).

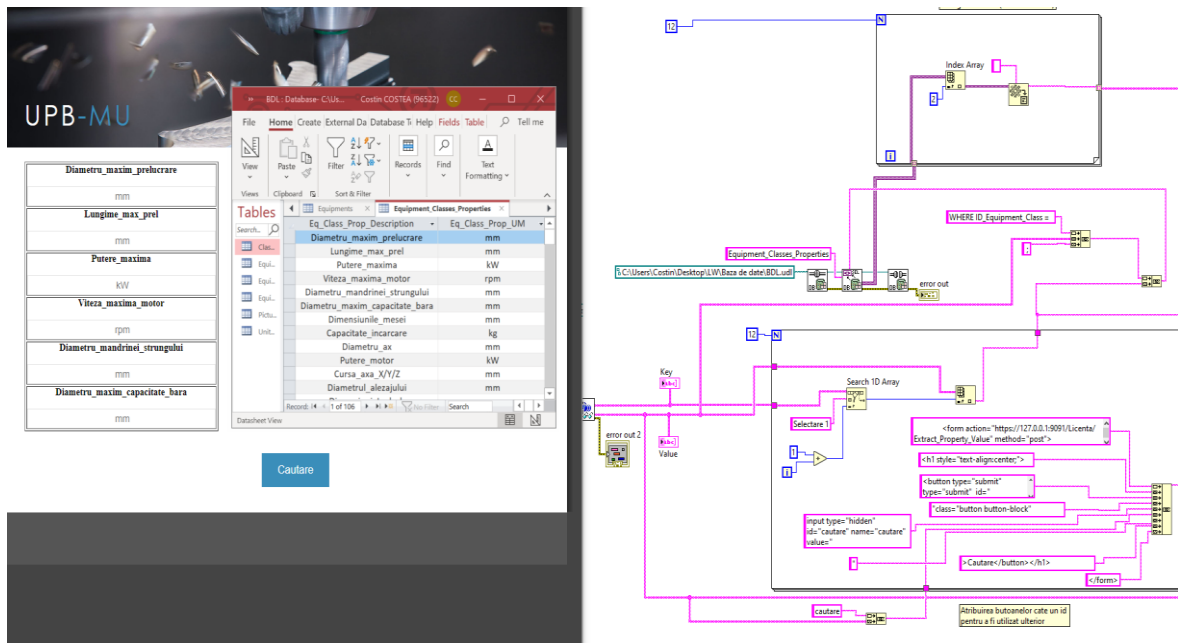


Fig.5. Extract_Class_Prop_Descrip.vi

3. Concluzii

Prin acest sistem s-a urmărit fluidizarea procesului de selectare a mașinilor unelte și eliminarea erorilor de pe parcurs. Astfel utilizatorul nu va mai fi nevoit să urmărească în mod fizic activitatea posturilor de lucru și vor avea și o evidență asupra deciziilor luate de către ceilalți utilizatori în timp real, fapt ce va crește productivitatea și elimină timpii morți.

În următoarele etape trebuie:

- Conturată prezentarea mașinilor unelte ce au valori aproximativ egale cu cele introduse în pasul anterior, urmat de alegerea unui model de către utilizator;
- Conturat algoritmul prin care aplicația prezintă harta cu posturile de lucru, în care este reprezentată disponibilitatea acestora, dată de culorile, verde, galben și roșu(Fig.6);

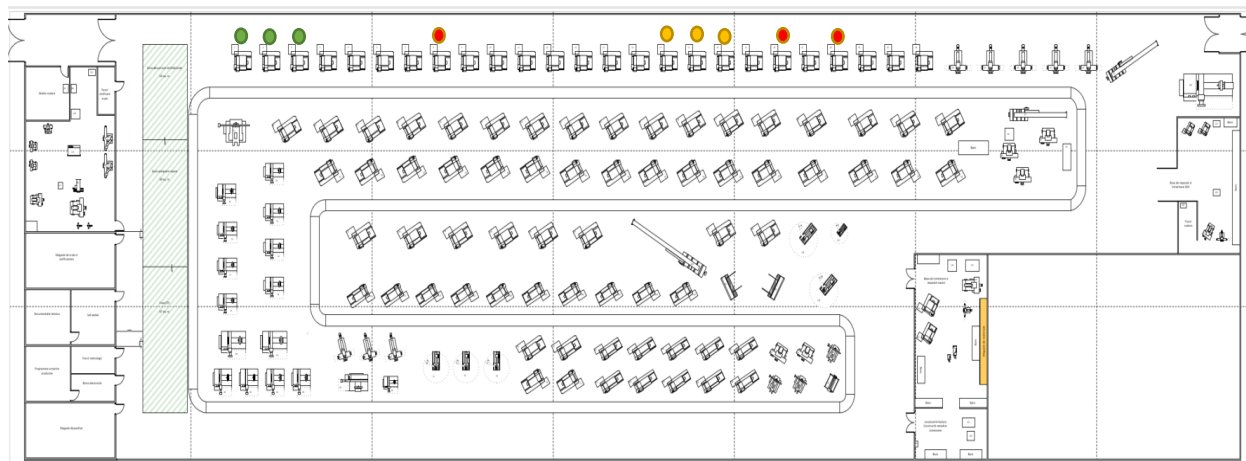


Fig. 6. Hartă posturi de lucru

- Format modul de delogare și menținerea în evidență a tuturor utilizatorilor ce au accesat aplicația.

4. Bibliografie

- [1].***, Industry.4.0 - <https://www.twi-global.com/what-we-do/research-and-technology/technologies/industry-4-0>
- [2].***, What is the IoT ? - <https://www.twi-global.com/technical-knowledge/faqs/what-is-the-internet-of-things-iot>
- [3].***, IIoT - The Industrial Internet of Things - <https://www.i-scoop.eu/internet-of-things-guide/industrial-internet-things-iiot-saving-costs-innovation/industrial-internet-things-iiot/>
- [4].***, What is M2M ? - <https://www.link-labs.com/blog/what-is-m2m>
- [5].***, Real-Time Data Processing - <https://www.techopedia.com/definition/31742/real-time-data-processing>
- [6].***, Web-based Communication with a LabVIEW Application - <https://zone.ni.com/reference/en-XX/help/371361R-01/lvconcepts/webservices/>

APPLICATION THAT SERVES AS A CONCEPT FOR PROJECT MANUFACTURING PLANNING IN MANUFACTURING SYSTEMS

CREȚU Rareș Andrei

Facultatea de Inginerie Industrială și Robotică , Specializarea: Informatică Aplicată în Inginerie Industrială, Anul de studii: IV, E-mail: rarescretu@gmail.com

Conducător științific: Prof.dr.ing. **Tom SAVU**

ABSTRACT: The study I will present is based on the design, implementation and testing of a computer application that aims to assist planning activities in a manufacturing system. The components of a manufacturing system are technical elements and the human factor. Human involvement in the system takes place in the automated manufacturing systems, at least as maintenance personnel, for program preparation and adjustment, as well as for product quality control. The purpose of the application is to reduce the risk, cost and errors associated with the implementation of the enterprise system and system manufacturing operations, so that they are interoperable and easily integrated.

KEYWORDS: efficiency, manufacturing, application, planning.

1. Introducere

Producția înseamnă orice activitate prin care se depune sau se transferă valoare de întrebuințare sau se conferă utilitate unor bunuri și servicii. Producția, așadar, presupune, la modul general, adăugarea unui plus de utilitate pentru un obiect sau serviciu. În cadrul acestui concept, fabricația are un caracter mai restrictiv, fiind legată mai mult de obiect decât de servicii și urmărind, în esență, generarea formei pieselor sau îmbunătățirea caracteristicilor fizico-mecanice ale acestora, prin intermediul unor procese tehnologice specifice. Cu alte cuvinte, producția poate include și activități în genul transportului sau stocării, extinzându-se și în sfera serviciilor, iar fabricația este orientată spre obținerea unui obiect, operând în general, cu elemente materiale.

Sistemul de fabricație reprezintă componenta de bază a unui sistem de producție și are ca scop rezolvarea sarcinilor de fabricație și realizarea de produse ce pot fi oferite pe piață. Funcția generală a unui sistem de fabricație constă în transformarea unui flux de materiale și a unui flux de informații cu ajutorul unui flux de energie, astfel încât transferul acestora să mărească valoarea de întrebuințare a produselor finite obținute la ieșirea sistemului.

Aplicația informatică se sprijină pe standardul ANSI/ISA-95.00.04. În cadrul standardului, baza de date este reprezentată la nivel de diagramă, urmând ca mai apoi aceasta să fie alcătuită și configurată conform standardului. După stabilirea elementelor componente ale bazei de date, aceasta se implementează ori într-o aplicație *standalone*, ori ca și aplicație web.

ANSI/ISA-95 este un standard internațional al Societății Internaționale de Automatizare pentru dezvoltarea unei interfețe automatizate între întreprindere și sistemele de control. Acest standard a fost dezvoltat pentru a fi aplicat în toate industriile și în tot felul de procese, cum ar fi procesele discontinue, procesele continue și repetitive. Obiectivul acestui standard este de a oferi o terminologie consecventă în ceea ce privește comunicarea dintre furnizor și producător. Totodată, sunt furnizate informații consistente ce stau la baza clarificării funcționalității aplicației și modului în care informațiile trebuie utilizate.

2. Proiectarea bazei de date

Conform standardului menționat anterior, aplicația pentru asistarea planificării activităților dintr-un sistem de fabricație are la bază următoarea diagramă (Fig. 1), care mai departe a fost adaptată pentru implementarea bazei de date a acesteia.

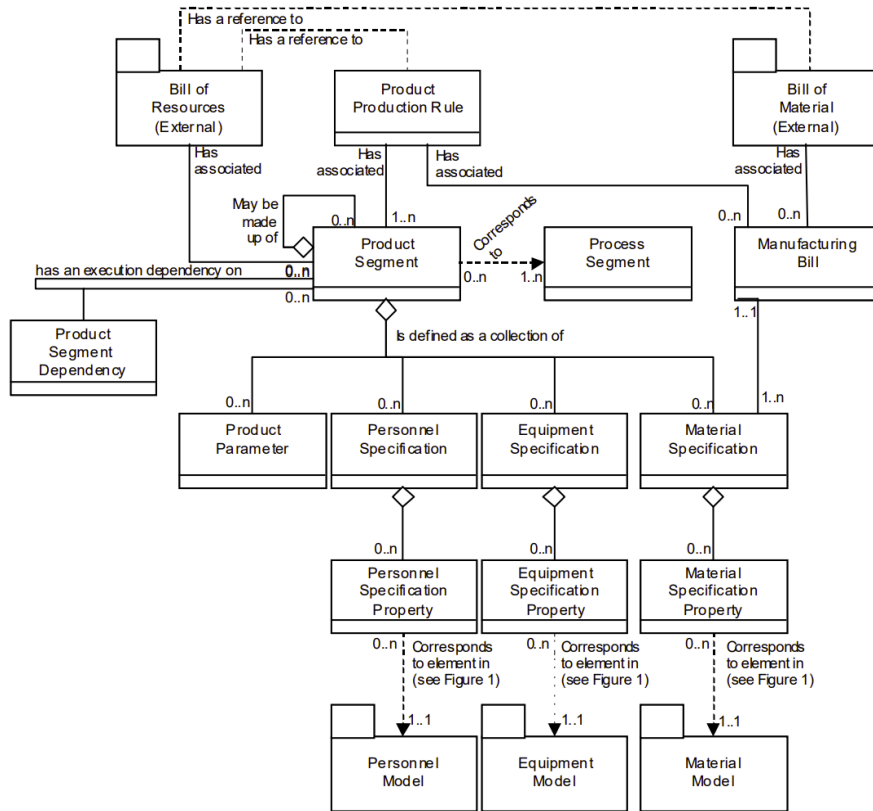


Fig. 1. Diagrama conform standardului ANSI/ISA-95.00.02-2001

Pornind de la standardul prezentat mai sus, am proiectat schema pentru baza de date ce urmează a fi punctul de start pentru implementarea aplicației propuse în titlu:

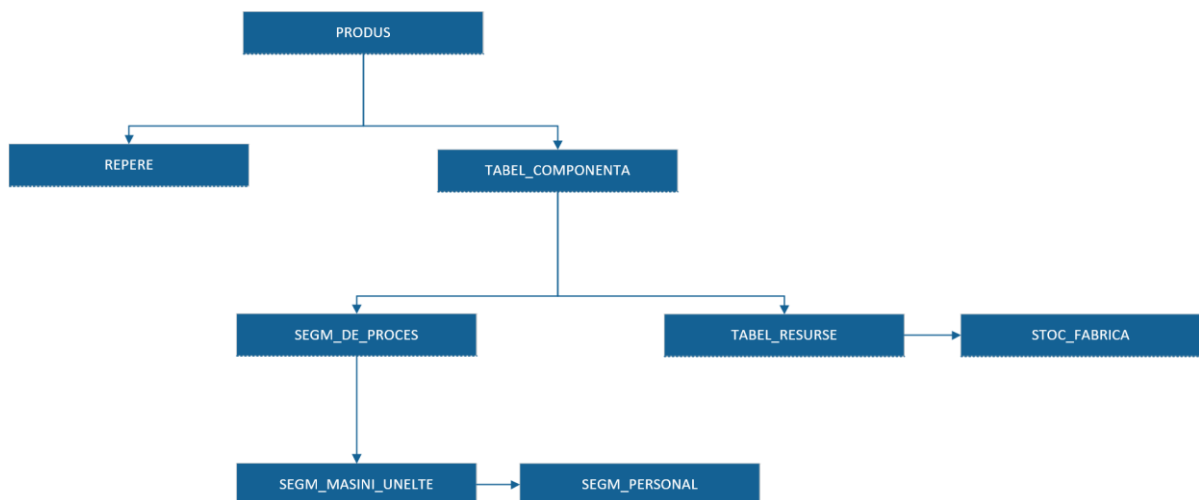


Fig. 2. Diagrama adaptată pentru aplicația propusă

3. Definirea atributelor pentru tabelele bazei de date

3.1 Tabela PRODUS

Spre exemplu, am luat produsul *mouse*. Acesta este identificat în tabela “Produs” (Tabel 1) după: ID-ul produsului, denumire, cod de identificare și numărul desenului de execuție.

Tabel 1. Produs

Numele Atributei	Descriere	Exemplu
ID_produs	O modalitate de identificare unică a produsului. ID-ul va fi utilizat în alte părți ale diagramei, atunci când produsul trebuie identificat.	5
den_produs	Conține denumirea produsului.	“Mouse”
cod_produs	Conține codul de înregistrare al produsului.	23564581
nr_desen	Conține inițialele proiectantului și numărul desenului de execuție al produsului.	RC107

3.2 Tabela REPERE

Urmatoarea tabelă, “Repere” (Tabel 2), enumeră toate piesele ce alcătuiesc produsul nostru. Spre exemplu, *Carcasă superioară și inferioară mouse, placa electronică a acestuia, roțița, cablul USB etc.* Ele sunt organizate după ID-ul reperului, denumirea reperului și numărul desenului de execuție.

Tabel 2. Repere

Numele Atributei	Descriere	Exemplu
ID_reper	O modalitate de identificare unică a reperului. ID-ul va fi utilizat în alte părți ale diagramei, atunci când reperul trebuie identificat.	20
den_reper	Conține denumirea reperului.	“Carcasa sup mouse”
nr_desen	Conține inițialele proiectantului și numărul desenului de execuție al reperului.	RC111

3.3 Tabela TABEL_COMPONENTA

Tabelul de componentă (Tabel 3) face referință tot la gestiunea reperelor, aducând în plus cantitatea acestora necesară în procesul de obținere al produsului finit, precum și o valoare booleană ce diferențiază reperul achiziționat printr-un furnizor, de cel elaborat în fabrică.

Tabel 3. TABEL COMPONENTA

Numele Atributei	Descriere	Exemplu
ID_produs	O modalitate de identificare unică a produsului. ID-ul va fi utilizat în alte părți ale diagramei, atunci când produsul trebuie identificat.	5
ID_reper	O modalitate de identificare unică a reperului. ID-ul va fi utilizat în alte părți ale diagramei, atunci când reperul trebuie identificat.	20
nr_buc	Numărul de repere necesar asamblării produsului.	3
fabricat	O valoare booleană ce diferențiază reperul achiziționat printr-un furnizor, de cel elaborat în fabrică.	DA/NU

3.4 Tabela SEGM_DE_PROCES

Tabelul Segment_De_Proces (Tabel 4) conține fiecare proces tehnologic prin care trece un reper, în detaliu, și durata acestuia.

Tabel 4. SEGM DE PROCES

Numele Atributei	Descriere	Exemplu
ID_reper	O modalitate de identificare unică a reperului. ID-ul va fi utilizat în alte părți ale diagramei, atunci când reperul trebuie identificat.	20
ID_segment	O modalitate de identificare unică a segmentului de proces. ID-ul va fi utilizat în alte părți ale diagramei, atunci când segmentul trebuie identificat.	3
ID_segment_predecesor	O modalitate de identificare unică a segmentului de proces anterior.	2
descr_proces	Descrierea procesului efectuat pentru prelucrarea reperului	Debavurare
durata_proces	Durata procesului (în minute).	2

Segmentul de mașini-unelte (Tabel 5) reprezintă o modalitate de identificare a mașinilor unelte, precum și a personalului autorizat să le opereze. Acest tabel este în relație cu Segm_Personal (Tabel 6), tabel în care se ține evidența detaliată a forței de muncă, precum și a specializării fiecărui individ.

3.5 Tabela SEGM_MASINI_UNELTE

Tabel 5. SEGM MASINI UNELTE

Numele Atributei	Descriere	Exemplu
ID_MU	O modalitate de identificare unică a mașinii-unelte. ID-ul va fi utilizat în alte părți ale diagramei, atunci când mașina-unealtă trebuie identificată.	369_1
ID_segment	O modalitate de identificare unică a segmentului de proces. ID-ul va fi utilizat în alte părți ale diagramei, atunci când segmentul trebuie identificat.	3
clasa_MU	Clasa din care face parte mașina-unealtă.	Mașină de alezat
den_MU	Denumirea mașinii-unealtă.	BFT-110L
ID_personal	O modalitate de identificare unică a personalului ce operează mașina-unealtă. ID-ul va fi utilizat în alte părți ale diagramei, atunci când acesta trebuie identificat.	MG_002

3.6 Tabela SEGM_PERSONAL

Tabel 6. SEGM PERSONAL

Numele Atributei	Descriere	Exemplu
ID_personal	O modalitate de identificare unică a personalului ce operează mașina-unealtă. ID-ul va fi utilizat în alte părți ale diagramei, atunci când acesta trebuie identificat.	369_1
ID_MU	O modalitate de identificare unică a mașinii-unelte. ID-ul va fi utilizat în alte părți ale diagramei, atunci când mașina-unealtă trebuie identificată.	3
specializ_pers	Specializarea personalului ce operează mașina-unealtă.	Strungar

În final, cele 2 tabele, Tabel_resurse (Tabel 7) și Stoc_fabrică (Tabel 8), au rolul de a gestiona materia primă folosită la reperele elaborate în cadrul fabricii. În cazul în care stocul este scăzut, aplicația trimite o notificare către furnizori.

3.7 Tabela TABEL_RESURSE

Tabel 7. TABEL_RESURSE

Numele Atributei	Descriere	Exemplu
ID_reper	O modalitate de identificare unică a reperului. ID-ul va fi utilizat în alte părți ale diagramei, atunci când reperul trebuie identificat.	20
ID_material	O modalitate de identificare unică a materialului folosit. ID-ul va fi utilizat în alte părți ale diagramei, atunci când materialul trebuie identificat.	3
cantitate	Cantitatea de material folosită pentru fabricarea reperului.	1
UM	Unitatea de măsură pentru cantitatea de material folosită.	kg

3.7 Tabela STOC_FABRICA

Tabel 8. STOC_FABRICA

Numele Atributei	Descriere	Exemplu
ID_material	O modalitate de identificare unică a materialului folosit. ID-ul va fi utilizat în alte părți ale diagramei, atunci când materialul trebuie identificat.	20
stoc_ramas	Cantitatea de material rămasă în stocul fabricii.	3
alerta	O valoare booleană ce semnalează scăderea stocului pentru materialul respectiv.	1

4. Integrarea bazei de date într-o interfață grafică

Pentru a îndeplini obiectivul principal, prezentat în primul capitol al lucrării, este nevoie de o interfață grafică intuitivă, cu care operatorii să interacționeze pentru a-și îndeplini sarcinile de lucru. Prin urmare, această interfață a fost programată folosind limbajele de programare *HTML* și *CSS* (Fig. 3).

```

login.html > html > body
1 <html>
2
3 <head>
4   <link rel="preconnect" href="https://fonts.gstatic.com">
5   <link href="https://fonts.googleapis.com/css2?family=Open+Sans:wght@300;400&...">
6   <link rel="stylesheet" href="assets/css/style.css">
7   <title>Log In</title>
8 </head>
9
10 <body>
11
12   <div class="login-div">
13     <div class="title">Log In Baza de Date</div>
14     <div class="sub-title">Introduceti datele de logare</div>
15
16     <div class="form">
17
18       <div class="username">
19         <svg class="svg-icon" viewBox="0 0 20 20">
20           <path
21             d="M15.573,11.624c0.568-0.478,0.947-1.219,0.947-2.019c0-1.171,0.947-2.019,0.947-2.019"
22           />
23         </svg>
24         <input type="text" placeholder="User">
25       </div>
26
27       <div class="password">
28         <svg class="svg-icon" viewBox="0 0 20 20">
29           <path

```

Fig. 3. Fragment de cod din pagina de log-in

Integrarea tabelelor anterioare este realizată folosind mediul de programare vizuală *LabView*. Prin toolkit-ul *LabVIEW Database Connectivity*, putem efectua mai multe operațiuni în cadrul bazei de date, fără a utiliza un limbaj de interogare structurat (*SQL*). Se conectează ușor la baze de date precum *Microsoft Access*. În continuare am atașat o captură a unui *.vi ce convertește o tabelă *Access* într-un fișier tip *text*:

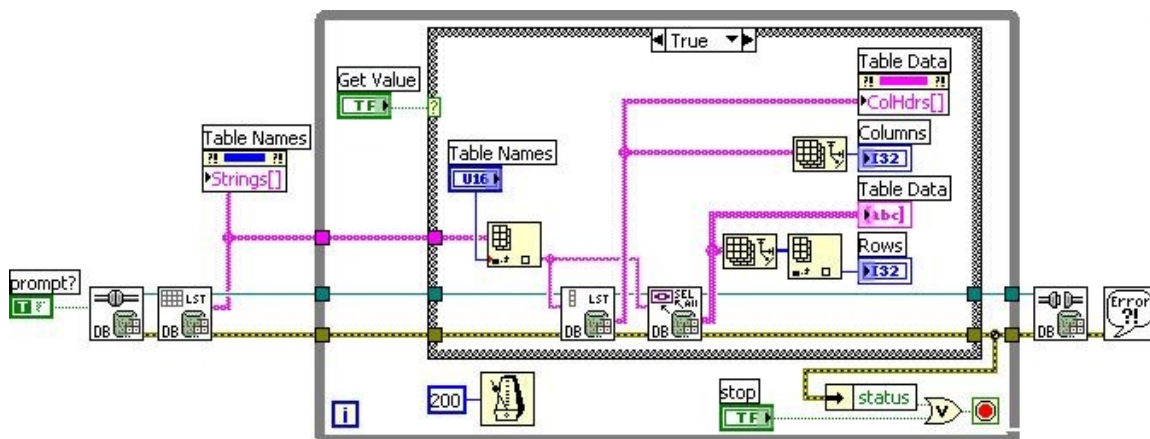


Fig. 4. *.vi ce permite convertirea tabelii Access

5. Concluzii

Această lucrare demonstrează existența diferitelor abordări ale modalităților de planificare și control al sistemelor de fabricație. Am oferit o altă perspectivă în ceea ce privește atât extragerea informațiilor asupra resurselor materiale și umane, cât și creșterea eficienței forței de muncă în cadrul unei fabrici. Cu toate acestea, mai este mult de lucru privind dezvoltarea și perfecționarea acestei arii industriale, dar consider că noile generații și tehnologiile ce le vor însoți vor transforma imposibilul în posibil și orice idee în realitate.

6. Bibliografie

- [1]. Wray, B., Brandl D. „Enterprise-Control System Integration”, Instrument Society of America, North Carolina, ISBN: 1-55617-727-5.
- [2]. Unger, K., Brandl D. „Enterprise-Control System Integration Part 2: Object Model Attributes”, Instrument Society of America, North Carolina, ISBN: 1-55617-773-9.
- [3]. Unger, K., Bosler W. „Enterprise-Control System Integration Part 3: Activity Models of Manufacturing Operations Management”, Instrument Society of America, North Carolina, ISBN: 1-55617-955-3.
- [4]. Savu, T. (2017). Programarea calculatoarelor și limbaje de programare 1, suport de curs, Universitatea POLITEHNICA din București, Facultatea de Inginerie Industrială și Robotică, specializarea Informatică Aplicată în Inginerie Industrială.
- [5]. Constantin, M. „Conducerea Sistemelor De Fabricație Integrate În Arhitecturi De Întreprindere Virtuală”, EDITURA DIDACTICĂ ȘI PEDAGOGICĂ, București, ISBN: 973-30-9925-2.

REMOTE MONITORING AND CONTROL OF A ROBOTIC ARM FOR SERVICING A PNEUMATIC PRESS

MITOCARU Ștefan Romeo

Facultatea: IIR, Specializarea: IAI, Anul de studii: IV, e-mail: mitocarustefan@gmail.com

Conducător științific: Prof.dr.ing **Tom SAVU**

REZUMAT: This scientific writing focuses on the design of an algorithm and the development of a computer application for remote monitoring and control of a robotic arm for servicing a pneumatic press. This application is built in the programming environment called LabView and aims to algorithmize the movements of a robotic arm with six degrees of freedom to optimize the workflow in a pressing cell. The main objective of this computer application is the remote control of the robotic arm and its communication with the work cell through a web services communication protocol.

CUVINTE CHEIE: IoT; inverse kinematics; end effector transform; joint positions.

1. Introducere

Industria 4.0 este o nouă fază a revoluției industriale, care se concentrează foarte mult pe interconectivitate, automatizare, învățare automată și prelucrarea datelor în timp real [1].

O componentă a industriei 4.0 este IIoT care mai este cunoscută drept producție inteligentă și este însoțită de producția fizică împreună cu operațiuni ce au la bază o tehnologie digitală inteligentă, machine learning și big data pentru a crea un ecosistem mai puternic conectat pentru companiile ce au ca domeniu de activitate producția sau gestionarea lanțurilor de aprovizionare, companii care se confruntă în ziua de azi cu o provocare comună și anume nevoia de conectivitate și acces la informații în timp real între procese, produse și oameni [1].

Internet of Things sau IoT presupune interconectarea obiectelor electronice, robotice și nu numai, cu diverse dispozitive de culegere a datelor sau conexiune la internet cu scopul de a forma o rețea.

Domeniul roboticii reprezintă o componentă importantă în industria 4.0 deoarece producția inteligentă depinde de noi tipuri de mașini, cum ar fi dispozitivele colaborative și mobile care sunt interconectate [2].

Momentele de întrerupere neprogramate ale fabricilor reprezintă una dintre cele mai răspândite cauze de ineficiență în producția de azi iar pe măsură ce roboții devin mai conectați digital și folosesc mai mulți senzori vor deveni mult mai puțin susceptibili la întreruperi [2].

Cel mai utilizat dispozitiv mecanic în domeniul roboticii este considerat brațul robotic cu șase grade de libertate deoarece acesta poate funcționa în diferite medii complexe, cu o precizie și acuratețe ridicată, și prezintă o autonomie superioară [3].

Pentru a obține un control precis al brațului robotic, datele trebuie transmise de la distanță în timp real cu ajutorul IoT și aplicațiilor web [3].

Componentele ce alcatuiesc sistemul(celula):

- Spațiu de stocare;
- Presa pneumatică;
- Braț robotic;
- Vehicul autonom;

Modul de funcționare a sistemului:

- Semifabricatele care urmează să fie prelucrate pe presă sunt aduse de către un vehicul autonom (AGV);
- În momentul în care AGV-ul a sosit cu un semifabricat, brațul robotic îl preia pe acesta din urmă și fie îl stochează în raft, fie îl depune direct pe presă pentru prelucrare;
- Ordinea în care semifabricatele existente în sistem sunt așezate pe presă pentru prelucrare este stabilită prin accesarea unei baze de date online;
- După ce un reper a fost prelucrat pe presă, brațul robotic îl poate muta fie în raft, fie pe AGV, dacă acesta din urmă este disponibil.

Obiective propuse:

- Brațul robotic trebuie să fie capabil să preia datele transmise de către un operator prin browser dar și prin intermediul unei aplicații;
- Brațul robotic trebuie să fie capabil să comunice cu sistemul, preluând sau trimițând date în exterior printr-un protocol de comunicare de tipul Web Services;
- Pentru că un reper să fie prelucrat, acesta trebuie să fie programat pentru prelucrare. Programarea poate fi făcută fie de către un operator, prin intermediul unei interfețe Web, fie de către o aplicație;
- În momentul în care este adus de către vehicul, un reper nu este preluat din vehicul de către brațul robotic decât dacă a fost programat anterior;
- În momentul în care brațul robotic preia din vehicul un reper, acesta îl așeza fie pe presa pneumatică pentru prelucrare fie în raftul de stocare în funcție de disponibilitatea presei;
- În cazul în care presa pneumatică nu este liberă, brațul robotic este programat să depună semifabricatul în raftul de stocare;
- În cazul în care nu sunt locuri disponibile în raftul de stocare, brațul robotic este programat să nu preia nici-un reper din vehiculul autonom;
- În momentul în care presa pneumatică este liberă, brațul robotic este programat să preia un reper din raftul de stocare și să îl așeze pe presă pentru prelucrare;

Problema impusă constă în programarea și stabilirea ordinii operațiilor pe care brațul robotic trebuie să le efectueze pentru a eficientiza procesul de prelucrare a semifabricatelor în cadrul sistemului.

Modalitatea prin care a problema a fost rezolvată iar obiectivele au fost atinse, a fost simularea celulei într-un program CAD pentru a stabili poziția componentelor dar și a coordonatelor fiecărui punct pe care brațul robotic trebuie să îl atingă ca mai apoi mișcările acestuia să fie simulate în mediul de programare LabView. După programarea algoritmilor de funcționare a brațului robotic și stabilirea ordinii operațiilor acestuia, va fi realizat protocolul de comunicare între acesta și celula de lucru.

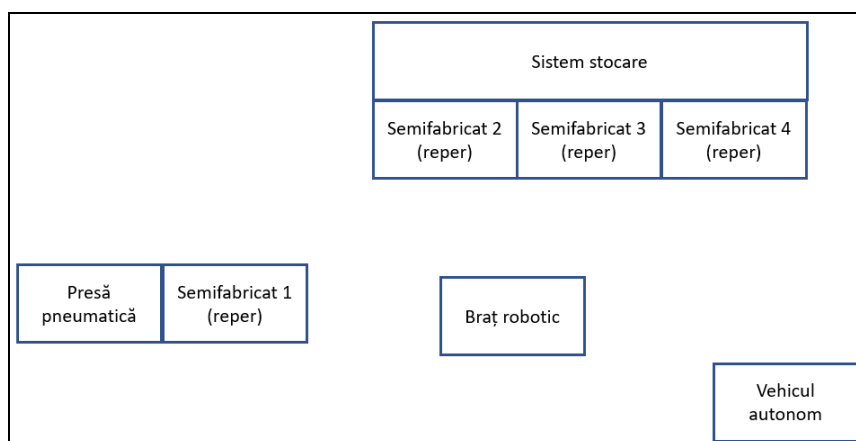


Fig. 1. Schema sistemului

2. Stadiul actual

Programarea mișcărilor brațului robotic de la o celulă din raftul de stocare la alta, la presă sau la vehicul și înapoi necesită programarea mișcărilor de retragere și pătrundere pe orizontală la raft/presă iar în cazul vehiculului pe verticală.

Mișcarea efectorului se realizează pe un segment de dreaptă, întodeauna cu o rotație de 90° după retragere respectiv înainte de pătrundere, pentru ca gripper-ul să se afle mereu în poziție perpendiculară față de componentele sistemului unde acționează.

Programarea mișcărilor brațului robotic a fost grupată în programarea deplasării primelor patru articulații (J0-J1-J2-J3) și programarea deplasării ultimelor două articulații (J4-J5), astfel mișcarea gripper-ului fiind independentă față de restul mișcărilor brațului.

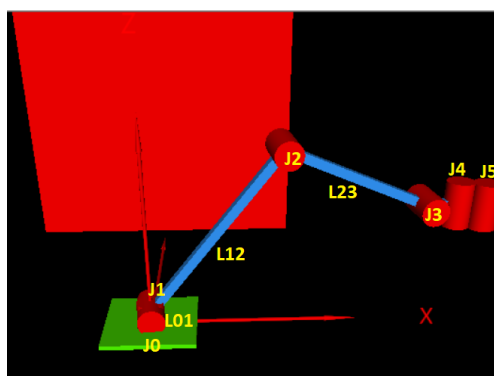


Fig. 2. Simularea arhitecturii brațului robotic in LabView

Simularea mișcărilor brațului robotic este realizată în cadrul unui VI numit **6R_Robot_Retragere.Depunere** unde pentru fiecare punct al mișcării este realizat un update al pictogramei, cu fiecare succesiune a unghiurilor din articulații, după cum este prezentat în figura de mai jos:

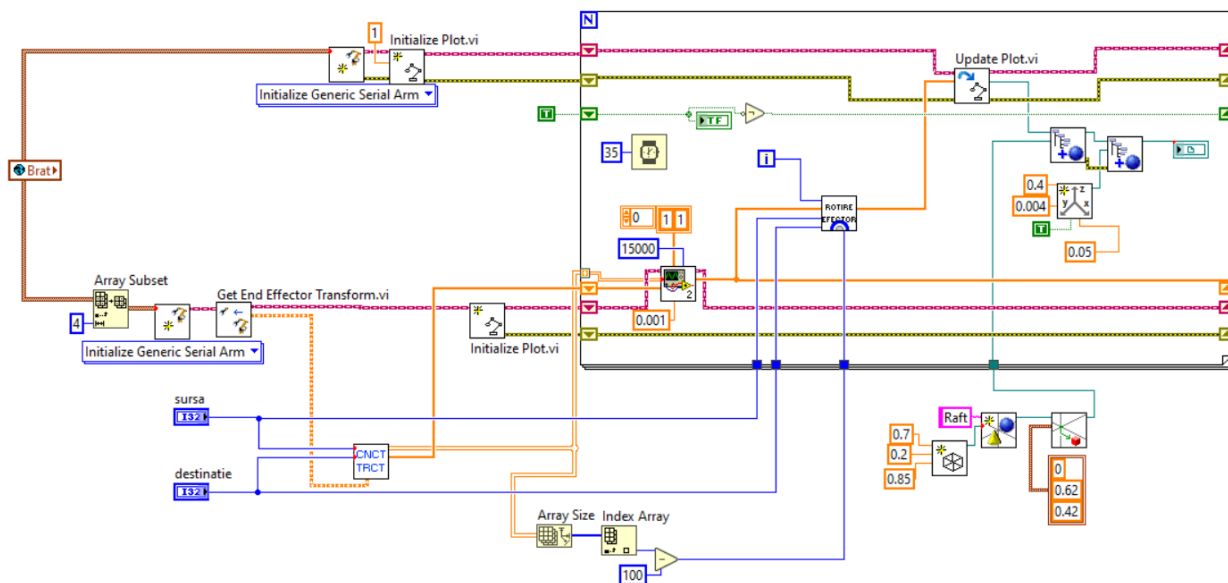


Fig. 2. 6R-Robot-Retragere.Depunere.vi

Cunoscând pozițiile între care trebuie să se deplaseze eful (gripper-ul), trebuie determinate pozițiile unghiulare succesive ale articulațiilor brațului utilizând cinematică inversă.

Pentru calculul cinematicii inverse a fost folosit VI-ul numit **Inverse Kinematics** ce preia ca date de intrare pozițiile unghiulare curente ale articulațiilor și traiectoria carteziană interpolată a acestora.

Atât în cazul mișcării de depunere cât și a celei de retragere, calculul unei traiectorii simple între două puncte se realizează utilizând VI-ul **Calcul traiectorie** ce generează un set de 50 de matrice de tipul **end effector transform**, ce conțin valori ale traiectoriei carteziene interpolate.

Calculul traiectoriei finale a fost realizat cu ajutorul VI-ului **Concatenare traiectorie** ce concatenează câte 50 de matrice a unei traiectorii simple într-un set final a câte 150 respectiv 200 de matrice în funcție de complexitatea deplasării.

Fiecare deplasare a brațului robotic, fie de la presă la raft, fie de la raft la vehicul cât și invers, este alcătuită din trei segmente de traiectorie simplă pe care brațul robotic se deplasează, segmente ce includ mișcările obligatorii de retragere dar și de pătrundere.

În cazul unor deplasări pe porțiuni mai extinse a fost constatat faptul că brațul robotic nu poate ajunge atât de ușor în anumite poziții așadar au fost alese niște rute ocolitoare pentru a facilita deplasarea acestuia, astfel a fost concatenat încă un set ce conține 50 de matrice la setul de matrice a traiectoriei finale.

În VI-ul **Globals**, au fost stocate la nivelul unei matrici 2D ca structuri de date globalizate, coordonatele tuturor punctelor între care brațul robotic trebuie să se deplaseze.

În același VI au fost adăugate atât punctele mișcărilor obligatorii cât și ale rutelor ocolitoare sub forma unei matrici de clustere ce conțin la rândul lor matricea cu indicii fiecărei deplasări în parte.

Matricea 2D a coordonatelor tuturor punctelor deplasării conține 35 de coloane, fiecare coloană corespunzând unui punct de coordonate X,Y,Z de pe traiectoria brațului robotic. Deoarece gripper-ul nu este prezent în simulare, coordonatele punctelor au fost stocate în structura de date globalizată cu o modificare ce constă în scăderea a 200 mm pe axa Z în cazul raftului respectiv pe axa X în cazul preseii/vehiculului.

Pentru generarea pozițiilor unghiulare și a matricii traiectoriei interpolate ale primelor patru articulații, este utilizat VI-ul **Concatenare traiectorie** ce ține cont de mișcările obligatorii ce trebuie executate între puncte dar și de rutele ocolitoare prin care brațul trebuie să treacă pentru a avea o mișcare de retragere/depunere uniformă.

Pentru fiecare matrice a fiecărui set rezultat se calculează un vector **joint positions**, vector ce reprezintă poziția inițială a articulațiilor pentru fiecare mișcare.

Calculul pozițiilor unghiulare succesive ale articulațiilor brațului robotic este realizat cu ajutorul VI-ului **Inverse Kinematics** ce generează unghiurile articulare ale brațului având în vedere locația finală a ultimei articulații în raport cu originea acestuia.

VI-ului **Inverse Kinematics** îi este specificat atât numărul de pași în care brațul robotic trebuie să execute deplasarea dar și precizia cu care acesta o execută.

Pentru controlul ultimelor două articulații ale brațului robotic unde este inclus efectorul acestuia, a fost utilizat VI-ul numit **Rotire efector**.

În cazul mișcării de retragere/depunere, VI-ul **Rotire efector** este responsabil pentru modificarea poziției unghiulare a articulației J3 la valoarea:

$$J3 = -(J1 + J2)$$

pentru a aduce porțiunea de braț J3-J4-J5 în plan orizontal, apoi adaugă la vectorul **joint position** încă două valori, reprezentând pozițiile unghiulare ale articulațiilor J4 și J5.

La retragerea din **raft** sau în cazul apropierii de acesta, deoarece ultima porțiune de braț J4-J5 trebuie să se afle într-o poziție paralelă față de axa de coordonată Y, poziția unghiulară a articulației J4 se calculează cu relația:

$$J4 = J0 - \pi/2$$

La retragerea de la **presă** sau în cazul apropierii de aceasta, deoarece ultima porțiune de braț J4-J5 trebuie să se afle într-o poziție paralelă față de axa de coordonată X, poziția unghiulară a articulației J4 se calculează cu relația:

$$J4 = J0 - \pi$$

La retragerea de la **vehicul** sau în cazul apropierii de acesta, deoarece ultima porțiune de braț J4-J5 trebuie să se afle într-o poziție paralelă față de axa de coordonată X, poziția unghiulară a articulației J4 se calculează cu relația:

$$J4 = J0$$

Pentru a determina momentul începerii schimbării poziției unghiulare în funcție de iterația curentă a fost folosită condiția:

$$i \leq As - 100$$

Prin compararea numărului iterațiilor curente cu noua valoare a mărimii matricei end effector, în funcție de mărimea inițială a matricei, mișcarea efectorului va începe întodeauna după 50 respectiv 100 de iterații după cum urmează:

- în cazul în care dimensiunea matricei end effector este egală cu 150, rotirea efectorului are loc pe porțiunea 50-100;
- în cazul în care dimensiunea matricei end effector este egală cu 200, rotirea efectorului are loc pe porțiunea 100-150;

În cazul deplasării de la raft la presă/vehicul sau înapoi, efectorul necesită rotirea cu unghiul $\pi/2$ a articulației J4 și se efectuează pe parcursul a 50 de pași. La fiecare pas, poziția unghiulară a articulației J4 este:

$$J4_i = J0 - \left(\frac{\pi}{2} + i \cdot \delta J\right), \text{raft} \rightarrow \text{presă} / \text{vehicul} \rightarrow \text{raft}, \quad (1)$$

$$J4_i = J0 - \left(\frac{\pi}{2} - i \cdot \delta J\right), \text{presă} \rightarrow \text{raft} / \text{raft} \rightarrow \text{vehicul}, \quad (2)$$

unde

$$\delta J = \frac{\pi}{2} / 50$$

În cazul deplasării de la o celulă a raftului la alta, efectorul își menține poziția paralelă cu axa Y iar articulația J4 nu își modifică poziția unghiulară în funcție de J0.

3. Concluzii

Implementarea unei astfel de aplicație informatice pentru monitorizarea și controlul de la distanță prin IoT al unui braț robotic în cadrul unei celule de producție, reprezintă un pas major în optimizarea procesului de fabricație prin reducerea timpilor de execuție a proceselor, și prin creșterea colaborării brațului robotic cu diferite subsisteme din cadrul mediului de lucru în care acesta este amplasat. În momentul acutal au fost atinși pașii ce prevad modelarea brațului robotic într-un program CAD, alegerea servomotoarelor cât și a senzorilor/traductorilor, dar și proiectarea algoritmului cinematicii brațului robotic în mediul de programare LabView, iar urmatorul pas al cercetării este realizarea algoritmului prin care acesta comunică cu celula de producție urmând următoarele specificații:

Celula va primii următoarele informații despre semifabricatele care urmează să sosească:

- ID-ul semifabricatului;
- momentul cel mai devreme al sosirii vehiculului de transport;
- momentul cel mai târziu la care piesa rezultată din prelucrare trebuie să fie încărcată în vehicul.

La primirea informațiilor despre un semifabricat care urmează să sosească, celula evaluează posibilitatea satisfacerii comenzii și răspunde cu un mesaj în format XML. Mesajul poate descrie una dintre următoarele situații:

- Order_Accepted;
- Storage_Full (spațiul de stocare va fi complet ocupat la momentul sosirii vehiculului, ceea ce impune ca vehiculul care va sosi să aibă cel puțin un loc liber pentru depozitarea unei piese);
- Too_Fast (momentul la care piesa prelucrată trebuie încărcată în vehicul este prea devreme, exist alte piese care trebuie prelucrate și livrate înaintea acesteia).

4. Bibliografie

- [1]. ***, What is industry 4.0, Epicor. <https://www.epicor.com/en/resource-center/articles/what-is-industry-4-0/>.
- [2]. ***, Robotic in the age of industry 4.0, Assemblymag. <https://www.assemblymag.com/articles/95694-robotics-in-the-age-of-industry-40>.
- [3]. ***, Robotic Arm Control Based on Internet of Things, IEEEExplore. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8817333>.

5. Notății

Următoarele simboluri sunt utilizate în cadrul lucrării:

J0;J1;J2;J3;J4;J5 = articulațiile brațului robotic;

i = numărul de iterații;

As = marimea matricei end effector;

δJ = pasul unghiular [°].

DESIGNING AN ALGORITHM AND CREATION OF A SOFTWARE APPLICATION FOR DATA COMMUNICATION IN ACCORDANCE WITH THE MQTT PROTOCOL

BOSOC Vlad-George

Facultatea: Inginerie Industrială și Robotică, Specializarea: Informatică Aplicată în Inginerie Industrială,
Anul de studii: 4, e-mail: vlad_george.bosoc@stud.fiir.upb.ro

Conducător științific: Prof. dr. ing. **Tom SAVU**

ABSTRACT: Regarding the evolution of technology in different industries, be it energetics, computer science, manufacturing or banking, one concern that comes to an engineer or manager's mind is the ability to transmit information between different sections of an enterprise. No matter if it is one's home, a factory or an entire university, data communication is one of the most important aspects when it is desired to automate processes, monitor them for optimization or just keep "things" (as in Internet of Things) linked together to exchange information during operation. As the time went by there have been developed a lot of communication protocols in order to be adapted and used in accordance with one's application. The protocol on which this paper is focused on is called MQTT (Message Queuing Telemetry Transport).

KEY WORDS: industry, protocol, algorithm, communication, server

1. Introducere

Protocoloalele de comunicație reprezintă o metodă de a avea o structură organizată și eficientă pentru transmiterea de date într-un mediu industrial între 2 sau mai multe dispozitive electronice. Aceste protocoale se întind pe mai multe domenii cum ar fi comunicațiile de date la nivel de infrastructură (IPv4/IPv6, RPL), comunicații prin protocoale de date (CoAP, AMQP, WebSocket) [1] sau comunicații prin protocoale inter-sistem (UART, USB) [2].

Această lucrare se axează pe realizarea unei aplicații pentru a permite comunicarea de date prin protocolul/standardul MQTT. Acesta este un protocol de date ce se află pe nivelul 7 al stivei OSI (Open Systems Interconnection Model [3]), se bazează pe transmiterea de mesaje prin intermediul unei tehnici de tipul „publish-subscribe” în care, după cum îi spune și numele, dispozitivele respectivului sistem IoT¹ publică mesaje la un broker/server MQTT sau se abonează și primesc mesajele publicate la broker. Acest protocol nu funcționează singur, întrucât acesta doar prelucrează datele primite, nu le și transportă. De aceea pentru transportul mesajelor între dispozitive și broker s-a apelat la protocolul TCP/IP (Transport Control Protocol/Internet Protocol) deoarece este eficient și ușor de implementat. Protocolul MQTT este util în mediile în care există o lățime de bandă limitată, iar viteza de comunicație este un element important.

O altă entitate ce stă la baza funcționării corecte a unui sistem cu protocol MQTT o reprezintă pachetele de control. Aceste pachete de control reprezintă pachetele de mesaje propriu-zise ce sunt transmise de la un dispozitiv la broker sau invers. Aceste pachete sunt în număr de 15 și anume:

- CONNECT = cererea de conectare la server-ul MQTT
- CONNACK = confirmarea cererii de conectare
- PUBLISH = publicare de informații
- PUBACK (QoS1²) = confirmarea publicării informațiilor
- PUBREC (QoS2) = prima parte a completării publicării
- PUBREL (QoS2) = a doua parte a completării publicării

1 – Internet of Things: concept al Ingineriei 4.0 ce presupune interconectivitatea dispozitivelor inteligente

2 – Quality of Service: mecanism de gestionare a traficului de mesaje și de eficientizare a acestuia [4]

- PUBCOMP (QoS2) = ultima parte a completării publicării
- SUBSCRIBE = cerere de abonare la un topic
- SUBACK = confirmarea abonării la un topic
- UNSUBSCRIBE = cerere de dezabonare de la un topic
- UNSUBACK = confirmarea dezabonării de la un topic
- PINGREQ = cerere de ping către server
- PINGRESP = răspuns de la server la ping-ul clientului
- DISCONNECT = deconectare de la broker
- AUTH = date de autentificare

Pachetele de control PUBLISH, PUBACK, PUBREL, PUBCOMP, DISCONNECT și AUTH pot fi transmise bidirecțional.

Fixed Header, present in all MQTT Control Packets
Variable Header, present in some MQTT Control Packets
Payload, present in some MQTT Control Packets

Fig. 1. Structura de bază a unui pachet de control [5]

După cum a fost deja menționat comunicația se realizează sub forma unor pachete de mesaje (sau pachete de control). Aceste pachete sunt construite pe mărimi mici, de ordinul octeților, având în componența lor anumite părți care sunt codificate sub formă de Bits, Binary Data, Two Byte Integer, Four Byte Integer, Variable Byte Integer, UTF-8 String sau UTF-8 String Pair. Această codificare ajută atât la procesarea mesajelor în cazul în care sistemul de operare sau dispozitivul care transmite mesaje este diferit față de un PC care rulează Windows, cât și la optimizarea memoriei pe care aceste pachete o ocupă. Datorită dimensiunilor mici ale pachetelor și ale acestor codificări se poate vorbi de o viteză de comunicație bună pe un număr mare de dispozitive interconectate.

În figurile următoare se regăsesc schema de principiu a funcționalității sistemului (realizată după modelul IDEF0[6]; acest model a fost adaptat pentru aplicația din această lucrare) și diagrama de dependență ale componentelor acestuia:

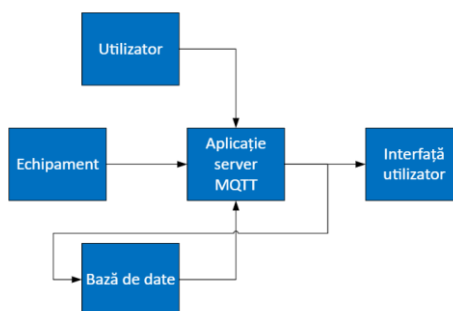


Fig. 2. Schemă de principiu după modelul IDEF0

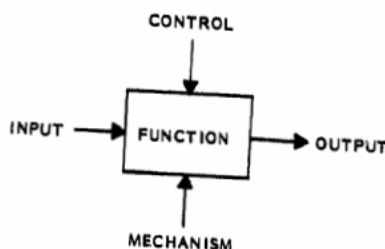


Fig. 3. Modul de reprezentare a unei funcții de tip model IDEF0

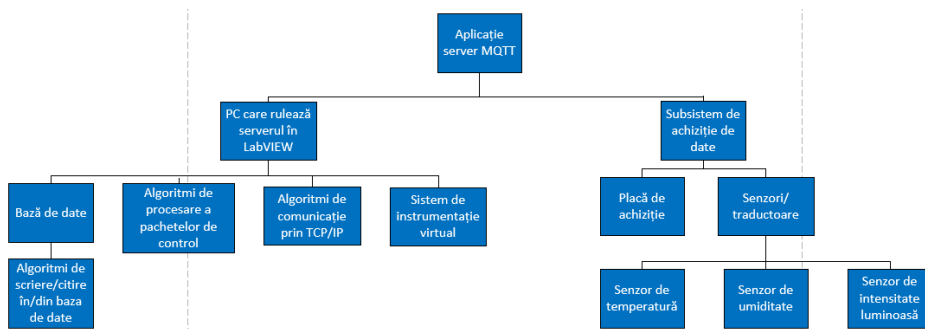


Fig. 4. Diagrama de dependență a componentelor sistemului

Pentru realizarea unei aplicații informatice care va rula pe un PC pentru a gestiona mesajele transmise prin protocolul MQTT s-a utilizat mediul de programare LabVIEW (Laboratory Visual Instrumentation Engineering Workbench). Acesta este un program renumit pentru instrumentația și codajul grafice (limbajul grafic este denumit „G”[7]) și este utilizat, în general, pentru achiziții de date, automatizări industriale sau pe post de instrumentație de control. În cazul de față a fost utilizat pentru a forma un broker MQTT, pentru a „asculta” cererile de conexiune prin rețea la broker prin implementarea unui „listener” de protocol TCP/IP și pentru realizarea unei interfețe de monitorizare a conexiunilor și sesiunilor cu clienții conectați.

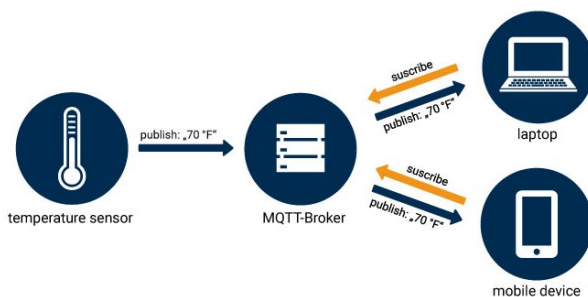


Fig. 5. Schemă de principiu a comunicației prin protocolul MQTT[8]

Obiectivul urmărit prin realizarea acestei aplicații este acela de a implementa un sistem IoT în cadrul Universității Politehnica din București. Cu acesta se poate ține evidența aparatelor și echipamentelor și se pot monitoriza sau chiar automatiza activitățile susținute de acestea, fie ele mașinile sau roboți mobili.

2. Stadiul actual

În momentul de față aplicația are realizat complet pachetul CONNECT; atât structura generală a pachetului, cât și algoritmi de prelucrare a datelor acestuia și al restului de pachete de control. De asemenea, s-a stabilit și o metodă de conexiune la broker prin protocolul TCP/IP care, cel puțin la momentul actual, gestionează doar o conexiune activă.

Această conexiune este, totuși, acceptată numai dacă numele de utilizator și parola existente în pachetul CONNECT corespund numelui de utilizator și parolei aferente din baza de date. La momentul actual baza de date constă într-un fișier cu extensia “.txt” pentru simplitate în testări.

Codurile/instrumentele virtuale (“VI”), principale care au fost realizate pentru procesarea pachetului sunt următoarele (toate codurile/fișierele au extensia “.vi”):

- Check Packet (verifică pachetul pentru validare)
- Check Users Database (compară datele de autentificare cu cele din baza de date)
- Check_Fixed_Header (verifică header-ul fix al pachetului de control)
- Get Properties (obține proprietățile pachetului de control)
- MQTT Globals (VI pentru stocarea variabilelor globale)
- + vi-urile de codificare/decodificare ale anumitor segmente din pachet

3. Simulare model experimental

Pentru testarea funcționalității aplicației și a sistemului general s-a realizat un model experimental compus din următoarele componente:

- sistem pe un chip model ESP32
- fotocelulă/fotorezistor
- senzor DHT11
- 1 rezistență pull-up de 10kOhm
- 1 rezistență pull-down de 10kOhm
- fire de legătură
- cablu de alimentare prin micro-USB
- 2 breadboard-uri

Prin asamblarea acestor componente (figura 3) placa cu chip ESP32 este capabilă să recepționeze datele trimise de către senzorul de umiditate și temperatură (DHT11) și fotocelulă, urmând ca aceste date să fie trimise prin TCP/IP către broker-ul MQTT. Schema de conexiuni a fost realizată în programul EasyEDA.

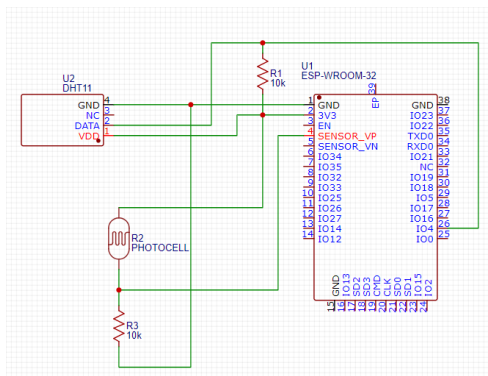


Fig. 6. Schema de conexiuni dintre componentele enumerate anterior

Deoarece nu s-a putut găsi un model exact al plăcii se menționează aici că placa este alimentată prin cablul micro-USB (5V) sau prin pinii de alimentare, anume VIN și GND.

Aceste procese au putut fi realizate prin codaj în C/C++ prin intermediul mediului de programare Arduino. Întregul proces se derulează astfel:

1. placa cu ESP32 inițializează portul ADC (Analog-to-Digital Converter) (acest pas este necesar pentru recepția de date de la fotocelulă);
2. placa se conectează la rețeaua locală utilizând SSID-ul și parola router-ului. Dacă eșuează, acest pas se repetă;

3. se inițializează senzorul DHT;
4. odată conectată la rețeaua locală placa se conectează la broker (PC-ul cu aplicația în LabVIEW). Dacă eșuează, acest pas se repetă;
5. odată ce conexiunea a reușit placa trimite seria de octeți care constituie pachetul CONNECT;
6. dacă numele de utilizator și parola existente în pachet corespund cu cele din baza de date, atunci aplicația permite broker-ului să accepte datele recepționate de la ESP32. Dacă datele de autentificare nu sunt acceptate, conexiunea se încheie și se reia procesul.

Pentru simplitate s-a ales opțiunea de a încheia direct conexiunea și de a opri VI-ul în schimbul trimiterii unui mesaj către ESP.

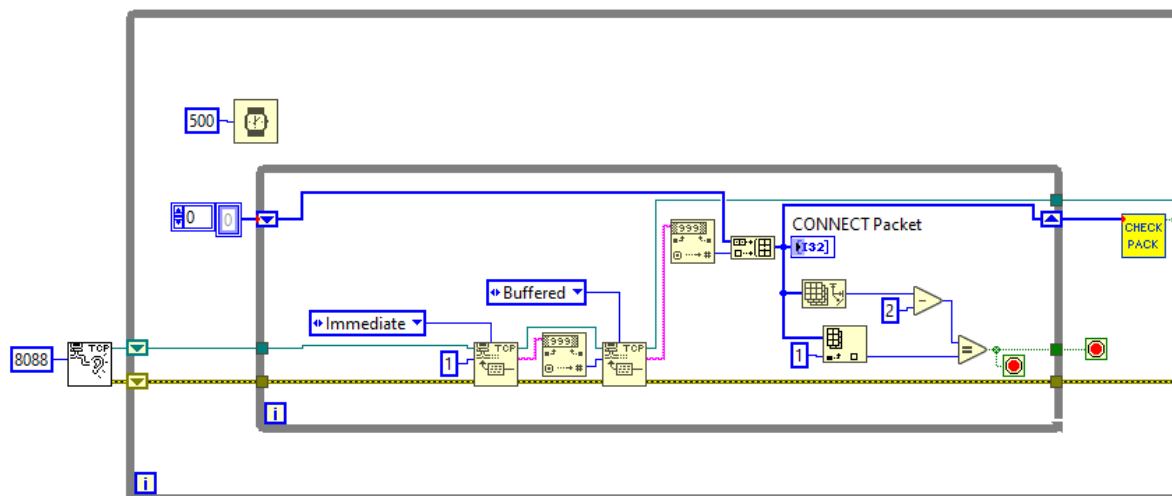


Fig. 7. Partea de ascultare a unei cereri de conexiune la PC, recepționare și procesare a pachetului CONNECT

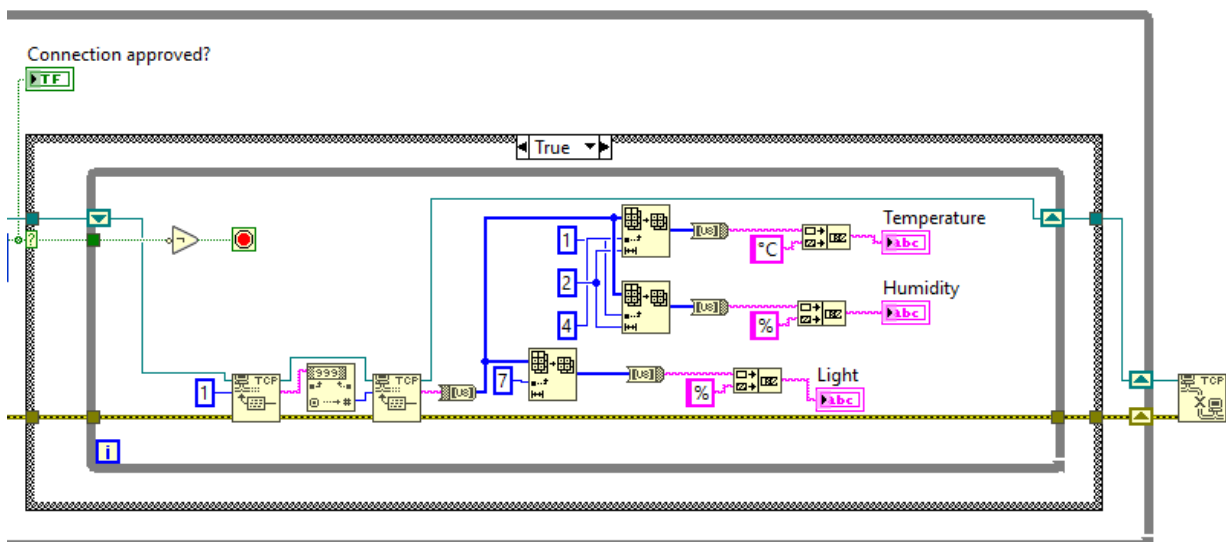


Fig. 8. Partea de procesare a datelor în cazul unui pachet CONNECT corect

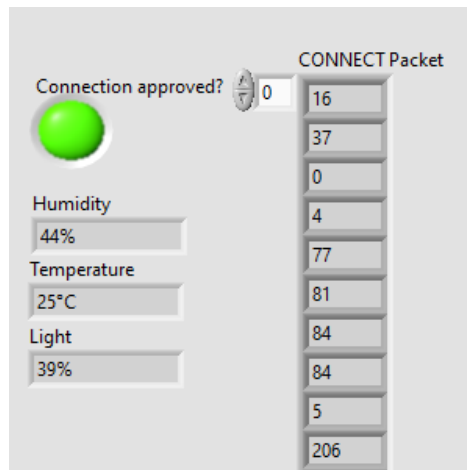


Fig. 9. Interfața cu datele primite de la ESP

4. Concluzii și îmbunătățiri ulterioare

Pentru realizarea acestui sistem s-a plecat de la ideea construirii acestuia utilizând un limbaj și mediu de programare diferite față de ce este obișnuit, întrucât LabVIEW permite vizualizarea datelor procesate și transmise și o interfață cu care se poate lucra direct. De asemenea, la un moment dat, s-a pus problema utilizării unor librării deja existente și, astfel, ar fi rămas de realizat doar conexiunea TCP/IP și managementul conexiunilor și sesiunilor. Cu toate acestea librăriile respective sunt realizate conform protocolului MQTT versiunea 3.1.1, în timp ce această aplicație este realizată conform versiunii 5.0, iar aceste librării puteau fi utilizate atât pentru client, cât și pentru server, doar cu LabVIEW instalat. Se dorește transmiterea datelor la și de la orice fel de dispozitiv, fie unul care rulează cu LabVIEW, fie altul care rulează cu un alt sistem de operare sau este un dispozitiv IoT (Arduino, Raspberry Pi, ESP etc.).

Deopotrivă se poate discuta opțiunea de realizare a unui dispozitiv de măsurare a parametrilor din ambient. Acest dispozitiv poate conține elementele enumerate anterior în cadrul standului experimental, cu excepția că acestea se vor afla pe un PCB (Printed Circuit Board) în loc de breadboard și toate să fie înglobate într-o carcasă realizată prin injecție de material plastic. Astfel acest echipament poate fi realizat în serie pentru a fi utilizat în mai multe incinte din cadrul Universității.

În timpul care urmează se propune realizarea pachetului PUBLISH pentru publicarea datelor către broker și a pachetului SUBSCRIBE pentru citirea datelor de la broker. Acesta este minimul necesar unui sistem IoT cu protocol MQTT, urmând, cu orice posibilitate, a se realiza toate pachetele de control tipice protocolului.

5. Bibliografie

- [1]. <https://www.postscapes.com/internet-of-things-protocols/>
- [2]. <https://www.elprocus.com/communication-protocols/>
- [3]. <https://en.wikipedia.org/wiki/MQTT>
- [4]. <https://www.fortinet.com/resources/cyberglossary/qos-quality-of-service>
- [5]. <https://docs.oasis-open.org/mqtt/mqtt/v5.0/mqtt-v5.0.html>
- [6]. <https://en.wikipedia.org/wiki/IDEF0>
- [7]. <https://ro.wikipedia.org/wiki/LabVIEW>
- [8]. [https://www.opc-router.com/what-is-mqtt/#iLightbox\[feature\]/0](https://www.opc-router.com/what-is-mqtt/#iLightbox[feature]/0)

ASSISTING THE CHOICE OF DRILLING TOOLS BY PROCESSING STEP FILES

BĂTRÎNU Andrei-Alexandru

Facultatea: Inginerie Industrială și Robotică, Specializarea: Informatică aplicată în ingineria industrială,
Anul de studii: 4, e-mail: batrinuandrialexandru1298@gmail.com

Conducător științific: Prof.dr.ing. Tom SAVU

REZUMAT: Having a STEP file as input data, the developed algorithm will extract information about the holes in the part and thus it will process a solution for drilling them. Following the analysis of each hole it will display the start point of the hole, the distance traveled by the drill, and the dimensions of it.

CUVINTE CHEIE: step, găurire, fabricare

1. Introducere

În domeniul proiectării CAD exista multe tipuri de fișiere neutre precum IGES, STEP, DXF, STL, OBJ, AMF, 3MF; cele mai populare dintre acestea fiind IGES și STEP. Fișierele de tip STEP sunt destinate schimbului de date despre produs, iar cele IGES servesc schimbului de date geometrice. Formatul STEP este recunoscut pe plan mondial drept formatul neutru pentru aproape toate softurile CAD. Acronimul STEP provine de la “STandard for the Exchange of Product model data”.

În prezent, pentru a pregăti procesele de prelucrare prin aşchiere se utilizează software-uri de fabricare asistată (CAM), cum ar fi Fusion 360, SolidCAM, NX CAM etc. În acest software utilizatorul introduce reperul proiectat și, în baza suprafețelor acestuia, configurează prelucrările. La final acesta va exporta codul G dedicat mașinii declarată în software-ul CAM. Acronimul CAM provine de la “Computer-aided manufacturing”.

Codul G este cel mai utilizat limbaj de programare al mașinilor unelte cu comandă numerică (CNC). Acesta este utilizat pentru a ordona prelucrările ce vor fi făcute de mașina cu comandă numerică și are sintaxe diferite în funcție de controller-ul mașinii. În funcție de sintaxa citită din codul G, controller-ul acționează motoarele mașinii cu comandă numerică.

Pentru procesul de găurire, utilizatorul trebuie să aleagă mașina unealtă pentru care va genera codul G, să specifice locul unde va fi poziționată gaura, apoi acesta va configura parametri de prelucrare cum ar fi tipul sculei aşchietoare, dacă este burghiu sau freză, diametrul acesteia, distanța parcursă de sculă, și parametri de tehnologicitate.

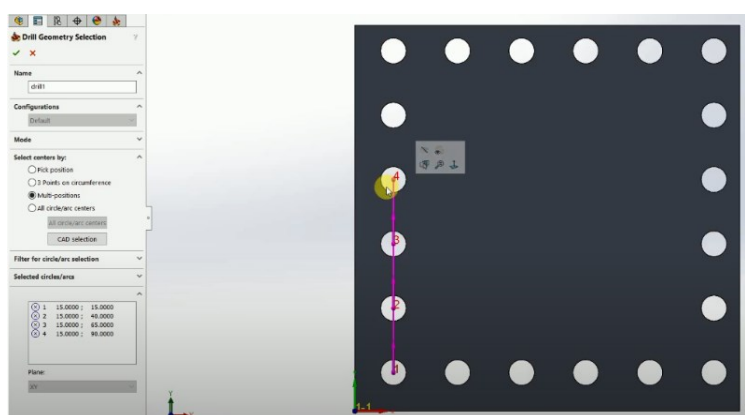


Fig. 1. Precizarea poziției găurilor de către utilizator în SolidCAM

2. Structura unui fișier STEP

Formatul STEP este divizat în două părți: HEADER și DATA. În HEADER este prezentată o descriere a reperului, numele acestuia și o schemă. În DATA se găsesc informații legate de geometria piesei, suprafețele acesteia, dimensiuni și poziționare. Liniile din DATA încep cu „#” urmat de un număr, reprezentând indexul aferent acestora. Informațiile reperului sunt obținute parcurgând liniile fișierului STEP, începând cu linia care poartă eticheta „CLOSED_SHELL” și urmărind în continuare fiecare index din componența sa. Datele sunt structurate precum în Fig.2.

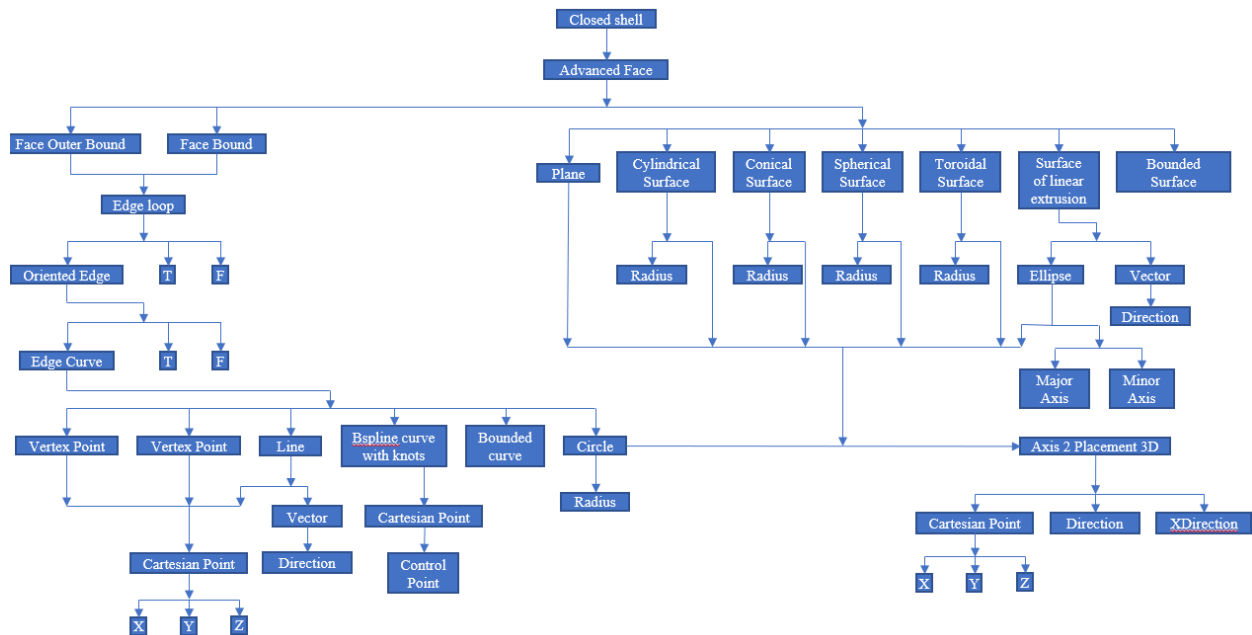


Fig. 2. Structura datelor în STEP

Entitățile care oferă informații despre găurile unui reper în format STEP sunt următoarele:

- `##d=CLOSED_SHELL(,(șir de suprafețe));`

Această entitate reprezintă reperul și conține un șir de indexuri care fac trimitere la entitățile numite „ADVANCED_FACE”.

Exemplu: `##467=CLOSED_SHELL(,(#440,#441,#442,#443,#444,#445,#446,#447,#448,#449,#450,#451,#452,#453,#454,#455,#456,#457,#458,#459,#460,#461,#462,#463,#464,#465,#466));`

- `##d=ADVANCED_FACE(,(șir de fețe atașate), geometria suprafeței, .boolean.);`

Entitatea „ADVANCED_FACE” reprezintă o suprafață a reperului. Aceasta este definită de fețe care formează suprafața respectivă, geometria suprafeței și un boolean.

Exemplu: `##463=ADVANCED_FACE(,(#423,#424),#438,.F.);`

- `##d=CYLINDRICAL_SURFACE(,(axa, raza*10-3);`

Această entitate reprezintă geometria suprafeței, în cazul acesta cilindrică, și este definită de axa pe care este orientată suprafața și raza acesteia și raza înmulțită cu 10⁻³.

Exemplu: `##438=CYLINDRICAL_SURFACE(,(#526,0.0035);`

- `##d=CIRCLE(,(axa, raza*10-3);`

Această entitate reprezintă geometria unei curbe care formează marginea unei fețe și este definită de o axă față de care este orientată în sistemul cartezian xyz și în cazul acesta deoarece este un cerc mai este definită și de rază care este înmulțită cu 10⁻³.

Exemplu: #44=CIRCLE(",#529,0.0025);

- #%d=ELLIPSE(", axă, semi-axa majora, semi-axa minora);

Această entitate reprezintă geometria unei curbe care formează marginea unei fețe și este definită de o axă față de care este orientată în sistemul cartezian xyz și în cazul acesta deoarece este o elipsa mai este definită de două semi-axe înmulțite cu 10^{-3} .

Exemplu: #309=ELLIPSE(",#488,0.00362346663143529,0.0035);

3. Algoritm de identificare a găurilor

Procese ale algoritmului:

- P1. Citirea fișierului STEP

Pentru a parcurge eficient fișierul, acesta se va citi pe rânduri deoarece în DATA fiecare rând este indexat.

- P2. Identificarea tuturor suprafețelor care formează reperul

Parcurge fiecare linie a fișierului STEP până când o găsește pe cea etichetată „CLOSED_SHELL”. Această entitate este definită de toate suprafețele reperului, prin urmare, identifică indexurile tuturor suprafețelor.

- P3.1. Identificarea geometriei suprafețelor

Parcurge fiecare linie a fișierului STEP până când găsește indexurile extrase din „CLOSED_SHELL” cu eticheta „ADVANCED_FACE”. Această entitate este definită de mai multe fețe, geometria suprafeței și un boolean, prin urmare, pentru fiecare suprafață, identifică indexul cu geometria acesteia.

- P3.2. Identificarea fețelor de pe fiecare suprafață

Parcurge fiecare linie a fișierului STEP până când găsește indexurile extrase din „CLOSED_SHELL” cu eticheta „ADVANCED_FACE”. Această entitate este definită de mai multe fețe, geometria suprafeței și un boolean, prin urmare, pentru fiecare suprafață, identifică toate indexurile cu fețe care o formează.

- P4. Identificarea marginilor sau a colțurilor pentru fiecare față

Parcurge fiecare linie a fișierului STEP până în momentul în care găsește indexurile extrase din „ADVANCED_FACE” cu eticheta „FACE_BOUND”. Această entitate este definită de o margine sau un colț și un boolean, prin urmare, pentru fiecare față identifică indexul marginii sau al colțului.

- P5. Identificarea muchiilor orientate pentru fiecare margine

Parcurge fiecare linie a fișierului STEP până când găsește indexurile extrase din „FACE_BOUND” cu eticheta „EDGE_LOOP”. Această entitate înglobează un șir de muchii orientate, prin urmare, pentru fiecare margine, algoritmul identifică indexurile cu muchii orientate.

- P6. Identificarea curbei pentru fiecare muchie

Parcurge fiecare linie a fișierului STEP până când găsește indexurile extrase din „EDGE_LOOP” cu eticheta „ORIENTED_EDGE”. Această entitate este caracterizată de o curbă și un boolean, prin urmare, pentru fiecare muchie, identifică indexul curbei.

- P7.1. Identificarea geometriei pentru fiecare curbă

Parcurge fiecare linie a fișierului STEP până când găsește indexurile extrase din „ORIENTED_EDGE” cu eticheta „EDGE_CURVE”. Această entitate este definită de un punct de început, unul de final, geometria curbei și un boolean, prin urmare, pentru fiecare curbă, algoritmul identifică indexul geometriei.

- P7.2. Identificarea punctelor pentru fiecare suprafață

Parcurge fiecare linie a fișierului STEP până când găsește indexurile extrase din „FACE_BOUND” cu eticheta „VERTEX_LOOP”. Această entitate este caracterizată de un punct cartezian. Algoritmul

formează pentru fiecare suprafață un șir de puncte în urma concatenării șirului de puncte identificate în entitatea "EDGE_CURVE" cu șirul de puncte identificate în "VERTEX_LOOP".

- P8. Formarea unui șir de suprafețe cilindrice

Având date pentru fiecare suprafață, cum ar fi axa, curbe și puncte, algoritmul separă suprafețele cilindrice de celelalte suprafețe și formează un șir de structuri cu informații specifice.

- P9. Gaură întreruptă

Algoritmul compară axa și raza suprafețelor, iar dacă găsește două suprafețe cilindrice pe aceeași axă, având aceeași rază, calculează cea mai mare distanță dintre cele patru puncte și pe acelea două le declară capetele suprafeței cilindrice, în caz contrar, acestea nu se modifică.

Formula distanței dintre două puncte în coordonate xyz este:

$$d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2} \quad (1)$$

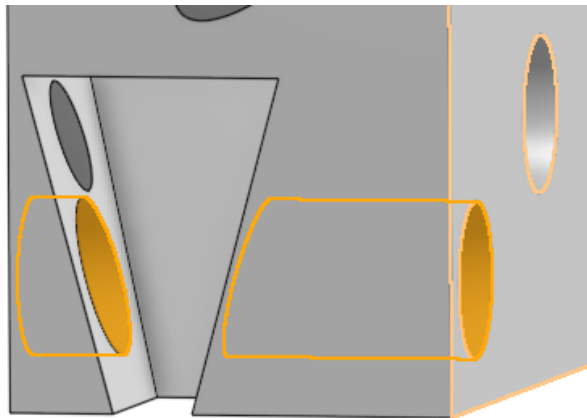


Fig. 3. Gaură întreruptă

- P10. Gaură înfundată sau străpunsă

Algoritmul caută suprafețe conice sau plane care conțin doar o curbă. Verifică dacă aceasta este un cerc de rază egală cu o suprafață cilindrică și dacă se află pe aceeași axă. Dacă centrul cercului corespunde cu unul din capetele suprafeței cilindrice, atunci algoritmul definește gaura ca fiind înfundată respectiv, dacă nu îndeplinește aceste condiții, o definește drept gaură străpunsă.

4. Implementarea în LabVIEW

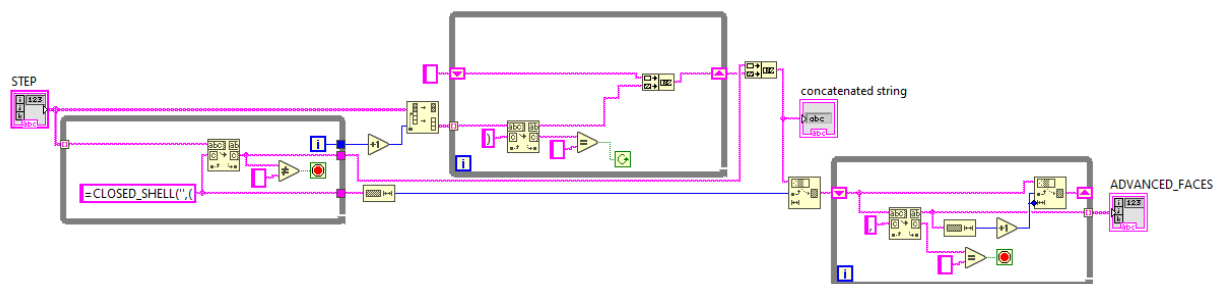


Fig. 4. SubVI pentru identificarea suprafețelor

SubVI-ul pentru identificarea suprafețelor (Fig.4) parcurge array-ul cu linii al fișierului STEP până când găsește entitatea „CLOSED_SHELL” și extrage din aceasta indexurile suprafețelor reperului.

Pașii parcurși de SubVI sunt:

- Găsește în STEP entitatea „CLOSED_SHELL”

Utilizând o buclă „While”, la fiecare iterație este căutată secvența „=CLOSED_SHELL(”, „(” în câte o linie a fișierului STEP. Bucla se oprește în momentul în care a găsit o linie cu acea secvență. Pentru

căutarea în linie a secvenței „=CLOSED_SHELL(”,(” este utilizată funcția „Search/Split String” care are ca intrări un string în care va căuta, un string de căutat și un integer pentru a ști unde să înceapă căutarea, iar ca ieșiri² are un string pe care îl găsește înaintea secvenței căutate, un string cu secvența găsită și ce urmează după aceasta și un integer cu indexul unde a găsit secvența.

Pentru că entitatea „CLOSED_SHELL” se află pe mai multe linii și bucla „While” se termină după ce a găsit linia cu secvența aferentă. SubVI-ul reține indexul la care a găsit secvența și împarte array-ul cu linii din STEP în două de la următorul index. În altă buclă „While” caută elementul „)” în array-ul care începe de la următorul index față de unde a găsit entitatea „CLOSED_SHELL” și până când îl găsește concatenează liniile parcurse, acestea făcând parte din entitatea „CLOSED_SHELL”.

Pentru a obține un singur string care conține entitatea „CLOSED_SHELL”, SubVI-ul concatenează string-ul pe care îl găsește la prima buclă „While” cu string-ul format în a doua buclă „While”.

- Creează un șir cu indexurile suprafețelor

În entitatea „CLOSED_SHELL” indexurile suprafețelor sunt despărțite de „, ”, astfel, printr-o buclă „While”, string-ul cu entitatea „CLOSED_SHELL” este trecut printr-un registru de transfer și la fiecare iterație este căutat în string elementul despărțitor. String-ul găsit înaintea elementului despărțitor este scos din buclă și eliminat din entitate, pregătind string-ul pentru următoarea iterație.

5. Testarea aplicației

Testarea aplicației constă în citirea unui reper cu găuri aleatorii în format STEP și verificarea rezultatelor obținute în urma rulării programului pentru a observa dacă acestea coincid cu datele reale despre gaură.

Exemplu gaură din reper:

Punct de început[mm]: (11, 0, 34)

Punct de final[mm]: (11, 5, 34)

Raza găurii[mm]: 3

Tip: Înfundată

Gaura formează unghi de 90° cu axa x, 180° cu axa y și 90° cu axa z.



Fig. 5. Exemplu gaură

PUNCT	PUNCT	PUNCT	PUNCT	PUNCT	PUNCT	PUNCT	PUNCT	PUNCT
x	x	x	x	x	x	x	x	x
0.0402199	0.00370172	0.011	0.024	0.011	0.006	0.0246277	0.0247951	0.003
y	y	y	y	y	y	y	y	y
0.0290462	0.015	-0.0392076	0.009	0.00340129	0.016	0.008	-0.0392076	0.004
z	z	z	z	z	z	z	z	z
0.0379312	0.0279656	0.012	0.0352489	0.034	0.00510086	-0.0186564	0.0057018	0.003
DIRECTIE	DIRECTIE	DIRECTIE	DIRECTIE	DIRECTIE	DIRECTIE	DIRECTIE	DIRECTIE	DIRECTIE
x	x	x	x	x	x	x	x	x
113.47	180	90	90	90	90	120	90	90
y	y	y	y	y	y	y	y	y
131.771	90	0	90	180	90	90	0	180
z	z	z	z	z	z	z	z	z
129.093	90	90	0	90	180	30	90	90
START	START	START	START	START	START	START	START	START
x	x	x	x	x	x	x	x	x
0.03	-8.67362E-	0.011	0.024	0.011	0.006	0.0138564	0.0247951	0.003
y	y	y	y	y	y	y	y	y
0.0119519	0.015	0	0.009	0	0.016	0.008	0	0
z	z	z	z	z	z	z	z	z
0.0217497	0.0279656	0.012	0.04	0.034	0	0	0.0057018	0.003
FINISH	FINISH	FINISH	FINISH	FINISH	FINISH	FINISH	FINISH	FINISH
x	x	x	x	x	x	x	x	x
0.0228545	0.005	0.011	0.024	0.011	0.006	0	0.0247951	0.003
y	y	y	y	y	y	y	y	y
0	0.015	0.02	0.009	0.005	0.016	0.008	0.02	0.004
z	z	z	z	z	z	z	z	z
0.0104359	0.0279656	0.012	0.032	0.034	0.009	0.024	0.0057018	0.003
RAZA	RAZA	RAZA	RAZA	RAZA	RAZA	RAZA	RAZA	RAZA
0.00225	0.004	0.0035	0.0025	0.003	0.002	0.001	0.0035	0.0025
TIP GAURA	TIP GAURA	TIP GAURA	TIP GAURA	TIP GAURA	TIP GAURA	TIP GAURA	TIP GAURA	TIP GAURA
Patrunsa	Infundata	Patrunsa	Infundata	Infundata	Infundata	Patrunsa	Patrunsa	Infundata

Fig. 6. Rezultate obținute pentru gaura exemplificată

După cum se poate observa rezultatele obținute sunt înmulțite cu 10^{-3} deoarece așa sunt regăsite valorile în fișierul STEP. Structurile PUNCT și DIRECTIE fac parte din componența axei găurii. Reperul citit de aplicație conține nouă găuri.

6. Concluzii

Pentru aplicația de asistare a alegerii sculelor așchietoare de găurire prin procesarea fișierelor STEP s-a studiat formatul acestor fișiere, s-a elaborat un algoritm de extragere a găurilor dintr-un reper, s-a implementat algoritmul în mediul de programare LabVIEW și s-a testat aplicația pe un reper proiectat pe platforma Onshape care conține găuri aleatorii.

În continuare, pentru proiectul de diplomă se dorește crearea unei baze de date cu scule așchietoare și dezvoltarea aplicației de a alege pentru fiecare gaură o astfel de sculă în funcție de tipul găurii. De asemenea se dorește calcularea punctului de început și de sfârșit al prelucrării deoarece, pentru găurire, burghiul sau freza trebuie să înceapă mișcarea de rotație înainte să pătrundă în piesă. Pentru poziționarea semifabricatului pe masa de prelucrare se vor calcula unghiurile la care trebuie rotit.

7. Bibliografie

[1]. V. Naga Malleswari, L. Likhith Sai, P. Lohith Raj, and P. Tharun Kumar (2019), "Automatic recognition of geometrical dimensioning and tolerances from a STEP file", AIP Conference Proceedings 2200, nr. articol 020007

8. Notății

Următoarele simboluri sunt utilizate în cadrul lucrării:

d = distanța dintre două puncta în spațiu

RESEARCH ON THE SELECTION AND MONITORING OF CUTTING TOOLS IN TOOL MAGAZINE

COTIRTA Roxana - Florentina, SANDU Adrian - Constantin
Facultatea de Inginerie Industrială și Robotică, Specializarea: Informatica Aplicată în Inginerie Industrială,
Anul de studii:4, e-mail: roxanacotirta@gmail.com

Conducători științifici: Conf. dr. ing. **Ionuț-Gabriel GHIONEA**,
Conf. dr. ing. **Cojocariu-Ovidiu ALUPEI**

ABSTRACT: The objective of this paper is to create the application for choosing cutting tools, through which it is desired to access much easier and faster by the operator the necessary tool categories, as well as their identification.

KEY WORDS: tool magazine, sensors, machine tools, data base, Arduino

1. Introducere

Ce sunt masinile-unelte?

La începutul secolului trecut, s-au inventat mașinile-unelte care erau controlate de un operator ce realiza practic toate mișcările sculei pentru obținerea piesei finite. Printre operațiile tehnologice cele mai importante realizate de mașini-unelte se enumeră: strunjire, alezare, filetare, frezare, găurire, finisare, șlefuire, debitare etc. [1]

În ziua de azi prelucrarea cu mașini-unelte este una dintre cele mai importante activități pentru susținerea și dezvoltarea industrială. Dintre industriile beneficiare ale produselor executate cu aceste mașini-unelte, cea mai importantă este industria constructoare de mașini. De asemenea, industria auto, aeriană și navală, utilizează motoare care au în componere piese mecanice prelucrate foarte precis. [1]

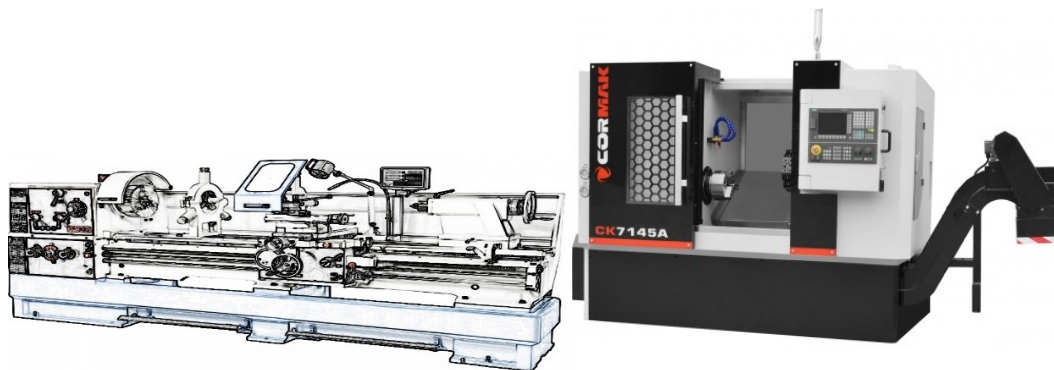


Fig.1. Exemple mașini-unelte

Ideea pentru acest proiect a venit în urmă unei vizite la o firmă în timpul practicii în care am văzut procesul de prelucrare al unor piese. Constatând faptul că operatorul era nevoit să aleagă scula așchietoare necesară operației și să programeze mașina-uneltea astfel încât să preia scula necesară, ne-am dat seama că acest proces poate fi îmbunătățit.

Scopul cercetării noastre este de a gestiona o magazie de scule în care să putem identifica statusul fiecărei scule. Acest lucru se realizează cu ajutorul unei baze de date ce poate fi accesată din browser, astfel încât operatorul poate economisi timp folosind filtrele din baza de date și cu ajutorul aplicării RFID-ului identificarea acestora.

În urmă căutărilor făcute, nu am găsit un exemplu similar existent în prezent.

2. Stadiul actual

În prezent, există, de asemenea, mașini-unelte tipice care au un magazin de scule și în timpul cărora modificarea sculei este finalizată mai repede, cu toate acestea, însă reglarea la cotă a sculei așchietoare tocmai schimbate se face tot prin metoda așchiei de probă (la producția de serie mică), respectiv prin utilizarea unor calibre și șabloane (la producția de serie mare), ceea ce se traduce în creșterea timpului de lucru.[2]

În primul rând, automatizarea ciclului de schimbare a sculelor din magazie în arborele principal al mașinii necesită mecanisme specifice, pentru căutarea sculei ce urmează a fi folosită, pentru extragerea acesteia din magazie, pentru extragerea sculei care și-a terminat prelucrarea din arborele principal, pentru transportul acestora în locașurile libere, din arborele principal, respectiv din magazie, precum și pentru introducerea și fixarea celor două scule în locașurile lor.

Astfel, odată introduse sculele în magazie, li se măsoară lungimea în consolă, diametrul și alți parametri care se stochează în registrul mașinii și care vor fi utilizați pentru a corecta poziția tăișului sculei față de suprafața ce se prelucrează, astfel eliminând timpii aferenți așchiei de probă sau poziționării cu ajutorul calibrelor și al șabloanelor și obținând un timp de lucru mai optim.[2]

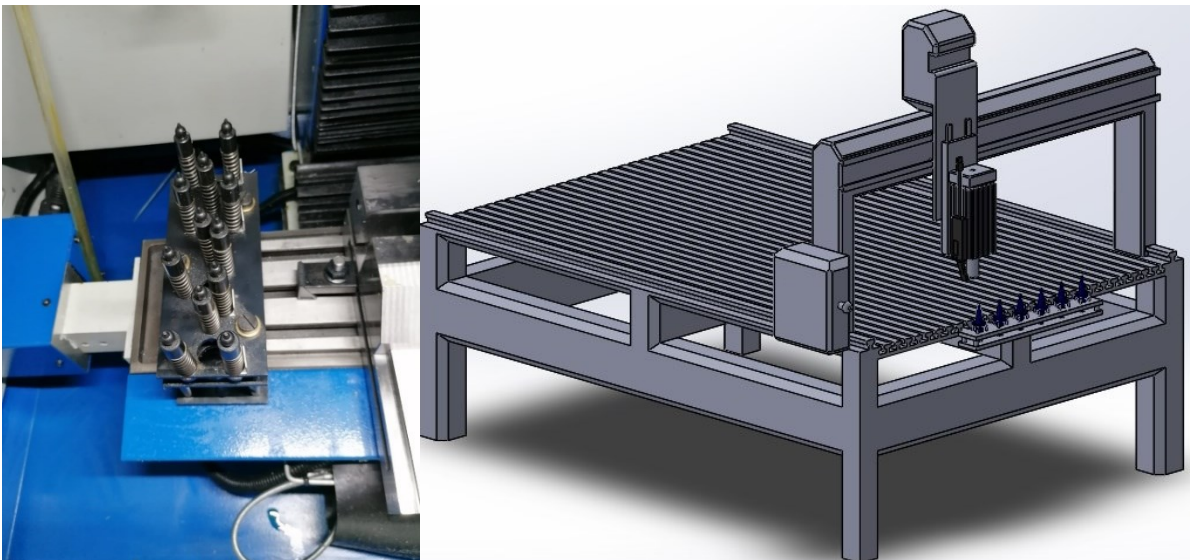


Fig. 2. Exemplu magazine de scule si prototipul experimental proiectat 3D

Cu toate acestea, nu se știe cu exactitate dacă scula aleasă este cea potrivită, ținând cont de faptul că scula nu este întotdeauna pusă în același loc de unde a fost luată, astfel operatorul poate supraveghea procesul de la un computer cu ajutorul citirii RFID și a bazei de date.

Mod de funcționare: Operatorul accesează baza de date din browser pentru a selecta tipul de prelucrare și în funcție de aceasta este aleasă din baza de date șcula potrivită.

Obiective:

1. Timp de lucru optim;
2. Automatizare proces;
3. Gestionare eficienta a școlilor;
4. Identificare șcule;

3. Componente alese

Tag RFID - RFID STICKER DE 13.56MHz NTAG213 (<https://cleste.ro/rfid-stiker-de-13-56mhz-ntag213.html>), reprezentat in figura 3.



Fig.3 Tag RFID



Fig.4 Cititor RFID

Date tehnice:

Tabelul 1. Caracteristici Tag RFID

Tipul memoriei	Citire/ Scriere
Frecventa de citire	13.56MHz
Temperatura mediului de operare	-20°... 75°C
Dimensiune	30mm
Distanță de citire și scriere	1-5cm
Timp de citire și scriere:	1-2ms
Protecție la citire / scriere	NFC
Mediul de lucru	Rezistenta la: umiditate ridicata temperatura ridicata independent de luminozitate

Cititor RFID - Modul NFC cititor de carduri 13.56mHz PN532 compatibil Raspberry Pi (https://ardushop.ro/ro/home/801-modul-nfc-cititor-de-carduri-1356mhz-pn532-compatibil-raspberry-pi.html?search_query=read+nfc&results=40), figura 4.

Date tehnice:

Tabelul 2. Caracteristici Cititor RFID

Tipul memoriei	Citire
Frecventa de citire	13.56MHz
Temperatura mediului de operare	-20° ...75°C
Dimensiune	6 x 6 x 0.85 mm
Distanță de citire și scriere	3 cm

Suportă interfețele:	SPI, IIC și UART
Compatibil cu standardele	ISO14443 TipA și TipB
Chip	NXP PN532
Tensiune sursa	3.3~5.5V
Curent maxim	150mA
Mediul de lucru	Rezistența la: umiditate ridicată temperatura ridicată independent de luminozitate

4. Probleme întâmpinate la amplasarea RFID-ului

Locul de amplasare

- Am ales să fixăm cititorul RFID pe partea din față a brațului ce preia scula pentru a nu încurca procesul și astfel în momentul în care este preluată scula este și ușor de citit tag-ul, nu lovește alte componente existente
- Tag-ul l-am ales sub formă de sticker și l-am așezat pe o suprafață a sculei care să nu încurce procesul de prindere a acesteia fiind orientat către cititor și, astfel, ușor de perceput

Perceperea semnalului

- Poziția în care este pus cititorul are rolul de a nu intercepta și Tag-ul altei scule astfel încât să existe riscul de a percepe scula greșită
- Tag-ul este poziționat pe o suprafața superioară circulară de rindere a sculei, astfel încât să fie ușor percepută de către cititorul RFID în momentul în care scula este preluată

5. Testare

Primul pas a fost asamblarea componentelor electronice conform schemei din figura 5 și apoi scrierea codului pentru Arduino și simularea acestuia.

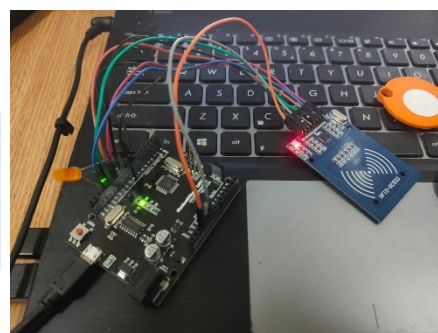
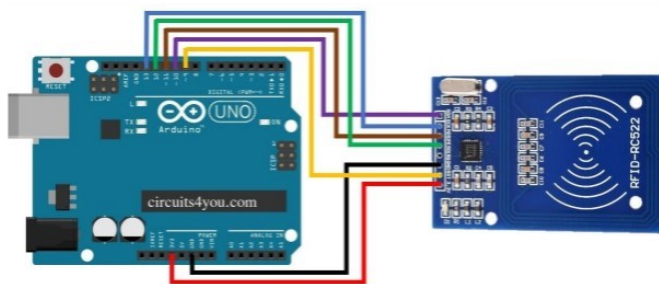


Fig. 5 Schema electronică de asamblare Arduino

Al doilea pas a fost rularea programului de verificare a citirii Tag-ului RFID, rezultatele fiind redată în figura 6.

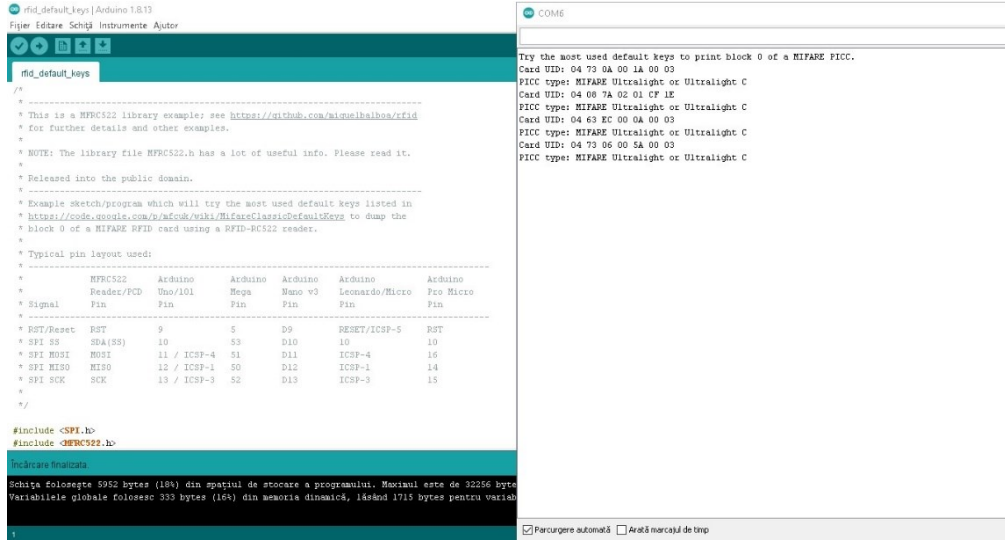


Fig.6 Cod verificare citire Tag RFID

Al treilea pas a fost modificarea codului inițial din Arduino unde am adăugat librăriile ce pot fi accesate din Labview pentru a putea afișa citirea Tag-urilor în acesta. De asemenea, am creat programul și în Labview, figura 7.

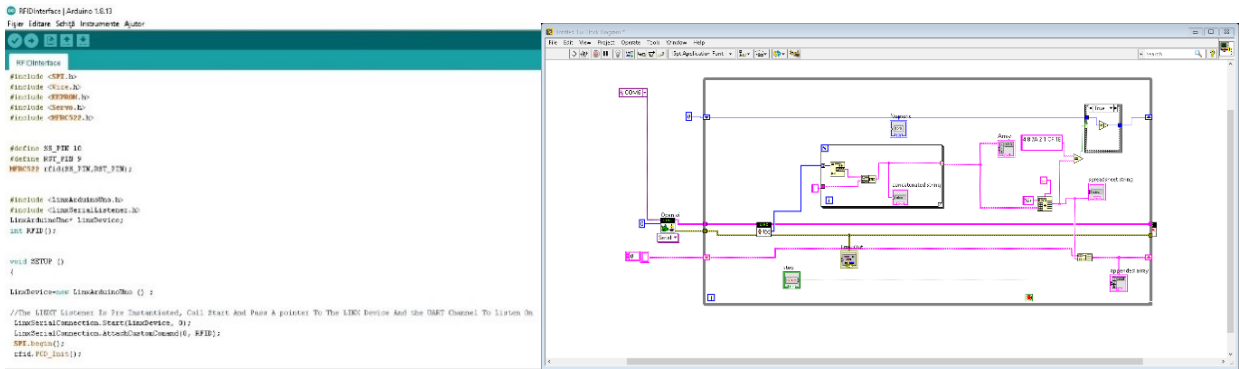


Fig.7. Modificarea codului prestabilit Arduino si realizarea programului in Labview

Rezultatul este afisat in interfata Labview, dupa cum se poate observa in figura 8.

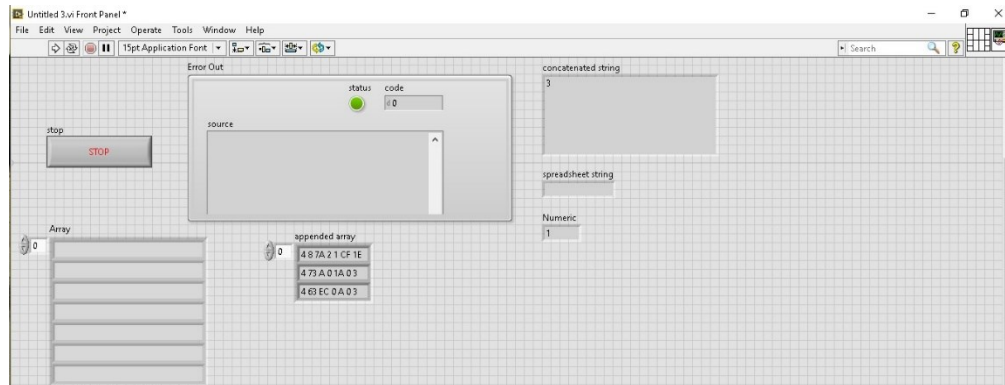


Fig.8. Rezultatul obținut în urma citirii Tag-urilor RFID

Următorul pas ar fi crearea unei baze de date în Labview ce să conțină un număr de scule, cărora le atribuim câte un UID (codul de identificare al tag-ului) corespunzător Tag-urilor, astfel făcând mult mai ușoară identificarea acestora. Pe baza acestei baze de date s-ar accesa programul mașinii CNC, astfel în momentul în care identificarea este făcută, dacă există eroarea de a fi preluată scula greșită, mașina să se oprească din procesul de prelucrare și să revizuiască eroarea apărută, prin identificarea sculei potrivite. Din cauza situației actuale acești pași nu au putut fi realizați în prezent, dar intenționăm să continuăm acest proces.

6. Probleme întâmpinate la realizarea proiectului

Prima problemă majoră cu care ne-am confruntat a fost eroarea în LabVIEW din cauza problemelor de conexiune a placutei Arduino conform figurii 9.

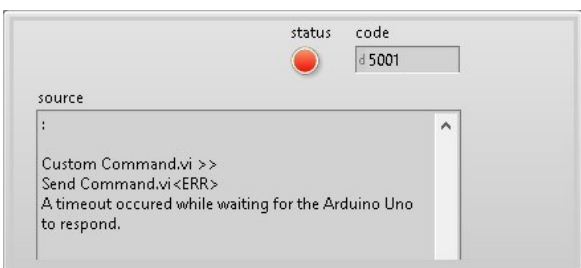


Fig.9. Eroare conexiune

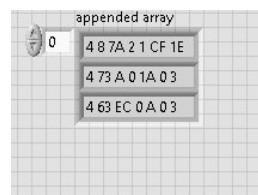


Fig.10. Stocarea datelor primite si afisarea acestora

O altă problema pe care am întâmpinat-o a fost afișarea în LabVIEW a UID-urilor deoarece nu rămâneau stocate să le putem vizualiza, după citire dispăreau, și astfel am realizat un array separat pentru a stoca fiecare câmp de date primit de la citire.

7. Concluzii

În această lucrare s-a prezentat realizarea unei monitorizări a unei magaZii de scule cu ajutorul identificării RFID, pentru a verifică preluarea corectă a sculei de către mașină CNC. Pe viitor, acest proces poate fi îmbunătățit cu ajutorul unei baze de date ce poate fi accesată de către pogramul mașinii de prelucrat astfel putând verifică prin intermediului UID-ului alegerea corectă a sculei și stoparea procesului la apariția unei erori.

8. Bibliografie

- [1]https://www.labviewmakerhub.com/doku.php?id=learn:tutorials:libraries:linx:misc:adding_custom_command
- [2]<https://allmetech.com/masini-unelte-cu-comanda-numerica/>
- [3]<https://www.ttonline.ro/revista/masini-unelte/diferente-intre-cnc-si-prelucrarea-clasica-puncte-tari-puncte-slabe>
- [4] *** Sandvik Coromant, Catalog de scule, 2020
- [5] *** LabVIEW Documentatie oficiala, National Instruments
- [6] *** Tom Savu, 2017, Programarea calculatoarelor, Notite de curs si laborator
- [7] *** CNC Knuth, Documentatie de operare si programare

RESEARCH ON ASSISTING THE OPTIMAL CHOICE OF TOOL FIXING SYSTEMS FOR CNC MACHINES

POENARU George Alexandru

Facultatea de Inginerie Industrială și Robotică, Specializarea Informatică Aplicată în Inginerie Industrială,
Anul de studii: IV, e-mail: alexgeorgepoenaru@gmail.com

Conducător științific: Ș.l. dr. ing. **Florin TEODORESCU**

ABSTRACT: The proposed theme addresses a way of uniform and integrated organization of tool information in order to choose an optimal fixing system. Tool information is stored in a database and is recorded and applied using tool management. Tools play an important role in numerical order programming, purchasing, configuration, measurement and monitoring. Regarding CNC machines, tool management is essential to maintain a minimum cost in the case of tool exchange, it can be designed and put into practice in the form of a logical system.

KEY WORDS: tool, fixing, management, CNC, CAM

1. Introducere

Mașina-unealtă cu comandă numerică este un echipament complex dotat cu sisteme de comandă și control numeric al deplasărilor. Controlul numeric se referă în general la automatizarea proceselor mașinilor unelte prin programarea unor seturi de comenzi care vor fi înregistrate sub formă de coduri G, respectiv programate pe un dispozitiv extern.

Suclele așchietoare sunt echipamentele tehnologice care îndepărtează surplusul de material de pe semifabricate sub formă de așchii, transformând semifabricatul în piesă finită.

Prelucrarea pe CNC-uri necesită mai multe ansambluri de scule respectiv port scule, care sunt documentate într-o listă iar managementul tehnologic al fluxului unui process pe o masina CNC este prezentata in Fig. 1.

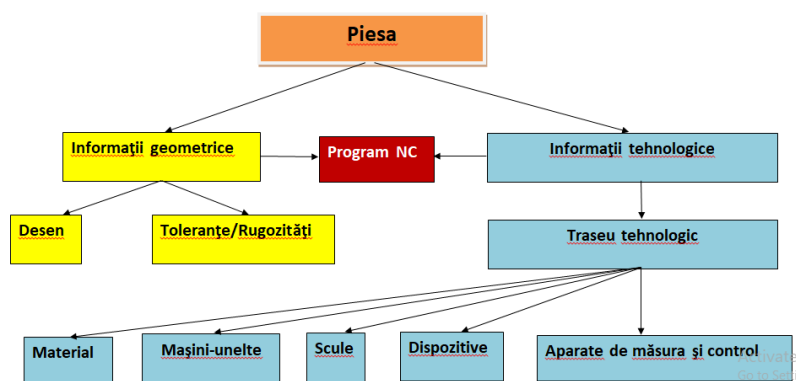


Fig. 1. Managementul spațiului de lucru

Pentru o dispunere cât mai bună a sculelor este necesar un modul sau un sistem bine elaborat astfel încât să ofere disponibilitate și confort în gestionarea sculelor. Pe baza informațiilor oferite de firma HAIMER [1] și în Fig. 1 menționăm că indiferent de durabilitatea sculelor, acestea trebuie monitorizate constant pentru o eficiență continuă. Creșterea cerințelor în design și calitate, combinată cu presiunea timpului și a costurilor, obligă companiile să investească permanent în echipamente și procese mult mai puternice. Mașinile CNC moderne (de ex. Centrele de frezat-strunjit) sunt foarte productive. Condiția

necesară pentru utilizarea cu succes a noilor tehnologii este adaptarea simultană a întreprinderii cu capacitatea de a stoca și de a prelua informațiile suplimentare necesare. (Fig. 2).



Fig. 2. Sistem de Tool management

Tema propusă abordează o modalitate de organizare uniformă și integrată a informațiilor referitoare la scule în vederea alegerii unui sistem de fixare optim.

2. Stadiul actual

Interfața prinderii sculelor așchietoare cu mașină unealtă joacă un rol foarte important în procesul de prelucrare prin așchiere. Stabilitatea, timpul de schimbare a sculelor, acuratețea, flexibilitatea, manevrabilitatea și depozitarea au un impact major în prelucrarea prin așchiere de azi. Actual există peste 35 de tipuri de interfețe de prindere a sculelor, fiecare cu diferite opțiuni particulare. Sistemele de schimbare rapidă a sculelor sunt în continuă dezvoltare datorită cerinței în creștere. Comparativ cu prinderea convențională prismatică, schimbarea rapidă poate crește cu până la 25% timpul efectiv de așchiere. Din păcate acestea nu sunt interschimbabile și flexibile între centre și stunguri de exemplu. În multe cazuri acestea nu se pot utiliza și la centrele multifunctionale denumite uzual: “mulți-task”.

3. Abordarea temei - modalitate de organizare uniformă și integrată a informațiilor referitoare la scule în vederea alegerii unui sistem de fixare optim

3.1. Furnizarea de informații adecvate

Atunci când se achiziționează echipamente de scule noi, sunt furnizate informațiile necesare pentru utilizare (de exemplu, regimuri de așchiere pentru scule). Cu toate acestea, aceste informații sunt disponibile în formularea specifică furnizorului (de exemplu, diametrul de reglare maxim al unei scule de găurit). Înainte ca noua achiziție să poată fi utilizată, informația trebuie să fie introdusă în formatul specific pentru companie și în funcție de sarcini (de exemplu, valoarea de reglare a diametrului necesară pentru un burghiu precis). În plus, aceste informații trebuie puse la dispoziția tuturor posturilor de lucru afectate (de exemplu, diametrul de reglare specific trebuie să fie cunoscut atât în programarea CNC, cât și la sculă). Informațiile specifice societății sunt apoi disponibile ca instrucțiuni generale sau parțiale (de exemplu, valori adecvate de așchiere pentru utilizarea unei scule într-un material specific) și trebuie gestionate și integrate în procesul de comandă. Acest lucru este necesar pentru a evita pierderea capacității valoroase sau reducerea duratei de viață a sculei datorită tăierii necorespunzătoare. Datele despre scule și datele de producție sunt gestionate în baze de date într-o formă specifică companiei. În acest scop, este utilizată o aplicație software, cu ajutorul căreia informațiile pot fi utilizate interdepartamental de către persoane diferite, fără a fi nevoie să fie editate de mai multe ori. Pentru a

putea utiliza datele în alte aplicații software, se utilizează interfețele corespunzătoare. De la diferite locuri de muncă (de exemplu, sistemul CAM, dispozitivul de presetare, logistica atelierului) se accesează aceeași bază de date, asigurând un flux de lucru continuu. Stocarea centrală a datelor evită erorile și orele de nefuncționare în producție, prin actualizări în specificațiile sau instrucțiunile incomplete.

3.2. Structura

Gestionarea sculelor este necesară în producția de prelucrări, pentru a organiza în mod uniform informațiile despre sculele existente și pentru a le integra în mediul înconjurător. Datele sculelor sunt stocate într-o bază de date și sunt înregistrate și utilizate împreună cu software-ul de gestiune a sculelor. Spre deosebire de o soluție generală de gestionare a resurselor, gestiunea sculelor include domenii de date tehnice specializate, grafică și parametri necesari pentru utilizarea în procesul de fabricație. Spre deosebire de sculele de mână, un sistem de fabricație CNC constă, de obicei, din mai multe părți. Asamblarea corectă a componentelor individuale la un sistem de fabricare completă este o condiție prealabilă pentru un proces de producție fără erori. Pentru prelucrarea unei piese cu mașina CNC sunt necesare mai multe scule complete, care sunt documentate într-o listă de scule. Fiecare componentă, fiecare instrument complet și fiecare listă de scule are o identificare în care se găsește specificația corespunzătoare. Gestionarea sculei este împărțită în documentația sculelor (date de bază) și logistică (gestionarea inventarului, date despre tranzacții). Documentația include cel puțin toate informațiile necesare pentru un proces de fabricație ușor de urmărit. În plus, poate fi folosit pentru a gestiona piese de schimb, experiență în utilizare și fișiere înrudite. Sunt disponibile funcții pentru întreținerea, procesarea, imprimarea și schimbul de date cu alte aplicații. Logistica se ocupă de planificarea cerințelor, stocul și locația sculelor. Pe de o parte, aceasta include depozitarea și achiziționarea de scule individuale cu o evaluare adecvată a consumului. Pe de altă parte, permite ca mișcarea sculelor complet asamblate în cadrul companiei să fie planificată și coordonată.

3.3. Integrarea

Scopul managementului sculelor este de a asigura un proces de comandă eficient și lipsit de erori în producție. Cunoștințele existente sunt disponibile în general și sunt respectate caracteristicile specificate în datele de bază. Pentru ca acest lucru să fie posibil, informațiile pentru diferitele sarcini de la locurile de muncă respective trebuie să fie disponibile. Integrarea datelor permite altor aplicații să folosească datele de pe scule menținute cu gestionarea sculelor. Aceste aplicații fie accesează direct baza de date de gestionare a sculelor, fie datele sunt schimbate prin interfețe.

3.4. Identificarea sculei

Pentru ca fluxul de lucru să funcționeze fără probleme, trebuie creată o documentație în care sculele necesare pentru acest scop sunt enumerate fără ambiguitate. Cu câteva mii de scule, o descriere clară a textului este foarte lungă și consumatoare de timp. De aceea, se utilizează cel mai scurt număr de identificare unic posibil. Procedura este similară cu numărul de telefon utilizat pentru a identifica un proprietar de telefon. Avantajul de a avea un instrument de identificare pentru întreaga întreprindere este că se poate prelua cu ușurință informațiile. Fie că este vorba de numărul comenzii, datele de geometrie, locația de stocare sau valorile regimurilor de așchiere - toate informațiile sunt întotdeauna disponibile imediat. Dacă se alege un număr scurt ca identificare, el este introdus și rapid. Dacă se utilizează și numărul de ordine al articolului pentru el, numerele nu ar fi structurate uniform și dacă se schimbă furnizorul, acestea nu ar avea nimic în comun cu articolul. Atunci când se atribuie identificarea sculelor, trebuie făcută o distincție între componentele individuale și scule complet asamblate. Se recomandă evitarea neînțelegerilor prin a utiliza metode de numere proprii, de exemplu de la 50 001 pentru componente și de la 60 001 pentru scule complete (Fig. 3).

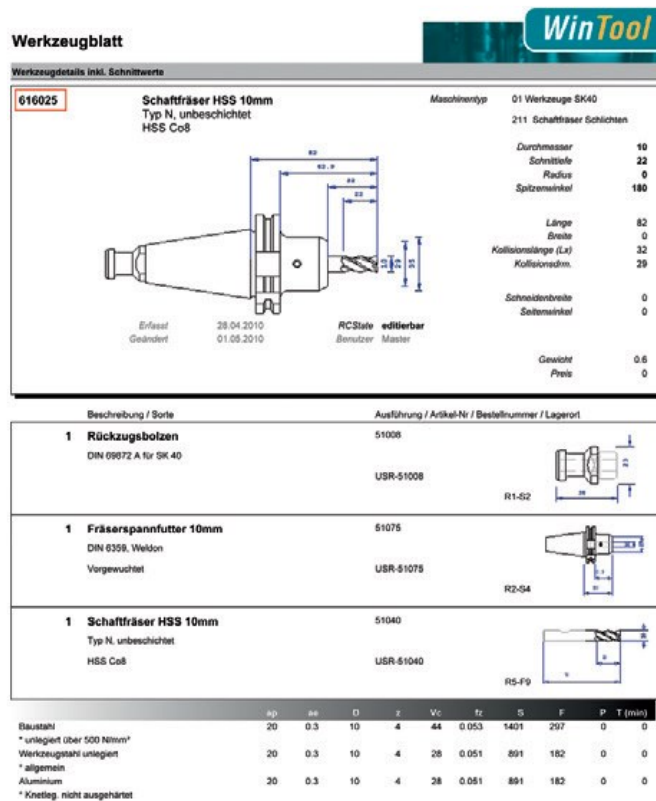


Fig. 3

3.5. Alegerea inteligentă a sculelor

Numărul comenzii de producție este utilizat pentru a furniza lucrătorului sculele corecte. Pentru a înregistra consumul de scule, sculele sunt afișate automat la comanda de producție corespunzătoare. Gestionarea sculelor, a listelor de scule, a fișierelor de configurare și a programelor CNC este implementată prin intermediul software-ului. Prin articol, prin planul de lucru, planul de operații și, în cele din urmă, prin alegerea mașinii unelte se ajunge la programele CNC și la listele de scule. Câmpurile de introducere liber configurabile în tabelele de scule permit crearea listelor de scule dependente de mașină și a foilor de configurare.

3.6. Corecția automată a sculelor

Pe baza valorilor măsurate în diagrama de control al calității, se determină modalitățile prin care pot fi prevăzute compensări ale limitelor de intervenție sau de toleranță. Înainte de a încălca limitele de toleranță, compensările TOOL-ului din combinația relevantă de scule sunt corectate în timp util și transmise online la sistemul de control al mașinii.

4. Sisteme de fixare modulare – Coromant Capto

Coromant Capto de la Sandvik este un sistem modular universal de portsculă cu interschimbabilitate rapidă ce oferă posibilitatea de reducere a timpului și stabilitatea de a folosi regimuri de lucru crescute. Producția necesită adesea frecvente schimbări de set up în ceea ce privește sculele, iar sistemul de fixare modular oferă un timp minim de schimbare, fiind standardizat (Fig. 8) și compatibil cu toate tipurile de mașini cu comandă numerică (Fig. 7), spre deosebire de sistemele conventionale rapide și

prismatice. De asemenea, utilizând sisteme de fixare modulare, s-a înregistrat o creștere de 25% a timpului efectiv de aşchiere.



Fig. 7



Fig. 8

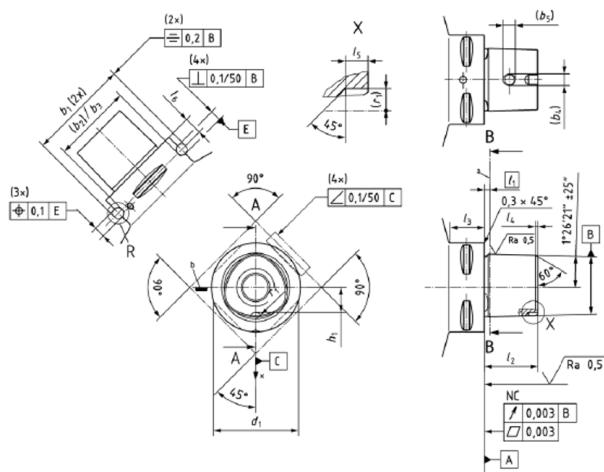


Fig. 9. Coromant Capto – STAS

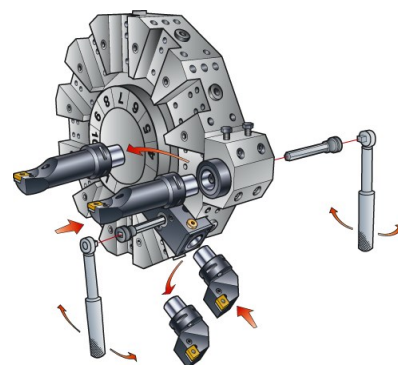
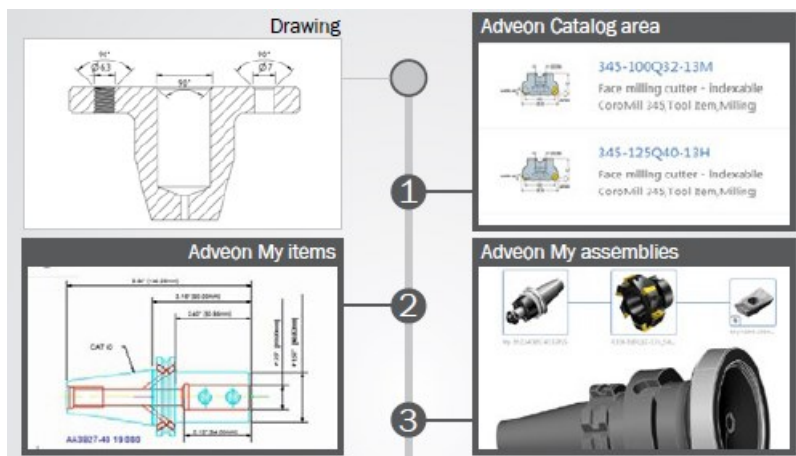


Fig. 10. Mod de utilizare

5. **Simularile CAM** – se realizeaza in programul **ADVEON** de la Sandvik Coromant ce este implementat in softurile CAM: **SOLIDEDGE**, **EDGECAM**, **ESPRIT**, **NX** etc.



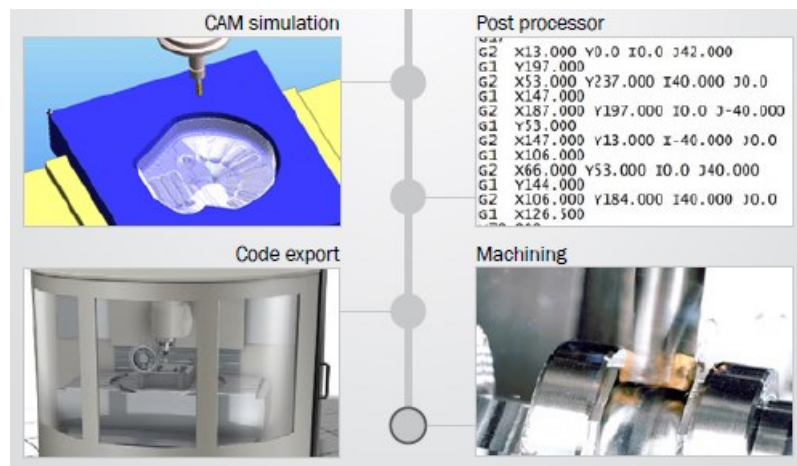


Fig. 11

6. Concluzii

- Interfața prinderii sculelor aschietoare cu masina unealta joaca un rol foarte important in procesul de prelucrare prin aschiere;
- Stabilitatea, timpul de schimbare a sculelor, acuratetea, flexibilitatea, manevrabilitatea si depozitarea au un impact major in prelucrarea prin aschiere de azi;
- Comparativ cu prinderea conventionala prismatica, schimbarea rapida poate creste cu 25% timpul efectiv de aschiere;
- Actual exista peste 35 de tipuri de inefate de prindere a sculelor, fiecare cu diferite optiuni particulare;
- Sistemele de schimbare rapida a sculelor sunt în continua dezvoltare datorită cerinței în creștere;
- Sistemele de schimbare rapida conventionala nu sunt interschimbabile si flexibile între centre si stunguri de exemplu;
- In multe cazuri acestea nu se pot utiliza si la centrele multifunctionale denumite uzual: “multi-task”;
- Sistemul modular universal de portsculă cu interschimbabilitate rapida oferă posibilitatea de reducere a timpului si stabilitatea de a folosi regimuri de lucru crescute;
- Masurarea sculelor si corectarea uzurii sculei sunt necesare pentru obtinerea pieselor conforme;
- Lucrarea de cercetare va fi dezvoltata si in cadrul lucrarii de licenta.

7. Bibliografie

- [1] Hans B. Kief, CNC Handbuch, 2017 Carl Hanser Verlag München, ISBN: 978-3-446-45173-5
 [2] <https://www.haimer.de/produkte/tool-management.html>
 [3] prospecte Firma Sandvik
 [4] [www. Sandvik.coromant.com](http://www.Sandvik.coromant.com)

SIMULATION STUDY REGARDING THE OPTIMIZATION OF THE LOGISTICS CHAIN FOR THE PRODUCTION OF THE FIXED FORMING BOARD DK01 MJ01.14

CARAIMAN Cosmina-Constantina

Facultatea: Inginerie Industrială și Robotică, Specializarea: Inginerie economică industrială,
Anul de studii: IV, e-mail: cosmina.caraiman92@yahoo.com

Conducător științific: Conf. dr. ing **Mădălin-Gabriel CATANĂ**

SUMMARY: This paper studies the possibility of optimizing the logistics chain for the production of the part FIXED FORMING BOARD DK01 MJ01.14 by simulation using FlexSim software. The proposed optimization refers to the reduction of the number of conveyors used in the supply chain related to the production program drawn up within the project. Scheduling and management of production and carrying out transport activities as early as possible when the manufacturing resource is free. The objectives proposed at the beginning of the simulation study have not been fully achieved, but the simulation model developed will be further developed to meet all the objectives mentioned.

CUVINTE CHEIE: lanț logistic, producție, simulare, resurse.

1. Introducere

Obiectivul acestei lucrări este de a studia posibilitatea optimizării lanțului logistic de producție a reperului Placă de formare fixă DK01 MJ01.14 prin simulare, cu ajutorul softului FlexSim.

Optimizarea propusă se referă la reducerea numărului de resurse de transport utilizate în lanțul logistic aferent programului de producție întocmit în cadrul proiectului Programarea și conducerea producției [1] și activitățile de transport să se realizeze imediat ce resursa de fabricație este liberă.

Îmbunătățirea proceselor de fabricație și creșterea concurenței a sporit necesitatea firmelor de a se putea adapta rapid la evoluția pieței, iar viteza de adaptare depinde și de numărul scenariilor luate în considerare în avans și de strictețea analizei acestora. Un software de simulare permite rularea unui număr mare de scenarii pentru a găsi varianta optimă pentru maximizarea productivității, pentru scalarea producției sau pentru restrângerea activității.

2. Stadiul actual

Un lanț logistic este format din mai multe verigi (organizații) aflate într-o relație comercială între care există un schimb de fluxuri de materiale, informații, financiare. [2]

Aplicația utilizată în această lucrare este un pachet software puternic, dar ușor de utilizat, pentru modelarea simulării. Toate modelele de simulare sunt create la scară și sunt prezentate utilizând imagini 3D, astfel încât devine ușor de vizualizat și recunoscut blocajele din linia de producție sau alte deficiențe din sistem.

FlexSim oferă factorilor de decizie datele pentru a-și confirma observațiile, cu raportări și analize de date impresionante încorporate chiar în software. FlexSim vine cu toate beneficiile dovedite ale simulării de evenimente discrete - dar cu bonusul suplimentar de grafică 3D extrem de realistă și captivantă. Modelele 3D ale FlexSim vă ajută să imitați aspectul sistemului real, astfel încât este mai ușor să vedeți și să înțelegeți ce se întâmplă.[3]

Datele inițiale utilizate în acest studiu de simulare se referă la succesiunea activităților, la duratele acestora și la soluția de programare a activităților, sub formă tabelară, rezultată în

programul LEKIN din cadrul proiectului Programarea și conducerea producției. LEKIN este un sistem de programare care a fost conceput ca un instrument educațional cu scopul principal de a introduce studenții în teoria programării și în aplicațiile sale. [1]

Datele inițiale sunt sintetizate în Fig. 1, cu precizarea că notația resurselor a fost modificată pentru reprezentarea în softul FlexSim.

P1				P2				P3			
Resursa	Durata [h]	Început	Sfârșit	Resursa	Durata [h]	Început	Sfârșit	Resursa	Durata [h]	Început	Sfârșit
PP 1 T	1	0	1	PP 9 T	1	0	1	PP 11 T	1	0	1
PP 1	44	1	45	PP 9	2	1	3	PP 11	20	1	21
VP 1 T	2	45	47	PP 1 T	1	3	4	PP 1 T	1	21	22
VP 1	7	47	54	PP 1	14	45	59	PP 1	13	59	72
PP 2 T	2	54	56	PP 2 T	1	59	60	PP 3 T	1	72	73
PP 2	15	56	71	PP 2	14	71	85	PP 3	14	240	254
PP 3 T	1	71	72	VP 1 T	2	85	87	PP 4 T	1	254	255
PP 3	80	160	240	VP 1	7	87	94	PP 4	10	298	308
VP 2 T	2	240	242	PP 10 T	2	94	96	VP 1 T	2	308	310
VP 2	7	242	249	PP 10	13	112	125	VP 1	5	310	315
PP 4 T	2	249	251	TP 1 T	2	125	127	PP 12 T	2	315	317
PP 4	47	251	298	TP 1	10	127	137	PP 12	9	317	326
VP 3 T	2	298	300	PP 7 T	2	137	139	VP 2 T	2	326	328
VP 3	7	300	307	PP 7	6	139	145	VP 2	5	328	333
PP 5 T	2	307	309	PP 6 T	1	145	146	TP 1 T	2	335	337
PP 5	24	309	333	PP 6	7	146	153	TP 1	8	380	388
TP 1 T	2	333	335	VP 2 T	2	153	155	PP 7 T	2	388	390
TP 1	45	335	380	VP 2	25	155	180	PP 7	6	435	441
PP 6 T	2	380	382	CP 1 T	2	180	182	PP 13 T	1	441	442
PP 6	13	382	395	CP 1	6	182	188	PP 13	6	442	448
PP 7 T	1	395	396					VP 3 T	2	448	450
PP 7	39	396	435					VP 3	5	450	455
VP 4 T	2	435	437					PP 6 T	2	455	457
VP 4	7	437	444					PP 6	4	457	461
PP 8 T	2	444	446					VP 4 T	2	461	463
PP 8	40	446	486					VP 4	10	463	473
VP 5 T	2	486	488					CP 1 T	2	473	475
VP 5	18	488	506					CP 1	7	475	482
CP 1 T	2	506	508								
CP 1	22	508	530								

Fig. 1. Date inițiale

Cele 40 de resurse se împart în mod egal în două categorii, și anume: resurse de transport (PP_1_T, PP_2_T, PP_3_T, PP_4_T, PP_5_T, PP_6_T, PP_7_T, PP_8_T, PP_9_T, PP_10_T, PP_11_T, PP_12_T, PP_13_T, VP_1_T, VP_2_T, VP_3_T, VP_4_T, VP_5_T, TP_1_T, CP_1_T) și resurse de fabricație (PP_1, PP_2, PP_3, PP_4, PP_5, PP_6, PP_7, PP_8, PP_9, PP_10, PP_11, PP_12, PP_13, VP_1, VP_2, VP_3, VP_4, VP_5, TP_1, CP_1).

Analizând programul furnizat de LEKIN pentru resursele de transport se constată următoarele aspecte care pot fi îmbunătățite în acest studiu de simulare, și anume:

- cele 20 de resurse de transport au rezultat în urma faptului că programul LEKIN nu permite repetarea unei resurse în cadrul aceluiași proces;

- există situații în care activitatea de transport se realizează cu mult timp înaintea începerii activității de fabricație, chiar dacă resursa de fabricație este ocupată deoarece programul LEKIN programează activitățile cel mai devreme posibil de realizat. De exemplu, activitatea de transport pentru piesa P2 se desfășoară în intervalul [3, 4] deoarece a fost programată cel mai devreme posibil și urmează activitatea de fabricație a acestei piese pe resurse de fabricație PP_1 în intervalul [45, 59], chiar dacă activitatea de fabricație pentru piesa P1 pe resursa de fabricație PP_1 se desfășoară în intervalul [1, 45].

Prin îmbunătățirea aspectelor expuse mai sus, se înțelege:

- reducerea numărului de resurse de transport necesare;

- activitățile de transport să se realizeze imediat ce resursa de fabricație este liberă.

3. Realizarea modelului de simulare

Modelul de simulare descrie sistemul modelat în termeni specifici unui limbaj de programare, denumit limbaj de simulare. Descrierea modelului de simulare în limbaj de simulare se realizează printr-o succesiune de instrucțiuni care definesc componentele sistemului și modul în care interacționează acestea.

Pentru început, am inserat componentele sistemului și am realizat legăturile dintre ele, după cum este ilustrat în Fig. 2.



Fig. 2. Componentele și legături dintre componentele modelului

Componentele modelului de simulare sunt:



- elemente de introducere și scoatere (Sursa, Iesire) a jetoanelor (loturilor P1, P2, P3) din sistemul simulat;



- depozite (P1, P2, P3) sau locuri de depozitare pentru resursele de fabricație (pp_1, pp_2, pp_3, pp_4, pp_5, pp_6, pp_7, pp_8, pp_9, pp_10, pp_11, pp_12, pp_13, vp_1, vp_2, vp_3, vp_4, vp_5, tp_1, cp_1);



- resurse de transport (Operator_P1, Operator_P2, Operator_P3);



- resurse de fabricație (PP_1, PP_2, PP_3, PP_4, PP_5, PP_6, PP_7, PP_8, PP_9, PP_10, PP_11, PP_12, PP_13, VP_1, VP_2, VP_3, VP_4, VP_5, TP_1, CP_1);



- jetoane / elemente de flux / loturile P1, P2, P3.

În modelul de simulare se va lua în considerare doar 3 din cele 20 de resurse de transport sub formă de operatori, denumite Operator_P1, Operator_P2, Operator_P3, iar fiecare resursă de transport este atribuită astfel:

- Operator_P1 realizează toate activitățile de transport din procesul de fabricație al lotului P1;
- Operator_P2 realizează toate activitățile de transport din procesul de fabricație al lotului P2;
- Operator_P3 realizează toate activitățile de transport din procesul de fabricație al lotului P3.

Legăturile au rolul de a interconecta componentele în vederea separării sau deplasării anumitor elemente din proces. De exemplu, Sursa este legată de depozitele P1, P2 și P3 pentru ca elementele de flux să fie separate în funcție de tipul elementului. În vederea separării sau sortării loturilor P1, P2 și P3 sunt necesare introducerea unor specificații pentru elementul Sursa prezentate în Fig. 3 și pentru depozitele P1, P2, P3 prezentate în Fig. 4.

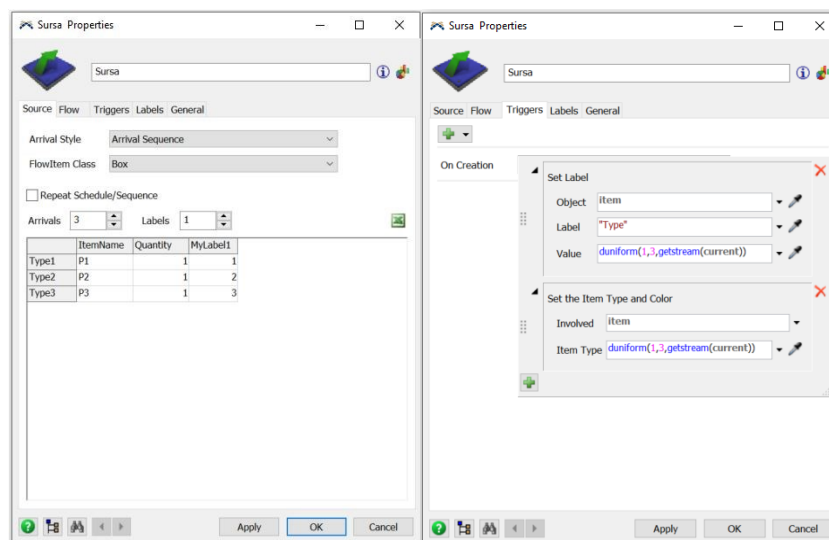


Fig. 3. Specificații Sursă pentru sortarea jetoanelor

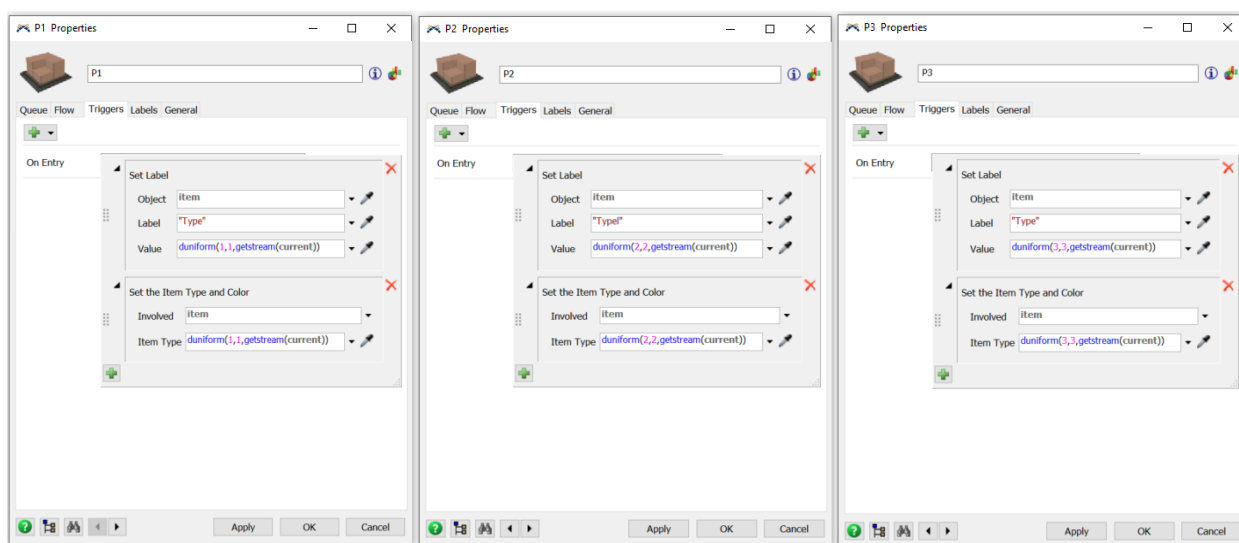


Fig. 4. Specificații depozite P1, P2, P3 pentru sortarea jetoanelor

Un alt exemplu de legătură este între locul de depozitare al fiecărei resurse de fabricație și resursa de fabricație, iar această legătură înlocuiește activitatea operatorului de la resursă (nu este figurat în model) de a deplasa lotul din așteptare la prelucrare.

Duratele fiecărei activități de fabricație au fost transformate din ore în secunde pentru a fi introduse în modelul de simulare prin specificarea lor în setările resurselor de fabricație.

Pentru ca modelul de simulare să funcționeze trebuie creat fluxul procesului care încorporează activitățile celor 3 resurse de transport. Figura 6 ilustrează fluxul procesului finalizat parțial doar pentru lotul P1, urmând să fie dezvoltat în continuare până la îndeplinirea tuturor obiectivelor menționate.

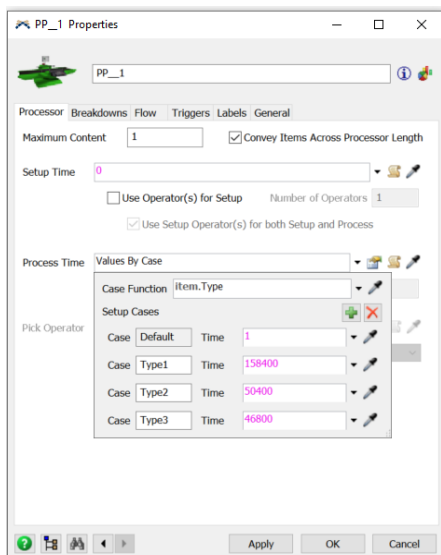


Fig. 5. Duratele de prelucrare pe resursa de fabricație PP_1 a loturilor P1, P2 și P3

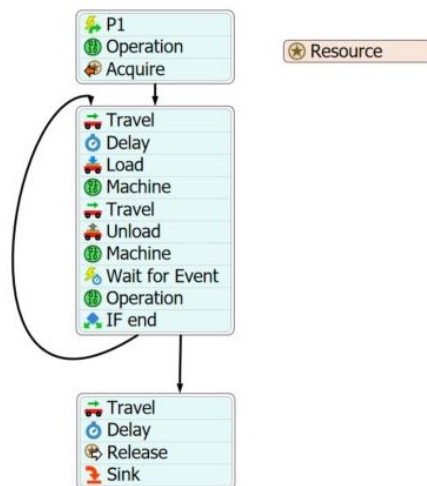


Fig. 6. Fluxul procesului de producție al lotului P1

În Fig. 7 sunt prezentate în detaliu toate activitățile resursei de transport Operator_P1.

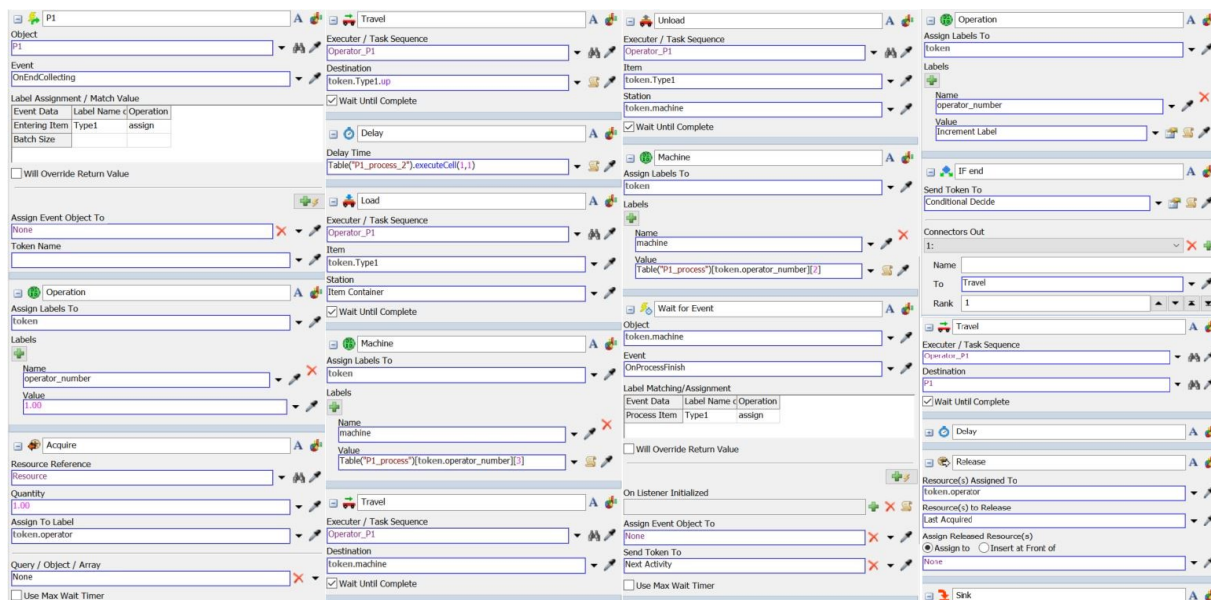


Fig. 7. Detaliile activităților resursei de transport Operator_P1

Sucesiunea activităților de transport, cât și locurile de încărcare și descărcare au fost setate cu ajutorul tabelului denumit P1_process din Fig. 8.

	Machine name	Load	Unload
1	PP_1	/PP_1	/pp_1
2	VP_1	/VP_1	/vp_1
3	PP_2	/PP_2	/pp_2
4	PP_3	/PP_3	/pp_3
5	VP_2	/VP_2	/vp_2
6	PP_4	/PP_4	/pp_4
7	VP_3	/VP_3	/vp_3
8	PP_5	/PP_5	/pp_5
9	TP_1	/TP_1	/tp_1
10	PP_6	/PP_6	/pp_6
11	PP_7	/PP_7	/pp_7
12	VP_4	/VP_4	/vp_4
13	PP_8	/PP_8	/pp_8
14	VP_5	/VP_5	/vp_5
15	CP_1	/CP_1	/cp_1

Fig. 8. Locuri de încărcare și descărcare lot P1

Pentru ca datele inițiale cu privire la duratele activităților de transport să fie respectate, s-a impus ca referință tabelul P1_process_2 din Fig. 9.

	DEPLASARE
PP_1	3600
VP_1	7200
PP_2	7200
PP_3	3600
VP_2	7200
PP_4	7200
VP_3	7200
PP_5	7200
TP_1	7200
PP_6	7200
PP_7	3600
VP_4	7200
PP_8	7200
VP_5	7200
CP_1	7200

Fig. 9. Duratele activităților de transport

4. Concluzii

Obiectivele propuse la începutul studiului de simulare (reducerea numărului de resurse de transport și realizarea activităților de transport imediat ce resursa de fabricație este liberă) nu au fost atinse în totalitate, însă modelul de simulare realizat va fi dezvoltat în continuare pentru îndeplinirea tuturor obiectivelor menționate.

5. Bibliografie

- [1] Caraiman C., *Programarea și conducerea producției*, Universitatea POLITEHNICA din București, Facultatea de Inginerie Industrială și Robotică, 2021;
- [2] Abaza B., *Logistică*, Note de curs, UPB, 2020-21;
- [3]***, <https://www.flexsim.com/flexsim/> (accesat la 05.03.2021);
- [4]***, <https://docs.flexsim.com/en/19.0/Introduction/Welcome/> (accesat la 05.03.2021).

STRATEGIES FOR MOVING AN AUTONOMOUS ROBOTIC SYSTEM APPLICATION STUDY: MAZE

NEDELCU Andreea Raluca

Facultatea: Inginerie Industrială și Robotică, Specializarea: Informatică Aplicată în Inginerie Industrială,
Anul de studii: IV, e-mail: andreea.raluca.nedelcu98@gmail.com

Conducător științific: Prof.dr.ing. **Bogdan GRĂMESCU**

SUMMARY: The theme of the project “Strategies for moving an autonomous robotic system” involves an analysis of several possible routes through an autonomous robotic system and guiding it through a maze to find the shortest way out. The guidance of this autonomous system takes place in a labyrinth. The autonomous robotic system is represented by a car that will have 2 drive wheels and a passive support wheel, which has the role of balancing the system. This car will be a HYBRID one, it will follow both the walls and the lines (strips) that make up the labyrinth. The line will be tracked by infrared sensors. There will be 3 ultrasonic sensors in the system to measure the distance or speed of the system from a detected object. The program must know that when the line appears to follow it and when it disappears to follow the wall, and for this it is necessary to know the tracking strategies through a maze and to analyze which of them is most useful to us.

CUVINTE CHEIE: strategies, autonomous robotic system, maze, HYBRID.

1. Introducere

În zilele noastre, termenul de labirint se referă la o organizație complexă, sinuoasă, precisă (arhitectură, urbanism, grădini, peisaje) sau abstractă (structuri, moduri de a gândi), în care un om se poate pierde. Traseul labirintului este dificil de urmărit și de perceput în totalitate. Aici te rătăcești cu ușurință sau tinzi să te întorci pe același traseu pentru a-l străbate din nou.

Un truc simplu pentru a găsi ieșirea (o deschidere) a unui labirint constă în urmărirea continuă fie a peretelui drept, fie a peretelui stâng al labirintului – de exemplu, ținând mâna pe perete fără a o ridica vreodată.

Un alt truc ar fi plasarea unor semne ajutătoare, pentru a ne ajuta să evităm repetarea drumurilor parcurse deja.[1]



Fig. 1.1 Urmărirea continuă a peretelui unui labirint[2]

Totuși, chiar dacă aplicăm aceste tehnici, există un factor important care ar trebui luat în considerare; raportarea la starea emoțională și psihică a fiecărui om în parte și cât de rațional poate rămâne într-o situație cu un nivel de dificultate ridicat, în care calea de parcurs este necunoscută, o închisoare ce poate provoca foarte ușor o prăbușire a propriului sine.

O provocare interesantă este implicarea sistemelor robotice autonome în identificarea traseului optim într-un labirint. Strategiile urmărite pot fi cele umane adaptate echipamentelor autonome dar se pot dezvolta și strategii specifice nu mai acestora.

Lucrarea studiată are ca prim-obiectiv de a realiza un sistem autonom – în cazul nostru o mașină care se va putea deplasa într-un labirint urmând urma unei linii aflată pe sol, sau urmând pereții aflați la stânga sau la dreapta sistemului.

În prezent modelul sistemului robotic autonom este finalizat. Sistemul robotic autonom este o mașină proiectată în soft-ul de proiectare Solidworks. Componentele au fost stabilite conform îndeplinirii obiectivului propus.

Următorul pas este acela de a cerceta și demonstra care dintre strategiile de deplasare printr-un labirint ne este cea mai potrivită, iar mai apoi să aplicăm ceea ce am stabilit. În momentul actual am reușit doar să analizez aceste strategii de deplasare.

2. Stadiul actual

Construcția unui robot cere cunoștințe din domenii foarte diferite. Pentru a îndeplini chiar o misiune foarte simplă, este nevoie de sisteme complicate, care acoperă multe discipline cuprinse în domeniul mecatronicii.

Prin abstractizare, robotica poate fi divizată natural în trei domenii:

- Percepție: un robot trebuie în general să “simtă”, pentru a primi informații despre mediul înconjurător.

- Cunoaștere: informațiile în sine însă nu folosesc la nimic: robotul trebuie să “înțeleagă” ce se petrece, să dezvolte planuri, să evalueze situații, etc.

- Acțiune: un robot ar fi inutil dacă nu ar putea să facă ceva: să se deplaseze, să transforme în mod intenționat mediul înconjurător, să exploreze, într-un cuvânt, să acționeze.

În anumite cazuri prin eliminarea cunoașterii se obține ceea ce se numește comandă de la distanță, în care caz nu există decizie la nivelul robotului, fiind discutabilă însăși denumirea de robot.

Percepția include practic tot ceea ce ține de senzorii prin care robotul poate primi informații despre mediul în care operează. Diversitatea senzorilor este practic nelimitată: un robot poate înregistra imagini, măsura distanțe, accelerații, câmpuri magnetice, orientări, poziții geografice, viteze, etc. Există un număr mare de senzori utilizați pentru percepție în robotică.

Prin cunoaștere se referă la faptul că roboții au nevoie de o putere substanțială de calcul pentru a procesa informațiile venite de la senzori, extrăgând informațiile esențiale. Dar odată aflate, mai rămâne de pus la punct setul de acțiuni care trebuie îndeplinite pentru a duce la bun sfârșit sarcinile robotului. Aici intră în joc “creierul” robotului. Prin asemuire cu funcțiunea principală a creierului uman, numim această activitate a robotului “cunoaștere”. Se pot distinge trei mari tipuri de activitate de cunoaștere: învățare, planificare și control.

Prin acțiune se înțelege faptul că un robot ar fi inutil dacă nu ar putea să facă ceva: să se deplaseze, să transforme în mod intenționat mediul înconjurător, să exploreze, într-un cuvânt, să acționeze.[3]

Astfel, robotul propus are rolul de a percepe mediul în care se află și va avea abilitatea de a parcurge un labirint prin intermediul senzorilor care vor analiza atât pereții din jurul său, cât și linia de pe sol. Componentele care permit acționarea robotului sunt următoarele: cele două motoare de curent continuu care permit mișcarea roților, roata auxiliară pentru a menține echilibrul sistemului, driverul de tipul L298n care acționează motoarele, placa de dezvoltare Arduino care va fi programată pentru ca sistemul să-și îndeplinească rolul în spațiul nostru – labirint, cei trei senzori ultrasonici care detectează obiectele din jurul sistemului robotic autonom și cei cinci senzori pentru menținerea poziției și urmărirea benzii, atunci când peretele va dispărea din raza de acțiune a robotului.

Componentele ce alcătuiesc partea mecanică a robotului sunt: șasiul acestuia, suportii pentru motor, suportul pentru baterii, suportii pentru senzori și distanțieri.

Sistemul automat a fost readaptat după un model existent și îmbunătățit în soft-ul de proiectare Solidworks – vezi figura 2.1.

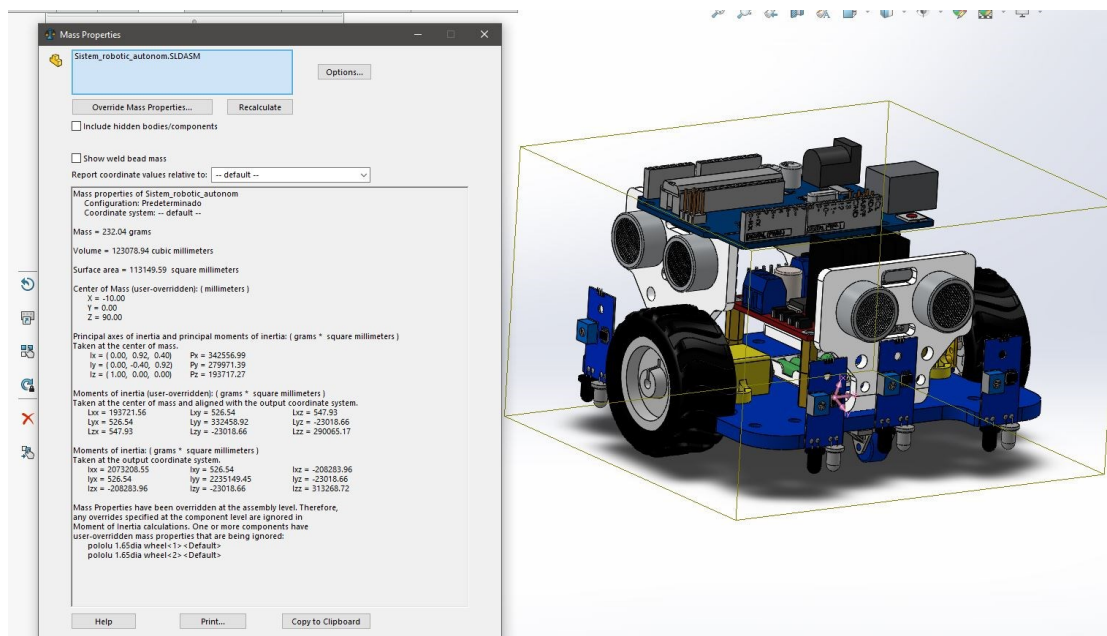


Fig. 2.1 Modelul 3D realizat în soft-ul de proiectare Solidworks[4]

După finalizarea desenului 3D din soft-ul de proiectare Solidworks, am obținut valoarea masei totale, poziția centrului de greutate și momentele de inerție pe axele de mișcare. Aceste valori sunt necesare pentru a putea determina încărcarea pe fiecare roată la sol.

Am realizat și un desen 2D pentru a se vizualiza mult mai bine poziția în care se află centrul de greutate și distanța roților motoare față de roata de sprijin. Aceste valori au fost esențiale pentru stabilirea forțelor de încărcare pe fiecare roată- vezi fig. 2.2.

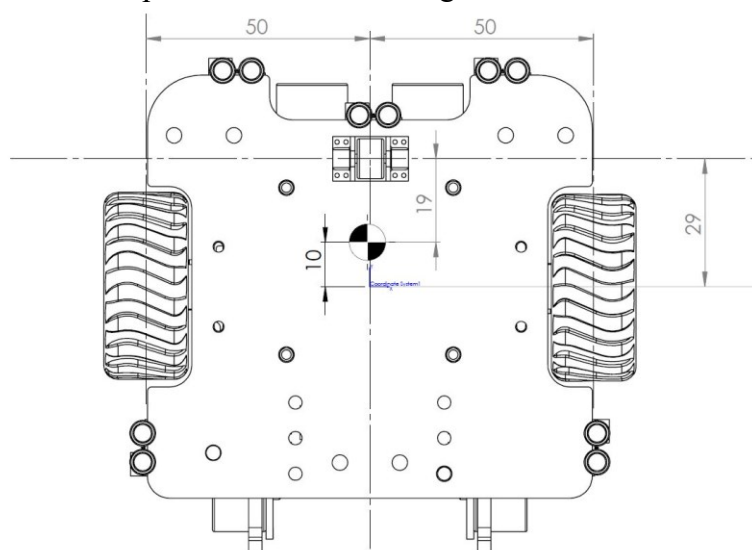


Fig. 2.2 Reprezentarea grafică a poziției centrului de greutate și a reacțiunilor dintre roți și rol

După aflarea acestor valori am realizat următoarele calcule pentru stabilirea încărcării pe fiecare roată [5].

$$M = 0,232\text{Kg}$$

M este masa totală a sistemului.

$$G = M \cdot g = 0,232\text{Kg} \cdot 9,81\text{N} \cdot \text{Kg}^{-1} = 2,275 \text{ N} \quad (1)$$

Avem următoarele valori:

$$a = 29 \text{ mm}, c = 10 \text{ mm}, d = 50 \text{ mm}$$

a este distanța de dintre axa roților motoare și axa roții de sprijin.

c este distanța dintre axa roților motoare și centrul de greutate al robotului.

d este jumătate din distanța dintre roțile motoare.

N1 este reacțiunea dintre roțile motoare și sol.

N3 este reacțiunea dintre roata de sprijin și sol.

$$2 \cdot N_1 \cdot a - G(a - c) = 0 \quad (2)$$

$$2 \cdot N_1 = \frac{G(a - c)}{a} = \frac{2,275\text{N}(29\text{mm} - 10\text{mm})}{29\text{mm}} = 1,491\text{N}$$

$$N_1 = \frac{1,491\text{N}}{2} = 0,745\text{N} \quad (3)$$

$$N_3 = G - 2 \cdot N_1 = 2,275\text{N} - 1,491\text{N} = 0,785\text{N}$$

La pornirea motorului, trebuie să luăm în calcul determinarea accelerației maxime pentru a evita fenomenul de patinare. Acest fenomen va depinde și de încărcarea pe fiecare roată.

$$r = 42 \text{ mm}$$

r este raza roții motoare.

F_a este forța de acțiune la nivelul solului, iar F_f este forța de frecare la alunecare dintre roata motoare și sol. Pentru a evita fenomenul de patinare a roților motoare, F_a trebuie să fie mai mică sau egală cu F_f.

$$\mu = 0,2$$

μ este coeficientul de frecare la alunecare dintre roțile motoare și sol.

$$F_a = 2 \cdot \mu \cdot N_1 = 0,4 \cdot 1,491\text{N} = 0,596\text{N} \quad (4)$$

M_a este momentul de acțiune la axul fiecărei roți motoare.

$$M_a = \frac{F_a \cdot r}{2} = \frac{0,596\text{N} \cdot 42\text{mm}}{2} = 12,521\text{mNm} \quad (5)$$

M_m este momentul motor la axul roții motoare.

M_r este momentul rezistent la axul roții motoare și este dat de frecarea din lagăre.

$$M_m = \frac{M_a + M_r}{\eta_t} \quad (6)$$

$$r_{\text{lagar}} = 6\text{mm}$$

$$\mu_{\text{lagar}} = 0,2$$

$$\eta_t = 0,95$$

r_{lagar} este raza lagărului roții motoare.

μ_{lagar} este coeficientul de frecare la alunecare din lagărul roții motoare.

η_t este randamentul transmisiei 1:1.

$$M_r = N_1 \cdot \mu_{lagar} \cdot r_{lagar} = 0,745N \cdot 0,2 \cdot 6mm = 0,894mNm \quad (7)$$

$$M_m = \frac{12,521 + 0,894}{0,95} = 14,122mNm \quad (8)$$

M_{mot} este momentul motor al axul motorului.

$\eta_{red} = 0,8$

η_{red} este randamentul reductorului de pe motor.

red este raportul de transmisie din reductorul de pe motor.

$$M_{mot} = M_m \cdot red \cdot \frac{1}{\eta_{red}} = 14,122mNm \cdot \frac{1}{14} \cdot \frac{1}{0,8} = 1,261mNm \quad (9)$$

M_R este momentul de frecare din lagărele motorului.

k_m este constanta de moment a motorului.

i este curentul prin motor.

$M_R = 0,12mNm$

$$k_m \cdot i = M_{mot} + M_R = 1,261mNm + 0,12mNm = 1,381mNm \quad (10)$$

$k_m = 11,4 \text{ Nm/A}$

$$i = \frac{M_{mot} + M_R}{k_m} = \frac{1,261mNm + 0,12mNm}{11,4mNm/A} = 0,121mA \quad (11)$$

R este rezistența electrică a motorului.

$R = 13,7\Omega$

$$U = i \cdot R = 0,121mA \cdot 13,7\Omega = 1,658V \quad (12)$$

F_{fr} este forța de frecare la rostogolire a roților pe sol.

$$M_{fr} = 2 \cdot N_1 \cdot f_1 + N_3 \cdot f_3 = 2 \cdot 0,745N \cdot 0,1mm + 0,785N \cdot 0,1mm = 0,228mNm \quad (13)$$

$$F_{fr} = \frac{M_{fr}}{r} = \frac{0,228mNm}{42mm} = 0,0054N \quad (14)$$

$$m_a \cdot a = F_a - F_{fr} = 0,596N - 0,0054N = 0,591N \quad (15)$$

$a = 2,547m \cdot s^{-2}$ accelerația maximă pentru evitarea patinării.

În urma cercetărilor despre strategiile de ieșire din labirint am constatat că există o serie de algoritmi diferiți pentru rezolvarea labirintului, adică o serie de metode automate. The random mouse”, „Wall follower”, „Pledge” și algoritmul „Tremaux” sunt ideal concepute pentru a se utiliza în interiorul labirintului de un călător/sistem automat, fără a cunoaște harta labirintului, în timp ce „Dead-end filling” și „Shortest path” au fost realizate pentru a fi utilizate de către o persoană sau de un calculator ce pot vedea simultan tot labirintul.

În continuare, voi oferi câteva detalii despre acești algoritmi, iar accentul va fi pus pe modul lor de acționare.[6]

2.1. „Wall follower”[6]

Cea mai cunoscută regulă pentru traversarea labirinturilor este adeptul peretelui, cunoscut și sub denumirea de regula stângă și regula dreaptă. Dacă discutăm despre un labirint conectat, adică dacă toți pereții lui sunt conectați între ei, sau la limita exterioară a labirintului, atunci prin menținerea unei mâini în contact cu un perete al labirintului, programul este programat să nu se piardă și să ajungă la o ieșire diferită - dacă există una; în caz contrar, algoritmul se va întoarce la

intrarea de unde a pornit căutarea, după ce a traversat fiecare coridor de lângă secțiunea de pereți conectați cel puțin odată.

2.2. „Pledge”[6]

Acest algoritm este conceput pentru a ocoli obstacolele și necesită o direcție aleasă în mod arbitrar pentru a merge, și care va rămâne preferențială. Când robotul se întâlnește cu un obstacol, una dintre mâini (să spunem mâna dreaptă) este ținută de-a lungul obstacolului în timp ce unghiurile întoarse sunt numărate (virajul în sensul acelor de ceasornic este pozitiv, virajul în sens invers acelor de ceasornic este negativ). Când solverul se confruntă din nou cu direcția preferențială inițială și suma unghiulară a virajelor efectuate este 0, acesta părăsește obstacolul și continuă să se deplaseze în direcția sa inițială. Mâna este îndepărtată de pe perete numai atunci când atât „suma virajelor făcute”, „cât și poziția curentă” sunt zero. Acest lucru permite algoritmului să evite capcanele în formă de litere mari „G”.

2.3. Algoritmul lui Tremaux [6]

Algoritmul lui Tremaux, inventat de Charles Pierre Tremaux, este o metodă eficientă de a găsi ieșirea dintr-un labirint, și care necesită trasarea liniilor pe podea pentru a marca o cale și funcționează garantat pentru toate labirintele care au pasaje bine definite, dar nu este sigur că va găsi cel mai scurt drum.

Un drum de la o intersecție poate să fie nevizat, marcat o dată sau marcat de două ori.

3. Concluzii

În momentul actual, am adaptat modelul 3D în așa fel încât să se poată realiza studiul propus. Modelul 3D a fost extras de pe platforma GRABCAD, care este o platformă open source, fără drepturi de autor.

Am redimensionat șasiul pentru a putea face loc sursei de alimentare care nu era prezentă în modelul 3D original, am adăugat senzorii de infraroșu și senzorii ultrasonici, am eliminat bilele ajutoare și în locul lor am realizat o roată de sprijin care a fost poziționată la intersecția sistemului de axe, aproape de partea din față a șasiului.

În continuare se va dezvolta soft-ul de control al sistemului, schemele de circuit și analizarea tuturor modalităților de control.

4. Bibliografie

- [1].*** Citate celebre și Enciclopedie, disponibil la adresa <https://www.citate-celebrecogito.ro/mituri-si-simboluri-in-arhitectura-5/> , Ultima accesare a paginii: 13.05.2021.
- [2]. *** Labirint, disponibil la adresa <https://www.ourladyoflustandgrace.com/tumbling-through-the-labyrinth.html> , Ultima accesare a paginii: 13.05.2021.
- [3]. Grănescu Bogdan – “Roboți mobili”, Ediție electronică – CD – ROM, 2018 ISBN 978-973-0-27489-9, 106 pagini, Biblioteca UPB, nr.inv. CS 62632.
- [4].*** GRABCAD, disponibil la adresa <https://grabcad.com/library/bonsai-robot-1>, Ultima accesare a paginii: 13.05.2021, Ultima editare a paginii: 02.02.2020.
- [5]. *** Calculele pentru stabilirea forțelor de pe fiecare roată și accelerația maximă, Fișier PDF, 2020_05_13_Șasiu roți.pdf.
- [6]. *** Maze-solving algorithm, disponibil la adresa https://en.wikipedia.org/wiki/Maze-solving_algorithm , Ultima accesare a paginii: 13.05.2021.

RESEARCH ON AUTOMATIC DESIGN OF MODULAR FIXTURE DEVICES FOR DRILLING OPERATIONS

DANCI Laurențiu-Cristian

Facultatea Inginerie Industrială și Robotică, Specializarea Informatică Aplicată în Inginerie Industrială,
Anul de studii IV, e-mail: laurentiu.d1998@gmail.com

Conducător științific: Ș.l.dr.ing. **Alexandru Sergiu NANU**

SUMMARY: This study contains research on algorithms on automatic design for modular drilling devices. The goal of this paper is showing the first steps made for building a software that can assist designing modular drilling devices. Because the number of possibilities when building modular devices is too large, this study does not imply designing an algorithm that can solve a drilling device automatically, but small algorithm to resolve individual, repeatable tasks that can speed up the design. In this study a modular fixture or device is a T-Slot based modular fixture.

KEY WORDS: modular fixture devices, drilling, modular drilling devices

1. Introducere

Dispozitivele din elemente modulate sunt dispozitive de poziționare și fixare a semifabricatelor realizate din elemente reutilizabile numite module. Dispozitivele de găurire conțin module specifice operațiilor de găurire precum bucușe și bride port bucușă.

Scopul lucrării constă în determinarea unor algoritmi pentru automatizarea proiectării dispozitivelor precum algoritmi de analizare a semifabricatelor, de asistare a alegerii modulelor, de verificare. Pentru atingerea obiectivului, problema proiectării unui dispozitiv din elemente modulate a fost împărțită în mai mulți pași. Astfel s-au analizat situațiile în care un algoritm ar putea soluționa într-un mod automat problemele întâmpinate de proiectant. În cadrul acestei lucrări, s-a considerat că semifabricatul este un paralelipiped oarecare. Au fost descrise cazurile particulare când un semifabricat generează soluții greșite, dar nu s-a reușit rezolvarea acestora.

2. Stadiul actual

Proiectarea asistată a dispozitivelor din elemente modulate, CAFD – Computer Aided Fixture Design, a venit ca o extensie integrată într-un mediu de proiectare CAD existent. Prin această extensie proiectantul are acces la o bibliotecă de componente modulate, cât și la meniuri adiționale cu clasificări ale elementelor modulate, modalități de fixare a semifabricatului [1]. Însă, procesul de proiectare al dispozitivului nu este automatizat, proiectantul rămâne responsabil în asamblarea elementelor modulate.

Pentru determinarea automată a elementelor de fixare a semifabricatului s-a încercat utilizarea de tehnologii de inteligență artificială precum logica fuzzy și sisteme expert. Aceste tehnologii pot rezolva problema fixării semifabricatului re folosind soluții existente ale unor probleme asemănătoare sau prin parcurgerea unui set de reguli [2].

Un algoritm care să rezolve în întregime problema unui dispozitiv modulat nu a fost dezvoltat până în momentul actual.

3. Proiectarea algoritmilor

3.1. Analizarea semifabricatului

Analizarea semifabricatului constă în analizarea geometriei acestuia care este stocată într-un format digital. Deoarece există o multitudine de programe CAD fiecare având un format propriu, pentru proiectarea algoritmului s-a ales ca format de schimb de date fișierul neutru STEP (ISO 10303-21).

Informațiile relevante ale semifabricatului includ dimensiunile de gabarit, dimensiunile și pozițiile găurilor de prelucrat. De asemenea, este necesară cunoașterea sistemului de coordonate al piesei astfel încât să poată fi interpretate coordonatele găurilor.

Un fișier STEP este o reprezentare B-rep care conține topologia modelului 3D: suprafețe, margini, puncte și conexiunile dintre acestea. În urma analizării fișierelor STEP exportate din programele CAD s-a observat faptul că se poate identifica o gaură într-o piesă după tipul suprafeței și parametrii acesteia. Astfel, o gaură este o suprafață cilindrică cu diferența dintre unghiul de sfârșit și cel de început egală cu 2π . Deoarece o piesă poate conține un număr mare de suprafețe selectate după acest criteriu, se realizează o filtrare ulterioară după poziționarea axei găurii: o gaură de prelucrat are axa perpendiculară pe masa mașinii. Suprafețele care trec de acest filtru și nu reprezintă găuri de prelucrat se vor elimina de către un operator uman.

Dimensiunile de gabarit ale piesei reprezintă dimensiunile minime ale unui paralelipiped care include semifabricatul în întregime. Programele CAD includ implementări ale unor metode de calcul ale acestor dimensiuni.

Deoarece sistemul de coordonate al unei piese exportate în format STEP este nepredictibil, se creează un nou sistem de coordonate parcurgând următorii pași: se redefinesc axele astfel încât axa verticală Z să fie perpendiculară pe suprafața pe care se află găurile de prelucrat și se translatează originea în colțul stânga-jos al piesei. Astfel, indiferent de sistemul global de coordonate și de cel al piesei, coordonatele găurilor vor fi relative cu colțul piesei.

Algoritmul necesită un API al unui software CAD astfel încât citirea fișierului STEP și parcurgerea suprafețelor să se realizeze mai ușor. S-a ales utilizarea programului FreeCAD deoarece componentele programului conțin interfețe pentru Python și se pot integra în alte software-uri.

Astfel, pentru un semifabricat paralelipipedic, se definesc următoarele date de ieșire exemplificate în figura 1: lungimea a , lățimea b , înălțimea h și găurile cu diametrul D_i , centrul (x_i, y_i) ... diametrul D_n , centrul (x_n, y_n) .

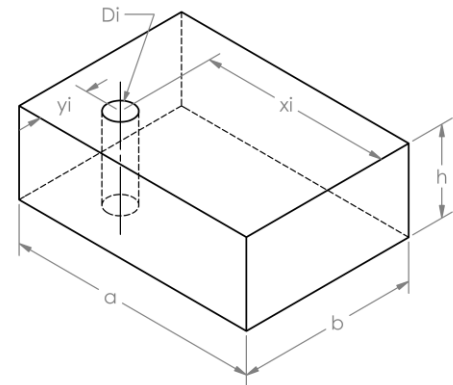


Fig. 1. Semifabricat

3.2. Estimarea numărului minim de canale T necesare pe o direcție considerată

În această lucrare dispozitivele din elemente modulate sunt bazate pe sistemul canale T și pene, prin urmare este necesară cunoașterea numărului de canale necesare în scopul alegerii unei plăci de bază. Algoritmul pentru estimarea numărului de canale constă într-o funcție care pentru o dimensiune, întoarce un număr întreg care reprezintă numărul minim de canale asociat gabariturii pe direcția considerată.

Se definesc următoarele variabile m_{set} – modulul setului de elemente modulate, distanța dintre două canale, $L_{el. const.}$ – lungimea unui element constructiv și d_{min} – distanța minimă necesară între un element constructiv și semifabricat. Se presupune că este necesară asamblarea a cel puțin unui element constructiv pe fiecare parte a semifabricatului. Astfel, exemplificată în figura 2, se definește calculul pentru dimensiunea minimă a montajului pe o direcție a semifabricatului (ecuația 1).

$$a_{min} = \frac{L_{el. const.}}{2} + d_{min} + a_{PSF} + \frac{L_{el. const.}}{2} + d_{min} \quad (1)$$

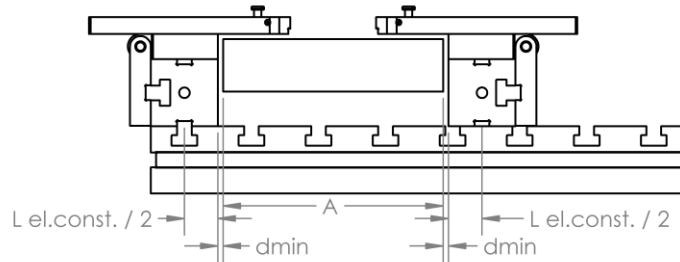


Fig. 2. Dimensiune minimă montaj

Dimensiunea minimă a montajului este corelaă cu numărul de canale prin modulul setului m_{set} prin procedura identificată în ecuația 2.

$$n_{canale} = \left\lceil \frac{a_{min}}{m_{set}} \right\rceil + 1 \quad (2)$$

În funcție de modul de fixare al semifabricatului, poate fi necesar un canal median, astfel pentru un număr par de canale, poate fi necesară adăugarea unui canal suplimentar. În funcție de forma piesei, există situații în care dimensiunile de gabarit ale piesei sunt crescute artificial și numărul minim de canale este calculat greșit. O astfel de piesă este reprezentată în figura 3.

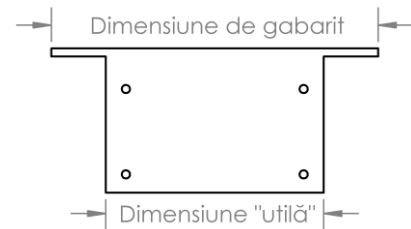


Fig. 3. Exemplu semifabricat care poate induce un număr minim de canale greșit

3.3. Asocierea componentelor cu o dimensiune de gaură

Pentru un dispozitiv modulat de găurire componenta care participă la operația de găurire este bucușă. Pentru realizarea unei găuri este necesară o bucușă cu diametrul interior egal cu diametrul acesteia. Scopul funcției de asociere este ca pentru o dimensiune de gaură să se găsească componentele necesare pentru realizarea montajului de găurire. Pentru realizarea acestei funcții este necesară realizarea unei baze de date cu componentele din set în care să fie definite atributele acestora și legăturile dintre acestea. Structura de date care descrie componentele posibile și modul în care se pot asambla acestea este o structură ierarhică reprezentată în figura 4.

Pentru realizarea algoritmului este necesară proiectarea unei baze de date a componentelor. Deoarece numărul componentelor este redus, s-a ales stocarea informațiilor într-un obiect JSON, în care numele atributelor sunt codurile componentelor (identificatori). Fișierul JSON este accesat printr-o interfață asemănătoare unei baze de date folosind modulul tinydb pentru Python.

Algoritmul primește ca date de intrare un diametru și verifică în baza de date dacă există o bucușă de găurire potrivită. În cazul în care nu există, se va genera o bucușă specială. Știind că există diametre de bucușă exterioare care corespund unor intervale de diametre interioare, se poate atribui bucușei generate un diametru exterior real care se poate monta cu bridele din set. După aflarea bucușei, recursiv de vor prelua celelalte componente folosind modelul prezentat în figura 4.

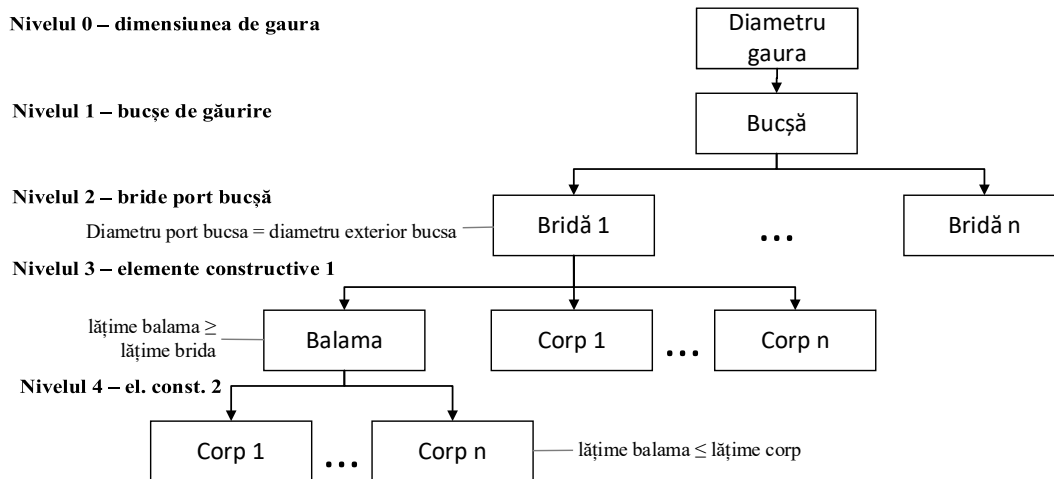


Fig. 4. Structură componente

3.4. Verificarea distantelor dintre găuri

Acest algoritm este necesar pentru determinarea posibilității de a monta două sau mai multe bride paralele între ele, cu sau fără balama. Distanța minimă între două găuri trebuie să fie mai mare decât lățimea unui element constructiv. În cazul în care se montează balamale, se ține cont de lățimea elementelor de blocare care se montează pe o parte laterală a elementului constructiv. Modul de funcționare al algoritmului este următorul: (1) se citește lista de găuri definite printr-o coordonată (se consideră că toate găurile se află pe o linie) (2) lista se sortează crescător după valoarea coordonatelor (3) se iterează peste perechi de cate doua găuri consecutive (4) se calculează distanța dintre cele doua găuri, dacă distanța este mai mica decât elementul constructiv, perechea se stochează într-o lista de găuri pentru care nu se pot monta doua bride individuale; dacă se montează balama, se tine cont de lățimea elementului de blocare al balamalei (5) se returnează perechile care nu permit montarea a doua bride individuale.

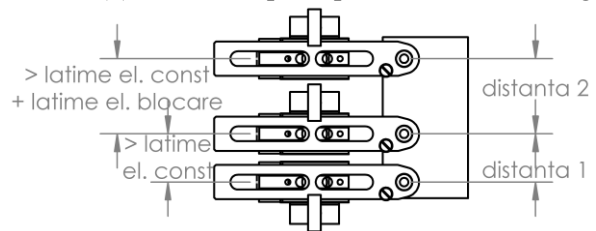


Fig. 5. Distanță găuri

4. Realizarea aplicației informatice

Aplicația informatică presupune implementarea algoritmilor descriși în capitolul 3. Ca limbaj de programare s-a folosit Python deoarece poate fi integrat cu aplicația CAD. Schema logică a programului este reprezentată în figura 6.

Interfața cu utilizatorul (figura 7) a fost realizată în Javascript folosind framework-ul VueJS și comunica cu programul printr-un server scris în Python utilizând biblioteca bottle.

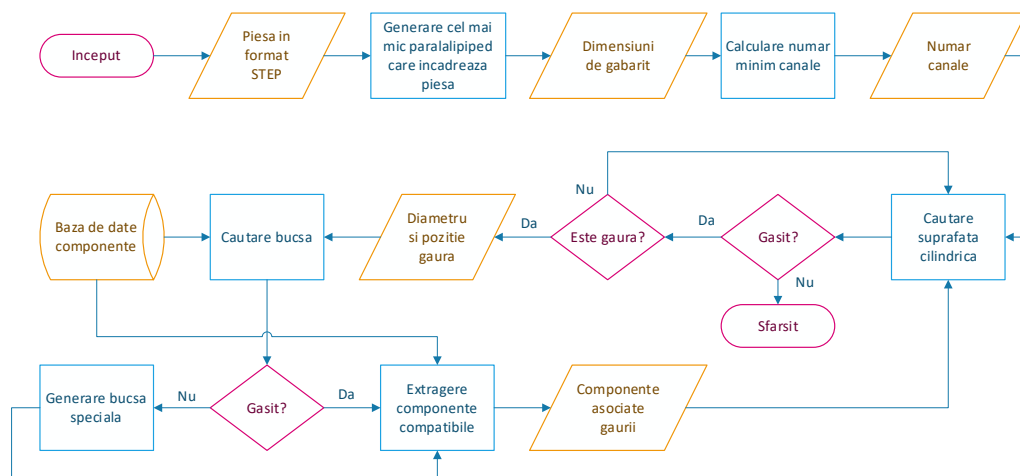
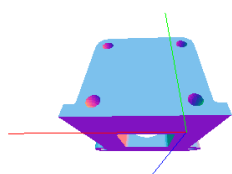


Fig. 6. Schema bloc



Numar estimat de canale T necesare

Pe directia a	Pe directia b
5	4

Module DEM

Diametru de gaura 9mm

Cod: BGR 090

Diametru interior: 9mm

Diametru exterior: 15mm

Lungime: 28mm

▼ Componente compatibile:

Cod: SBS 015

Diametru pentru bucsa: 15mm

Dimensiuni de gabarit

a	b	h
124	74	100

Gauri identificate in piesa

Eliminati gaurile care nu sunt de prelucrat.

Nr.	Diametru	Pozitie	
1	9	(-30, -24)	Elimina
2	9	(30, -24)	Elimina
3	9	(30, 30)	Elimina
4	9	(-30, 30)	Elimina

Cauta solutii

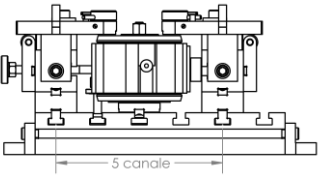
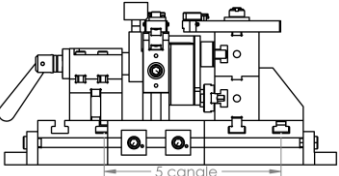
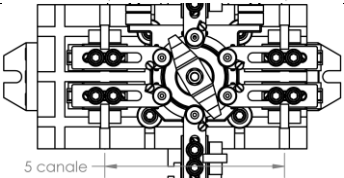
Fig. 7. Interfata cu utilizatorul

5. Verificarea rezultatelor

Pentru verificarea rezultatelor au fost analizate patru modele de dispozitive modulate de găurire. În tabelul 1 sunt prezentate rezultatele alături de comentarii pentru calculul numărului de canale.

Tabelul 1. Rezultate

Model	Piesa	Nr. canale	Nr. calculat	Comentarii
1		7	6	Piesa se fixează într-un alezaj care se află la o intersecție de canale, este necesar un canal median.

Model	Piesa	Nr. canale	Nr. calculat	Comentarii
2		5	5	-
3		5	4	Din cauza faptului că semifabricatul se fixează cu un element de strângere, este necesar un canal adițional pentru fixarea colțarilor care se opun forței de apăsare a elementului de strângere.
4		5	6	Situație descrisă în capitolul 3.2, figura 3.

5. Concluzii

În realizarea lucrării, una dintre problemele majore întâlnite a fost interpretarea fișierelor STEP. Din cauza complexității acestor fișiere, citirea directă și interpretarea fișierelor nu a adus niciun rezultat. A fost necesară utilizarea unui software CAD care să permită apelarea funcțiilor acestuia din aplicația informatică dezvoltată. O a doua problemă a apărut din cauza modalităților prin care pot fi reprezentate găurile de prelucrat într-un fișier STEP: o singură suprafața cilindrică, două suprafețe cilindrice individuale, o suprafață curba. De asemenea, este dificil de aflat dacă cilindrul este gol pe interior sau nu, dacă este gaură sau are un volum.

Pentru cazul descris în capitolul 3.2, pentru optimizarea numărului de canale s-a încercat analiza zonelor de interes astfel încât să fie ignorate feature-urile care măresc dimensiunea de gabarit a piesei, dar realizarea unui astfel de algoritm este dificilă și nu acoperă toate cazurile posibile.

Cercetările viitoare includ extinderea aplicației pentru a rezolva alte probleme ale proiectării dispozitivelor din elemente modulate și creșterea interconectării algoritmilor pentru a putea solidifica aplicația.

6. Bibliografie

- [1]. Rong, Y. și Zhu, Y. (1999), Computer Aided Fixture Design, ISBN 0-8247-9961-5.
- [2]. Uday H. (2013), An integrated computer-aided modular fixture design system for machining semi-circular parts, Universitatea Edith Cowan.

7. Notății

Următoarele simboluri sunt utilizate în cadrul lucrării:

m_{set} = modulul setului [mm];

$L_{el. const}$ = Lungimea elementului constructiv [mm];

d_{min} = distanța minimă dintre elementul constructiv și semifabricat [mm];

a_{PSF} = lungimea unui semifabricat pe direcția a [mm];

a_{min} = lungimea minimă a unui montaj pe direcția a [mm]

RESEARCH ON PERFORMANCE INCREASE IN THE EDM PROCESS USING FUZZY LOGIC AND EVALUATION OF PROCESSED SURFACE MICROGEOMETRY

BĂLUȚ Alin-Cosmin, BELEAGĂ Marian-Costin

Facultatea: Inginerie Industrială și Robotică, Specializarea: Informatică Aplicată în Inginerie Industrială,
Anul de studii: IV, e-mail: balutalincosmin@yahoo.com

Conducător științific: Prof. Dr. Ing. **Liviu Daniel GHICULESCU**

SUMMARY: This study presents the current state of EDM processing, of logic fuzzy and the possibility of analyzing the microgeometry of the processed surface. To grow performances of the EDM process, a program for operating the electroerosive system advance has been developed, applying fuzzy logic and using as monitoring process parameter the tension in the processing gap. The results of the simulation of such a program were presented, for the fuzzy sizes considered. The analysis of the microgeometry of the electroerosive processed surface was carried out by means of a program for recognizing the shape of craters generated by discharges, applying to the original image a filter and searching all crater areas of the initially set size. The results of running the program provide an image of the performance of the EDM process.

Cuvinte cheie : electroeroziune, logica fuzzy, recunoașterea formelor.

1. Introducere

Prelucrarea prin electroeroziune este o metodă de prelucrare dimensională a materialelor metalice, la care îndepărtarea surplusului de material se face pe baza efectelor erozive ale descărcărilor electrice în impuls, amorsate în mod repetat între obiectul de prelucrat și un electrod denumit obiect de transfer. [1]

Prelucrarea prin electroeroziune se aplică materialelor metalice cu duritate mare, pentru obținerea unor suprafețe de o formă ce nu se poate realiza ușor și cu precizie prin procedeele de așchiere clasice [1].

Prelucrarea prin electroeroziune, face parte din categoria prelucrarilor erozive termice pentru ca utilizeaza energia termica pentru topirea, vaporizarea si chiar fierberea materialului piesei prelucrate. Energia termica este produsa de descarcarile electrice successive avand ca rezultat formarea unor canale de plasma intre suprafata electrodului scula si suprafata piesei prelucrate intre care exista un mediu de lucru, izolator electric [6].

Logica fuzzy definită ca un „suprasat al logicii convenționale boolene, logică ce a fost extinsă pentru a cuprinde adevărul parțial, valori ale adevărului cuprinse între “complet adevărat” și “complet fals” [2].

A fost definită în 1965 de către prof. Lotfi Zadeh de la Universitatea Californiei din Berkeley. Spre deosebire de logica clasică, în care se lucrează cu două valori de adevăr exacte (notate de ex. 0 pentru fals și 1 pentru adevărat), logica fuzzy folosește o plajă continuă de valori logice cuprinse în intervalul [0, 1], unde 0 indică falsitatea completă, iar 1 indică adevărul complet. Astfel, dacă în logica clasică un obiect poate aparține (1) sau nu (0) unei mulțimi date, logica fuzzy lucrează cu gradul de apartenență al obiectului la multime, acesta putând lua valori între intervalul 0 și 1 [2].

Această logică prelucrează informații aproximative într-o manieră sistematică, ea fiind potrivită pentru controlul sistemelor neliniare, dar și pentru modelarea sistemelor complexe [3].

Analizând suprafața prelucrată prin EDM folosind un microscop cu scanare electronica se poate obține microgeometria suprafeței.

2. Stadiul actual

Descărcările se produc atunci când se străpunge mediul izolator electric ca urmare a diferenței de potențial dintre sculă și piesă (U) – impulsuri de tensiune. De aceea, zona în care se produc descărcările trebuie să aibă o rezistență electrică relativ mică. Aceasta se obține prin crearea unei distanțe optime dintre suprafața sculei și a piesei prelucrate, care se numește interstițiu de prelucrare (scânteiere). [6]

În figura 1 este prezentată schema de principiu a prelucrării prin electroeroziune.

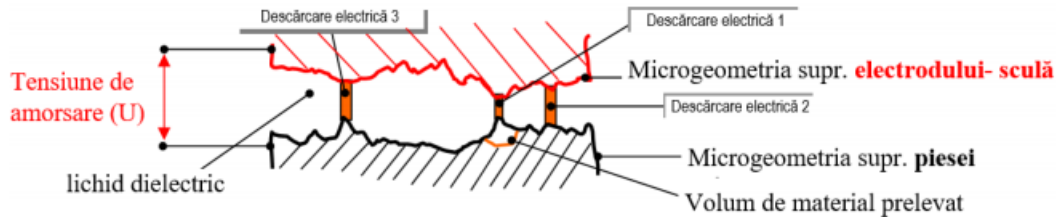


Fig. 1. Schema de principiu a prelucrării prin electroeroziune [6]

În figura 2 este prezentată structura clasică a unui sistem fuzzy:

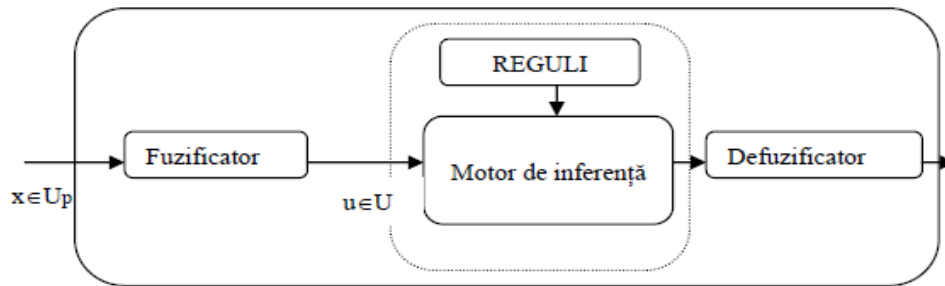


Fig. 2. Structura clasică a unui sistem fuzzy [4]

La sistemul fuzzy fuzificatorul are rolul de a transpune exprimările numerice în seturi fuzzy, necesare pentru activitatea regulilor; regulile transformă variabilele lingvistice în corespondențele lor numerice; mecanismul de inferență aplică o transformare a seturilor de reguli în seturi fuzzy, este zona de implementare și tratare a regulilor; defuzificatorul are rolul de a efectua transformarea reciprocă din seturi fuzzy în valori numerice [4].

Au fost raportate mai multe rezultate privind aplicarea logicii fuzzy la EDM care au condus la creșterea performanțelor tehnologice în ceea ce privește productivitatea, uzura volumetrică relativă și calitatea suprafeței prelucrate [5].

Incrementul axial Δ pentru deplasarea liniară a mesei - BLU (Basic Length Unit):

$$\Delta = p / n \text{ [mm]} \quad (1)$$

unde: p este pasul șurubului cu bile [mm]; n – numărul de incremente unghiulare pe rotație, caracteristică a sistemului de avans; acest parametru este determinat de pasul unghiular motorului pas cu pas, care poate fi divizat prin utilizarea unui driver digital pentru acționarea sa.

În scopul poziționării cu precizie (la cota precisă), dar care să asigure și o deplasare suficient de rapidă (cerință de productivitate), viteza liniară de deplasare a mesei (capului de lucru) trebuie să aibă un profil de variație adecvat [5].

În figura 3 este prezentat profilul unui crater pe suprafața prelucrată:

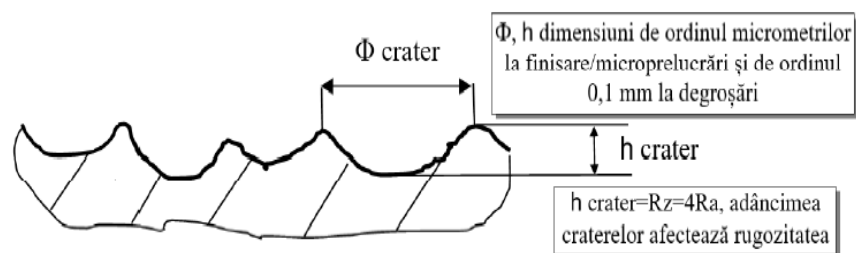


Fig. 3. Profilul unui crater pe suprafața prelucrată [6]

Prin programele de recunoaștere a formelor se poate studia microgeometriei suprafețelor prelucrate prin EDM contorizând numărul de cratere care se încadrează în anumite intervale valorice de dimensiuni corespunzătoare unui comportament stabil al sistemului de avans electroeroziv.[6]

3. Structura sistemului de avans la EDM

Pentru această etapă a lucrării s-a făcut o comparație între sistemul de avans/retragere al unei mașini de prelucrare EDM(Figura 4) și un stand experimental creat de noi pentru aplicarea logicii fuzzy (Figura 5).

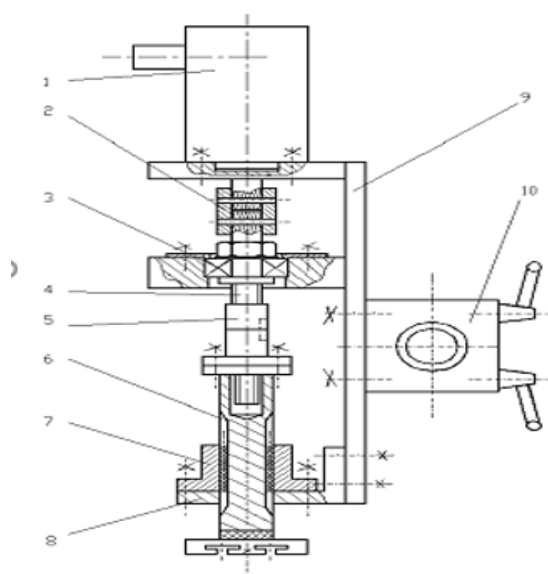


Fig. 4. Sistemul de avans/retragere EDM [5]

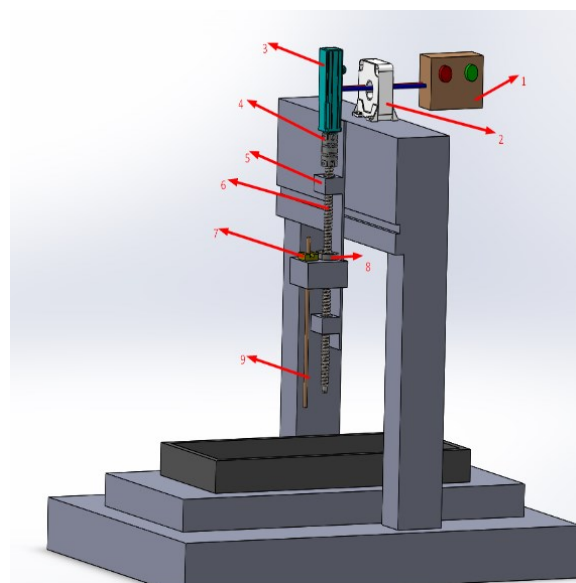


Fig. 5. Stand experimental

Componentele din figura 4 sunt următoarele: 1.Motor AC fara perii; 2.Cuplaj manson cu stifturi conice; 3.Rulment radial oscilant; 4.Surub cu bile; 5.Piulita dubla; 6.Coloana canelata; 7.Bucsa cu bile; 8.Suport bucsa; 9.Suport cap EDM; 10.Ghidaj

Componentele standului experimental din Figura 5 sunt următoarele: Componente: 1.Panou de control; 2.Senzor de current; 3.Motor; 4.Cuplaj elastic; 5.Bucsa de ghidare; 6 Surub; 7.Suport scula electrod; 8 Piulita; 9.Electrod.

4. Realizarea programului de logică fuzzy pentru acționarea sistemului de avans EDM

Pentru parametrii input au fost introduse 4 variabile ale tensiunii: T1 cu interval in (20,30], T2 cu interval in (30,200), T3 (15,20), T4 (0,15).

Pentru parametrii output(impulsul) au fost stabilite cate o variabila pentru miscarea de avans mic(1-5) si pentru retragere cu pas mic(0-3). In cazul avansului mare si al retragerii cu pas mare, au fost stabilite o succesiune de impulsuri (tren de impulsuri) . Avans mare(1-6), retragere mare(3-6).

Parametrii mai sus menționați sunt prezentați în Figura 6.

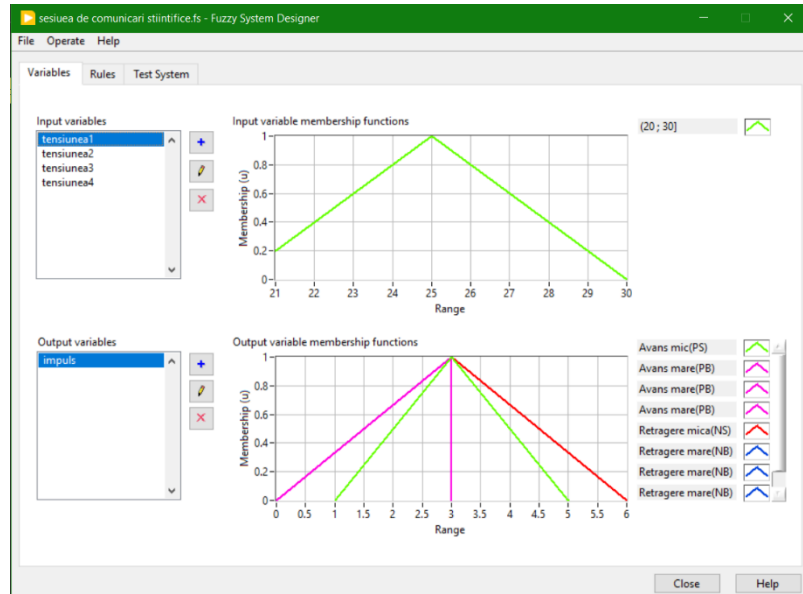


Fig. 6. Setarea parametrilor de input și output

Regulile aplicate sistemului fuzzy sunt următoarele:

- Între t1 și IMP1 a fost creată regula pentru avans mic;
- Între t2 și IMP2 au fost create trei reguli pentru avans mare;
- Între t3 și IMP3 a fost creată o regulă pentru retragere cu pas mic;
- Între t4 și IMP4 au fost create trei reguli pentru retragere cu pas mare.

În urma introducerii parametrilor de input și output, aplicării regulilor necesare programul generează următoarele rezultate prezentate în Figura 7, Figura 8, Figura 9, Figura 10.

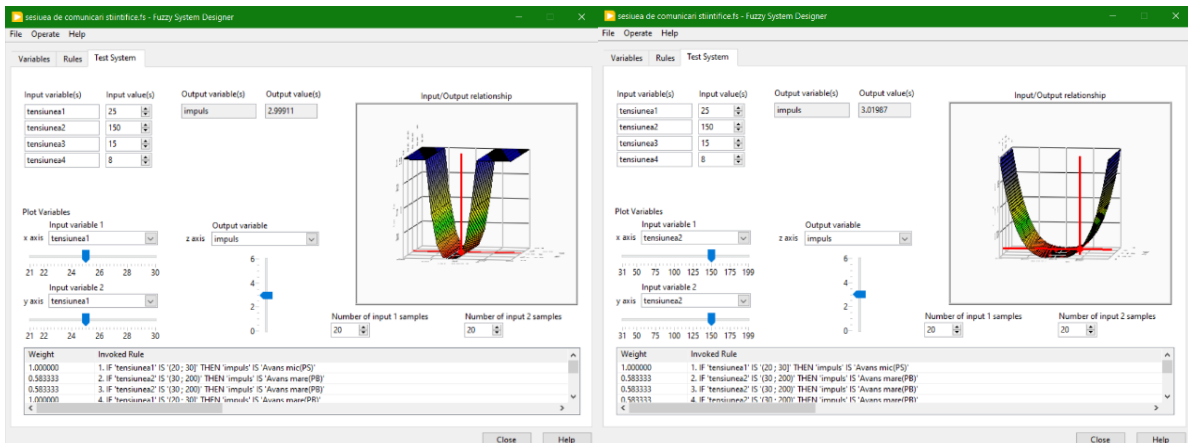


Fig. 7. Positive small

Fig. 8. Positive big

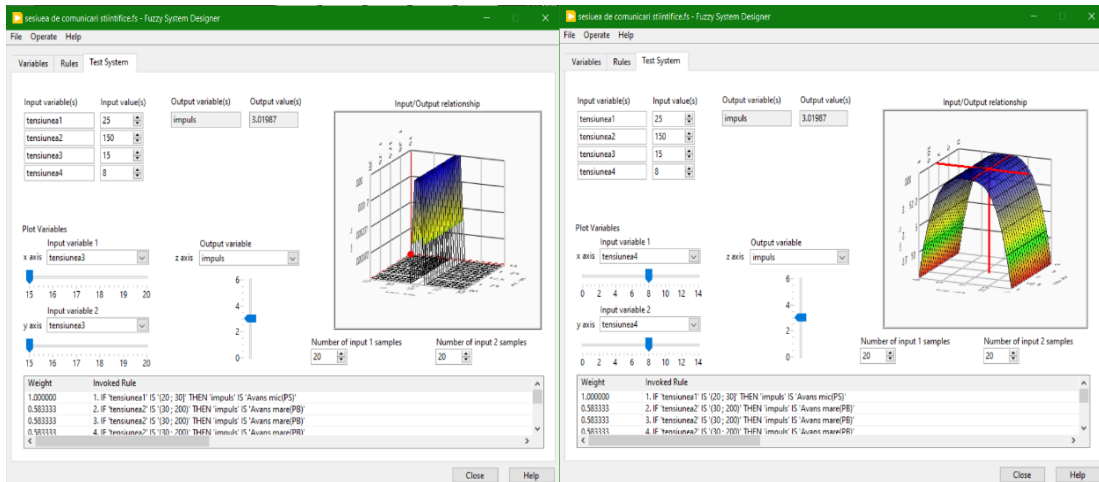


Fig. 9. Negative small

Fig. 10. Negative big

Au fost atribuite urmatoarele cazuri privind actionarea sistemului de avans: 1. avans cu pas mic – un impuls pentru actionarea motorului pas-cu-pas; 2. Avans cu pas mare – un tren de trei impulsuri; 3. Retragerre cu pas mic – un impuls de semn contrar; 4. Retragerre cu pas mare – un tren de trei impulsuri de semn contrar.

5. Realizarea programului de recunoaştere a formelor suprafeţei prelucrate prin EDM la nivel microgeometric

Pentru evaluarea microgeometriei suprafeţei prelucrate avem nevoie, în primă fază de imaginea obţinută în urma analizei cu un microscop digital.

Etapile recunoaşterii formelor suprafeţei prelucrate prin EDM la nivel microgeometric sunt următoarele:

- introducerea imaginii iniţiale
- aplicarea unui filtru imaginii
- identificarea formelor pe suprafaţa prelucrată

Aceste etape sunt prezentate cu print screen din software-ul realizat în Figura 11:

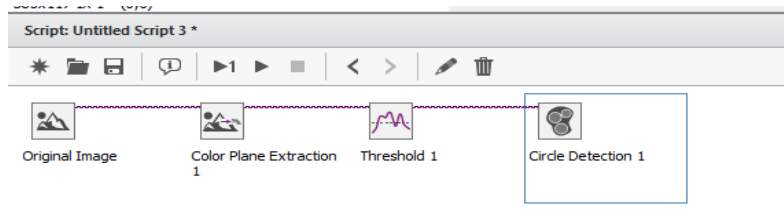


Fig. 11. Etapele recunoaşterii formelor de pe suprafaţa prelucrată prin EDM

În Figura 12 este prezentată imaginea ce urmează să fie analizată. Această imagine reprezintă imaginea iniţială căreia i s-a aplicat un filtru.

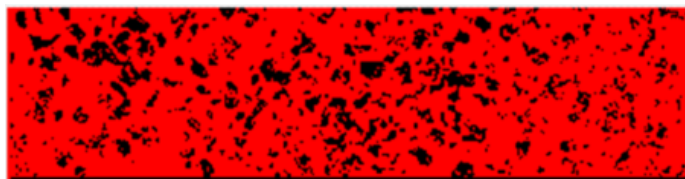


Fig. 12. Imaginea cu filtrul aplicat

În urma executării programului acesta generează un set de valori, acestea reprezentând numărul de forme/cratere găsite pe unitatea de suprafață prelucrată conform parametrilor setați în cadrul programului (diametrul minim, diametrul maxim) cât și dimensiunile acestora (diametru).

În Figurile 13,14,15 sunt prezentate rezultatele executării programului.

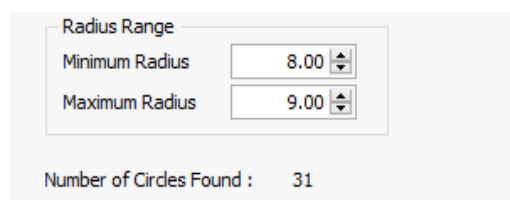


Fig. 13. Numărul de cratere

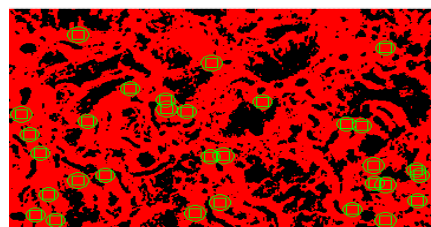


Fig. 14. Prezentarea craterelor pe suprafață

Results ...	1	2	3	4	5	6
Center X	58.00	318.00	171.00	102.00	132.00	214.00
Center Y	29.00	44.00	61.00	90.00	103.00	105.00
Radius	9.00	8.00	9.00	8.00	8.00	8.00

Fig. 15. Tabelul cu dimensiunile craterelor

6. Concluzii

1. A fost aplicata logica fuzzy prin elaborarea unui program bazat pe aceasta pentru determinarea vitezei de avans a capului de lucru EDM, apropiata de aceea a operatorului uman. Aceasta simplifica procesul de calcul, comparativ cu determinarea unor valori discrete ale avansului si in consecinta, scade timpul de reactie, esential in procesele EDM.

2. Logica fuzzy trebuie asociata cu un timp scazut al interzierii produse de sistemul mecanic de avans, bazat pe reducerea frecarilor la organele de masini, aflate in miscare relativa, utilizand suruburi cu bile, bucle de ghidare cu bile etc.

3. Logica fuzzy si dinamica ridicata a sistemului de avans permit reducerea instabilitatii procesului EDM, respectiv fenomene de scurt-circuit (interstitiu prea mic) sau de mers in gol (interstitiu prea mare), aceasta se reflectandu-se si in regularitatea microgometriei suprafetei prelucrate.

4. A fost studiata microgeometria suprafetei prelucrate prin elaborarea unui program de recunoasterea formelor, aplicat in vederea cuantificarii microcraterelor determinate de descarcarile EDM succesive.

5. Rezultate obtinute reprezinta o masura a stabilitatii procesului EDM, respectiv a performantelor sistemului de avans, actionat cu ajutorul logicii fuzzy.

7. Bibliografie

- [1]. Ministerul Educatiei Cercetarii si Tineretului, *Auxiliar curricular, Modulul Tehnologiei neconventionale*, Proiectul Phare TVET RO, Noiembrie 2008
- [2]. C. Negoită, A. Ralescu, (1974), *Mulțimi vagi și aplicațiile lor*, Editura Tehnică, București.
- [3]. G. Oltean, (2007) *Tehnici de inteligenta computacionala in electronica*, Editură, Oraș Cluj-Napoca, ISBN 978-973-662-302-8.
- [4]. G.Prostean Capitolul 2: Sisteme Fuzzy din Proiectul „Sisteme inteligente în electrotehnică” al Universității Politehnice Timișoara.
- [5]. D. Ghiculescu (2013), *Inginerie și fabricare asistată de calculator în domeniul prelucrărilor neconvenționale*, Printech, Bucuresti, ISBN 978-606-521-971-7
- [6] Daniel GHICULESCU Curs 2. TN_Electroeroziune_Fenomene de bază, Disponibil la: <https://curs.upb.ro/my/> Accesat la: 1.02.2021.

RESEARCH ON SIMULATION OF BUSINESS MODELS BASED ON REVOLUTIONARY TECHNOLOGICAL DEVELOPMENTS

ANTONESCU Mădălina-Ioana

Facultatea de Inginerie Industrială și Robotică, Specializarea Inginerie Economică Industrială, Anul de studii: IV, e-mail: madalina98.antonescu@gmail.com

Conducător științific: Prof.dr.ing. **Cristian DOICIN**

ABSTRACT: A business model that is the basis of a successful business, is structured both on innovation and differentiation, as well as on a technological advance and a low price. A business can be the simple sale of milk produced by its own cow using an application, but also the development of spacecraft engine technology for the planet Mars. It all depends on the entrepreneur, his organization, the decisions he makes and the market he wants to develop.

CUVINTE CHEIE: dezvoltatori, decizii, SpaceX, Falcon, Saturn V.

1. Introducere

Importanța tehnologiei pentru dezvoltarea economică este larg recunoscută, având în vedere impactul pe care îl poate avea tehnologia asupra succesului, supraviețuirii sau insuccesului activității economice a companiilor, în special într-un mediu de concurență intensivă și globală. Ingineria aplică imaginația, judecata și disciplina intelectuală cunoștințelor umane existente pentru a crea sau folosi tehnologia în mod util și eficient [11].

Tehnologiile sunt, de regulă, rezultatul activităților de cercetare-dezvoltare, cu rezultate ale cercetărilor științifice, ale experimentării, calculelor și proiectelor care urmăresc să utilizeze în practică invențiile, inovațiile și în general descoperirile, pentru crearea de produse sau servicii. În acest context, cunoștințele se referă la cunoștințe tehnice asupra proceselor de transformare a input-urilor în sistemul de producție în output-uri comercializabile (produse sau servicii). Cu alte cuvinte, tehnologia este ansamblul procedeelelor (metode, rețete, reguli) și mijloacelor materiale (unelte, mașini, aparate) utilizate în vederea desfășurării unei activități. Cunoștințele tehnologice sunt construite utilizând metode științifice [11].

Pentru promovarea unei tehnologii revoluționare, este nevoie de un business bine pus la punct. Un business reprezintă o organizație care se ocupa cu comerțul de bunuri și/sau servicii către consumatori. Afacerile predomină în țările cu economie de piață, majoritatea din ele fiind deținute în formă de proprietate privată. La fel afacerile pot fi non-profit sau în proprietatea statului. Afacerea deținută de mai mulți indivizi se mai numește companie. Oamenii care inițiază sau dezvoltă o afacere sunt numiți antreprenori sau oameni de afaceri. Funcționarea eficientă și eficace a unei afaceri, și studiul acestui subiect, se numește management [3].

2. Business Model Canvas

Unul din cele mai folosite instrumente și framework-uri descoperite în ultimii ani, se numește “Business Model Canvas”. Acesta reprezintă o alternativă pentru un plan de afaceri, conținând cele mai importante elemente din acesta, ajutând la flexibilitatea, inovarea și diferențierea viitoarelor afaceri. [1]

Acest model de afaceri este un șablon de management strategic utilizat pentru dezvoltarea de noi modele de afaceri și analizarea celor existente. Oferă o diagramă vizuală cu elemente care descriu propunerea de valoare a unei firme sau a produselor, infrastructura, clienții și finanțele, ajutând companiile să își analizeze activitățile, ilustrând potențiale compromisuri [2].

Business Model Canvas conține 9 elemente de bază: segmente de clienți, propuneri de valoare, canale, relații cu clienții, fluxuri de venituri, resurse cheie, activități cheie, parteneriate cheie și structura costurilor [2].

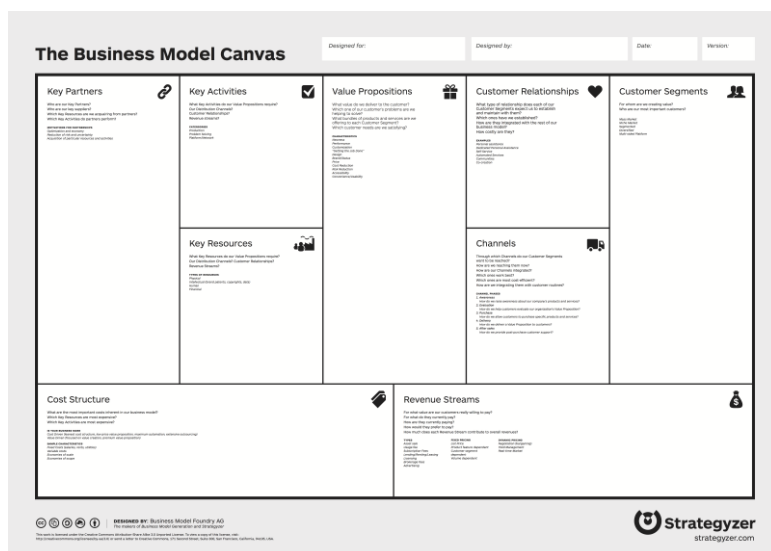


Fig. 1. Modelul de afaceri - Business Model Canvas [2]

În ceea ce privește o afacere, inovația și diferențierea vine atât de la un avans tehnologic sau un preț mic, cât și de la model de business diferit [2].

3. Dezvoltatori de business

Când ne gândim la dezvoltatori de business și la tehnologii revoluționare, ne vine în minte numele lui Elon Musk. El este un fizician, inginer, designer și proiectant industrial, inventator și inovator, programator și creator de software, antreprenor tehnologic și filantrop [4].

Cel mai adesea, asociem numele lui Elon Musk cu Tesla. Elon Musk a jucat un rol activ în cadrul companiei și a supravegheat proiectarea produselor Roadster la un nivel detaliat, dar nu a fost profund implicat în operațiunile zilnice de afaceri. Încă de la început, Musk a susținut în mod constant că obiectivul strategic pe termen lung al Tesla a fost de a crea vehicule electrice la prețuri accesibile. Obiectivul Tesla a fost să înceapă cu o mașină sport premium destinată adoptatorilor timpurii și apoi să se deplaseze spre vehicule mai obișnuite, inclusiv berline și compacte la prețuri accesibile [5].

A co-fondat (împreună cu fratele lui, Kimbal Musk) Zip2, o companie de software web, care a fost cumpărată de Compaq. Apoi Musk a fondat X.com, o bancă online. S-a unit cu Confinity în 2000, care a lansat PayPal anul anterior, iar apoi a fost cumpărat de eBay [4].

În mai 2002, Musk a fondat SpaceX, o companie de producție aerospațială și de servicii de transport în spațiu, în cadrul căreia este CEO și proiectant șef. S-a alăturat Tesla, producător de vehicule electrice, în 2004, anul de după fondare, și a devenit atât CEO cât și arhitect de produse. În 2006, a inspirat crearea SolarCity, o companie de servicii energetice solare (acum subsidiară Tesla). În 2015, Musk a co-fondat OpenAI, o companie de cercetare non-profit care dorește să promoveze "inteligenta artificială prietenoasă". În iulie 2016, a co-fondat Neuralink, o companie de neurotehnologie concentrată pe dezvoltarea interfețelor creier-calculator. În decembrie 2016, Musk a fondat The Boring Company, o companie de construcții în infrastructură și tunele concentrată pe tunelele optimizate pentru mașini electrice [4].

În plus față de afacerile lui principale, Musk a vizionat un sistem de transport rapid cunoscut ca Hyperloop, și a propus un avion cu reacție supersonic și electric capabil de decolare și aterizare verticală. Musk a declarat că scopul SpaceX, Tesla, și SolarCity se învârt în jurul viziunii lui de "a

schimba lumea și de a ajuta umanitatea". Obiectivele lui sunt de a reduce încălzirea globală prin producerea și consumul de energie sustenabilă și reducerea riscului existențial al dispariției omului, prin stabilirea colonizării planetei Marte [4].

4. SpaceX

În urma câștigului de 165 de milioane de dolari după cumpărarea companiei PayPal de către eBay, cu 100 de milioane de dolari, inginerul Elon Musk pune bazele companiei Space Exploration Technologies sau Space X. Ținta acestuia este de a face călătoritul în spațiu mai ieftin de 10 ori, totodată cu visul său de a face posibilă colonizarea planetei Marte [6].

În anul 2008, SpaceX încerca lansarea primei rachete, Falcon 1, iar în apropierea Crăciunului anului 2008, compania reușește să facă o înțelegere cu NASA să trimită resurse în spațiu în valoare de 1,5 miliarde de dolari [6].

Până la sfârșitul anului 2015, SpaceX efectuează peste 24 de transporturi de suplimente către Stația Spațială Internațională. În februarie 2018, cea mai puternică rachetă construită de SpaceX, Falcon Heavy, are o lansare către planeta Marte [6].

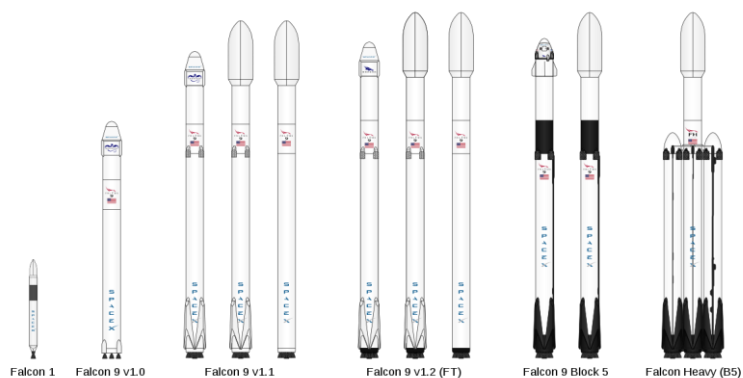


Fig. 2. Versiuni Falcon [12]

SpaceX a lansat cu succes doi astronauți NASA la Stația Spațială Internațională folosind racheta Falcon 9 reutilizabilă. Întrucât compania privată realizează progrese semnificative în cadrul programului său de lansare, mai jos sunt prezentate grafice privind analiza tabloului care detaliază veniturile și evaluarea SpaceX pentru numerele care stau la baza lansărilor, veniturilor pe lansare și multiplii de evaluare, conform Forbes [7].

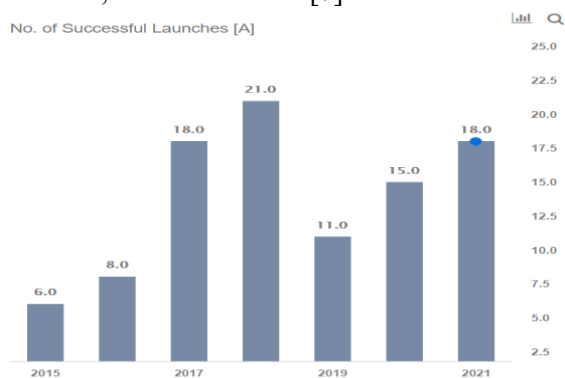


Fig. 3. Grafic lansări reușite [7]

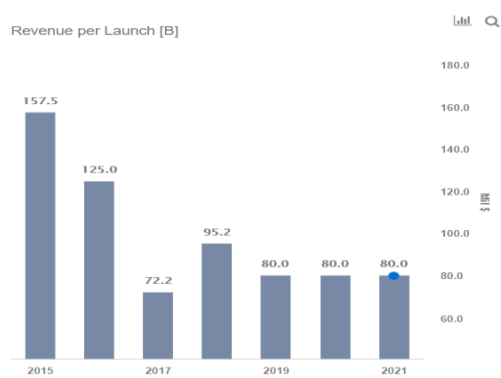


Fig. 4. Grafic venituri/lansări [7]

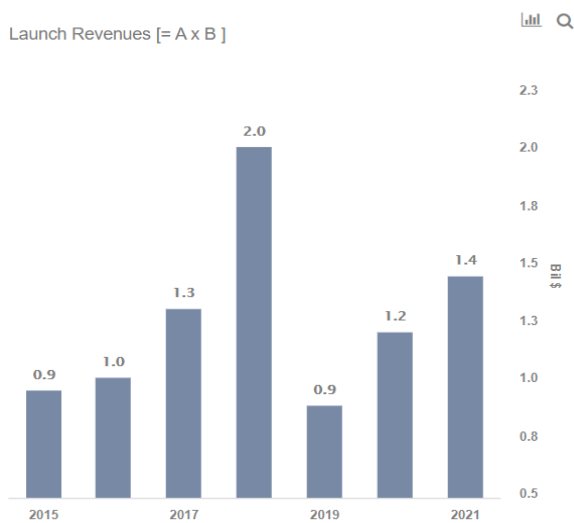


Fig. 5. Grafic venituri lansări [7]

SpaceX va genera probabil venituri din servicii de Internet prin satelit Starlink în 2021, deși se așteaptă ca sistemul de internet bazat pe spațiu să necesite câțiva ani de dezvoltare. [8]

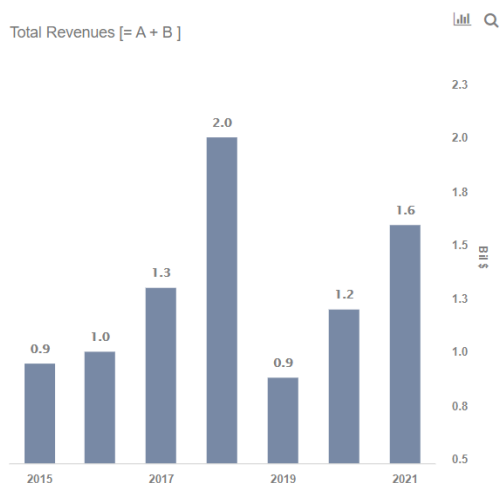


Fig. 6. Grafic venituri totale Starlink [7]

Realizările majore ale SpaceX se referă la reutilizarea vehiculelor de lansare de clasă orbitală și la reducerea costurilor în industria lansării spațiale. SpaceX este o companie spațială privată, iar majoritatea realizărilor sale implică eforturi de dezvoltare prin autofinanțare, nu prin contractarea cu guvernul SUA. Astfel, multe dintre realizările acestei companii sunt considerate primele, în ceea ce privește o companie privată [8].

SpaceX a dezvoltat trei vehicule de lansare. Falcon 1 a fost primul vehicul de lansare dezvoltat și a fost retras în 2009, fiind cu capacitate mică. Acesta a fost prima rachetă alimentată cu lichid, finanțată privat, care a ajuns pe orbită. Falcon 9 are o capacitate medie, capabil să livreze 22.800 kg, concurând cu Delta IV și Atlas V. Are 9 motoare Merlin în prima etapă. Ultima actualizare a acestuia a fost în 2018, la Falcon 9 Block 5. A fost concepută pentru a ateriza retropropulsiv, pentru a fi recuperate și reutilizată [13]. Al treilea vehicul de lansare este Falcon Heavy, care are capacitate mare, un vehicul greu, capabil să livreze până la 63.800 kg. Folosește 3 nuclee Falcon 9 ușor modificate din prima etapă, cu un total de 27 de motoare Merlin 1D [12].

De la fondarea SpaceX în 2002, compania a dezvoltat mai multe motoare, Merlin, Kestrel și Raptor, pentru utilizarea lor în vehicule de lansare [13].

Numărul lansărilor de succes a urcat de la 8 în 2015 la 21 în 2018. Numărul de lansări comerciale a fost de aproximativ 11 în 2019 (cu excepția lansărilor Starlink).

Se estimează aproximativ 18 misiuni comerciale de succes în 2021.

Veniturile pe lansare au scăzut între 2015 și 2017 deoarece:

- Contractele pe termen lung au dus la plăți suplimentare în primii ani;
- SpaceX oferă reduceri pentru lansările care refolosesc componentele rachetelor;

Începând cu 2019, SpaceX a perceput aproximativ 60 de milioane de dolari pentru fiecare lansare Falcon 9 și între 90 și 150 milioane de dolari pentru lansarea Falcon Heavy [8].

Se așteaptă ca alte venituri ale SpaceX să se ridice la aproximativ 150 de milioane de dolari în 2021, deoarece compania a început să își lanseze serviciul Starlink [8].

Începând cu decembrie 2020, SpaceX a folosit 2 boostere separate în prima etapă a Falcon 9, în urma unui program multianual de dezvoltare a tehnologiei reutilizabile. Aceste boostere au fost B1049 și B1051, fiind folosite de 7 ori fiecare [9].

5. Saturn V

Saturn V a fost un vehicul american de lansare super-greu, certificat pentru om, utilizat de NASA între anii 1967 și 1973. A fost format din trei etape, fiecare alimentată cu propulsori lichizi. A fost dezvoltat pentru a sprijini programul Apollo pentru explorarea umană a Lunii și a fost folosit ulterior pentru lansarea Skylab, prima stație spațială americană. Acest vehicul a fost lansat de 13 ori fără pierderi de echipaj sau sarcini utile. Începând cu 2021, Saturn V rămâne cea mai înaltă, mai grea și mai puternică rachetă adusă vrodată în stare operațională. Deține recordul pentru cea mai mare capacitate de încărcare utilă pe orbită, de 140.000 kg [9].

6. Comparație Falcon Heavy - Saturn V

Falcon Heavy și Saturn V sunt două vehicule de lansare cu capacitate mare. Falcon Heavy este o rachetă folosită în prezent, spre deosebire de Saturn V, retrasă în anul 1973.

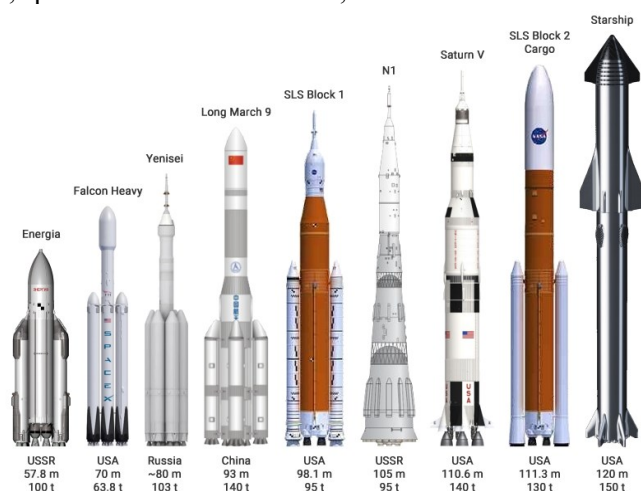


Fig.7. Comparație dimensiuni rachete [9]

Mai jos este prezentată într-un tabel comparația între aceste două rachete.

Tabelul 2. Comparații Falcon Heavy-Saturn V

	Falcon Heavy	Saturn V
Număr de lansări și aterizări reușite	3	13
Costul pe lansare	90 de milioane de \$	185 de milioane de \$, din care 110 milioane de \$ doar pentru producție
Componente reutilizate	Da, toate cele 3 părți ale rachetei	Nu, doar micul modul de comandă se întoarce pe Pământ
Capacitate încărcare	63.800 kg	140.000 kg

Racheta Saturn V nu a fost o mica investiție. De fapt, unul dintre principalele motive pentru anularea ultimelor 3 zboruri Apollo a fost costul total al producerii rachetelor și finanțării lansărilor. Între 1964 și 1973, totalul a fost de 6,417 bilioane de dolari alocat pentru cercetare, dezvoltare și zboruri [10].

În ceea ce privește Falcon Heavy, încă nu sunt disponibile estimări cu privire la reducerea costului lansărilor individuale, datorită reutilizării complete a părților, adică atat amplificatoarele externe, cât și nucleul. Reutilizarea părților duce la o scădere a costurilor, dar poate avea un impact asupra performanței [10].

Cele 3 etape ale rachetelor au motoare proprii. Saturn V are 5 Rocketdyne F-1 în prima parte, 5 Rocketdyne J-2 în a doua parte și 1 Rocketdyne J-2 în a treia parte, spre deosebire de Falcon Heavy care are în prima parte 3x9 Merlin 1D și 1 Merlin 1D în a doua parte, neavând nici un motor în cea de a treia

parte [10]. Astfel că, pentru producție, Saturn V are un cost de 110 milioane de dolari, pe când elementele din Falcon sunt reutilizate, scăzându-i costul.

Ținând cont de faptul că Falcon Heavy a avut doar trei lansări, se realizează un calcul pentru o previziune, pentru a vedea la ce costuri se va ridica Falcon pentru a putea transporta toată încărcătura din cele 13 lansări ale lui Saturn V. Astfel obținem:

În urma celor 13 lansări, dacă s-a încărcat la maxim, Saturn V a transportat 1.820.000 kg, iar pentru ca Falcon Heavy să transporte aceeași cantitate, considerând că va fi la capacitate maximă, se va obține aceeași valoare după 29 de lansări reușite. Rezultând un cost total după toate cele 29 de lansări, de 2,61 bilioane de dolari. În schimb, totalul lui Saturn V după toate cele 13 lansări a fost de 2,405 bilioane de dolari, în anii 1964-1973, dar actualizând suma la momentul prezent, valoarea este de 49,9 bilioane de dolari.

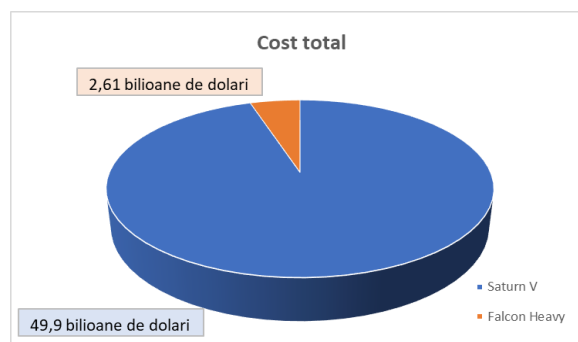


Fig. 8. Diagramă comparativă a costurilor totale

7. Concluzii

În urma comparațiilor făcute, Saturn V rămâne cea mai mare rachetă folosită cu succes, dar analizând costurile totale actualizate, nu este și cea care oferă costul cel mai mic. Datorită evoluției tehnologiei și a ideii cu care a venit SpaceX, de a refolosi elementele componente ale rachetelor, Falcon Heavy este de departe mai rentabilă pentru a fi utilizată.

Deși cantitatea utilă transportată este mai mică în cazul vehiculului de lansare al SpaceX și astfel este nevoie de mai multe lansări reușite decât în cazul rachetei Saturn V, costul mai mic face ca ideea de a realiza încă o rachetă Falcon Heavy pentru a înjumătății timpul în care se realizează transporturile, să fie o idee avantajoasă.

Saturn V având avantajul mărimii mai mari și a capacității de transport mai mare, este mai greu, spre deosebire de Falcon Heavy care este mai mic și deci, mai ușor. Cu toate că prima rachetă poate transporta o cantitate utilă mai mare, Falcon poate îndeplini mai multe misiuni fiind mai ușoară.

Din punctul meu de vedere, Falcon Heavy este o idee în care investițiile pot scoate profit și este o tehnologie care merită dezvoltată.

8. Bibliografie

- [1]. <https://www.startupcafe.ro/stiri-howto-20380912-business-model-trebuie-uiti-momentan-planul-afaceri.htm>, accesat la 09.05.2021
- [2]. https://en.wikipedia.org/wiki/Business_Model_Canvas, accesat la 09.05.2021
- [3]. <https://ro.wikipedia.org/wiki/Afacere>, accesat la 13.05.2021
- [4]. https://ro.wikipedia.org/wiki/Elon_Musk, accesat la 09.05.2021
- [5]. https://ro.wikipedia.org/wiki/Tesla_Inc, accesat la 09.05.2021
- [6]. <https://www.zf.ro/zf-24/povestea-fabuloasa-elon-musk-intrat-afaceri-12-ani-dat-lovitura-dupa-19859067>, accesat la 12.05.2021
- [7]. <https://www.forbes.com/sites/greatspeculations/2020/06/02/revisiting-spacexs-36-billion-valuation-after-its-first-manned-mission/?sh=7f2259aa44fb>, accesat la 12.05.2021
- [8]. <https://dashboards.trefis.com/no-login-required/yaQTBXoY/What-Is-Driving-SpaceX-s-Revenues-Valuation-?fromforbesandarticle=trefis200602>, accesat la 12.05.2021
- [9]. https://en.wikipedia.org/wiki/Saturn_V, accesat la 12.05.2021
- [10]. <https://www.universetoday.com/129989/saturn-v-vs-falcon-heavy/>, accesat la 12.05.2021
- [11]. <https://ro.wikipedia.org/wiki/Tehnologie>, accesat la 13.05.2021
- [12]. https://en.wikipedia.org/wiki/Falcon_Heavy, accesat la 12.05.2021
- [13]. <https://en.wikipedia.org/wiki/SpaceX>, accesat la 09.05.2021

ANALYSIS OF THE PROTECTION OF ROMANIAN INVENTIONS AT EUROPEAN LEVEL

BORCAN Maria-Alexandra, NEACȘU Angela-Miruna, VLAD Mihaela-Marilena
Facultatea de Inginerie Industrială și Robotică, Specializarea Inginerie Economică Industrială,
Anul III ,e-mail: angel.miruna@yahoo.com

Conducător științific: Prof.dr.ing. **Nicolae IONESCU**

SUMMARY: An invention is a technical achievement in a particular area of the knowledge that generates novelty and progress compared to the current stage. It may refer to the development of a product (device, material, substance) or a process in all technological fields. In order to analyze the protection of Romanian inventions at the European level data was taken from the OSIM and EPO website about patent applications, those that was accepted and patents granted, both at national and European level. In order to carry out the widest possible analysis, it has been used "Power BI" software. This program helped to extract various statistics after processing the identified data. Tables that helped to create charts were made in Excel and imported into Power BI.

CUVINTE CHEIE: brevete, aplicări, cereri, OSIM, EPO

1. Introducere

O invenție reprezintă o realizare tehnică dintr-un anumit domeniu al cunoașterii care generează noutate și progres față de stadiul actual. Ea poate face referire la dezvoltarea unui produs (dispozitiv, material, substanță) sau a unui procedeu în toate domeniile tehnologice.

Brevetul este o formă veche de protecție a proprietății intelectuale. Scopul unui sistem de brevetare este de a încuraja dezvoltarea economică și tehnologică prin recompensarea creativității intelectuale, având anumite avantaje. Acesta trebuie să ofere o protecție în vederea recompensării nu numai a creației unei invenții, ci și a dezvoltării unei invenții până în punctul în care este fezabilă, din punct de vedere tehnologic și economic.

Există câteva caracteristici importante pe care oficiul de înregistrare le va examina înainte de a hotărî dacă invenția este sau nu brevetabilă. Primul dintre aceste criterii este acela că invenția trebuie să fie nouă, fapt ce înseamnă că aceasta nu a mai fost realizată, prezentată sau utilizată înainte. Un al doilea criteriu este acela că invenția trebuie să conțină un element inventiv, iar cel de-al treilea criteriu se referă la faptul că invenția trebuie să aibă aplicabilitate industrială, adică să poată fi utilizată într-un domeniu.

Principalele avantaje ale unui brevet constau în faptul că proprietarul brevetului îi poate împiedica pe alții să producă, să vândă sau să importe invenția în zonele în care este protejată. Nu există posibilitatea brevetării astfel încât protecția să fie realizată în orice țară din lume și nici măcar într-un număr relativ mare de state. Sistemul de brevetare este încă unul teritorial, iar pentru a obține protecție într-o anumită țară trebuie să se obțină brevet în țară respectivă.

În prezent, odată cu globalizarea economiei mondiale, există tendința dezvoltării unui sistem internațional de brevetare. În acest sens există Tratatul de Cooperare privind Brevetele – PCT – Patent Cooperation Treaty, care printr-o singură aplicare internațională se pot obține o multitudine de aplicații naționale, care sunt apoi analizate în fiecare țară.

2. Stadiul actual

La nivel național, în majoritatea cazurilor brevetarea este un scop în sine și se realizează doar pentru a fi raportată ca indicator în proiecte finanțate din fonduri publice sau pentru a fi adăugată în CV și în lista de lucrări pentru promovare. Durata proiectelor este de cel mult trei

ani, iar soluțiile tehnice brevetabile se obțin în a doua jumătate a derulării proiectelor. Parcursul obținerii unui brevet (Cerere – aplicație – brevet) poate dura între 2 și 5 ani. În aceste condiții este clar că ceea ce se raportează ca rezultat al proiectelor sunt cereri de brevete, cel mult aplicații, care se transformă în brevete într-o pondere destul de mică, așa cum se poate observa în tabelul 1.

Pentru a analiza modul de protecții al invențiilor românești la nivel European s-au preluat date de pe site-ul OSIM și EPO cu privire la cererile depuse pentru brevete și cele care au fost brevetate, atât la nivel național, cât și European. Astfel, în tabelul 1 s-au identificat o serie de țări cu o populație asemănătoare României pentru care s-a analizat numărul de aplicații și numărul de brevete acordate în perioada 2011–2019. Pentru acestea s-a realizat o medie, în perioada analizată, și apoi s-a raportat la populație, obținându-se numărul de aplicații și brevete la 1 milion de locuitori.

Tabelul 1 Nr. de aplicații și brevete în perioada 2011-2019 -Anexa 1

Țara de reședință a aplicantului/Anul		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Total	Media 2011-2019	Nr. brevete/aplicații la 1 mil. de loc.
Bulgaria 6,965 mil. loc.	Nr. de aplicații	16	13	23	34	33	20	32	31	35	237	26,3	3,78
	Nr. de brevete acordate	8	5	5	7	7	11	22	18	16	99	11,0	1,58
Cipru 1,267 mil. loc.	Nr. de aplicații	55	56	41	44	39	36	49	49	48	417	46,3	36,57
	Nr. de brevete acordate	21	13	17	26	14	30	19	28	25	193	21,4	16,93
⋮													
România 21,310 mil.loc	Nr. de aplicații	20	35	33	28	30	31	52	50	40	319	35,4	1,66
	Nr. de brevete acordate	2	3	2	4	9	19	13	9	14	75	8,3	0,39
⋮													
Slovacia 5,440 mil. loc.	Nr. de aplicații	43	35	29	26	47	44	41	51	42	358	39,8	7,31
	Nr. de brevete acordate	3	13	5	11	11	15	18	28	34	138	15,3	2,82

Sursa: EPO + prelucrări ale autorilor

Pentru perioada 2019–2020 s-a realizat o evidență a numărului de aplicări ale țărilor analizate anterior și procentul acestora raportat la totalul aplicărilor la nivelul Uniunii Europene. Se observă faptul că există o diferență la nivelul anului 2020, față de anul 2019, în cazul numărului de aplicări. Aceasta fiind în majoritatea cazurilor pozitivă și cu un procent destul de ridicat, făcând excepție țări precum Grecia, Portugalia și raportarea la nivelul Uniunii Europene, care au procente negative cu o valoare relativ scăzută.

Tabelul 2. Numărul aplicațiilor în perioada 2019–2020

Țara de reședință a aplicanților		2020	2019	Diferență	Procent aplicații raportat la total	
					2020	2019
BG	Bulgaria	52	35	48,6%	0,08%	0,05%
CY	Cipru	64	48	33,3%	0,10%	0,07%
CZ	Republica Cehă	205	203	1,0%	0,31%	0,31%
EE	Estonia	57	48	18,8%	0,09%	0,07%
GR	Grecia	136	141	-3,5%	0,21%	0,21%
HR	Croația	22	19	15,8%	0,03%	0,03%
HU	Ungaria	107	97	10,3%	0,16%	0,15%
LT	Lituania	50	29	72,4%	0,08%	0,04%
LV	Letonia	27	22	22,7%	0,04%	0,03%
MT	Malta	65	58	12,1%	0,10%	0,09%
PL	Polonia	483	463	4,3%	0,73%	0,70%
PT	Portugalia	249	272	-8,5%	0,38%	0,41%
RO	România	54	40	35,0%	0,08%	0,06%
SI	Slovenia	165	122	35,2%	0,25%	0,18%
SK	Slovacia	55	42	31,0%	0,08%	0,06%
Total		65.854	66.510	-1,0%		

Sursa: EPO + prelucrări ale autorilor

Numărul de brevete valorificate (aplicate) poate avea o importanță majoră în dezvoltarea unei firme deoarece, conform legii brevetelor, o firmă este scutită cinci ani de plata impozitului pe profit pentru veniturile provenite din aplicarea brevetelor. În tabelul 3 se poate observa repartitia cererilor de brevet în funcție de tipul de solicitanți.

Tabelul 3. Repartiția cererilor de brevet

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Total cereri	1463	1077	1046	1036	1053	1063	1178	1147	939
Solicitanți români	1425	1020	995	952	980	1005	1098	1110	888
Persoane fizic	641	429	495	523	523	532	487	427	362
Companii	139	158	151	132	197	145	148	189	119
Unități de cercetare	357	208	143	156	168	190	257	272	235
Universități	288	225	206	141	92	138	204	222	172
Solicitanți străini	38	57	51	84	73	58	80	37	51

Sursa: OSIM

În tabelul 4 este prezentat numărul de brevete acordate Universităților din Romania în perioada 2016-2019.

Tabel 4. Numărul de brevete acordate Universităților în perioada 2016-2019 – Anexa 2

Nr. crt.	DENUMIRE UNIVERSITATE	ORAȘ	2016	2017	2018	2019
1	Universitatea "ȘTEFAN CEL MARE"	SUCEAVA	34	18	12	20
2	Universitatea tehnică "GHEORGHE ASACHI"	IAȘI	11	10	7	10
6	Universitatea POLITEHNICA	BUCUREȘTI	6	7	5	5
30	Universitatea DE NORD	BAIA MARE	1	0	0	0
Total Brevete			110	68	67	78
Nr. Facultăți cu brevete			22	16	17	18

Sursa: OSIM

3. Realizarea unei aplicații privind monitorizarea datelor statistice

Pentru a realiza o analiza cât mai amplă s-a utilizat software-ul „Power BI” cu ajutorul căruia s-au extras diferite statistici în urma prelucrării datelor obținute. Tabele care au ajutat la crearea diagramelor au fost realizate în Excel și importate în Power BI. Ulterior s-au ales cheile primare și legăturile dintre ele realizând astfel interactivitate prin influența modificării datelor prelucrate.

În figura 1 sunt prezentate tabelele folosite pentru realizarea statisticilor și legăturile dintre acestea, iar în figura 2 este expus un tabel creat astfel încât statisticile să fie reale și cât mai ușor de prelucrat.

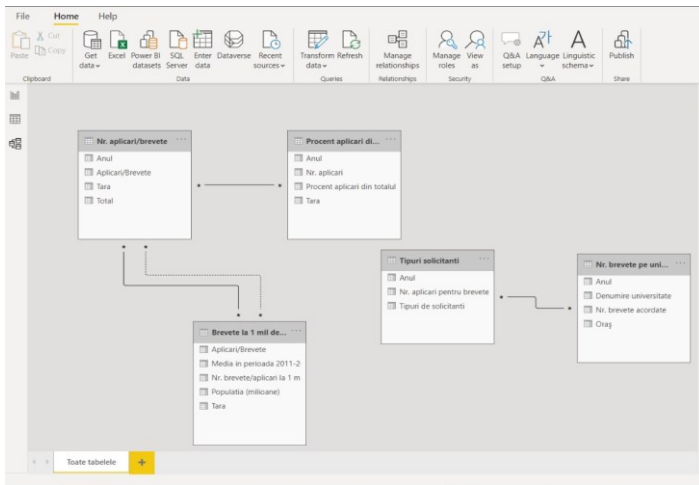


Fig.1

Tara	Aplicari/brevete	Media in perioada 2011-2019	Populatia (milioane)	Nr. brevete/aplicari la 1 milion de locuitori
Bulgaria	Aplicari	26,3	6.963	3.7762297200287
Cipru	Aplicari	46,3	1.267	36.5433149960537
Republica Ceha	Aplicari	186,6	10.698	17.4423126129312
Estonia	Aplicari	42,3	1.228	33.8192121020542
Grecia	Aplicari	94,3	10.605	8.8920330603689
Croatia	Aplicari	24,2	4,23	3.33333333333333
Ungaria	Aplicari	103,6	9.756	10.6210062930819
Lituania	Aplicari	26	2,74	9.4980200498021
Letonia	Aplicari	29,7	1,883	21.6464131120204
Republica Moldova	Aplicari	2,2	4,033	0.29745251678992
Malta	Aplicari	36,1	0,441	127.210848359242
Polonia	Aplicari	430	38,27	11.239395062798
Portugalia	Aplicari	145,2	10,288	14.1083051048357
Romania	Aplicari	35,4	21,11	5.061930386736
Serbia	Aplicari	7,3	6,737	0.83521068197913
Slovenia	Aplicari	116,4	2,102	55.370824404377
Slovacia	Aplicari	39,8	5,44	7.3161764703823
Bulgaria	Brevete	22	6,963	1.57962121162165
Cipru	Brevete	21,4	1,267	58.896292384216
Republica Ceha	Brevete	92,8	10,698	8.67451862160778
Estonia	Brevete	11,4	1,228	9.2838762234964
Grecia	Brevete	34,8	10,605	3.2617106042428
Croatia	Brevete	7,3	4,23	1.252796321211
Ungaria	Brevete	52,7	9,756	5.40580402800018
Lituania	Brevete	12,1	2,74	4.41805839416058
Letonia	Brevete	10,2	1,883	5.41888794478098
Republica Moldova	Brevete	0,4	4,033	0.091021705178973
Malta	Brevete	29,2	0,441	66.2113121274376

Fig.2

4. Rezultate

În urma prelucrării datelor analizate cu ajutorul soft-ului Power BI s-au creat reprezentări grafice ce oferă o vizualizare mai ușoară a statisticilor. Astfel, în figura 4 se poate observa faptul că în anul 2011 cele mai brevetate țări erau Republica Cehă cu 56 de brevete, Ungaria cu 46 de brevete și Polonia cu 45 de brevete.

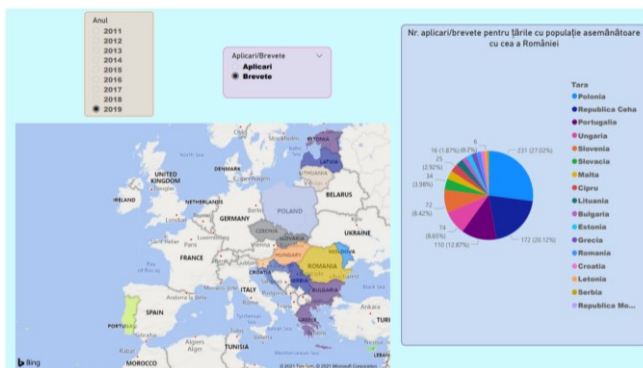


Fig.3

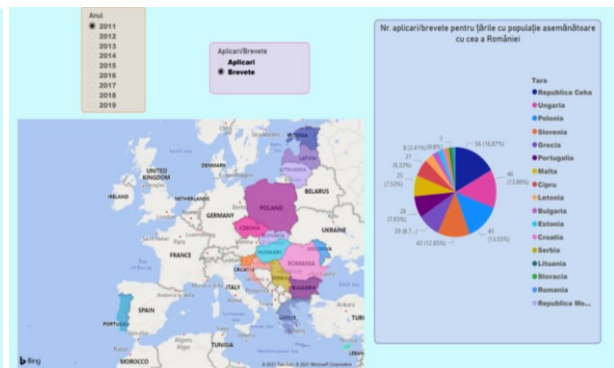


Fig.4

Evoluția anilor, prezentată în figura 3, evidențiază faptul că în anul 2019, Polonia a avut cel mai mare număr de brevete, mai exact 231. În aceeași situație s-a aflat și Portugalia care în anul 2011 se afla pe locul șase cu un număr de 26 de brevete, iar în anul 2019, aceasta s-a clasat

pe locul trei deținând 110 de brevete acordate. În perioada analizată România a avansat de pe locul 16, pe care se afla în anul 2011, pe locul 13 deținând un număr de 14 brevete.

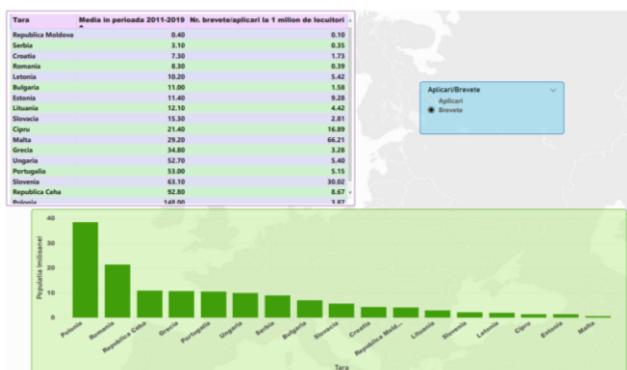


Fig. 5



Fig.6

În urma realizării unor statistici s-a constatat că pentru media anilor 2011-2019, Polonia își menține prima poziție atât în rândul aplicărilor pentru brevetare, cât și în rândul brevetelor acordate, acest lucru fiind observat în figurile 7 și 8. Privind statisticile României, aceasta se clasează pe locul patru în rândul brevetelor și pe locul șapte în rândul aplicărilor.

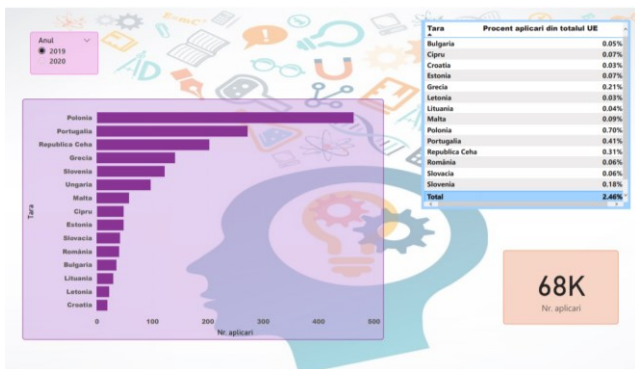


Fig.7

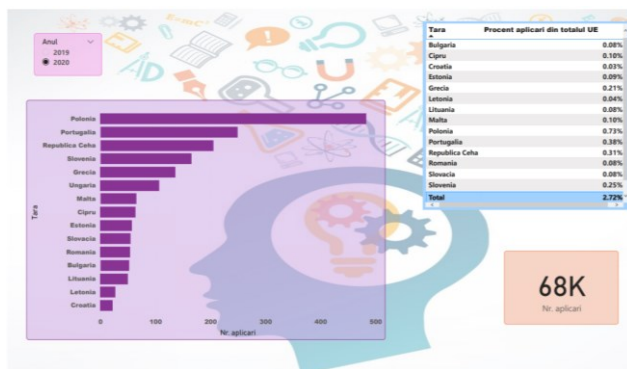


Fig. 8

Pentru a analiza mai în detaliu, s-a preluat numărul de aplicări ale țării alese din UE, în anii 2019 și 2020. Conform statisticilor prezentate în figurile 9 și 10, s-a constatat faptul că România se află pe locul 12, menținându-și poziția în topul țărilor europene.

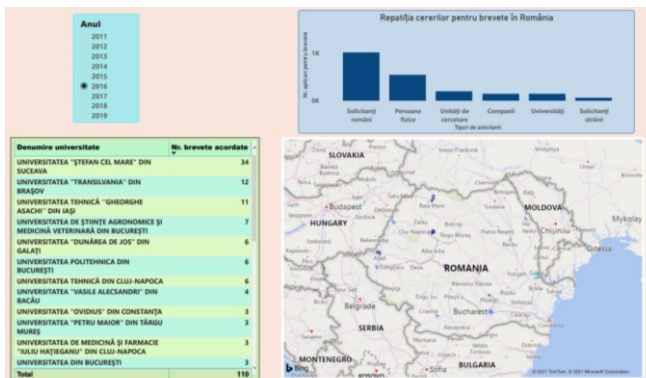


Fig.9

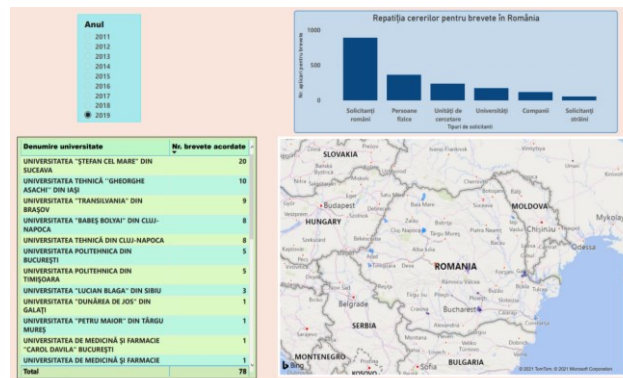


Fig. 10

În figura 9 s-a analizat pentru anul 2016 numărul de brevete acordate Universităților din România. Se poate observa faptul că în anul 2016, Universitatea Politehnica București se clasează în topul brevetelor acordate universităților pe poziția 6, cu un număr de 6 brevete. În figura 10, Universitatea Politehnica București ocupă aceeași poziție, dar cu un număr de 5 brevete acordate.

5. Concluzii

Soft-ul Power Bi a avut un rol foarte important în realizarea acestei cercetări prin corelarea datelor prelucrate pentru a furniza informații structurate cât mai concis, statistici sugestive și pentru a oferi o perspectivă mult mai amplă, referitoare la numărul de aplicații și brevete acordate în rândul diferitelor tipuri de solicitanți, la nivelul anumitor țări, într-o perioadă de timp bine definită. În urma realizării acestei cercetări s-a constatat faptul că în perioada 2011-2019, România se clasează pe poziția a șaptea privind numărul de aplicații și pe poziția a patra, dacă ne raportăm la numărul de brevete. Corelând aceste date cu populația României, de aproximativ 21 de milioane de locuitori, reiese faptul că s-a acordat în medie un brevet la un milion de locuitori.

Comparativ cu totalul de aplicații raportat la nivelul Uniunii Europene, atât în anul 2019, cât și în anul 2020, numărul de aplicații la nivelul României este unul redus, încadrându-se între 0,06 și 0,08 procente din total. Dacă ne raportăm la repartitia cererilor pentru brevete în funcție de tipurile de solicitanți, cea mai mare pondere o reprezintă solicitanții români, mai exact persoanele fizice, în fiecare an din perioada analizată. Din punct de vedere al universităților din România, prima poziție în topul brevetelor acordate este ocupată de Universitatea „Ștefan Cel Mare” din Suceava, în timp ce Universitatea Politehnica București variază între pozițiile patru și șase.

O concluzie generală, care reiese din studiul de cercetare asupra temei alese, face referire la nivelul scăzut de protecție al invențiilor de care România dispune, atât la nivel național, cât și la nivel european.

8. Bibliografie

- [1]. Pâslarul, D., Păun, C., Pele, D., Ionescu N.(2012) „Rolul sectorului privat în dezvoltarea competiției în domeniul cercetării, dezvoltării și inovării”, Editura Economica București
- [2]. Ionescu N., “Legislația Proprietății Intelectuale”, Note de curs, 2020-2021
- [3]. <https://osim.ro/> accesat la data de 22.04.2021
- [4]. <https://www.epo.org/> accesat la data 22.04.2021

RESEARCH ON THE LEVEL OF RESILIENCE OF THE MICROPROCESSOR MARKET FOR THE AUTOMOTIVE INDUSTRY AND WAYS TO RESPOND TO AN UNEXPECTED EVENT

GALENCO Dennis-Cristian

Facultatea de Inginerie Industrială și Robotică, Specializarea: Inginerie Economică Industrială, Anul 4-641Aca, e-mail: dennisgalenco@yahoo.com

Conducător științific: Prof. dr. ing. ec. **Cristian Vasile DOICIN**

ABSTRACT: Most present microchips are found in autovehicles. In present the world is underway of a "microchip shortage". Microchips are made of a set of interconnected electronic components etched, onto a chip of semiconducting material (silicon). COVID-19 started in 30 January 2020, forcing employers to fire/ send home employees and shutting imports. The Automotive Industry underestimated the demand for cars. Cost and demand of silicon skyrockets, as a result of it being needed for COVID-19's vaccine. Majority of manufacturers of microchips are import based. Automakers have to cut back the production at least 20% because of lack of semiconductor chips. Over 10 companies in the Automotive Industry are expected to lose over \$61 billion in earnings and over 6.5 times delay compared to the normal time. The United States president Joe Biden announces a federal relief and meetings with executives of the automotive industry. Hyundai, Toyota and Tesla start making their own microchips.

KEY WORDS: micro-chips, automotive industry, COVID-19, CHIP SHORTAGE, \$61 bilion, federal relief.

1. Introduction

Microchips are everywhere now, present in our quotidian lifestyle and indispensable. The most common microchips that you may know about are the ones in our phones and cars. I would like to talk about the microchips in the automotive area. In order to better understand what is happening in the world right now with the famous „CHIP SHORTAGE” we would firstly have to learn about microchips (in the automotive industry).

- **What are Microchips?** Microchips are made of a set of interconnected electronic components such as capacitors, resistors and transistors that are imprinted or etched either onto a tiny, wafer-thin chip or onto a chip of semiconducting material, such as silicon or germanium. Microchips are usually used for the logic component of a computer, known as the microprocessor, or for the computer memory, also known as RAM chips.
- **How are Microchips fabricated?** They are built layer by layer on a wafer of a semiconductor material. The process of building this layers is named „photolithography” which uses different states of aggregation such as: light, gases and chemicals. First a layer of silicon dioxide is applied to the surface of a silicon wafer, then the said layer is covered with a photoresist. A photoresist is a light-sensitive material used to form a patterned coating on a surface using UV light. The light shines through the pattern, and it hardens the areas exposed to the light. Gas is used to etch into the remaining soft areas. Conducting paths between the components are created by overlaying the chip with a thin layer of metal, usually aluminum. The photolithography and etching processes are used to remove the metal, leaving only the conducting pathways.
- **How are Microchips used in the automotive industry?** „Microchip Corporation”, one of the biggest microchip makers in the business of automotive industry describe the automotive microchip use as following: „Modern vehicles are the sum of tens of thousands of components, each one of which has to be designed smart, connected, and secure [2].

- **Microchips could be found in: (the Infotainment, Powertrain/HEV/EV, Body Electronics, Advanced Driver Assistance Systems) systems:** *Telematics, Audio Amplifier, Head Unit, Cooling fan, DC/DC Converter, HEV/EV Inverter, Car Access, Heated/Cooled Seats, Ambient Lighting, LiDAR, Surround-View Cameras.*

2. The Current State

Due to the Covid 19 Pandemic, the automotive industry is projected not only to lose money, but even leave employees jobless. „To put it plainly, the Coronavirus pandemic has been the primary cause of the chip shortage. The reasons why are numerous:

Global-wide shut-downs caused production to freeze up and stock to drain.

The demand for electronics boomed, increasing competition between Tech Giants and Automakers for the dwindling number of chips.

Automakers underestimated consumers' demand for cars in the second quarter of 2020 and decreased production, further spiking demand.

The cost of silicon has risen substantially due to the mass production of the COVID-19 vaccines; the silicon needed to make the vials is the same as the silicon used to manufacture chips and personal computers” [3].

Most of the Automotive Industry companies worked with Asian based companies that would make these microchips, having this in mind we can base this as a factor of the problem as well. At the end of 2020, in the last quarter of the year (Q4) Ford Motor Company wasn't able to make enough cars that resulting in having to cut back the production on different models of the brand's products. In the beginning of the 2021 year (Q1) General Motors Company had to revise their earnings to keep the situation under control because the company realised that they would be unable to make the cars that they needed to sell this year.

This means that the automotive industry companies (manufacturers) can lose money, interests, stock market value, and buyers. Also, all the automotive industry companies are expected to take a Q1 to Q3 (of the 2021) stock market hit because of this inconvenience. (...)” aftershocks of the global shut-down continue to impact businesses significantly. These ongoing issues are numerous, however, one of the most pressing of them all is the shortage of semiconductor chips.” „According to the Semiconductor Industry Association Global semiconductor sales increased 6.5 percent in 2020, demonstrating a rapidly growing demand for chips from Automakers and Tech Giants.” The website also declared this: „Companies like Ford Motor Co and GM are projected to each lose over \$2 billion in earnings and may be forced to reduce production by upwards of 20%. The chip shortage is shaping up to be the first obstacle of many for the Electric Vehicle (EV) industry.” Automotive industry manufacturers that are having the same issues include: Chevrolet, Lincoln, Jaguar, Land Rover, Range Rover, Jeep, Nissan, Dodge, Mercedes Benz.

[4] „General Motors has shuttered three plants in North America from Feb. 8 to at least mid-March, affecting some compact SUV production. Ford Motor Co. has seen production disruptions in the past several weeks to its popular, highly profitable F-150 pickup, as well as some SUVs and cars. Stellantis, which used to be called Fiat-Chrysler Automobiles, idled plants in Mexico and Canada, building the Jeep Compass and Chrysler 300, Dodge Charger and Dodge Challenger, for much of January. It has been running normal production in February as it closely monitors the supply chain.” [10](Detroit Free Press, Jamie L. LaReau, „As chip shortage cripples auto production, Biden steps in” 09-May-2021) [7].

The supply chain has been disrupted significantly and in unprecedented ways over the last year, this could make the automotive industry specialists to even speculate that the „The shortage could last two years, according to Pat Gelsinger, CEO of Intel, the largest chip maker in the U.S.” [5].

Due to this unforeseen event, Joe Biden, the president of the United States of America stepped in to help this automotive industry will get a federal relief because of this shortage of chips that had put the vehicle production in jeopardy. Jamie L. Lareau had this to say: „The major manufacturers of the semiconductor chips used in cars are overseas, namely Taiwan-based, Taiwan Semiconductor Manufacturing Company (TSMC) and United Microelectronics Corporation (UMC). The strain on making and delivering the chips comes down to supply versus demand. Data company IHS Markit has tracked the

chip problem since April 2020 and it estimates the deficit will result in 672,000 fewer light-duty vehicles built globally in this first quarter. As part of that total estimate, North America will see about 100,000 fewer vehicles made” [6].

„The White House held a virtual CEO summit where President Joe Biden met with executives from the auto, tech, biotech and consumer electronics industries to focus on the ongoing semiconductor chip shortage. In that meeting, Joe Biden declared: „Chips, like the one I have here, these chips, these wafers, (they) are batteries, broadband.” ... „This is infrastructure. So look, we need to build the infrastructure of today, not repair the one of yesterday.” “Funding the chip manufacturing incentives and research investments called for in the chips for America Act, as President Biden’s infrastructure plan would do, will strengthen U.S. semiconductor production and innovation across the board so all sectors of our economy have the chips they need,” S.I.A. stated [8].

The Boston Consulting Group estimated that the USA needs as much as \$50 billion in a new investment in a new approach to semiconductors. „As government authorities begin the complex logistical process of distributing and administering vaccines to their populations, the global semiconductor industry calls on all governments and authorities to consider prioritizing certain semiconductor industry workers for vaccination. Consistent with guidelines of by public health experts around the world, we fully support the need to prioritize limited vaccine supplies to health care workers, vulnerable populations, and emergency first responders.” ... „The semiconductor industry is committed to taking all necessary steps to ensure its essential workers remain healthy and safe and to use its critical technologies to assist in the effort to battle the global pandemic” [9].

3. Equations

$$CT = N^{category} \cdot AD^{category} \quad (1)$$

4. Tables

Current time delays because of the Chip Shortage (Table 1)

Category	Normally	Determinations	
		Analytical Delay	Current time
Pmc	4 to 8 (N)	6 to 6.5 (AD)	24 to 52 (CT)
Mc	4 to 8 (N)	6 to 6.5 (AD)	24 to 52 (CT)
Cpu	4 to 8 (N)	3 to 2 (AD)	12 to 16 (CT)
Mem	4 to 8 (N)	3.5 to 1.8 (AD)	14 to 15 (CT)
WiFi	4 to 8 (N)	6 to 3.7 (AD)	24 to 30 (CT)
Lcd	12 (N)	1,3 to 1,6 (AD)	16 to 20 (CT)

$CT = N^{pmc} \cdot AD^{pmc} = 4 * 6 = 24$ and also $8 * 6.5 = 52$, which \Rightarrow the CT is 24 to 52

5. Illustrative Material

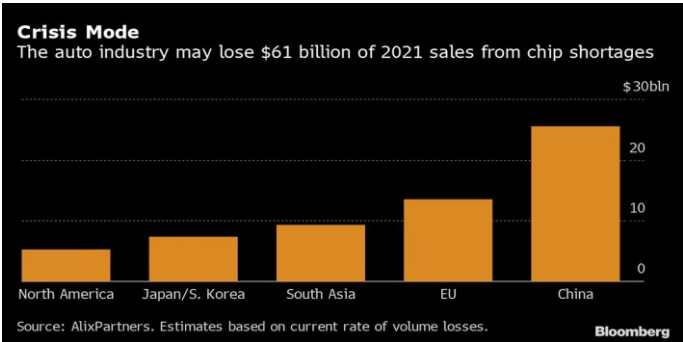


Fig. 1. Economic impact of the chip shortage for the automotive industry [10]

6. Conclusions

In conclusion, the semiconductor crisis has happened during the Covid-19 pandemic due to people losing jobs and work from home situations. Having available at least 5 types of COVID-19 vaccines, first of all I would recommend mass vaccination. This way, while everybody is getting vaccinated the need of silicone in the medical area slightly reduces, therefore it might be able to get back to other industries. Export and import might eventually be permitted again.

I think that all the companies should take Hyundai, Toyota and Tesla's example and start making their chips in-house at least for a short period of time while we escape the pandemic. Moving this production in-house temporarily, and with the help of faster vaccinating, getting more silicone and the import being slightly brought back to life, combining these 3 solutions we could solve this problem.

7. Bibliography and bibliographic references

- [1]. <https://www.thoughtco.com/what-is-a-microchip-1991410> Quote, 9 May 2021
- [2]. <https://www.microchip.com/en-us/solutions/automotive-and-transportation#> Quote, 9 May 2021
- [3]. <https://www.mau.com/workforce-insights/the-2021-semiconductor-chip-shortage-what-why-and-whats-next> Quote, 9 May 2021
- [4]. <https://www.mau.com/workforce-insights/the-2021-semiconductor-chip-shortage-what-why-and-whats-next> Quote, 9 May 2021
- [5]. <https://www.whio.com/news/trending/global-microchip-shortage-could-last-two-years/AUORIOQ4FFBOTLHBVLXTOC6MEI/> Quote, 9 May 2021
- [6]. <https://eu.freep.com/story/money/cars/2021/02/24/chip-shortage-automakers-biden/4573587001/> Quote, 9 May 2021
- [7]. <https://www.cnn.com/2021/04/12/biden-meets-today-with-executives-on-chip-shortage-as-us-auto-industry-feels-the-pain.html> Quote, 9 May 2021
- [8]. <https://www.industryweek.com/supply-chain/article/21161072/biden-holds-semiconductor-summit-with-executives-to-explore-government-response> Quote, 9 May 2021
- [9]. <https://www.semiconductors.org/wp-content/uploads/2021/01/Vaccination-global-statement-January-2021.pdf> Quote, 12 May 2021
- [10]. <https://www.autonews.com/suppliers/chip-shortages-may-last-late-2021-renesas-says> Graphic, 12 May 2021

8. Notations

S.I.A = Semiconductor Industry Association;

PMC = Power Management Chips;

MC = Microcontroller Chips;

CPU = Central Processing Unit;

Mem = Memory Chips;

RESEARCH ON MODELING AND SIMULATING A RESILIENT ADAPTIVE BEHAVIOR OF MEDICAL ORGANIZATIONS IN A PANDEMIC CONTEXT

GHINOIU Cristina-Sorela

Facultatea de Inginerie Industrială și Robotică, Specializarea: Inginerie Economică Industrială,
Anul de studii: IV, e-mail: cristina.ghinoiu@yahoo.com

Conducător științific: Prof.dr.ing. **Cristian DOICIN**

ABSTRACT: In the response to the COVID-19 pandemic, BioNTech launched the COVID-19 vaccine development program BNT162, based on mRNA technology, in the late January 2020, to develop COVID-19 vaccine candidates and support the global supply of a post approval vaccine. That said, COVID-19 vaccine and a dynamically growing structure may shift the expectations of BioNTech's stakeholders: the expectation of many non-governmental organizations campaigning for fair and equitable global access to COVID-19 vaccines for an effective containment of the global pandemic. In the financial year 2020, BioNTech entered into two strategic collaborations with major pharmaceutical companies, Pfizer Inc. of New York, USA, and Fosun Pharmaceutical Industrial Development Co. Ltd. of Shanghai, China, in connection with the BNT162 vaccine program, 'Lightspeed'. [1]

KEY WORDS: BioNTech, COVID-19, vaccine, pandemic, develop

1. Introducere

Focarul Covid-19 este prima pandemie globală cauzată de un coronavirus SARS-CoV2, ducând la o criză cu pierderi considerabile din punct de vedere al sănătății, dar și la o mare parte a economiei globale, cu costuri sociale ridicate. Lipsa măștilor, testelor, ventilatoarelor și a altor elemente esențiale a lăsat lucrătorii din prima linie și populația generală expusă pericolului bolii în sine. În sistemele complexe, există tensiuni între eficiență și reziliență, capacitatea de a anticipa, absorbi, recupera și adapta la amenințări neașteptate [2].

După apariția virusului SARS-CoV2, compania BioNTech a început să dezvolte un potențial vaccin împotriva COVID-19, pentru a contribui la eforturile globale de combatere a pandemiei cu COVID-19. Împreună cu companiile și instituțiile de cercetare, în mai puțin de un an au reușit dezvoltarea vaccinului COVID-19 mRNA.

2. Stadiul actual

Vaccinul împotriva virusului COVID-19, a adus compania BioNTech în centrul atenției publicului. Experiența dobândită de la proiectul Project 'Lightspeed' și succesul său comercial, oferă acum o oportunitate pentru dezvoltarea de noi terapii împotriva cancerului și a altor boli grave [1].

BioNTech și Pfizer se așteaptă să crească capacitatea de producție a vaccinului BNT162b2 până la 2,5 miliarde de doze, până la sfârșitul anului 2021. Creșterea este determinată de optimizarea proceselor de producție, de inițierea recentă a producției la fabrica BioNTech din Marburg, Germania, aprobarea de reglementare pentru șase flacoane cu doză și extinderea rețelei de producție și furnizori. Sunt în curs de desfășurare discuții cu potențiali parteneri pentru a extinde în continuare capacitatea de producție [3].

3. Adaptarea companiei BioNTech la pandemie și realizarea vaccinului COVID-19

Amplitudinea tehnologiilor și expertizei în imunoterapie a companiei BioNTech, i-a permis să dezvolte potențiale terapii pentru a aborda o serie de boli infecțioase. Compania a mobilizat rapid aceste tehnologii și expertiză, pentru a aborda pandemia COVID-19 cu vaccinul COVID-19, denumită COMIRNATY în Uniunea Europeană (UE) [1].

În anul 2020, compania BioNTech a intrat în colaborări strategice cu două mari companii farmaceutice. Pfizer Inc. din New York, SUA și Fosun Pharmaceutical Industrial development Co. Ltd. din Shanghai, China, în legătură cu programul de vaccin BNT162 denumit 'Lightspeed' [1].

BioNTech și Pfizer valorifică capacitățile existente de fabricare și distribuție a vaccinului Pfizer, precum și structurile de scalare, fabricare și distribuție rapidă a unor cantități mari de vaccin de înaltă calitate, completând expertiza BioNTech în materie de producție de ARNm dobândită de aproape un deceniu [1].

Capacitatea de producție este într-o creștere continuă și include achiziționarea unei fabrici în Marburg, Germania. În data de 26 Martie 2020, BioNTech a anunțat că EMA (Agenția Europeană a Medicamentelor) a aprobat fabricarea produsului medicamentos și anume vaccinul COVID-19, la fabrica din Marburg. Aprobarea a făcut ca site-ul de producție Marburg al BioNTech să fie unul dintre cele mai mari fabrici de ARNm din întreaga lume, cu o capacitate anuală de producție de până la un miliard de doze de vaccin COVID-19, o dată pe deplin funcțional. Compania BioNTech se aștepta ca primele vaccinuri realizate la Marburg să fie livrate în a doua jumătate a lunii aprilie [1].

În decurs de zece luni, BioNTech a dezvoltat primul vaccin COVID-19 aprobat pentru utilizare pe oameni la nivel mondial. FDA a fost prima care a acordat permisiunea BioNTech și Pfizer pentru studii la scară largă. Vaccinului i s-a acordat între timp o autorizație condiționată de introducere pe piață, autorizație de utilizare de urgență sau autorizație temporară în mai mult de 65 de țări. Au fost livrate deja aproximativ 200 de milioane de doze [1].

Companiile au semnat un acord cu COVAX pentru inițiativa care a fost creată pentru a se asigura că toate țările participante au acces echitabil la vaccinul COVID-19, la un preț echitabil, non-profit, în conformitate cu angajamentul de piață avansată. Prin acest mecanism, 92 de țări cu venituri de capital medii și mici, au acces la vaccin în același timp cu țările bogate [1].

4. Date financiare

Veniturile Grupului BioNTech în exercițiul financiar 2020, au provenit în principal din vânzarea vaccinului COVID-19 și colaborări de cercetare și dezvoltare [1].

Veniturile au crescut cu 373,7 milioane de €, de la 108,6 milioane de € în anul încheiat la data de 31 Decembrie 2019, la 482,3 milioane de € în anul încheiat la data de 31 Decembrie 2020. Veniturile totale au crescut datorită recunoașterii veniturilor pentru prima dată în noi acorduri de colaborare pentru dezvoltarea unui vaccin COVID-19 și în cele din urmă au condus la recunoașterea veniturilor comerciale ale vaccinului COVID-19. BioNTech se asigură că își îndeplinește obligațiile fiscale în totalitate și la timp în toate țările în care operează. Compania se asigură de asemenea, că monitorizează procesele de afaceri relevante din punct de vedere fiscal. Într-o manieră spre risc [1].

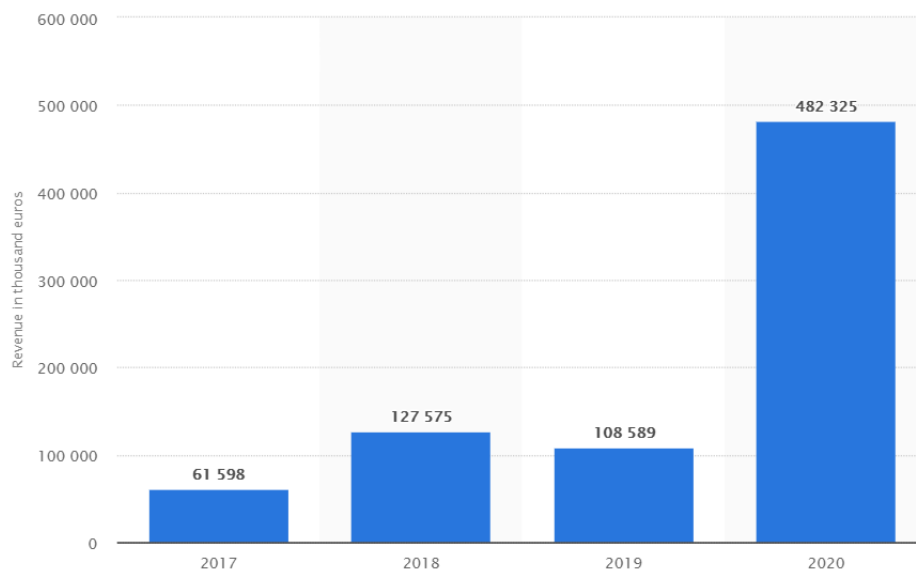


Fig. 1. Venituri BioNTech din 2017-2020 [5].

Se poate observa faptul că livrările de vaccinuri COVID-19 au determinat o creștere considerabilă a veniturilor.

În anul fiscal 2020, BioNTech a primit un angajament de finanțare guvernamental pentru subvenții guvernamentale în valoare totală de 375 milioane de €. Angajamentul a fost emis la data de 15 Septembrie 2020, ca parte a unei inițiative a Ministerului Federal al Educației și Cercetării din Germania, pentru a sprijini dezvoltarea accelerată a vaccinurilor SARS-CoV-2. Din această sumă, 326,9 milioane de € au fost extrase în cursul anului încheiat la data de 31 decembrie 2020. Partea din subvenție aferentă cheltuielilor suportate de BioNTech, s-a ridicat la 238,9 milioane de €, o sumă recunoscută drept alte venituri din exploatare. Porțiunea care a fost primită și va compensa BioNTech pentru viitoarele extinderi a fost amânată și a fost prezentată ca o subvenție de finanțare în valoare de 88 milioane de €, în situațiile consolidate ale poziției financiare. 48,1 milioane de € de finanțare răman la dispoziția companiei pentru retrageri suplimentare, sub rezerva condițiilor de tragere în cursul anului încheiat la 31 decembrie 2021 [1]. Subvențiile sunt utilizate pentru extinderea dezvoltării și capacităților de producție a vaccinurilor în Germania, precum și creșterea numărului de participanți la studiile clinice în stadiu târziu. Mai puțin de 10% din finanțare a fost dedicată extinderii capacităților de producție în Germania. Programul de vaccinare BNT161, este unul din cele trei programe susținute de inițiativa BMBF, care va oferi beneficiarilor săi o finanțare în total până la 750 milioane de € [1].

Banca Europeană de Investiții (BEI) și BioNTech au încheiat un acord de finanțare a datoriilor de 100 milioane de €, constând în două tranșe de câte 50 milioane de € fiecare pe 11 iunie 2020, pentru a sprijini dezvoltarea programului de vaccinare COVID-19 al companiei. Finanțarea este utilizată pentru a extinde capacitatea de producție a BioNTech pentru a facilita furnizarea rapidă a vaccinului la nivel mondial ca răspuns la pandemie. Compania a retras 50 milioane de € din aceste fonduri până pe 31 decembrie 2020 [1].

Pe 25 noiembrie 2020, BioNTech și Fundația Bill & Melinda Gates au semnat un mare acord în baza căruia BMGF oferă companiei BioNTech o imunoterapie COVID și o subvenție de pandemie care sprijină dezvoltarea unei abordări terapeutice COVID-19 [1].

Profitul net și pierderi ale companiei BioNTech. Profitul net a fost de 366,9 milioane de € pentru cele trei luni încheiate la 31 decembrie 2020, comparativ cu pierderea netă de 58,2 milioane de € pentru cele trei luni încheiate la 31 decembrie 2019. Pentru anul încheiat la 31 decembrie 2020, profitul net a fost 15,2 milioane de €, comparativ cu pierderea netă de 179,2 milioane de € pentru perioada comparativă a anului precedent [3].

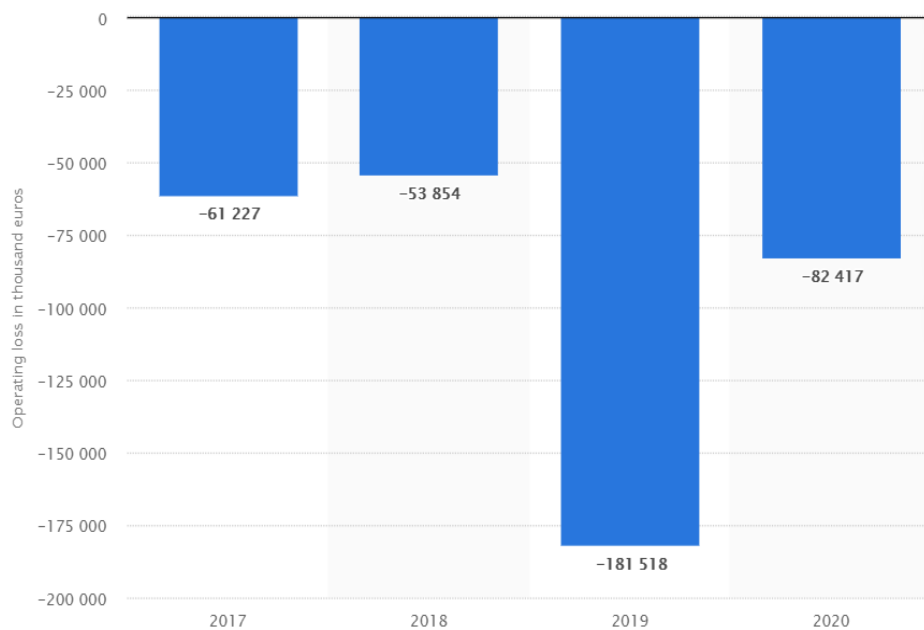


Fig. 2. Pierderi anuale de funcționare BioNTech conform statisticilor [5].

Conform unor statistici făcute, compania a avut pierderi anuale de funcționare de aproximativ 82,4 milioane de €, comparativ cu aproximativ 181,5 milioane de € în anul precedent.

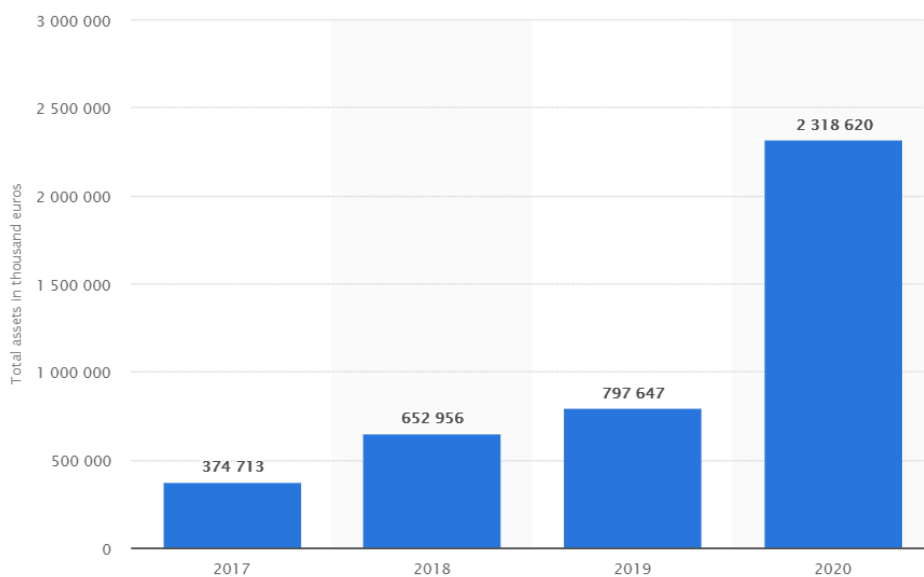


Fig. 3. Active totale BioNTech din 2017-2020 [5].

Conform statisticilor, în 2020 activele totale ale companiei BioNTech s-au ridicat la aproape 2,4 miliarde de €, o creștere semnificativă de la aproximativ 800 milioane de €. Această statistică ilustrează activele totale ale companiei BioNTech în perioada 2017-2020.

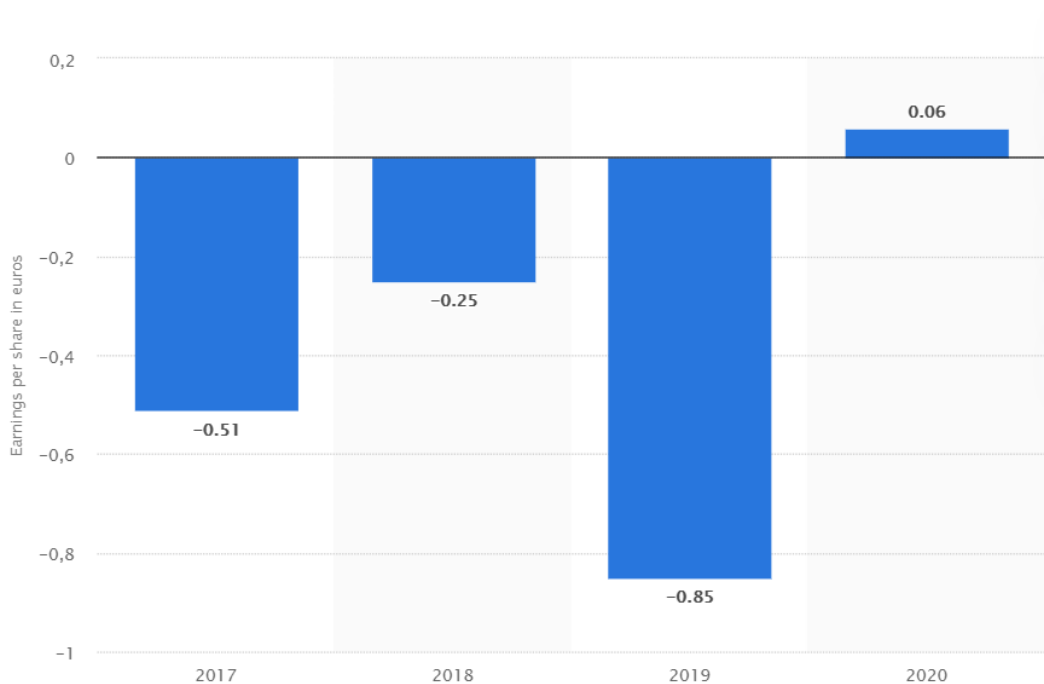


Fig. 4. Câștiguri pe acțiuni BioNTech [6].

Conform statisticilor, anul 2020 a fost unul bun pentru compania BioNTech, câștigurile anuale pe acțiuni fiind pe plus cu aproximativ 0,06 € comparativ cu anii precedenți în care au avut pierderi și au fost pe minus.

Veniturile estimate ale vaccinului COVID-19 către compania BioNTech la livrarea contractelor de furnizare semnate, începând cu 4 mai 2021 (aproximativ 1,8 miliarde de doze) sunt de aproximativ 12,5 miliarde de €. Creșterea investițiilor în cercetare și dezvoltare în 2021 și după, este planificată pentru extinderea și accelerarea dezvoltării conductelor [4].

Dezvoltator / producător	Preț în USD *	Proгноza vânzărilor în 2021 (în miliarde USD)	Proгноza vânzărilor în 2022 (în miliarde USD)	Proгноza vânzărilor în 2023 (în miliarde USD)	Modificarea prețului acțiunii 20 martie - 21 martie (%)
BioNTech / Pfizer **	37,5	21.5	8.6	2	156

Fig. 5. Proгноza vânzărilor vaccinului COVID-19 [7].

Se estimează că vaccinul COVID-19 din cooperarea BioNTech / Pfizer va genera vânzări de peste trei miliarde de dolari în 2021. Cu toate acestea, va exista probabil o scădere accentuată până la 1,4 miliarde de dolari în 2022. Principalul dezavantaj al BioNTech / Vaccinul Pfizer este nevoia sa de depozitare ultra-rece. Multe țări și regiuni nu au logistica necesară pentru lanțul de frig și probabil că nu o vor avea în anii următori [8].

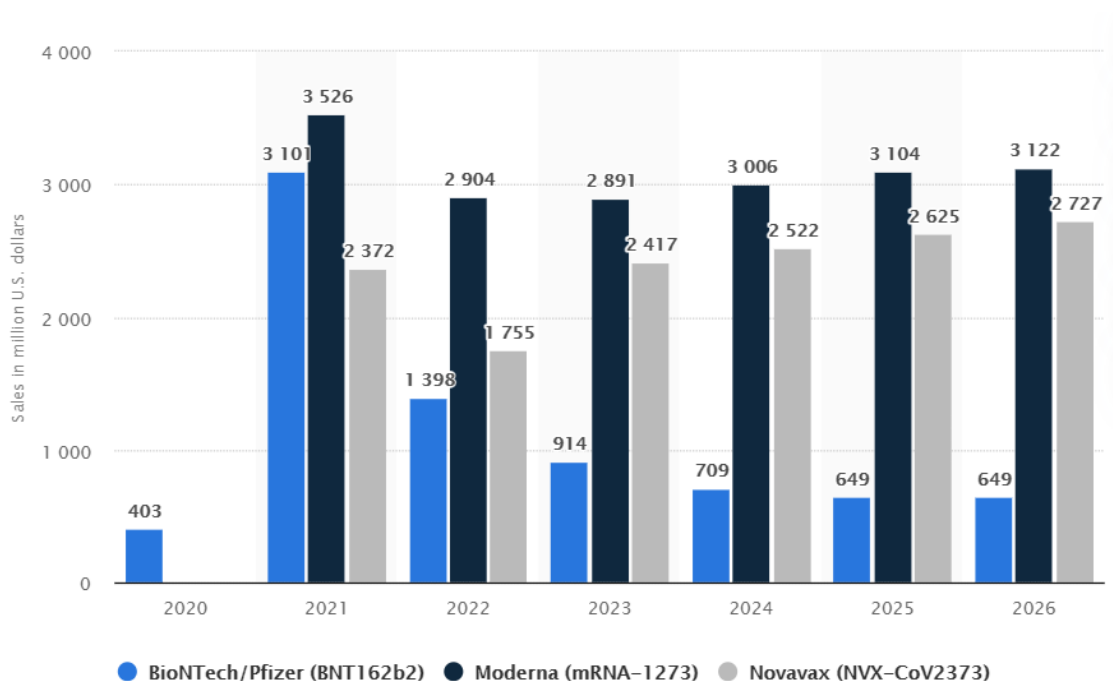


Fig. 6. Estimarea vânzării vaccinului de către BioNTech [8].

5. Concluzii

Compania BioNTech va continua să contribuie la eforturile de abordare a pandemiei, prin extinderea capacității de producție, optimizarea platformelor și inițierea dezvoltării din timp a produselor. Aceștia spun că ARNm este o soluție naturală pentru vaccinuri, în cazul unei pandemii. Veniturile obținute din vaccinuri oferă un fond de rulment important de construit valoare pe termen lung pentru pacienți, acționari și societate [4].

6. Bibliografie

- [1]. <https://investors.biontech.de/static-files/7b130edf-10ca-47d7-aa27-d7afd9c5dae3>
- [2]. <https://www.oecd.org/coronavirus/policy-responses/a-systemic-resilience-approach-to-dealing-with-covid-19-and-future-shocks-36a5bdfb/>
- [3]. <https://investors.biontech.de/news-releases/news-release-details/biontech-announces-full-year-2020-financial-results-and/>
- [4]. <https://investors.biontech.de/static-files/3c4a108a-9865-42c8-b76d-90bd273b3276>
- [5]. <https://www.statista.com/statistics/1186010/annual-revenue-biontech/>
- [6]. <https://www.statista.com/statistics/1186025/earnings-per-share-biontech/>
- [7]. <https://www.statista.com/statistics/1221576/covid-vaccines-sales-forecast-mean-price-share-growth/>
- [8]. <https://www.statista.com/statistics/1194747/select-leading-covid-vaccine-sales-forecast/>

STUDY ON THE CORRELATION BETWEEN PRODUCT PERSONALITY AND COLOR

CRISTEA Ioana-Bianca

Facultatea: Inginerie Industrială și Robotică, Specializarea: Inginerie Economică Industrială,
Anul de studii: IV, e-mail: cristea409@gmail.com

Conducător științific: Prof.dr.ing. **Andrei DUMITRESCU**

ABSTRACT: Considering an unexplored area of the literature, we studied the correlation between product personality and color, the influence of product class on color preference for the same personality size and the influence of personality size on color preference in general. Were used in experiment two products: sprayer (low-tech product) and vacuum (high-tech product), and color selection was guided by classic subtractive colors, which were added three non-colors such as and three outstanding focal colors. In this experiment, the use of the personality model was chosen OCEAN.

CUVINTE CHEIE: personalitatea produsului, culoare, estetica produsului

1. Introducere

Produsul este un obiect fără viață, cu o funcționare strict determinată și cu un aspect constant – proiectat de creatorul său. Produsul este, în consecință, o entitate fără personalitate. Însă, din cauza legăturii emoționale dintre om și produsul pe care îl posedă, utilizează sau contemplă, omul conferă produsului o personalitate asemănătoare celei umane. Uneori, aspectul produsului permite cu ușurință atribuirea unei personalități. Indiferent de ușurința atribuirii personalității, personalitatea este tot mai căutată. David Riesman scria că „Produsul cel mai căutat în zilele noastre nu mai este nici materia primă, nici mașinile, ci personalitatea” [1].

Personalitatea produsului este setul de trăsături puternic conturate ale personalității umane folosite de om pentru a distinge produsul de altele și pentru a justifica relația sentimentală cu acesta.

Unii autori au mers mai departe și au afirmat că produsele sunt mult mai prețuite și produc atașament dacă personalitatea lor este similară cu personalitatea proprietarului sau utilizatorului. Mai exact, personalitatea produsului trebuie să fie similară cu imaginea pe care omul o are despre sine. Acest fenomen a primit denumirea de congruența personalităților [2].

În 1997, Patrick Jordan lansa această teorie în articolul „Product as Personalities” [3]. Jordan scria atunci că pe baza personalității viitorului cumpărător, se pot proiecta produse cu succes pe piață. Însă, cinci ani mai târziu, Jordan prezintă într-o lucrare [4] rezultatele unui nou experiment care, pe de o parte, presupune justetea conceptului de personalitate a produsului, dar infirmă, de pe altă parte, ipoteza preferinței consumatorilor pentru produsele care au o personalitate asemenea cu a lor.

Și Pascalle Govers și Ruth Mugge au subscris la teoria congruenței personalităților. „Dacă o persoană se identifică cu imaginea produsului, aceasta va trăi experiența unei congruențe la un nivel înalt, fapt ce va influența pozitiv evaluarea produsului. Se presupune că efectul congruenței își are originea în nevoia noastră de a exprima o imagine consistentă și pozitivă a propriului eu. Produsele pot fi mijloacele prin care un individ își prezintă imaginea simbolică despre sine către ceilalți și către sine.” [5]

2. Stadiul actual

În ultima vreme, este tot mai mult folosit un model, atât în ceea ce privește personalitatea umană, cât și în cea a produsului. Are cinci dimensiuni ale personalității și de aceea este cunoscut și sub numele OCEAN („Openness to experience; Conscientiousness; Extraversion; Agreeableness; Neuroticism”). Acest

model a fost definit de mai multe colective independente de cercetători care au folosit analiza factorială a descriptorilor verbali ai comportamentului uman. [6]

Cele cinci dimensiuni ale modelului OCEAN sunt următoarele (cu indicarea valorilor extreme):

- deschidere spre experiență (inventiv / curios vs. consecvent / precaut);
- conștiinciozitate (eficient / organizat vs. extravagant / neglijent);
- extraversiune (expansiv / energetic vs. solitar / rezervat);
- agreabilitate (prietenos / compasiv vs. critic / rațional);
- nevrotism (sensibil / nervos vs. rezistent / încrezător).

O metodă folosită mai rar este metoda scenariului. În această metodă, scenariul este „o povestire scurtă cu personaje ipotetice în circumstanțe diferite despre care interviueatul este invitat să-și spună părerea” [7]. Pascalle Govers și Ruth Mugge [5] au folosit metoda scenariului pentru a studia congruența personalităților. Respondenților li s-a prezentat o imagine color a produsului și un scenariu în care era portretizată personalitatea unui individ ipotetic. Pentru a crea condițiile de congruență produs-personalitate la nivel înalt, respectiv scăzut, personalitatea produsului era congruentă, respectiv incongruentă, cu personalitatea persoanei din scenariu.

Personalitatea umană a fost descrisă folosindu-se modelul „Big Five”. Din cele cinci dimensiuni, extraversiunea și conștiinciozitatea au fost alese ca fiind susceptibile a fi recunoscute cel mai ușor de respondenți. Înainte de studiul propriu-zis, s-au efectuat două testări. Prima a vizat recunoașterea personalității conform intențiilor experimentatorilor și a doua – selectarea unui produs congruent / incongruent. Concluzia experimentului a fost că există un atașament puternic față de produsele ce au o personalitate apropiată de cea a posesorului. [5]

Există la nivelul publicului larg percepția că genul unei persoane și culoare sunt strâns corelate și această corelație este mai puternică la vârste fragede. Astfel, fetelor le place rozul la îmbrăcăminte și la produsele personale, iar băieților – albastrul. Studiind legătura dintre gen și caracteristicile produselor, Van Tilburg și colaboratorii [8] au descoperit că, dincolo de caracteristicile fizice ale produselor, personalitatea producătorului este foarte importantă pentru atribuirea unei personalități unui produs. Legat de caracteristicile fizice ale produselor, cercetătorii au mai descoperit următoarele aspecte. Produsele cu proporții zvelte, formă rotunjită, linii curbe, suprafețe lucioase și culori multe și pastelate sunt percepute a fi feminine. Produsele cu proporții masive, formă unghiulară, linii drepte, suprafețe mate și culori puține și în tonuri închise sunt percepute a fi masculine. Deci, predispoziția pentru roz sau albastru nu s-a confirmat în mod direct.

Primul demers direct de a stabili o corelație între personalitatea produsului și culoare i-a aparținut cercetătoarei olandeze Ruth Mugge [9], care a descoperit că o personalitate „profesionistă” a produsului este asociată cu culorile negru și gri. Această descoperire a fost confirmată pentru nuanțele de gri de experimentele lui Hung, Chen și Chen [10].

Lucrarea pe care mulți cercetători din domeniu o consideră referențială pentru corelația dintre personalitatea umană și culoare este cea scrisă de Choungourian [11]. Plecând de la o carte cu certă influență în epocă, în care Birren [12] stipula că extravertiții preferă culorile calde (roșu, portocaliu și galben), iar introvertiții – culorile reci (verde, albastru, violet), Choungourian efectuează un experiment și constată că toți participanții preferă culorile reci, indiferent de personalitatea lor. La un nivel mai aprofundat de analiză a datelor experimentale, cercetătorul constată că extravertiții culori reci, dar mai apropiate de limita spre „cald”, iar introvertiții – culori eminentemente reci. Peste câțiva ani, Robinson [13] descoperă dovezi în favoarea teoriei lui Birren.

Pazda și Thorstenson [14] au studiat legăturile dintre culori și personalitatea umană. Au folosit modelul OCEAN de personalitate, dar s-au concentrat nu asupra anumitor culori propriu-zise (anumite tonalități), ci asupra saturației culorilor. Nicio dimensiune a personalității nu a putut fi asociată cu o culoare sau un parametru al culorii, cu excepția extraversiunii. Concluzia experimentelor a fost că extravertiții preferă culorile saturate.

3. Proiectarea experimentului

În urma studiului literaturii de specialitate, s-au constatat următoarele:

- Experimentele care au fost efectuate au vizat corelația dintre dimensiunile personalității și culoarea teoretică, nu cea practică, respectiv culoarea plasată pe un produs. Mai mult, aceste experimente au căutat să confirme ipoteze mecaniciste, fără a investiga adevărul indiferent de exprimarea sa.
- Nu există nici un demers al cercetării științifice care să abordeze în mod direct corelația dintre personalitatea și culoarea produsului.

Având în vedere cele de mai sus, s-au stabilit următoarele obiective ale cercetării:

- Identificarea corelațiilor dintre dimensiunile personalității și culoarea produsului.
- Influența clasei produsului asupra preferinței cromatice pentru aceeași dimensiune a personalității.
- Influența dimensiunii personalității asupra preferinței cromatice în general.

Corespunzător, s-au stabilit următoarele ipoteze generice de nul:

H1: Personalității X îi plac toate culorile *produsului* la fel de mult.

H2: Personalității X îi place culoarea Y indiferent de produsul pe care este plasată.

H3: Preferința cromatică (pe ansamblu) pentru fiecare dimensiune de personalitate este constantă.

Alegerea produselor s-a dovedit a fi dificilă datorită complexității obiectivelor cercetării. S-au luat în considerare mai multe aspecte. În primul rând, s-a decis utilizarea unor produse cu un design mediu pentru ca doar culoarea să fie parametrul de variat. Din motive similare, au fost eliminate din procesul de triere clasele de produse cu un caracter prea personal. Pentru simplitatea experimentului și pentru a nu plictisi prematur participanții, s-au ales doar două produse: stropitoarea (ca produs low-tech) și aspiratorul (ca produs high-tech).

Alegerea culorilor a fost ghidată de sistemul clasic al culorilor substructive, la care s-au adăugat trei non-culori, precum și trei culori focale remarcabile [15]. Lista culorilor utilizate în experiment este: alb; gri; negru; roșu; roz; portocaliu; galben; verde; albastru; bleu (azuriu); violet; maro. Cele două produse (stropitoarea și aspiratorul) au fost generate cu ajutorul calculatorului și apoi li s-au atribuit culorile menționate. În figurile 1 și 2, sunt prezentate cele două produse colorate în portocaliu, respectiv violet.

Dintre toate modelele de personalitate prezentate mai sus, s-a ales pentru a fi utilizat în acest experiment modelul OCEAN, deoarece este utilizat în ultima vreme de majoritatea cercetătorilor și deoarece este ușor de înțeles de oamenii simpli, cum urmează a fi participanții la experiment.

În cazul studiului corelației dintre personalitatea produsului și culoarea, metoda directă ar fi însemnat că fiecare participant ar fi fost evaluat din punct de vedere al personalității, situație care ar fi produs următoarele dezavantaje: a) complicarea procesului birocratic asociat (obținerea acordului comitetului de etică al universității pentru desfășurarea experimentului, obținerea acordului individual al fiecărui participant etc.); b) reținerea participantului de a indica exact preferințele sale, știindu-se analizat; c) relativitatea rezultatelor pe dimensiuni de personalitate, deoarece fiecare om (participant) este o combinație unică a valorilor dimensiunilor de personalitate. De aceea, s-a aplicat metoda indirectă, respectiv a vinietei [7]. Au fost concepute cinci personaje, fiecare reprezentând o valoare extremă a unei dimensiuni de personalitate.



Fig. 1. Stropitoarea „portocalie”

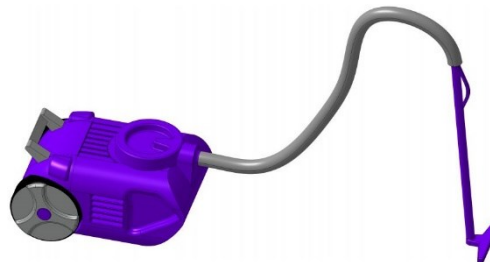


Fig. 2. Aspiratorul „violet”

S-a luat decizia ca răspunsurile participanților să fie înregistrate cu ajutorul unui chestionar online. După prezentarea personajului, se prezintă imaginea produsului colorat, apoi se pune întrebarea: „Cât de mult credeți că i-ar place (*personajului*) produsul de mai sus?” iar răspunsul este pe o scară Likert (1 – Deloc ... 7 – Foarte mult).

4. Rezultate experimentale

Experimentul a fost realizat cu 58 de participanți (36 de femei și 22 de bărbați). Media de vârstă a fost 22,6 ani ($\sigma = 2,03$ ani). Toți participanții erau studenți înscriși la o mare universitate tehnică din România. Studenții nu au fost recompensați financiar pentru participarea lor la experiment. Au fost organizate mai multe sesiuni online ale experimentului. În timpul fiecărei sesiuni, unul dintre autori a fost conectat online cu participanții printr-o platformă de comunicare. Fiecare sesiune a avut următoarea structură: 1. S-a efectuat o introducere în care a prezentat participanților scopul și metodologia experimentului. 2. Participanții au completat același chestionar printr-un software online. Au evaluat aceleași două produse (afișate ca imagini digitale). 3. După fiecare sesiune, datele au fost transferate de la software-ul de administrare a sondajului pe o foaie de calcul.

Pentru a verifica acuratețea rezultatelor, scorul Z a fost calculat pentru fiecare participant. Deoarece toate scorurile au fost în intervalul $[-3, +3]$, nu a fost necesar să se elimine nici un set de date. Scorul Z a variat între -2,65 și 1,70. Fiabilitatea datelor a fost testată folosind coeficientul Cronbach alpha. Valoarea calculată pentru întregul set de date a fost $\alpha = 0,995$, valoare care indică o fiabilitate extraordinar de bună. (Pentru validarea unui experiment, coeficientul Cronbach alpha trebuie să fie între 0,7 și 1.) Deci, datele experimentale sunt fiabile și permit elaborarea de concluzii adecvate.

După calcularea mediilor, a rezultat o serie de culori preferate și o culoare respinsă pentru fiecare personaj (ce întruchipează o valoare a personalității). Rezultatele pentru produsul stropitoare sunt prezentate în tabelul 1, iar pentru produsul aspirator în tabelul 2.

Tabel 1. Mediile scorurilor pentru produsul stropitoare

<i>Valoare a personalității</i>	<i>Culori preferate</i>	<i>Scor</i>	<i>Culoare respinsa</i>	<i>Scor</i>
Deschis spre experiență	bleu	5,57	negru	2,78
	roz	5,28		
	verde	5,24		
Conștiincios	alb	4,81	verde	3,24
	gri	4,45	galben	3,17
Extraversiune	albastru	5,43	gri	2,53
	roșu	5,17		
Agreabilitate	alb	5,17	violet	3,66
	gri	4,67	roz	3,53
Nevrotism	negru	4,62	roz	3,07
	gri	4,26		

Tabel 2. Mediile scorurilor pentru produsul aspirator

<i>Valoare a personalității</i>	<i>Culori preferate</i>	<i>Scor</i>	<i>Culoare respinsa</i>	<i>Scor</i>
Deschis spre experiență	bleu	5,27	negru	2,81
	albastru	4,97		
Conștiincios	alb	5,10	roz	3,10
	gri	5,03	violet	2,93
	negru	4,98		
Extraversiune	albastru	5,50	gri	2,91
	bleu	5,21		
	roșu	5,12	alb	2,91

<i>Valoare a personalității</i>	<i>Culori preferate</i>	<i>Scor</i>	<i>Culoare respinsa</i>	<i>Scor</i>
Agreabilitate	alb	5,17	roz	2,97
	gri	4,79		
Nevrotism	negru	4,98	galben	3,02
	gri	4,47	roz	3

La o analiză atentă a tabelelor 3 și 4, se observă că există clar o preferință și o respingere pentru anumite culori din partea fiecărei valori de personalitate. Dar cu adevărat există culori preferate sau nu cumva scorurile ridicate sau coborâte sunt un rezultat al hazardului? Pentru a avea o confirmare a preferințelor se verifică ipoteza H1 („Personalității X îi plac toate culorile *produsului* la fel de mult.”) prin tehnica ANOVA cu un singur factor. Valorile semnificative rezultate în urma aplicării ANOVA sunt prezentate în tablele 3 și 4.

Tabel 3. Rezultatele aplicării ANOVA pentru stropitoare

<i>Valoare a personalității</i>	F_{critic}	$F_{calculat}$	<i>Decizie</i>
Deschis spre experiență	1,801	24,803	Ipoteza de nul a fost rejectată.
Conștiincios	1,801	7,128	Ipoteza de nul a fost rejectată.
Extraversiune	1,801	26,019	Ipoteza de nul a fost rejectată.
Agreabilitate	1,801	5,526	Ipoteza de nul a fost rejectată.
Nevrotism	1,801	3,837	Ipoteza de nul a fost rejectată.

Tabel 4. Rezultatele aplicării ANOVA pentru aspirator

<i>Valoare a personalității</i>	F_{critic}	$F_{calculat}$	<i>Decizie</i>
Deschis spre experiență	1,801	18,289	Ipoteza de nul a fost rejectată.
Conștiincios	1,801	16,657	Ipoteza de nul a fost rejectată.
Extraversiune	1,801	18,609	Ipoteza de nul a fost rejectată.
Agreabilitate	1,801	10,363	Ipoteza de nul a fost rejectată.
Nevrotism	1,801	7,058	Ipoteza de nul a fost rejectată.

În continuare, se pune următoarea problema: Există pentru fiecare personaj vreo diferență dată de produsul pe care este plasată culoarea? Ipoteza de nul asociată este H2 („Personalității X îi place culoarea Y indiferent de produsul pe care este plasată.”). Deoarece nu avem decât două seturi de date (unul pentru stropitoare și altul pentru aspirator), nu se poate aplica tehnica ANOVA, Recomandată în acest caz (având calculate și varianțele – pentru coeficientul Cronbach alpha) este tehnica testului Z (variante „two-tail”) deoarece nu interesează sensul variației. Rezultatele (pentru alpha = 0,05) sunt indicate în tabelul 5. De remarcat că ipotezele de nul nu au putut fi rejectate din două motive, respectiv $Z_{critic} > Z_{calculat}$, dar și $P > 0,05$.

Tabel 5. Rezultatele aplicării testului Z pentru fiecare valoare a personalității

<i>Valoare a personalității</i>	z_{critic}	$z_{calculat}$	$P(Z \leq z)$	<i>Decizie</i>
Deschis spre experiență	1,959	0,003	0,997	Ipoteza de nul nu a putut fi rejectată.
Conștiincios	1,959	-0,002	0,997	Ipoteza de nul nu a putut fi rejectată.
Extraversiune	1,959	-0,001	0,999	Ipoteza de nul nu a putut fi rejectată.
Agreabilitate	1,959	0	1	Ipoteza de nul nu a putut fi rejectată.
Nevrotism	1,959	-0,013	0,989	Ipoteza de nul nu a putut fi rejectată.

Testarea ultimei ipoteze de nul (H3: „Preferința cromatică (pe ansamblu) pentru fiecare dimensiune de personalitate este constantă.”) s-a efectuat prin observare directă a mediilor obținute de fiecare personaj. Mediile obținute sunt prezentate în tabelul 6. Se observă că unele personaje au un scor al mediilor mai ridicat, deci ipoteza de nul este rejectată.

Tabel 6. Mediile scorurilor pentru fiecare valoare a personalității

<i>Valoare a personalității</i>	<i>Stropitoare</i>	<i>Aspirator</i>	<i>Total</i>
Deschis spre experiență	4,58	4,28	4,43
Conștiincios	3,74	3,81	3,78
Extraversiune	4,21	4,34	4,28
Agreabilitate	4,15	4,07	4,11
Nevrotism	3,72	3,72	3,72

5. Concluzii

Concluziile prezentate într-o formă sintetizată sunt:

- Fiecare valoare a personalității are culori preferate și culori respinse, dar nu se poate descoperi o regulă a preferințelor.
- Preferința pentru o anumită culoare nu este influențată de produsul pe care este plasată.
- Intensitatea preferințelor cromatice pe global este mai puternică pentru unele valori ale personalității.

6. Bibliografie

- [1]. Baudrillard, J. (1996), *Sistemul obiectelor*, Editura Echinox.
- [2]. Dumitrescu, A. (2013), *Tratat de design*, Editura Academiei Române, 2013.
- [3]. Jordan, P. (1997), "Products as Personalities", *Contemporary Ergonomics*.
- [4]. Jordan, P. (2002), "The Personalities of Products", în volumul William Green, Patrick Jordan, *Pleasure with Products. Beyond Usability*, Taylor & Francis.
- [5]. Govers, P., Mugge, R. (2004), "The Effect of Product-Personality Congruence on Product Attachment", *Proceedings of „Design and Emotion” Conference*.
- [6]. Graham, E. K., et. al. (2020). "Trajectories of big five personality traits: A coordinated analysis of 16 longitudinal samples". *European Journal of Personality*, 34(3), 301-321.
- [7]. Finch, J. (1987), "The Vignette Technique", *Sociology*, 21 (1).
- [8]. Van Tilburg, M., Lieven, T., Herrmann, A., & Townsend, C. (2015). "Beyond "pink it and shrink it" perceived product gender, aesthetics, and product evaluation". *Psychology & Marketing*, 32(4), 422-437.
- [9]. Mugge, R. (2011), "The effect of a business-like personality on the perceived performance quality of products". *International Journal of Design*, 5 (3).
- [10]. Hung, W. K., Chen, Y. S. A., & Chen, L. L. (2016). "How grayscale influences consumers' perception of product personality". In 2016 International Conference on Applied System Innovation (ICASI) (pp. 1-4). IEEE.
- [11]. Choungourian, A. (1967), "Introversion—extraversion and color preferences". *Journal of Projective Techniques and Personality Assessment*, 31(4), 92-94.
- [12]. Birren, F. (2016), *Color psychology and color therapy; a factual study of the influence of color on human life*. Pickle Partners Publishing.
- [13]. Robinson, C. (1975). "Color preference as a function of introversion and extraversion". *Perceptual and Motor Skills*, 40(3), 702, 1975.
- [14]. Pazda, A. D., & Thorstenson, C. A. "Extraversion predicts a preference for high-chroma colors". *Personality and Individual Differences*, 127, 133-138, 2018.
- [15]. Dumitrescu, A., Ulmeanu, M.E. (2015), Research regarding the theories on focal colours and colour identification, *Revista de Psihologie*, Vol. 61, Nr. 3, p211-221.

INNOVATIVE DEVELOPMENT OF A SMART TOY FOR SMALL PETS

MAREȘ Valentina-Alexandra

Facultatea: Inginerie Industrială și Robotică, Specializarea: Inginerie Economică Industrială,
Anul de studii: IV, e-mail: mares.valentina1998@gmail.com

Conducător științific: Prof. dr. ing. **Cristian DOICIN**

SUMMARY: The first part of the paper presents the purpose and objectives of the research to develop an interactive toy for small pets. The second part presents the current situation for the number of animals that are owned in last years and as for the expenses incurred by animal owners both in general and for toys. Also in the second part are presented some of the types of toys on the market such as special puzzles and toys ordered by applications. The third part contains data about the proposed product, how it works and images.

CUVINTE CHEIE: toys, animals, development, interactive

1. Introducere

Scopul lucrării este reprezentat de dezvoltarea unei jucării inteligente pentru animalele de companie de talie mică. Dezvoltarea unei jucării inteligente pentru animalele de talie mică pune probleme atât din punct de vedere tehnic privind design-ul și realizarea acestuia cât și din punct de vedere economic, privind costurile de producție.

Principalele obiective ale lucrării constau în urmarirea unui cost mic de productie, realizarea unui produs ușor de utilizat și cu probabilitate mică de a se defecta.

Modalitățile prin care obiectivele propuse se vor îndeplini sunt utilizarea unor metode cât mai ecologice și economice din punct de vedere financiar, cât și prin utilizarea unor soft-uri de proiectare pentru analizarea cât mai eficientă a prototipului propus, precum și utilizarea imprimantelor 3D pentru eficientizarea procesului de producție.

2. Stadiul actual

Având în vedere contextul pandemic din această perioadă, statistica arată că numărul persoanelor care decid să își împartă viața cu un animal de companie a crescut considerabil conform statisticii realizată de AMC (Animal Medical Center) cum se poate observa și în graficul din prima figură.

În graficul de mai jos este prezentat numărul de animale din Uniunea Europeană în anul 2019. În acel an pisica a fost cel mai comun animal cu o populație de aproximativ 77,4 milioane, urmată de câine cu 68,5 milioane aceste lucruri putând fi observate și în graficul din figura 2.

AMC Pandemic Pets
new pets < 1 year of age August-November

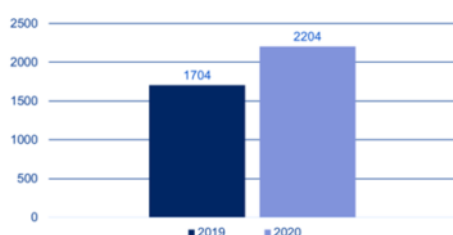


Fig.1. Grafic număr de animale în anii 2019/2020 [2]

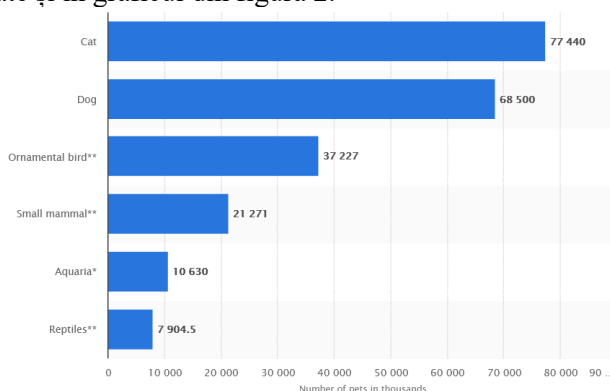


Fig. 2. Numărul de animale în UE[1]

În urma expoziției Global Pet Expo, cea mai mare expoziție anuală de produse pentru animale de companie anunță un record în anul 2018 cheltuieli de 72,56 miliarde de dolari comparativ cu 69,51 miliarde de dolari în 2017, o creștere de peste 4%. Cifrele anuale prezentate de APPA () acoperă cheltuieli pentru animale de companie în categorii de piață cu produse alimentare, consumabile /medicamente fără prescripție medicală, îngrijire veterinară, achiziții de animale vii și alte servicii prezentate în tabelul 1 de mai jos[3].




În fiecare an în medie americanii cheltuie \$47 pe jucării de căței și numai \$28 pe jucării de pisici.

Tabelul 1. Cheltuielile cu animalele din anul 2017 până în 2018

Category	2017 Actual (\$ Billion)	2018 Actual (\$ Billion)	% Growth (2018 vs 2017)	2019 Estimate (\$ Billion)	% Growth (2019 vs 2018)
Food	29.07	30.32	4.3	31.68	4.5
Supplies/ OTC Med	15.11	16.01	6.0	16.44	2.7
Veterinary Care	17.07	18.11	6.1	18.98	4.8
Live Animal Purchases	2.1	2.01	-4.3	1.97	-2.0
Other Services	6.16	6.11	-0.8	6.31	3.3
Total	69.51	72.56	4.4	75.38	3.9

În acest moment există câteva jucării inteligente pentru animale prezentate în tabelul 2.

Tabelul 2. Exemple de jucării pentru animale (1)

 <p>Fig. 3. Modelul de jucărie Wickedbone Smart Bone</p>	<p>Wickedbone Smart Bone Prezintă două moduri interactive de redare automată sau controlată cu ajutorul joystick-ului în modul de conducere prin intermediul aplicației. Modul de redare automată este programat pentru a atrage atenția câinelui și nu necesită operare manuală. Modul conducere permite controlarea jucăriei prin aplicația Wicked bone prin mutarea joystick-ului virtual, alegând din cele 9 mișcări disponibile și combinații de acțiune în timp ce rulează [4].</p>
 <p>Fig. 4. Modelul de jucărie VARRAM Pet Fitness Robot</p>	<p>VARRAM Pet Fitness Robot Conține 16 moduri de joc diferite pentru a tine ocupate animalele de companie acționând în jurul casei și distribuind recompense animalelor. Aplicația este disponibilă pentru Android și IOS, funcția de conducere automată alimentată de AI permite robotului să navigheze diferite locuri și asigură o legătură optimă cu animalul[5].</p>
 <p>Fig. 5. Cat Toys Ball</p>	<p>Cat Toys Ball - are autonomie de 4 ore de joacă pentru pisici după o încărcare completă de aproximativ 1,5ore. - se încarcă prin conector USB - are rotație automată la 360 de grade pentru a atrage atenția și continuă mișcarea de rotație producând în același timp o lumină roșie - în cazul în care se lovește de perete sau alt obiect din locuință mingea își continuă mișcarea - are temporizator automat de oprire după 45 de minute de folosire [6].</p>

Tablul 2. Exemple de jucării pentru animale (2)


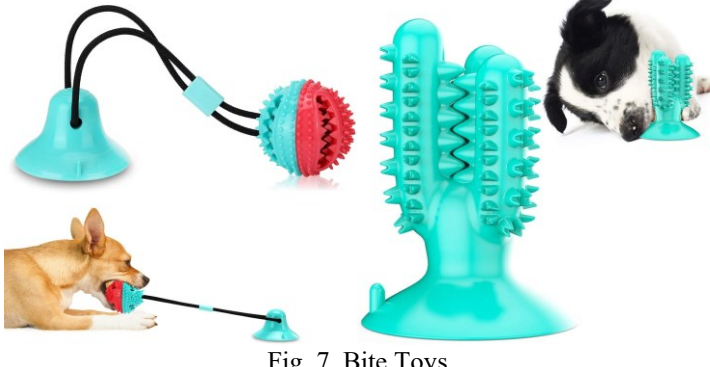
	<p>Puzzle-uri</p> <p>Există o multitudine de diferite modele de puzzle pentru animale pentru a le testa inteligența și dibăcia acestora, pentru a ajunge la o recompensă ascunsă. Sunt puzzle-uri care necesită mutarea anumitor părți, deschiderea lor, rotirea sau apăsarea anumitor butoane.</p>
	<p>Diverse Jucarii</p> <p>Jucării din material cauciucat pentru a nu deteriora dinții animalelor. Acestea vin în diferite modele și culori, unele cu locașuri pentru recompense. Anumite jucării conțin și un dispozitiv care atunci când este activat produce un zgomot (piuit)</p>

Fig. 6. Jucării de tip puzzle

Fig. 7. Bite Toys

3. Dezvoltare produs

Produsul propus spre analizare este reprezentat de o sferă cu două roți independente actionate fiecare de către un motor, aceasta fiind controlată de la distanță prin radiocomandă. Se dorește ca prototipul să prezinte în același timp și un dispozitiv de tip “key finder” pentru cazurile în care acesta se pierde.

Produsul este destinat atât câinilor de talie mică, pisicilor și a altor animale de talie mică având o dimensiune a diametrului de 100 mm. Se vor folosi două motoare metalice fără cutie de viteză alimentate la două alimentatoare, două tranzițoare, două axe și doi rulmenți pentru a opri rotirea capacelor exterioare.

Avantajele și dezavantajele produsului

Printre avantajele produsului regăsim:

- dimensiunea destul de redusă a acestuia
- disponibilitatea unei multitudini de culori și combinații
- ușor de coordonat din telecomandă
- fabricare ușoară fiind printat 3D
- dispozitiv de tip “key finder” pentru localizarea acestuia

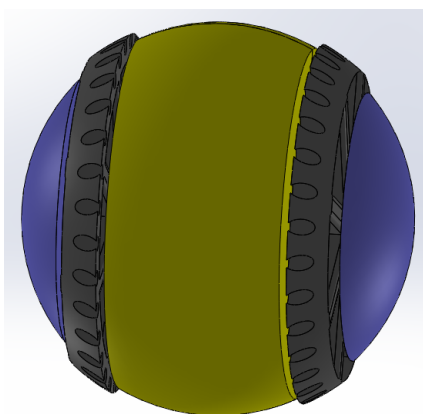


Fig. 8. Model 3D realizat cu ajutorul cu soft-ului de proiectare Solidworks

Dezavantajele sunt reprezentate de:

- rază mică de acțiune prin radiocomandă
- posibilitatea de desfacere a capacelor exterioare sau a părții centrale
- nu funcționează pe toate tipurile de teren

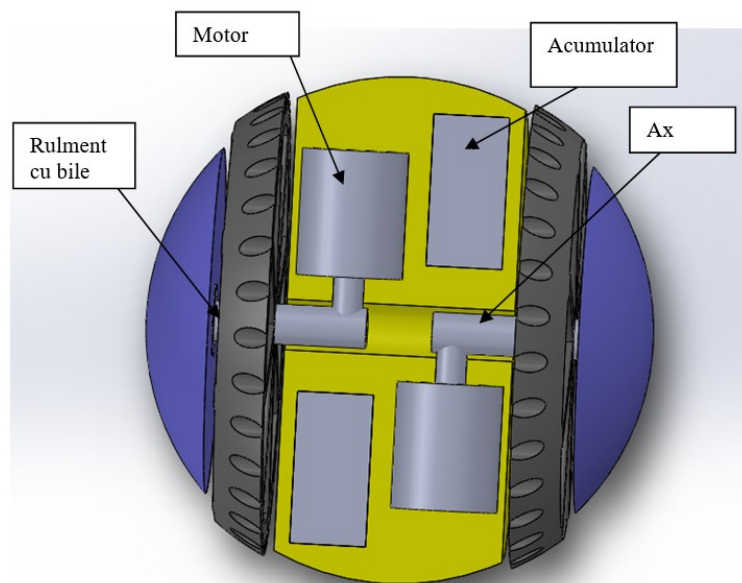


Fig 9. Componente electrice și mecanice

Modul de funcționare este realizat cu ajutorul celor două motoare utilizate fiecare având dimensiunile de 21 mm diametrul și 25 mm lungimea și alimentate de 2V până la 6V de către cele două baterii. Mișcarea realizată de motoare este transmisă către roți cu ajutorul unui mic ansamblu la ax-ul fiecărei roți.

Jucăria se va putea deplasa în direcțiile înainte și înapoi, se va putea întoarce sau combinații dintre aceste mișcări cele două roți fiind independente. În viitor se dorește adăugarea unui compartiment pentru recompense, posibile led-uri și posibilitatea de a se încărca prin cablu USB, momentan fiind doar în stadiu de dezvoltare.

4. Concluzii

În urma cercetării s-a constatat o creștere substanțială a deținătorilor de animale iar creșterea cererii de jucării și accesorii lasă loc pentru noi dezvoltări de produse pentru animalele de companie.

În această lucrare s-a realizat un model 3D al prototipului urmând dezvoltarea modelului și efectuarea testelor pentru determinarea soluției optime de realizare.

5. Bibliografie

- [1]. <https://www.statista.com/topics/3890/pet-market-in-europe/#dossierSummary>
- [2]. <https://www.amcnny.org/blog/2021/01/06/covid19-pandemic-pet-ownership/>
- [3]. <https://www.prnewswire.com/news-releases/americans-are-spending-more-on-pets-than-ever-before-72-billion-300816835.html>
- [4]. <https://www.amazon.com/Wickedbone-Automatic-Interactive-Durable-App-Enabled/dp/B07J583Q5S>
- [5]. <https://www.amazon.com/VARRAM-Fitness-Robot-Full-Package/dp/B07RRD3JG>
- [6]. <https://www.amazon.com/Interactive-Automatic-Self-Rotating-Rechargeable-Electronic/dp/B07WR25HND>

PRODUCT DESIGN AND DEVELOPMENT OF A FUNCTIONAL PROTOTYPE FOR A WRIST ORTHOSIS

IONESCU Raluca

Facultatea de Inginerie Industrială și Robotică, Specializarea: Inginerie Economică Industrială,
Anul 4, e-mail: raluca.ionescu98@gmail.com

Conducator științifici: Conf. dr.Ing.Ec. Mihaela ULMEANU

ABSTRACT: The aim of this research is to create a functional prototype for the wrist orthosis previously studied in the papers “Cercetări privind dezvoltarea și fabricarea unei orteze personalizate pentru încheietura mâinii” and “Research regarding the anatomical modelling of a wrist orthosis for 3D printing application”. The progress made consists in designing, manufacturing, and testing three different methods of closing the orthosis. The conclusion of this paper is that one out of the three concepts is not acceptable while the other two are functional but can be improved by changing some dimensions. However, future research is needed to obtain a final product. Among the most important future directions of research there can be listed: choosing an adequate lining, determine the suitable pattern, testing the possibility to generate a parametric model, creating a generative model, and studying the possibility to include different sensors on the orthosis.

KEY WORDS: wrist orthosis, FDM technology, snap-fit joint, Autodesk Fusion 360, closing system.

1. Introduction

The product development process refers to all the steps implicated in changing an idea or a concept into a market released product. One of the stages of developing a new product is to create a prototype to test it and validate it [1]. Sometimes, this step can become iterative. One solution for rapid prototyping is using additive manufacturing technology. It involves relatively low costs, reduced working time and it can manufacture complex geometries [2].

A functional static orthosis must sustain, support, protect and restrict the movement of the wrist joint [3]. A significant property of the wrist orthosis is that it should be easily put on and taken off, without causing any harm to the skin or worsen the patient's condition. So that, one important step in the development of the orthosis is to find the most suitable closing method that will accomplish the condition stated above.

Taking into consideration all this, this paper will focus on the development of a closing system. This research is based on the conclusions and the anatomical model design obtain as results of previous research [4, 5].

2. Current stage

Previous research [4] have demonstrated that it is not necessary to use long and time-consuming methods of molding to create a custom-made splint. That long molding process can be replaced by using a 3D scanner that scans the patient's arm and generates an exact 3D image of the body part (fig. 1 A). This image can be converted into an *.obj or *.stl file. Using software such as Meshmixer, it is possible to create various patterns onto the surface of the orthosis (fig. 1 B). The files created with Meshmixer can be used as applications for 3D printing (fig. 1 C). The problem was that neither the scan file nor the pattern generated by Meshmixer are editable, therefore there was not possible to bring many changes to it. To solve this problem [5], there was used Autodesk Fusion 360 software, that allows T-splines modelling. The *.obj file was imported in Autodesk

Fusion 360 and it was used as reference to generate a T-spline that copies as accurate as possible the geometry of the wrist joint (fig. 1 D). Then, the T-spline was converted into a surface and the surface was converted into a volume. There was applied a Voronoi pattern by using the command Voronoi Sketch Generator (fig. 1 E). Despite the notable progress, we cannot yet speak about a final product. A very important aspect that needs to be considered further is the closing system: the patient should be able to easily put on an off the orthosis.

In the first research, we were able to create a monobloc orthosis, where the closing system was basically inexistent. Moreover, it was difficult to put on and off the orthosis and there was a high chance of hurting the skin in the process. In the second research, we came back to this issue and tried to design a functional system. It was obvious, even from the designing stage, that the closing system was not an optimal choice. This paper aims to solve the closing system problem - the methodology used for this will be presented in detail in the following chapters.



Fig. 1 Transformation stages of the orthosis

A. 3D scanned file; B. Design of the optimal product obtained in the first research [4]; C. 3D printed products obtained in the first reasearch [4]; D. Creating a CAD file using the 3D scan; E. Model obtained in the second research [5]

3. Design and development of the product

3.1. Designing the closing system

The wearing schedule of a wrist orthosis is different for each patient, depending on the type of condition he/she suffers from and on its severity. Often, patients should go to periodic physical examinations or perform therapeutic exercises and they must take off the orthosis. Also, the splint must be periodically cleaned. [6] Keeping that in mind, we can all agree that an orthosis should be easy to put on and take off, without causing any pain or scratches on the skin surface.

To find the best solution for a closing system that would ease the patient's life there were designed 3 concepts. All 3 concepts are based on the snap-fit joints features. There are different types of snap-fit joints but all off them work on the same principle: a protruding part of one component is deflected briefly during the joining operation and catches in a depression in the mating component. After the joining operation, the snap-fit features should return to a stress-free condition.[7]

To design the closing system there was chosen *Autodesk Fusion 360* software – student edition and there was used the anatomical CAD model obtained in a previous research [4]. The first step was to remove the existing closing system (that was not an optimal choice) and the existing pattern because this could affect the resistance structure of the product (fig. 2). It was decided that it is more appropriate for the generation of the pattern to be the last step performed in the process of designing the orthosis.

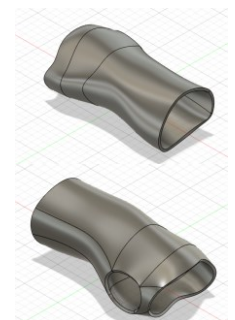


Fig. 2 Model before designing the closing system

First concept. For the first concept it was decided to split the orthosis in 2 parts, one that will cover the forearm and the other one that will cover the hand. In this way, the closing system would be designed on the lateral of the hand (fig. 3). To do that, there was created an offset plane from the XY plane and after that there was used Split Body tool from the Modify menu to divide the existing body by the plane that was earlier created.

On the exterior part, there was designed something similar with an annular snap-joint with sphere shape (fig. 4 A, B). This kind of joints offers the orthosis a certain possibility to rotate, adds mobility to the assembly, and it is suitable in the situations when you need to take the parts out often. [8]

On the inferior part of the orthosis (the one that covers the forearm), there were designed 6 little spheres along its edge (fig. 4 C). On the superior part, there were designed 6 negative shape of the sphere; sockets where the spheres must be inserted when the orthosis is correctly assembled (fig. 4 D).

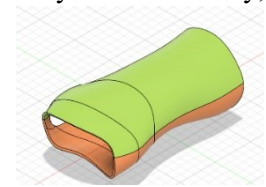


Fig. 3 Splitting the orthosis

On the interior part of the hand (the side with the thumb), there was designed a different type of joint. The lower part's edge was extended and narrowed. The same operation was mirrored on the upper part so that the two parts can perfectly align. To do that, and at the same time keep the geometry, there were duplicated the existing bodies, they were split (operation similar with the one performed earlier); there was used *Offset face* command from the *Modify* tab menu and *Combine* command from the same menu to create just 2 bodies. The unnecessary bodies left after splitting were deleted. Because of the complex geometry of the model, using a mirror command was not an applicable solution so that the same exact steps were performed to create the upper part.

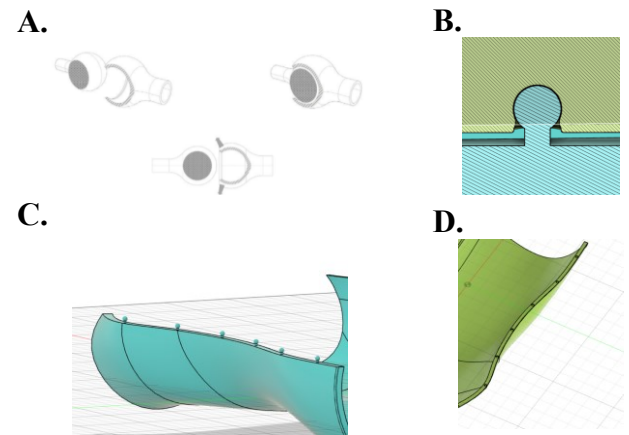


Fig. 4 A. Snap fit joints [8]; B. Snap fit design for the orthosis; C. Lower part of the orthosis; D. Upper part of the orthosis

After that, in the upper part, on the narrower sector that we have just created, there were made 4 rectangular cuts. To do that, there was created a plane (offset from the XZ plane) on which there were sketched the rectangles. The sketches were cut into the orthosis by using *Extrude* command from the *Create* menu (in the contextual menu of the command, there was chosen *Cut* option) (fig. 5 A). On the inferior part, there were created pins that would go through the cutouts and lock the orthosis on the hand. Between the 2 pins there is a gap, so that they can be deformed and forced to enter the cutouts. Also, they are thinner at the base and thicker at the top so that the orthosis does not unlock by itself while the patient in wearing it (fig. 5 B).

The last step was to add fillets and chamfers to make the margins as smooth as possible to avoid accidentally hurting the skin of the patient (fig. 5 C).

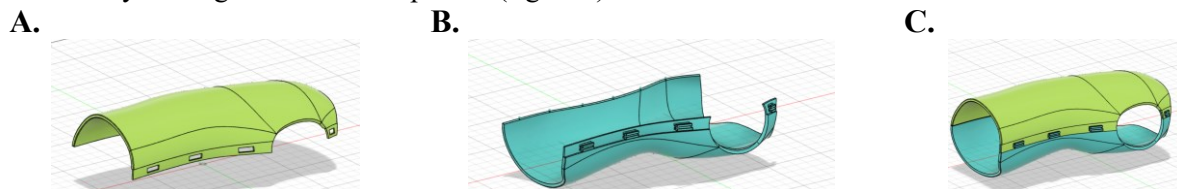


Fig. 5 A. Upper part of the first concept of the orthosis; B. Lower part of the first concept of the orthosis; C. First concept of the orthosis (assembled)

Second concept. For the second closing system a different approach was tried. The orthosis is also split into 2 parts, but this time the cut was made on the dorsal side of the hand. Another difference from the previous concept is that now there was used the same closing system on both sides. For splitting the main body and for adding the narrower edges there were used the same techniques described above. In this model, the superior part was made even more narrow so that there will not be a big height difference between the pins and the rest of the orthosis. A big height difference can become a problem, making it easy for the patient to cling to various objects.

On the left side, there were designed 2 tangent holes, one of them with a bigger diameter, and the other one with a smaller diameter (fig. 6 A). On the right side there were designed cylinders and on top of each of them, another cylinder with bigger diameter (fig. 6 B). There are 3 of this holes and pins on the upper side and 4 of them on the lower side (fig. 6 C).

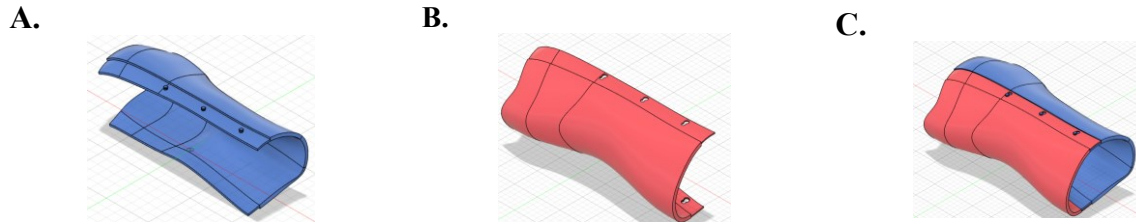


Fig. 6 A. Right part of the second concept of the orthosis; B. Left part of the second concept of the orthosis; C. Second concept of the orthosis (assembled)

The working principle is simple: it consists in sliding one side towards the other: the cylindrical pins are inserted into the bigger hole, then the right half is pushed to left; the thinner cylinders will enter in the smaller holes, where they will be locked. When the patient wants to take off the orthosis, he will pull the right side and the two parts of the orthosis can be removed.

Third concept. For the third concept there was used a model similar to the first one: the closing system is again positioned on the lateral part of the hand. Again, there were created the narrower edges by using the same methods. In this case there was adapted and designed a cantilever snap fit (fig. 7). This type of snap fit consists of a protrusion on one part that is inserted in a specific cut-out [8]. In our case, the lower part has some protrusions (fig 8 A) that are introduced into the upper part (fig. 8 C).

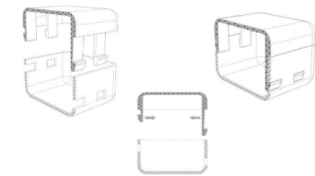


Fig. 7 Cantilever snap fit [8]

Because of the complex geometry of the model, the protrusions could not be created from sketches. There was necessary to duplicate the existing bodies, split them, offset, and extrude them until there was obtained an adequate shape. On the superior part, there were created cut-outs in which the protrusions must enter (fig. 8 B). The used method was the same as in the first concept.

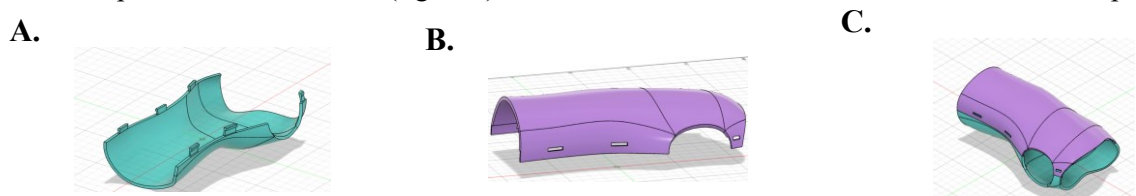


Fig. 8 A. Upper part of the first concept of the orthosis; B. Lower part of the first concept of the orthosis; C. First concept of the orthosis (assembled)

3.2. 3D Printing

To test the functionality and the properties of the previously designed closing systems, they were manufactured by using FDM 3D printing technology. For reasons of material and time economy, there was not printed the entire splint. If the designed closure system is not effective for the printed piece, then it would not have been effective to support the entire orthosis. The entire prototype of the orthosis will be 3D printed once identified the optimal closing system. Each of the 3 concepts were sectioned and were exported from *Autodesk Fusion 360* as **.stl* files.

For printing, there was used a Zortrax M300 Plus printer. The **.stl* files were imported in Z-Suite software, the specific device for Zortrax devices. This program prepares models for 3D printing by saving projects in the **.zcode/*zodex* format. Also, in Z-Suite you can adjust the printing parameters, such as layer

thickness, type of infill and the quantity of support structures [9]. After importing the *.stl, there were set the parameters (table 1). After setting the parameters, the *Preview* command will slice the model and will generate a final report. The report resumes all previous selected parameters and estimates the printing time (in this case 15h 54 mins) and the material usage (in this case 112 g).

According to its technical data sheet, Z-HIPS material is an adaptable thermoplastic suitable for 3D printing prototypes that can be used for tests before the production process. Also, apart from removing the support structures, printing with Z-HIPS does not require post-processing. [10] These properties make Z-HIPS material appropriate for manufacturing the orthosis prototype.

After printing, it was necessary to deburr the parts; this step was easily done by breaking the support structures that were meant to support the material during printing.

Table 1. Printing parameters

Material	Z-HIPS
Support type	Automatic
Support angle	30°
Nozzle diameter	0.4 mm
Layer thickness	0.14 mm
Quality	Normal
Infill	50%
Fan speed	Auto
Surface layers Top	5
Surface layers Bottom	5
Raft enabled	Yes
Raft layers	7

4. Discussion

After deburring, the parts could be assembled. It was noted that the following changes should be made:

- The distance between the forearm and the orthosis is too big; the gap between the hand and the orthosis should be considerable smaller. In connection with this aspect, it is proposed to decrease the Offset value;
- The first concept is not acceptable. Because of the complex geometry, the sphere and the socket can not be assembled. In addition, the pins cannot deform enough to go through the hole. Even with different tolerances, a patient would not be able to deform enough the pins so that those can enter through the cut outs, taking into account that he/she will be able to use only one hand;
- The second concept needs a series of improvements to become acceptable. There are proposed the following changes: the edges that we have created need to be thicker: those are too fragile and may break while putting on and taking off the orthosis. Either the shape or the tolerances of the holes need to be modified. With the current thickness of the edges and with the current cut-outs the orthosis will break. It has been suggested to test a new geometry, illustrated in the fig. 9 A;
- The third concept is considered the most suitable solution. Even though, there are some changes that should be made to make it optimum: the edges are too thin to resist to frequent closings and openings, so that they should be thicker; the difference of the dimension between the cut-out and the pin should be bigger – because of the quality of the printing it is difficult to make the pins fit into the cutouts (fig. 9 B).

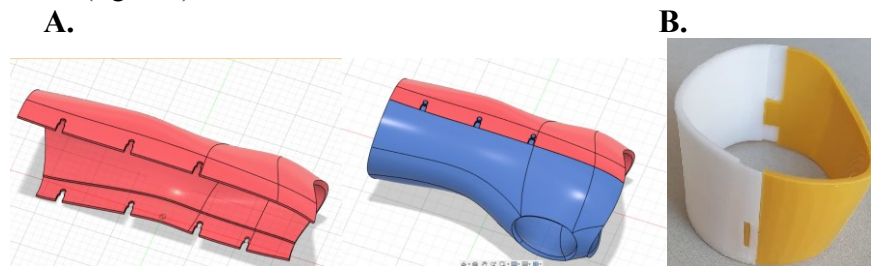


Fig. 9 A. Optimization of the second concept; B. Prototype of the third concept

5. Conclusion

To sum up, there were designed 3 concepts of closing system for the orthosis by using an existing anatomical model and the software *Autodesk Fusion 360*. There were 3D printed samples to test the applicability of the proposed solutions and to identify the optimum one. After printing, deburring and assembly it was noted that the first concept is not an acceptable solution, the second one could become acceptable and the third one is the most suitable one, but can suffer a series of improvements, stated in the previous chapter of this paper.

This paper contributed to the progress of the product development – customized wrist orthosis by elaborating the following aspects:

- Exploring the possibility to use snap-fit joints as a closing method for the orthosis;
- Examine the feasibility of positioning the closing system both on the upper and lower part, respectively, on the lateral one;
- Testing the functionality of 3 different concepts and observing that 2 out of 3 are acceptable solutions;

Additional research is required to develop a quality functional product. Future research directions include:

- Modifying the second and third concepts (as indicated in chapter 4) and repeating the printing process;
- Generating the suitable pattern for the orthosis, that will accomplish both functional and aesthetic role;
- Choosing an adequate lining that will be barrier between the skin's surface and the orthosis' material. This lining should be soft enough to offer comfort to the patient and, at the same time, resistant enough to be worn for medium or long time periods;
- Analyzing the possibility to incorporate different type of sensors (such as pressure sensors, temperature sensors etc.) on the orthosis that will be able to generate data about the healing process;
- Evaluate the possibility to create a parametrical model that will make possible the series production of the orthosis;
 - Create a generative model of the wrist orthosis.

6. Bibliography

- [1] Editorial Team of BIT.AI Blog, (2020), *Product Development Process: Definition & key Strategies*, Available at: <https://musculoskeletalkey.com/wrist-immobilization-orthoses/>
- [2] Ulmeanu, M., Doicin, C., (2018), *Dezvoltarea produselor fabricate aditiv*, Editura BREN, București, ISBN 978-606-610-219-3
- [3] Middleton, C., (2019), *Advice From A Certified Hand Therapist: Types of Custom Orthoses*, Available at: <https://www.assh.org/handcare/blog/advice-from-a-certified-hand-therapist-types-of-custom-orthoses>
- [4] Ionescu, R., (2018), *Cercetări privind dezvoltarea și fabricarea unei orteze pentru încheietura mâinii*, Sesiunea de comunicări științifice studențești, UPB, Mai 2018
- [5] Ionescu, R., (2020), *Research regarding the anatomical modelling of a wrist orthosis for 3D printing application*, Sesiunea de comunicări științifice studențești, UPB, Mai 2020
- [6] Physical Medicine & Rehabilitation, (2020), *Wrist immobilization Orthoses*, Available at: <https://musculoskeletalkey.com/wrist-immobilization-orthoses/>
- [7] Bayer MaterialScience, *Snap-Fit Joints for Plastics*, Available at: http://fab.cba.mit.edu/classes/S62.12/people/vernelle.noel/Plastic_Snap_fit_design.pdf
- [8] Richardot, Amandine, (2018), *How to connect two parts with 3D printed joints and snap fits*, Available at: <https://www.sculpteo.com/blog/2018/04/25/how-to-connect-two-parts-with-3d-printed-joints-and-snap-fits/>
- [9] Zortrax Support Center, *Z-SUITE 2: Basic Features*, available at: <https://support.zortrax.com/z-suite-2-basic-features/>
- [10] Zortrax website, *Z-HIPS Technical Data sheet* (2014), available at: <https://zortrax.com/filaments/z-hips/>

RESEARCH ON THE ROLE OF ADDITIVE MANUFACTURING IN THE CONTEXT OF THE COVID-19 PANDEMIC

MIRCEA Adriana-Ștefania, GRIGORE Alexandru-Mareș
Facultatea de Inginerie Industrială și Robotică, Specializarea: Inginerie Economică Industrială, Anul de studii: IV, e-mail: adina.mircea98@gmail.com

Conducător științific: Șl.dr.ing. **Manuela-Roxana DIJMĂRESCU**

ABSTRACT: Coronavirus has emerged as a global pandemic leading to the overload of various health systems around the world. Due to the large number of patients and the interruption of the supply chain, it has created an unprecedented demand for medical equipment and devices. In this context, initiatives have emerged from the community, using additive manufacturing to combat the lack of devices, producing different models that are currently used by healthcare staff and patients. Three-dimensional (3D) printing refers to a number of manufacturing technologies that generate a physical model from digital information. The objective of this research is to review the progress of 3D printing in the medical field in the context of the COVID-19 pandemic, exploring the potential of the technique and the direction of its development.

CUVINTE CHEIE: COVID-19, fabricație aditivă, imprimare 3D, pandemie.

1. Introducere

SARS-CoV-2, care a afectat întreaga lume, a apărut pentru prima dată în centrul orașului Wuhan, provincia Hubei, China pe 12 decembrie 2019, urmând ca Organizația Mondială a Sănătății (OMS) să declare focarul de coronavirus ca fiind o pandemie pe 11 martie 2020 [1]. Deoarece boala poate fi transmisă de la o persoană la alta, aceasta se poate răspândi cu ușurință, astfel, cu cât contactul este mai mare, cu atât este mai mare și riscul de a contracta boala. Sindromul respirator acut sever-2 (SARS-CoV-2) poate fi transmis prin picături, aerosoli dar și prin contact fizic direct și indirect prin suprafețe contaminate, în care virusul poate rămâne până la 72 de ore [2-3]. În prezent, au fost stabilite mai multe măsuri în încercarea de a preveni răspândirea infectării cu SARS-CoV-2, din acest motiv, se utilizează echipament de protecție individual. Anumite componente ale multor echipamente de protecție, componente ale dispozitivelor de ventilare precum și dispozitive destinate uzului medical au fost produse utilizând tehnologia de imprimare 3D, jucând un rol important în lupta împotriva COVID-19, datorită accesibilității și flexibilității sale [4].

Crearea unei componente printate 3D se realizează utilizând procese aditive. Într-un proces de fabricație aditivă, un obiect este obținut prin stabilirea unor straturi succesive de material până la crearea obiectului (fig. 1.1.). Fiecare dintre aceste straturi poate fi privit ca o secțiune transversală orizontală a obiectului final.

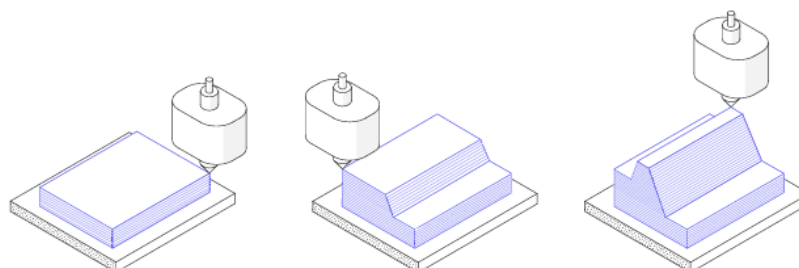


Fig. 1.1. Straturi imprimate 3D [5]

Prin urmare, lucrarea de cercetare are ca obiectiv principal (OP) realizarea unui conector din cadrul unui dispozitiv medical, cu obiective secundare (OS) după cum se prezintă în figura 1.2.

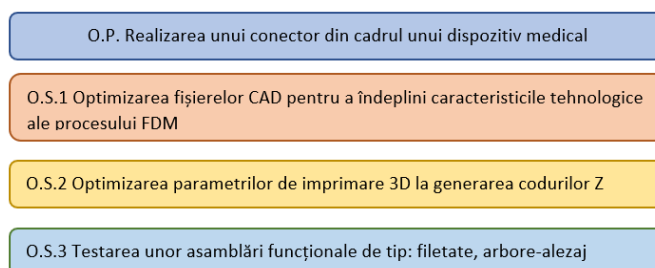


Fig. 1.2. Obiectivele cercetării

2. Fabricația aditivă în timpul pandemiei

Utilizarea imprimantelor 3D pentru dezvoltarea de produse medicale în regiunile cele mai afectate de COVID-19 a îmbunătățit considerabil diferența dintre cerere și ofertă [6-7]. Datorită flexibilității în ceea ce privește proiectarea și fabricarea, cu ajutorul imprimării 3D se pot produce diferite componente, astfel, diverse corporații din întreaga lume, în colaborare cu spitale, mediul academic, precum și instituțiile de cercetare au utilizat imprimantele 3D pentru a realiza diferite articole legate de pandemia COVID-19.

2.1. Echipament de protecție

Pentru a reduce transmiterea virusului de la o persoană la alta, este necesară utilizarea eficientă a echipamentelor de protecție. Una dintre cele mai importante aplicații ale imprimării 3D a fost în producția de viziere (vezi figura 2.1), apărută în urma lipsei de echipament pentru angajații din spitale și centre de sănătate [8]. Utilizarea acestei tehnologii sporește accesul la aceste consumabile și ajută la realizarea de echipamente personalizate care pot proteja mai bine personalul medical. Mai mult decât atât, având în vedere abordarea problemelor de mediu referitoare la deșeurile medicale acumulate din echipamentele de protecție individuale de unică folosință, imprimarea 3D oferă soluții promițătoare prin promovarea materialelor reciclabile și a reutilizării filtrelor [9].



Fig. 2.1. Vedere de sus și lateral vizieră imprimată 3D [10]

2.2. Diagnoză și monitorizare

Față de fabricarea diferitelor echipamente de protecție, așa cum s-a menționat mai sus, tehnologiile conduse de fabricația aditivă sunt de asemenea utilizate în fabricarea unor dispozitive medicale utilizate în diagnosticarea și monitorizarea pacientului în timpul pandemiei de COVID-19. Dintre acestea se regăsesc tampoanele de testare nazofaringiană ce au fost obținute prin imprimare 3D, pentru a sprijini detectarea infecției COVID-19. Deoarece infecția a creat grave probleme de respirație, ventilatoarele sunt dispozitive indispensabile pentru pacienții grav bolnavi. Ca urmare, anumite componente au fost imprimate 3D pentru

a acoperi o parte din cerere, printre acestea se regăesc supapele respiratorii, conectorul tubului endotraheal precum și adaptoare de evacuare ale sistemelor de ventilație [11]. Exemple se regăesc în figura 2.2.



Fig 2.2. Vedere tamponare, adaptor și conector [11]

3. Aplicații ale fabricației aditive în cazuri medicale

În fiecare an, datorită beneficiilor pe care tehnologia de imprimare 3D le oferă, aceasta este utilizată pentru dezvoltarea a din ce în ce mai multe produse și aplicații din domeniul medical, ajutând la salvarea și îmbunătățirea vieții. Astfel, imprimarea 3D a fost utilizată pe diferite organe și sisteme în vederea tratării daunelor provocate în urma infectării cu SARS-CoV-2. Principalele aplicații directe se prezintă în cele ce urmează.

3.1. Sistemul respirator

Plămânii umani respiră în mod constant pentru a lua oxigenul necesar activității vitale și a expulza dioxid de carbon generat ca produs secundat. Deoarece COVID-19 poate provoca complicații pulmonare grave, cum ar fi pneumonia, acesta poate duce la daune durabile ale plămânilor și a altor organe [12]. Prin urmare, compania Axial3D, i-a ajutat pe medici să înțeleagă efectele virusului producând un model 3D de precizie la scară 1:1 al plămânilor unui pacient cu COVID-19. Pentru a reproduce modelul, compania a efectuat scanări CT în ziua 14 de la infectare. Odată ce modelul a fost realizat, compania a utilizat tehnologia SLA pentru a produce acest model la scară pe imprimantă 3D. Plămânii au fost împărțiți în 8 părți, urmând să fie unite cu ajutorul unor magneți de precizie. Împărțirea plămânilor permite o serie de puncte de vedere cu privire la profunzimea infecției, oferind informații unice asupra virusului și modul în care acesta afectează plămânii [13].

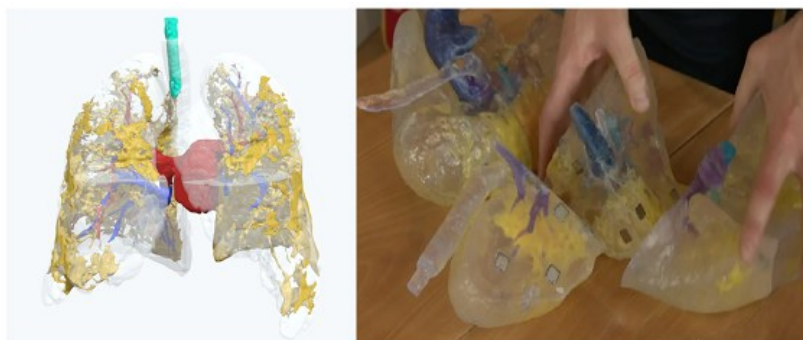


Fig. 3.1. Model scanat și tipărit 3D plămâni infectați [13]

3.2. Sistemul cardiovascular

Deși manifestarea clinică predominantă a COVID-19 este pneumonia, infecția poate provoca, de asemenea, tulburări cardiovasculare cum ar fi leziunea miocardică, aritmii și tromboembolism. Unii pacienți care nu prezintă simptome tipice de febră și tuse, prezintă simptome cardiace ca primă manifestare clinică [14].

Tehnicile de imprimare 3D pot fi utile pentru tratarea bolilor și complicațiilor cardiovasculare. De exemplu, un studiu evaluează tratamentul leziunii miocardice cu ajutorul celulelor stem imprimate 3D, fiind

eficiente în scăderea formării țesutului cicatricial și a depunerii de colagen după infarct, atingând mult mai bine potențialul terapeutic. Ca urmare al acestui studiu, s-a constatat că un plasture de hidrogel cu celule stem, încărcat de microcanale realizate cu ajutorul tehnologiei SLA oferă un mijloc de prevenire a fibrozei anormale care rezultă din leziuni ischemice acute, precum și reducerea semnificativă a numărului de celule necesare pentru recuperarea funcției cardiace.

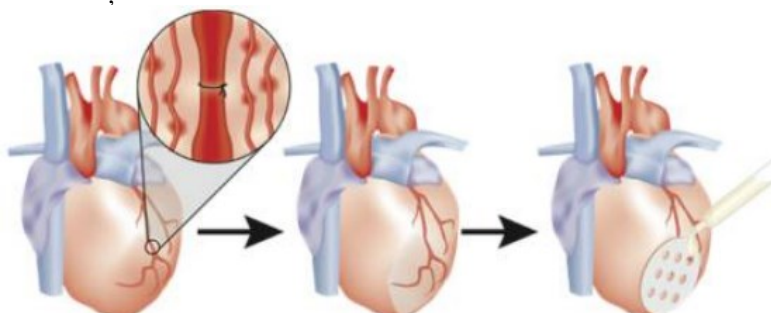


Fig. 3.2. Plasture cu microcanale introduse cu ajutorul SLA [15]

4. Realizarea unui conector din cadrul unui dispozitiv medical

Conectorul este o componentă ce leagă tubul endotraheal propriu-zis la un sistem de ventilare, venind în ajutorul pacienților în stare critică, care au nevoie de ventilație mecanică, din cauza unei probleme ce afectează căile respiratorii. Componenta a fost realizată utilizând tehnologia FDM, în care, materialul sub formă de filament este introdus în capul de extrudare al imprimantei, unde se va încălzi până când materialul se topește și poate fi printat.

4.1. Realizarea modelului 3D

În scopul atingerii obiectivelor vizate, s-a realizat un studiu de caz pentru un conector al unui tub endotraheal. Astfel, prima etapă a constat în proiectarea modelului 3D al conectorului, cu ajutorul programului Autodesk Inventor, după cum se poate vedea în figura 4.1.

4.2. Obținerea STL-urilor

Etapă a doua a constat în salvarea componentelor în format STL (vezi figurile 4.2.1 și 4.2.2) pentru a putea fi prelucrate ulterior cu ajutorul programelor specializate ale imprimantelor 3D și a obține, în acest caz, Z-CODE-ul pentru fiecare componentă.

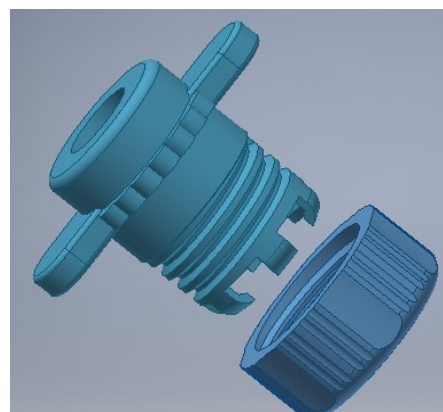


Fig. 4.1. Conector și capac pentru tubul endotraheal

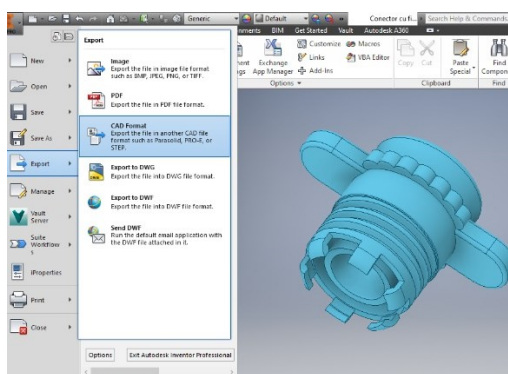


Fig. 4.2.1. Salvare conector în format STL

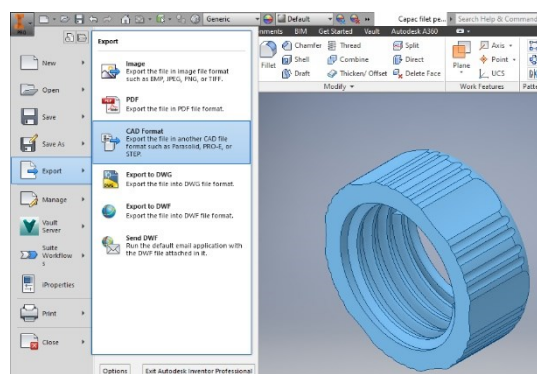


Fig. 4.2.2. Salvare capac în format STL

4.3. Obținerea codurilor Z (Zcode)

Etapa a treia a constat în obținerea Z-CODE-urilor pentru piesele componente ale conectorului proiectat. În acest sens, a fost utilizat programul specializat Ultimaker Cura. Pașii parcurși pentru generarea codurilor sunt următorii: (1) alegerea tipului de imprimantă pe care urmează a fi printată piesa, (2) introducerea pieselor în format STL și poziționarea acestora (vezi figura 4.3.1) și (3) setarea parametrilor de printare (vezi figura 4.3.2).

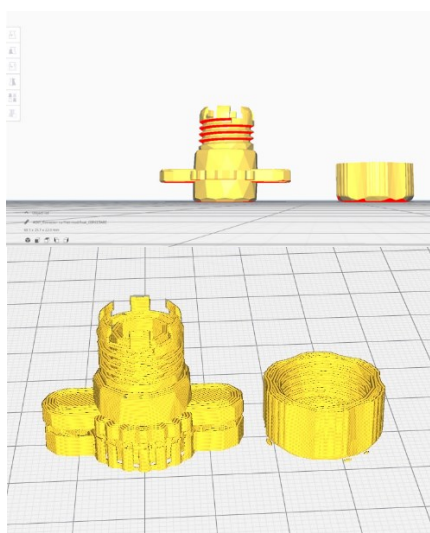


Fig. 4.3.1. Poziționare și adăugare suport piesă

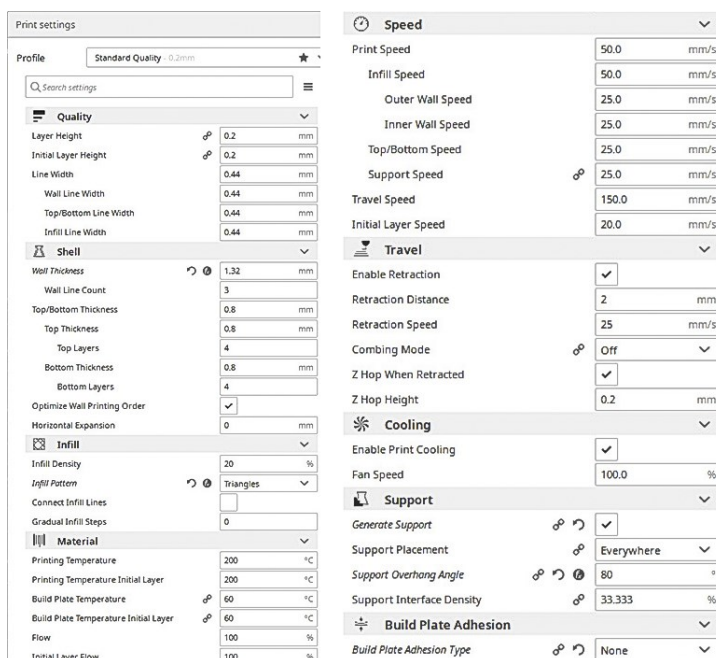


Fig. 4.3.2. Setările avansate de printare

În urma proceselor de imprimare 3D au fost obținute elementele unui conector parte componentă a tubului endotraheal, după cum se prezintă (vezi figura 4.3.3).



Fig.4.3.3 Elementele conectorului printate 3D împreună cu tubul endotraheal

5. Concluzii

În raport cu cele prezentate în cadrul lucrării, se poate concluziona că fabricația aditivă a fost și este o tehnologie esențială în timpul pandemiei de COVID-19, manifestând un potențial extraordinar în a juca un rol important în criza mondială prin umplerea golului de aprovizionare cu diverse componente ale mai multor echipamente de protecție, sisteme de diagnoză și ventilație.

Aplicațiile medicale care utilizează imprimarea 3D ajută indiscutabil la îmbunătățirea și salvarea vieții pacienților, nu doar în cazul problemelor medicale cauzate de pandemia de COVID-19, dar și în cazul altor probleme medicale, cum sunt, spre exemplu, cele ortopedice.

Ultima secțiune a lucrării prezintă contribuțiile avute de autori pentru realizarea unui conector din cadrul unui dispozitiv medical utilizând tehnologia FDM.

6. Bibliografie

- [1] Zhu N, Zhang D, Wang W și colab (2019) A Novel Coronavirus from Patients with Pneumonia in China, 2019
- [2] Feng He, Yu Deng, Weina Li(2020) Coronavirus disease 2019:What we know?
- [3] van Doremalen N, Bushmaker T, Morris DH, et al. Aerosol and surface stability of SARS-CoV-2 as compared with SARS-CoV-1.
- [4] Michael Greenwood, M.Sc. The rise of 3D printing in the COVID-19 pandemic
- [5] 3D HUBS, What is 3D printing, the definitive guide
- [6] Vafea MT, Atalla E, Georgakas J, Shehadeh F, Mylona EK, Kalligeros M, et al.(2020) Emerging technologies for use in the study, diagnosis, and treatment of patients with COVID-19.
- [7] <https://www.sculpteo.com/en/3d-learning-hub/basics-of-3d-printing/the-history-of-3d-printing/>,
- [8] Amelia H.(2020) 3D Printing vs COVID-10: The Most Exceptional Initiatives of the Pandemic
- [9] <https://www.ciirc.cvut.cz/covid-2/> , accesat la data de 07.05.2021
- [10]Dina Amin, Nam Nguyen, Stefen M.Roser, Shelly Abramowicz(2020) 3D Printing of Face Shields During COVID-19 Pandemic:A Technical Note
- [11] <https://www.sages.org/wp-content/uploads/2020/03/3D-printing-for-COVID-19.pdf> , accesat la data de 08.05.2021
- [12] Panagis Galiatsatos (2021) COVID-19 Lung Damage, disponibil online la <https://www.hopkinsmedicine.org/health/conditions-and-diseases/coronavirus/what-coronavirus-does-to-the-lungs>, accesat la data de 08.05.2021
- [13] Axial3D, Axial3D gives a world-first insight into the lungs of a COVID-19 patient with 3D printing, disponibil online la <https://www.axial3d.com/blog/axial3d-gives-a-world-first-insight-into-the-lungs-of-a-covid-19-patient-with-3d-printing/> , accesat la data de 10.05.2021
- [14] Masataka Nishiga, Dao Wen Wang(2020) COVID-19 and cardiovascular disease:from basic mechanisms to clinical perspectives
- [15] Molly R. Melhem și colab. (2016) 3D Printed Stem-Cell-Laden, Microchanneled Hydrogel Patch for the Enhanced Release of Cell-Secreting Factors and Treatment of Myocardial Infarctions

7. Notații

Următoarele simboluri sunt utilizate în cadrul lucrării:

SARS-CoV-2 - Sindrom respirator acut sever coronavirus 2

COVID-19 - Coronavirus 2019

STL - Standard Triangle Language

CT - Computer Tomograf

FDM - Fused Depositing Material

SLA - Stereolitografia

RESEARCH ON THE DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF AN ALGORITHM FOR THE AUTOMATION OF AN IRRIGATION SYSTEM

ȘERBAN Valentin

Facultatea: Inginerie Industrială și Robotică, Specializarea: Informatică Aplicată în Inginerie Industrială,
Anul de studii: IV, e-mail: valentin.serban1110@gmail.com

Conducător științific: Ș.l.dr.ing. **Ioan-Cristian TARBĂ**

SUMMARY: The paper presents the results of research on the development and implementation of an algorithm for automating an irrigation system in order to properly irrigate crops based on real-time data from their ecosystem and those specific to the type of plant. The system develops the following advantages: correct irrigation of the crop; eliminating the need for the human factor in this process; the possibility to verify data such as temperature, humidity and current status of the remote system; possibility to be controlled remotely. The technological process of the system: the system records the data from a temperature and a humidity sensor in the ground, they are sent to an IoT server where they are compared with those specific to the type of plant selected from the application, are displayed in real time in the mobile application, and depending on the compared values, signals will be given to the relay to open or close the water supply.

KEY WORDS: research, development, implementation, irrigation, automation

1. Introducere

Irigația este un ansamblu de lucrări și operații prin care se aduce și se administrează artificial apă pe un teren cu vegetație.

Sistemul de irigații reprezintă un ansamblu de măsuri tehnice și agrotehnice care fie ajută la sporirea recoltelor agricole, fie la întreținerea obiectivelor de arhitectură peisagistică, fie pentru refacerea vegetației pe terenurile modificate. [1]

Sistemul de irigații clasic este format din o pompă care preia apa din sursă, un furtun pentru transferul apei către plante și stropitori sau picurători pentru răspândirea acesteia în mod egal pe întreaga suprafață acoperită. Punerea în funcțiune a acestui ansamblu este manuală, iar scoaterea din funcțiune la fel, prin acționarea unui robinet acest lucru fiind un consumator de timp. De asemenea cantitatea de apă nu este optimă pentru tipul de plante irigat și nu este mereu exact în momentul în care plantele au nevoie.

2. Stadiul actual

În vederea automatizării unui sistem de irigații s-a făcut un număr considerabil de prototipuri și există multe produse care vizează această piață.

Majoritatea produselor disponibile au ca și funcții setarea orelor și a zilelor în care să pornească sistemul de irigații și timpul de funcționare.

Au fost realizate prototipuri de sistem de automatizare al unui sistem de irigații care permit citirea temperaturii, care pornesc sistemul de irigații în funcție de umiditatea din sol, dar și care pot fi controlate printr-o aplicație mobilă. Însă niciunul dintre acestea nu poate îndeplini toate funcțiile simultan și niciunul nu are disponibilă o bază de date din care se pot selecta tipurile de plante.

3. Dezvoltarea metodologiei privind dezvoltarea și implementarea unui algoritm pentru automatizarea unui sistem de irigații

Algoritmii are ca scop transformarea semnalelor electrice citite de către senzorii de umiditate și temperatură în valori reale, crearea unei baze de date și adăugarea valorilor specifice tipurilor de plante în aceasta, transportul utilizând un MQTT și compararea datelor înregistrate cu cele din baza de date, afisarea valorilor într-o aplicație mobilă, posibilitatea de control al sistemului prin intermediul aplicației, compararea și verificarea tuturor variabilelor înainte de modificarea stării sistemului de irigații și trimiterea semnalului către rețeaua care acționează sistemul.

Sistemul a fost realizat fizic pentru a putea fi testată dezvoltarea și implementarea algoritmului pentru automatizarea sistemului de irigații.

Dezvoltarea aplicației se face pe o placă de dezvoltare de tip ESP-WROOM-32 deoarece aceasta are integrat un modul Wi-Fi care este necesar la conectarea sistemului prin IoT.

Pentru citirea temperaturii folosește un senzor de temperatură de tip DS18B20 rezistent la apă, iar pentru acesta au fost realizate o serie de încercări de realizare al unui program de citire a datelor. Pentru a funcționa acest tip de senzor sunt necesare două librării în Arduino IDE, acestea sunt „OneWire library by Paul Stoffregen” și „DallasTemperature library by Miles Burton”. Problema întâmpinată în timpul realizării programului a fost aceea că anumite funcții ale librărilor nu puteau fi compilate în codul specific plăcii de dezvoltare folosite.

Pentru citirea umidității se folosește un senzor de umiditate în sol împreună cu un traductor de tip LM393, pentru acesta au fost realizate o serie de încercări în vederea realizării programului, dar problema întâmpinată a fost aceea că senzorul înregistrează umiditatea scăzută ca valoare mare, iar pe cea ridicată ca și valoare mică. În acest sens a fost aplicată o formulă pentru inversarea valorilor și transformarea acestora în procente de umiditate relativă.

Ecuția pentru transformarea valorilor citite de senzorul de umiditate în sol cu ajutorul traductorului LM393 în procentul de umiditate relativă:

$$RH = \frac{4095 - x}{4095 - lmin} * 100 \quad [\%] \quad (1)$$

După transformarea valorilor în procente de umiditate relativă au fost atribuite limite de valori pentru determinarea tipului de sol în care se află senzorul de umiditate. Tabelul 1.

Tabelul 1 reprezintă modificările statusului tipului de sol în funcție de valorile înregistrate de către senzorul de umiditate în sol, iar mai apoi convertite în procent de umiditate relativă.

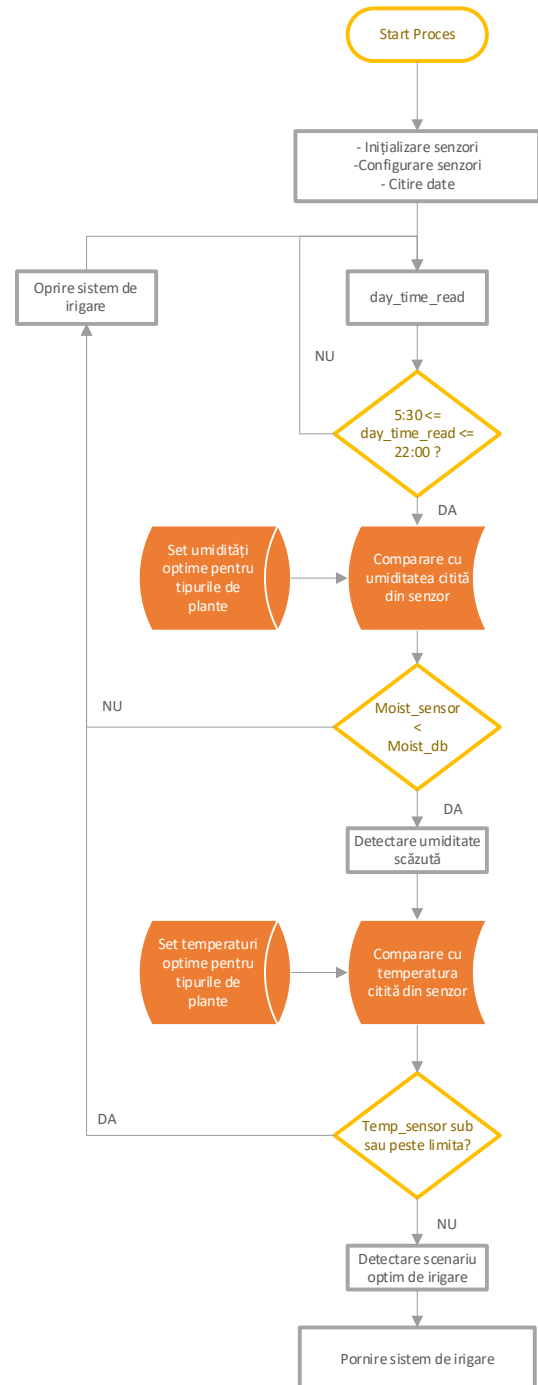


Fig. 1. Schema logică

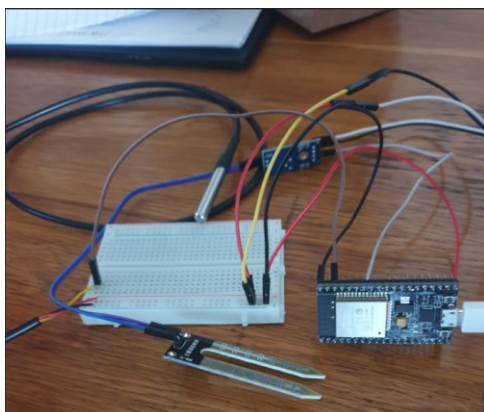


Fig. 2. Prototipul sistemului

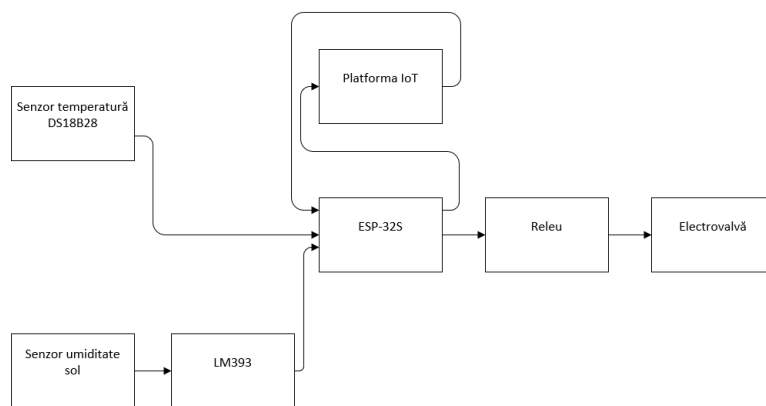


Fig 3. Schema hardware a sistemului

Tabelul 1. Modificările tipului de sol

Nr. Crt.	Tipul solului	Limite [%]	
		Minim	Maxim
1	Uscat	0	30
2	Umed	31	70
3	În apă	71	100

Codul pentru senzorul de umiditate:

```

/*
# 0 - 30 uscat
# 31 - 70 umed
# 71 - 100 in apa
*/
# define ledPin 15
# define sensorPin 32
float trigger = 30;
void setup()
{
    Serial.begin(9600);
    pinMode(ledPin, OUTPUT);
    digitalWrite(ledPin, LOW);
}
void loop()
{
    Serial.print("Umiditate:");
    Serial.println((4095*100-analogRead(sensorPin)*100)/(4095-500));
    delay(10000);
}

```

[2]

Se folosește un server de MQTT pentru crearea unei baze de date ce conține parametrii optimi tipurilor de plante, pentru transportarea și compararea parametrilor înregistrați de către senzori și pentru trimiterea semnalului către releul ce acționează electrovalva.

Pentru partea de stocare, transport și comparare a datelor se folosește platforma Blynk care permite crearea bazelor de date, realizării unei interfețe cu utilizatorul, stocarea datelor și transmiterea datelor între aplicație, server și partea hardware prin intermediul Wi-Fi.

Codul sursă pentru integrarea platformei Blynk:

```

#define BLYNK_PRINT Serial
#include <WiFi.h>
#include <WiFiClient.h>
#include <BlynkSimpleEsp32.h>

```

```

// You should get Auth Token in the Blynk App.
// Go to the Project Settings (nut icon).
char auth[] = "YourAuthToken";

// Your WiFi credentials.
// Set password to "" for open networks.
char ssid[] = "YourNetworkName";
char pass[] = "YourPassword";

// This function will be called every time Slider Widget
// in Blynk app writes values to the Virtual Pin 1
BLYNK_WRITE(V1)
{
  int pinValue = param.asInt(); // assigning incoming value from pin V1
to a variable
  // You can also use:
  // String i = param.asStr();
  // double d = param.asDouble();
  Serial.print("V1 Slider value is: ");
  Serial.println(pinValue);
}

void setup()
{
  // Debug console
  Serial.begin(9600);

  Blynk.begin(auth, ssid, pass);
  // You can also specify server:
  //Blynk.begin(auth, ssid, pass, "blynk-cloud.com", 80);
  //Blynk.begin(auth, ssid, pass, IPAddress(192,168,1,100), 8080);
}

void loop()
{
  Blynk.run();
}

```

4. Concluzii

Algoritmul de automatizare al unui sistem de irigații cercetat însumează funcțiile prototipurilor existente, iar în plus față de acestea prin intermediul MQTT pot fi adăugate un număr nelimitat de valori prestabilite pentru fiecare tip de plantă în baza de date, iar sistemul compară și verifică datele automat.

5. Bibliografie

- [1]. Definition of irrigation | Dictionary.com". www.dictionary.com. Retrieved 2021-01-21.
- [2]. *** <https://www.instructables.com/How-to-Make-Automatic-Irrigation-System-Using-Ardu/>
- [3]. ***<https://examples.blynk.cc/?board=ESP32&shield=ESP32%20WiFi&example=GettingStarted>

6. Notații

Următoarele simboluri sunt utilizate în cadrul lucrării:

RH = umiditate relativă

x = valoarea măsurată de senzorul de umiditate

lmin = limita minima măsurată

ROBOTIC SYSTEM FOR PARCELS RECOGNITION AND HANDLING IN A FULFILLMENT WAREHOUSE

TEODORESCU Bogdan-Gabriel

Facultatea de Inginerie Industrială și Robotică, Specializarea Informatică Aplicată în Inginerie Industrială,
Anul de studii: IV, e-mail: bogdan.teodorescu98@stud.fiir.upb.ro

Conducător științific: Conf. dr. ing. **Bogdan Felician ABAZA**

REZUMAT: The thesis presents the automation of parcels handling in a fulfillment warehouse. There will be shown the development of parcel handling system through design process, 3D modeling and additive manufacturing. The automation consists of two steps: collecting the parcel from a designated point and delivering it to a destination. Therefore, the purpose of this project is to build a functional prototype through 3D printing in order to reduce the costs.

CUVINTE CHEIE: automatizare, logistică, robot, imprimare 3D, distribuție

1. Introducere

Lucrarea va prezenta o soluție de automatizare a unei activități din procesul de fulfillment, alte automatizări deja implementate, precum și etapele de proiectare și modelare 3D a sistemului robotizat care va putea fi integrat în conceptul de Micro-fulfillment.

Procesul de fulfillment include depozitarea, scoaterea din depozit conform comenzilor – picking, ambalarea – packing, pregătirea mărfurilor pentru expediere și livrarea (transport-curier) a unor bunuri terțe folosind sistemele informatice și automatizarea [1].

Conceptul de Micro-fulfillment implică utilizarea unor facilități de depozitare mici, complet automatizate, care se află mai aproape de clientul final, pentru a reduce costurile și timpul de livrare a bunurilor. Micro-fulfillment este o strategie utilizată de comercianții cu amănuntul pentru eficientizarea procesului de distribuție. De la primirea unei comenzi până la ambalarea acesteia și, în unele cazuri, livrarea către clientul final [2].

Procesul de distribuție are ca scop furnizarea către client la timp și cu costuri minime a produselor sau serviciilor cerute. Pentru a atinge acest obiectiv, toate activitățile inclusiv mișcarea și depozitarea bunurilor trebuie să fie organizate într-un sistem logistic integrat [3].

Problema care se dorește a fi soluționată prin intermediul sistemului robotizat este cea a manipulării coletelor și transportul lor în incinta depozitului, care, în cea mai mare parte, este îndeplinită de către operatori umani. Sistemul va prelua un colet dintr-un punct de colectare, se va deplasa către zona prestabilită și va efectua o mișcare de basculare a mesei pentru a descărca coletul în punctul de ieșire.

2. Stadiul actual

Produsele și serviciile își pot îndeplini scopul pentru care au fost proiectate atunci când ajung în posesia consumatorului. Cu toate acestea, în era digitalizării și a creșterii continue de consum, calea de la producător la consumator nu este nici scurtă, nici ieftină. Activitățile de distribuție au apărut odată cu revoluția industrială și în prezent reprezintă o porțiune importantă din sectorul de transporturi, unul dintre cele mai active sectoare din economie. [4]

Din cauza creșterii tot mai rapidă, s-a constatat nevoia de automatizare parțială sau integrală a procesului de distribuție, pentru a scădea timpul de livrare și costurile aferente, iar componenta cea mai predispusă pentru această automatizare o reprezintă depozitele logistice.

Pe piață sunt implementate diferite sisteme automate care realizează o singură activitate sau activități multiple din procesul de distribuție și care sunt destinate pentru anumite încărcări sau fluxuri de colete. Lucrarea se va concentra pe sisteme cu vehicule ghidate automat – AGV Systems.

2.1 Sisteme cu vehicule ghidate automat

Acest tip de sisteme folosesc flote de vehicule ghidate automat, inteligență artificială și integrează sisteme informatice complexe. Acestea se folosesc pentru colete cu greutate redusă și fluxuri mari de colete. Implementarea aduce o serie de avantaje precum:

- Creșterea eficienței
- Eliminarea deplasărilor operatorilor umani pe distanțe mari
- Adaptarea facilă la fluxuri variabile prin mărirea sau micșorarea flotei de roboți
- Reducerea erorilor și accidentărilor operatorilor umani
- Ocuparea redusă a spațiului depozitului decât alte categorii de sisteme
- Costuri reduse de funcționare și instalare

În această categorie se disting alte două subcategorii, în funcție de numărul de colete transportate simultan:

1. Roboți care se înșurubează în baza raftului cu colete și îl transportă către zona prestabilită:
 - Kiva Systems, integrat în depozitele Amazon
 - Fabric, integrat folosit în depozitele Amazon



Fig. 1 Roboți Kiva Systems [5]

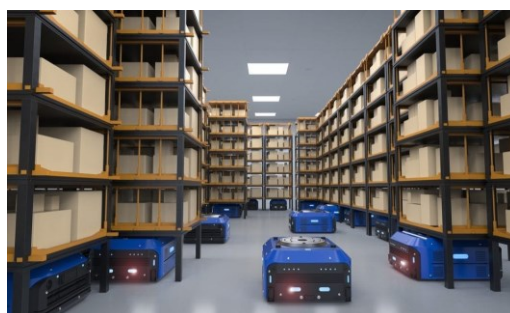


Fig. 2 Roboți Fabric [6]

2. Roboți care transportă colete individuale către punctul de ieșire, deplasându-se pe o „autostradă” special amenajată:
 - Conveyco
 - Tompkins

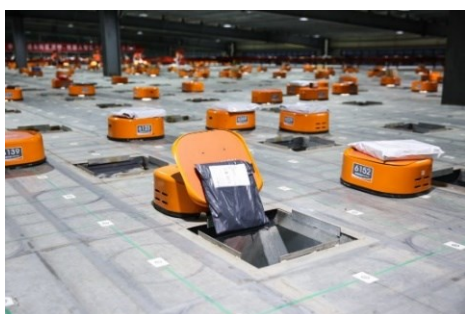


Fig. 3 Roboți Conveyco [7]



Fig. 4 Roboți Tompkins [8]

3. Cercetarea posibilității de integrare, proiectarea, modelarea 3D și fabricarea sistemului

În etapa inițială, s-au făcut diverse cercetări pentru a vedea dacă un astfel de sistem poate fi integrat în conceptul de Micro-fulfillment. S-a realizat analiza nevoii pe baza căreia s-au identificat funcțiile principale ale sistemului, s-a făcut o analiză a principalelor produse concurente pentru a concretiza diferite caracteristici și valori necesare unui astfel de sistem și s-au conturat diferite soluții constructive.

Din toate cele menționate anterior a rezultat că sistemul trebuie să transporte și manipuleze colete de maxim 3 kg, dimensiunea maximă a coletului să fie 300x250x150 mm (L x l x h), să aibă o autonomie minimă de 3 ore și faptul că întreg sistemul va fi compus din trei subsisteme: mecanic, electronic, software.

Pentru a proiecta sistemul robotizat care să îndeplinească funcția de manipulare a coletului a fost necesară o etapă de pre-dimensionare a mecanismului folosit la bascularea coletului. Mecanismul de basculare va avea în componența sa cinematică o mișcare de translație, urmată de o mișcare de rotație. Aceasta mișcare compusă a fost simulată cu ajutorul programului LabVIEW și a ecuațiilor de mișcare rezultate anterior. În urma a mai multor simulări și a variației distanțelor dintre cuplele mecanismului, s-a ajuns la o variantă optimă, astfel s-a dimensionat distanța dintre cuplele mecanismului, cât și unghiul de rotație necesar pentru a îndeplini un ciclu complet.

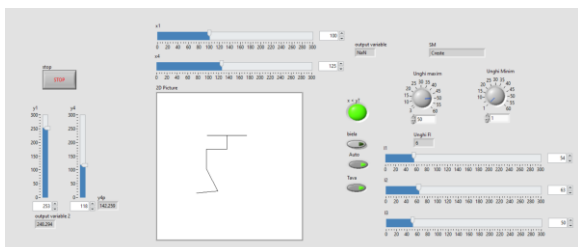


Fig. 5 Simulare translație în LabVIEW

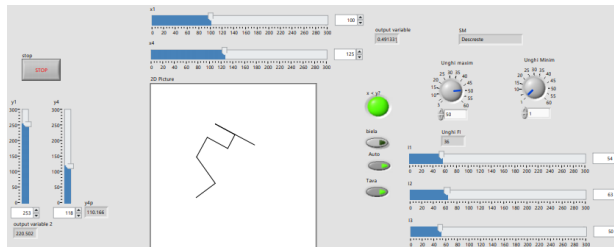


Fig. 6 Simulare rotație în LabVIEW

După ce au fost dimensionate distanțele dintre cuple, s-a modelat 3D mecanismul, prin intermediul programului CAD Solidworks, pentru a vedea dacă rezultatele obținute anterior se validează. A urmat modelarea 3D și integrarea celorlalte subsisteme pentru a compune întreg sistemul de manipulare a coletelor.

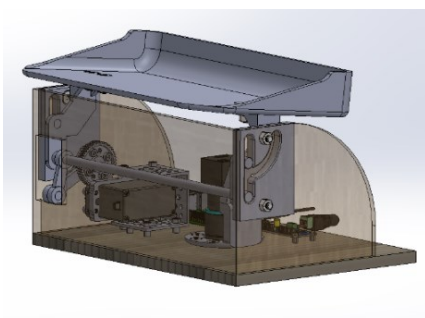


Fig. 7 Robotul în poziția de transport

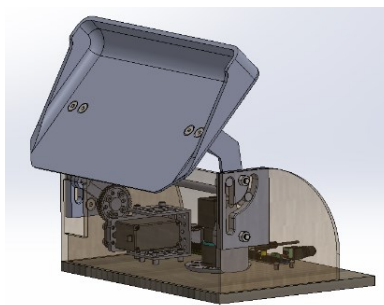


Fig. 8 Robotul după basculare

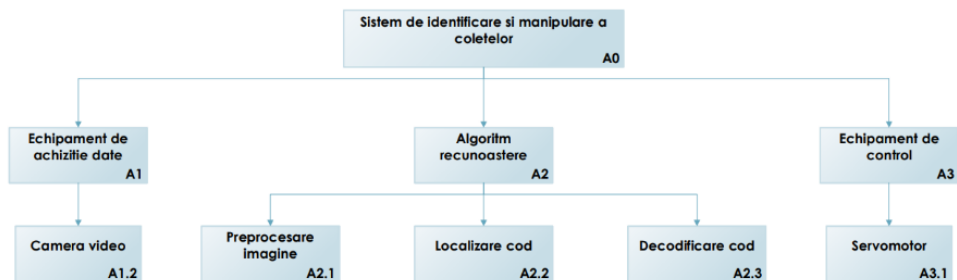


Fig. 9 Diagrama sistemului robotizat

3.1 Structura subsistemului mecanic

Subsistemul mecanic are rolul de a ghida masa pe traiectoria stabilită, de a susține coletul în timpul transportului într-o poziție cât mai statică și de a crea o legătură rigidă între platforma mobilă și masă.

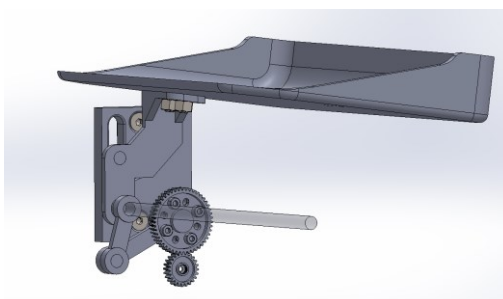


Fig. 10 Subsistem mecanic

Principalele elemente care compun acest subsistem, cât și funcția lor, vor fi prezentate mai jos:

- Masă - susținere - Fig. 10
- Ghidaj – direcționarea mișcării - Fig. 11
- Braț - legătură și fixare - Fig. 12
- Angrenaj - transmiterea și amplificarea de cuplu - Fig. 13
- Submecanism bielă-manivelă - transformarea mișcării de rotație în translație- Fig. 14

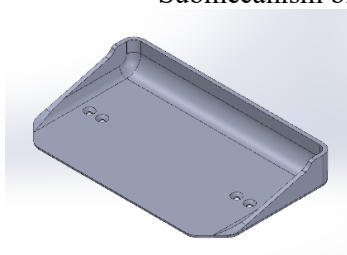


Fig. 11 Masă

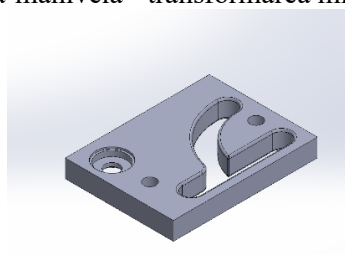


Fig. 12 Ghidaj

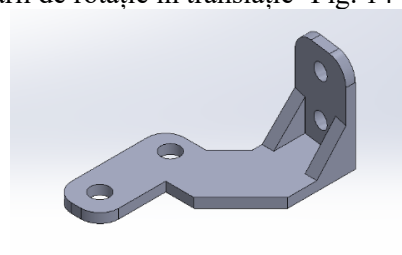


Fig. 13 Braț

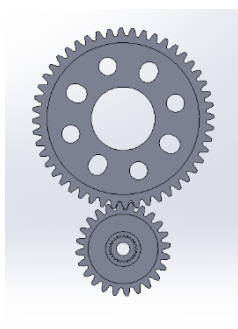


Fig. 14 Angrenaj

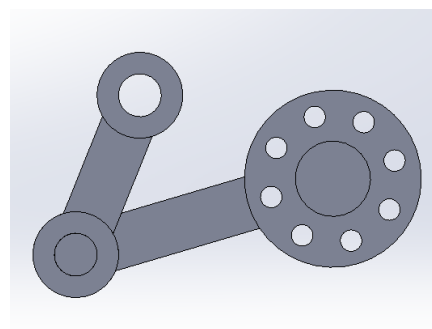


Fig. 15 Submecanism bielă-manivela

3.2 Structura subsistemului electronic

Subsistemul electronic are rolul de a comanda servomotorul, prin intermediul plăcii de control, și de a face achiziția de imagini furnizate de către camera video.

Principalele elemente care compun acest subsistem, cât și funcția lor, vor fi prezentate mai jos:

- Raspberry PI 4 B - Single-Board Computer - achiziție de date și control - Fig. 16
- Hitec HS-788HB - transformarea energiei electrice în energie mecanică - Fig. 17
- HAYEAR HY-2307K - achiziție de imagini - Fig. 18

- Adafruit PCA9685 - controlul servomotorul și izolarea electrică față de Raspberry PI 4 - Fig. 19



Fig. 16 Raspberry PI 4 B [9]



Fig. 17 Hitec HS-788HB [10]



Fig. 18 HAYEAR HY-2307K [11]



Fig. 19 Adafruit PCA9685 [12]

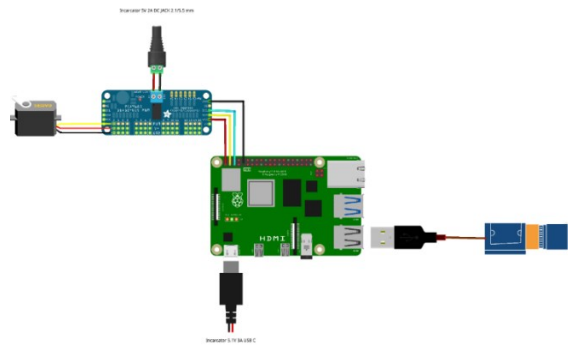


Fig. 20 Diagrama de conexiuni

3.3 Structura subsistemului software

Subsistemul software are rolul de a analiza și prelucra imaginile furnizate de camera video și transmiterea de comenzi către servomotor, atunci când trebuie să execute acțiunea de basculare a coletului.

Etapile de funcționare ale subsistemului:

1. Robotul se apropie de un punct de ieșire
2. Camera video va transmite imagini cu codul QR alocat punctului de ieșire
3. Algoritmul de recunoaștere va trece secvențial prin următoarele etape:
 - I. Procesare imagine
 - II. Localizare cod
 - III. Decodificare informație
4. Se va face compararea informației decodificate cu baza de date
5. Se va transmite comanda către servomotor, dacă codul a fost validat, pentru a efectua acțiunea de basculare

3.4 Fabricarea prin tehnologia de imprimare 3D

Pentru a se stabili dacă componentele subsistemului mecanic pot fi realizate printr-un proces aditiv, s-a efectuat o serie de experimente. Ca echipament s-a folosit o imprimantă 3D cu tehnologie FDM (Fused Deposition Modeling), material PLA (Polylactic acid), iar scara componentelor este 1:2.

Imprimarea submecanismului bielă-manivelă, brațului, ghidajului și mesei a fost o reușită, iar după etapa de finisare a componentelor, acestea au fost asamblate. Au fost stabilite prin metode experimentale: sarcina portantă maximă de 2 kg și unghiul minim de înclinare, necesar pentru ca coletul să alunece, de aproximativ 23°.



Fig. 21 Poziția de transport



Fig. 22 Poziția după basculare



Fig. 23 Componente imprimate 3D

4. Concluzii și direcții de dezvoltare

Soluția de automatizare, cât și sistemul robotizat, descrise în capitolele anterioare ar putea ajuta scăderea costurilor și timpilor din procesul de distribuție, Aceasta soluție poate avea un cost de producție redus prin utilizarea tehnologiei de imprimare 3D pentru fabricarea anumitor componente ale subsistemului mecanic.

Dezvoltările ce vor urma :

- Proiectarea, modelarea și fabricarea unei carcase
- Proiectarea și testarea algoritmului de recunoaștere a codurilor QR
- Validarea funcționalității întregului sistem și integrarea cu WMS (Warehouse Management System)
- Aflarea, prin metode experimentale și analitice, a caracteristicilor și parametrilor de funcționare ale prototipului

5. Bibliografie

- [1]. ***, Externalizați logistica în mâinile firmei de fulfillment, Coletăria, <https://www.coletaria.ro/pick-up/externalizati-logistica-in-mainile-firmei-de-fulfillment> [Accesat 12-05-2021].
- [2]. ***, Micro-fulfillment, DHL Logistics of Things, <https://lot.dhl.com/glossary/micro-fulfillment> [Accesat 12-05-2021].
- [3]. Abaza, B. (2021), Managementul rețelelor logistice, suport de curs, Universitatea POLITEHNICA din București, Facultatea de Inginerie Industrială și Robotică, specializarea Informatică Aplicată în Inginerie Industrială.
- [4]. Stanciu, S. (1999), Bazele generale ale marketingului, Editura Universității București, București, ISBN 973-57536-6-9, pag. 141.
- [5]. ***, <https://spectrum.ieee.org/image/Mjg5MzA1MA.jpeg> [Accesat 12-05-2021].
- [6]. ***, <https://securecdn.pymnts.com/wp-content/uploads/2019/10/Fabric-Logistics-Warehouse-Amazon-1000x600.jpg> [Accesat 12-05-2021].
- [7]. ***, <https://www.dcvelocity.com/ext/resources/images/products/uploaded/archives/a/amr-tilt-sort-press-release.jpg?t=1582261020&width=696> [Accesat 12-05-2021].
- [8]. ***, <https://www.materialhandling247.com/images/product/Tilting.png> [Accesat 12-05-2021].
- [9]. ***, <https://gadgetreleasedate.com/wp-content/uploads/2019/06/Raspberry-Pi-4-Model-B.jpg> [Accesat 13-05-2021]
- [10]. ***, https://cdn11.bigcommerce.com/s-tnsp6i3ma6/images/stencil/800w/products/9332/21726/33788S-HS-788HB_94970.1586891732.jpg?c=2 [Accesat 13-05-2021].
- [11]. ***, <http://www.hayear.com/upLoad/product/1911211457596887541.jpg> [Accesat 13-05-2021].
- [12]. ***, <https://www.direnc.net/pca9685-16-kanal-12-bit-pwmservo-i2c-surucu-modul-en-other-modules-hwa-yeh-45530-90-B.jpg> [Accesat 13-05-2021].

AUTOMATION OF A GRAIN SAMPLING PROBE SYSTEM

BARBU Dan Cristian

Facultatea de Inginerie Industrială și Robotică, Specializarea Informatică Aplicată în Inginerie Industrială,
Anul de studii: IV, e-mail: dan_cristian.barbu@stud.fir.upb.ro

Conducător științific: Prof. dr. ing. **Tom SAVU**

ABSTRACT: This paper provides information and analysis about a possible method of automation of a grain sampling probe system and future perspectives. The automation of this system is based on principles such as image acquisition, image processing algorithms, control/command of a mechanical arm. The automation of this type of system will have the benefit of saving the time necessary for an operator to control it, in order to support this statement, a simulation of an agricultural base was performed according to certain situations.

CUVINTE CHEIE: automation, image processing, grain sampling.

1. Introducere

Gestionarea atentă a cerealelor după recoltare este cel mai eficient mijloc de creștere a aprovizionării cu alimente din lume. Calitatea scăzută a cerealelor depozitate în vrac duce la scăderea valorii nutriționale și prezintă pericole pentru sănătatea umanității. [1]

Pentru a monitoriza calitatea cerealelor și pentru creșterea duratei de valabilitate a acestora este necesară o analiză a parametrilor acestora încă din momentul anterior depozitării. Parametrii de care se ține cont pentru depozitarea cerealelor sunt temperatura, umiditatea, masa hectolitrică, procent al corpurilor străine și alții parametri individuali în funcție de tipul de cereale. Această analiză se face prin extragerea unor probe din cantitatea totală de cereale, în bazele agricole și în unele ferme această extragere de probe, din auto-utilitățile folosite la transport, se face prin intermediul unei sonde de prelevare.

Evoluția continuă în domeniul sistemelor informatice are potențialul de a găsi soluții inovative în aproape fiecare domeniu al creației umane. În domeniul agriculturii aceste sisteme informatice pot aduce contribuții importante precum reducerea erorilor umane, reducerea timpilor necesari pentru realizarea unor operații dar și costurile din cadrul fermelor sau al bazelor agricole. [2]

2. Stadiul actual

În domeniul agriculturii timpul reprezintă o resursă foarte importantă, mai ales în perioada de recoltare a cerealelor deoarece schimbările impredictibile ale factorilor de mediu pot afecta calitatea cerealelor. Din păcate, fermierii își irosesc o bună parte din această resursă așteptând la cozi ce se formează la bazele agricole, unde aceștia vor descărca cerealele recoltate. În unele cazuri această așteptare poate dura chiar și 48 de ore.

Pentru a putea fluidiza traficul din bazele agricole este nevoie de implementarea unor soluții ce pot reduce timpii necesari pentru desfășurarea activităților importante, cum ar fi activitatea de extragere și analizare a probelor de cereale din auto-utilitățile fermierilor.

Activitatea precizată anterior se face prin intermediul unui sistem de prelevare de probe de cereale, în cele mai multe cazuri acest sistem este controlat manual de un operator. Folosirea resursei umane în această activitate poate avea dezavantaje deoarece este o sarcină repetitivă și monotona iar operatorul poate fi distras, se poate plictisi dar poate interveni și lipsa de experiență a acestuia. Dezavantajele menționate pot conduce la apariția erorilor umane dar și la durate mari de realizare a activității.

3. Cercetări privind implementarea unui sistem automatizat de prelevare a probelor de cereale

Fiind o sarcină repetitivă s-a luat în calcul înlocuirea resursei umane cu un sistem automatizat de prelevare. Pentru a putea cunoaște dacă implementarea unui astfel de sistem va ajuta la rezolvarea problemei prezentate a fost simulată o bază agricolă. Simularea s-a realizat cu ajutorul rețelelor Petri și software-ului de modelare și simulare Yasper.

În modelul de simulare au fost luate în calcul toate activitățile ce se petrec în interiorul unei baze agricole (completare documente, extragere probe, cântărire, deplasare către zonele de depozitare, descărcarea cerealelor, etc.), timpul necesar pentru realizarea activităților, programul bazei agricole, traseele posibile de deplasare ale auto-utilitatelor dar și probabilitățile deciziilor luate.

În figura 1 se observă modelul realizat în programul Yasper ce urmează a fi simulat.

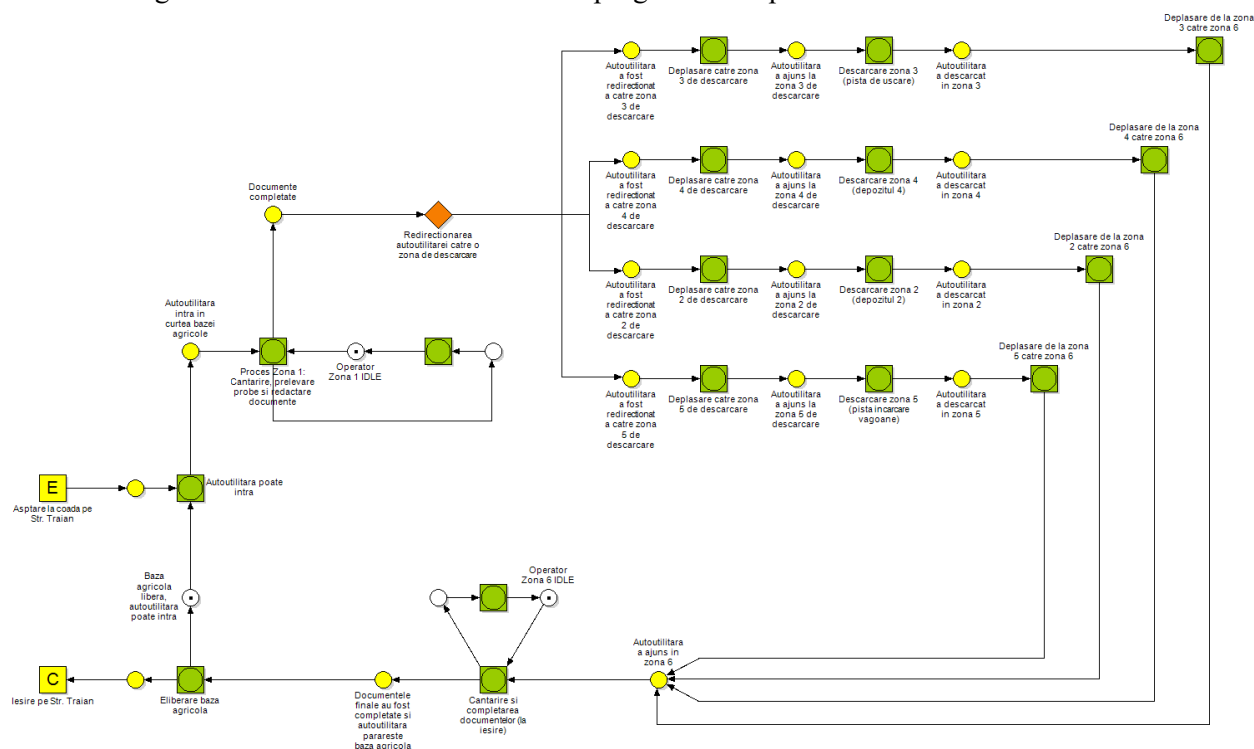


Fig. 1. Modelul bazei agricole în Yasper

Pentru a putea afla dacă soluția propusă aduce îmbunătățiri au fost simulate 2 cazuri, cazul 1 în care sistemul de prelevare este manevrat de un operator și cazul 2 în care se folosește un sistem automatizat de prelevare. Rezultate obținute în urma simulărilor sunt prezentate în tabelul 1.

Tabelul 1. Rezultatele simulării

Nr. simulare	Timpul simulării [s]	Nr. autoutilitare care au ajuns la baza agricolă	Nr. autoutilitare care au parcurs baza agricolă	
			Sistem cu operator	Sistem automatizat
Simulare 1	43 294	48	32	39
Simulare 2	43 572	48	32	39
Simulare 3	43 264	49	32	40
Simulare 4	43 222	49	31	39
Simulare 5	43 431	48	31	38
Media	43 358	48,4 ≈ 48	31,6 ≈ 32	39

Analizând rezultatele prezentate în tabel se poate observa că utilizarea unui sistem automatizat aduce o creștere a numărului de auto-utilitare ce parcurg baza agricolă. Se poate vedea că pe parcursul unei zile lucrătoare a existat o creștere cu aproximativ 22% a numărului de fermieri care au descărcat cerealele în baza agricolă.

Deci, utilizarea unui sistem automatizat de prelevare a probelor aduce o îmbunătățire notabilă a parametrilor discutați.

4. Descrierea sistemului automatizat

Componentele sistemului sunt prezentate în figura 2.

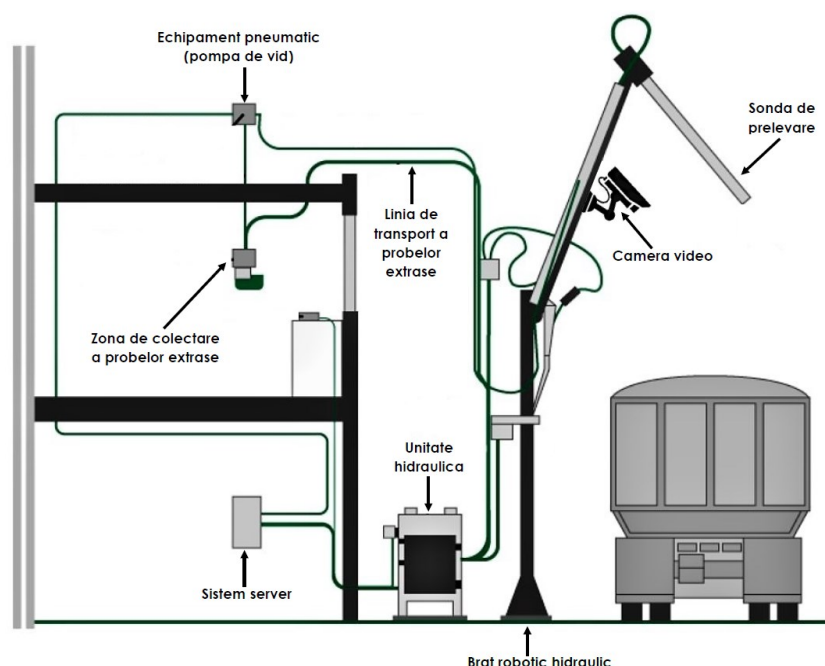


Fig. 2. Componentele sistemului [3]

Modul de funcționare a sistemului automatizat de prelevare a probelor de cereale este împărțit pe etape, după cum urmează:

- Autoutilitara staționează într-o zonă special amenajată;
- Camera video de pe brațul robotic furnizează imaginea cu întreaga suprafață a remorcii către sistemul server;
- Pe imaginile furnizate se aplică algoritmi de prelucrare de imagini pentru a se putea delimita conturul și dimensiunile remorcii;
- Se alege un set de puncte în interiorul conturului delimitat anterior;
- Brațul robotic hidraulic este direcționat către punctele respective;
- Cu ajutorul sistemului de prelevare (sondă + echipament pneumatic) se extrag probe de cereale din fiecare punct ales;
- Probele extrase sunt transportate către un echipament de analizare a acestora.

5. Cercetări privind dimensiunile și specificațiile unor componente din sistem

Pentru proiectarea sistemului și a aplicației sunt necesare informații despre potențialele dimensiuni ale modelului fizic. Primul pas în această etapă a fost de a afla dimensiunile zonei special amenajate în care auto-utilitara va staționa.

Dimensiunile zonei de staționare vor avea ca și referință dimensiunile auto-utilitărelor folosite la transportul cerealelor. Conform unor standarde internaționale dimensiunile maxime ale unui autocamion sunt următoarele: lungime – 18.75m, lungimea remorcii – 13.6m, lățime – 2.55m și înălțime – 4m. [4]

Ținându-se cont de dimensiunile maxime ale unui autocamion s-a ajuns la următoarele dimensiuni pentru zona specială de staționare: lungime – 20m și lățime – 6m;

Având în vedere înălțimea maximă a unui autocamion (4m) se poate preciza că înălțimea brațului hidraulic poate avea orice înălțime mai mare decât valoarea de 4m, mai apoi s-a luat decizia ca înălțimea brațului hidraulic din sistem să fie de 6m.

Camera video ce folosește la achiziția de imagini în sistemul automatizat va trebui să aibă o poziție din care aceasta poate furniza imagini cu întreaga suprafață a zonei de staționare, respectiv întreaga suprafață a remorcii în care sunt transportate cerealele. Pentru a putea respecta această cerință s-a luat decizia de a monta camera video pe brațul robotic hidraulic la o înălțime de 5m.

Fiind știute dimensiunile brațului hidraulic și ale zonei de staționare au fost făcute cercetări pentru alegerea modelului de cameră video. Cu ajutorul calculatorului de distanță focală [5] s-au aflat specificațiile minime ale camerei video pentru a putea fi folosită în sistem, acestea fiind prezentate în figura 3.

Object size	20 m ▾
Image size	20,000 mm ▾
Object distance	5 m ▾
Magnification	1 ×
Focal length	2,500 mm ▾
Angle of view	126.87 deg ▾

Fig. 3. Specificațiile minime ale camerei video

6. Algoritmi de procesare a imaginii

Imaginile furnizate de camera video vor fi procesate prin intermediul unui algoritm realizat în software-ul NI Vision Assistant, folosirea acestui program are ca beneficiu principal transferul algoritmului către software-ul LabView unde mai apoi pot fi realizate conexiuni între partea de procesare de imagini cu partea de comandă și control a brațului hidraulic.

Au fost făcute multiple încercări cu metode diferite de prelucrare de imagini pentru a se găsi un algoritm funcțional pentru sistemul automatizat de prelevare. Prelucrările s-au făcut pe imagini cât mai apropiate de ce va furniza camera video într-un caz real.

S-a ajuns la un algoritm de prelucrare de imagini care constă în următoarele etape:

1. Trecerea din planul de culoare RGB în planul HSL – saturație;
2. Folosirea funcției Look Up Table (power) pentru a reduce contrastul imaginii în zonele întunecate ale acesteia;
3. Aplicarea operației de Threshold pentru a căuta în imagine elemente iluminate corespunzător;
4. Aplicarea unui filtru Median pentru a elimina zgomotul de fundal al imaginii;
5. Trecerea imaginii prin multiple operații de întregire a elementelor prezente în imagine, pas realizat cu ajutorul funcției Convex Hull;
6. Trecerea imaginii prin 2 filtre de netezire Low Pass, pas ce a dus la netezirea marginilor conturului;
7. Folosirea funcției Look Up Table (equalize) pentru readucerea imaginii în tonuri de gri;
8. Analizarea conturului rezultat și extragerea coordonatelor punctelor ce formează acel contur.

În figura 4 se pot observa etapele prin care imaginile sunt supuse și modul în care aceasta ajunge de la formă inițială la conturul dorit.

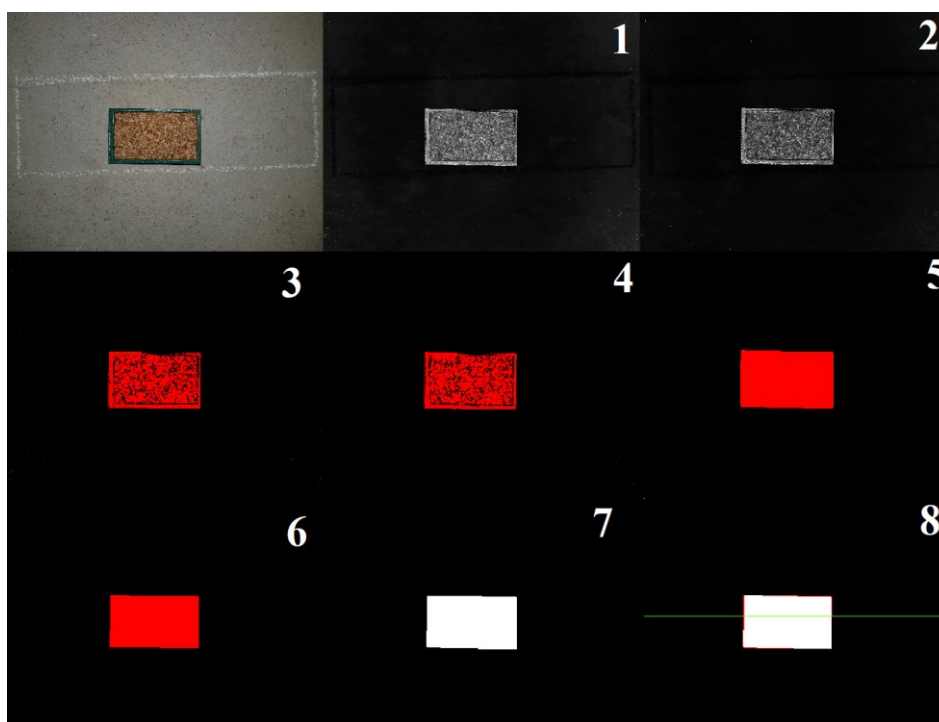


Fig. 4. Algoritmul de procesare al imaginilor

Încercând acest algoritm pe un eșantion de peste 50 de imagini diferite s-a ajuns la următoarele concluzii:

- Algoritmul are o rată de succes de peste 90%;
- Algoritmul nu funcționează în unele cazuri pe imagini slab iluminate și care conțin umbre, de aceea se recomandă utilizarea unor metode auxiliare de iluminat.

Pentru a putea susține afirmațiile de mai sus a fost adăugată figura 5 în care se pot observa diferite imagini inițiale și rezultatul final în urma aplicării algoritmului.

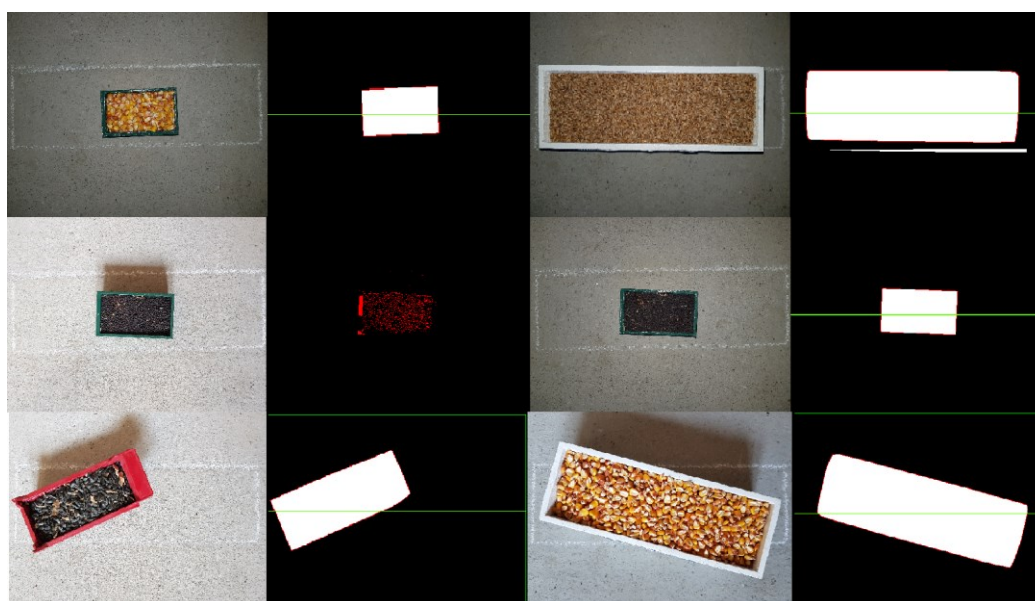


Fig. 5. Aplicarea algoritmului pe diferite imagini

Algoritmul realizat a fost exportat apoi în format specific LabView pentru a putea trasa exact conturul necesar pentru generarea unui set de puncte în interiorul acestuia, în figura 6 este afișat conturul desenat în LabView cu ajutorul funcției XY Graph.

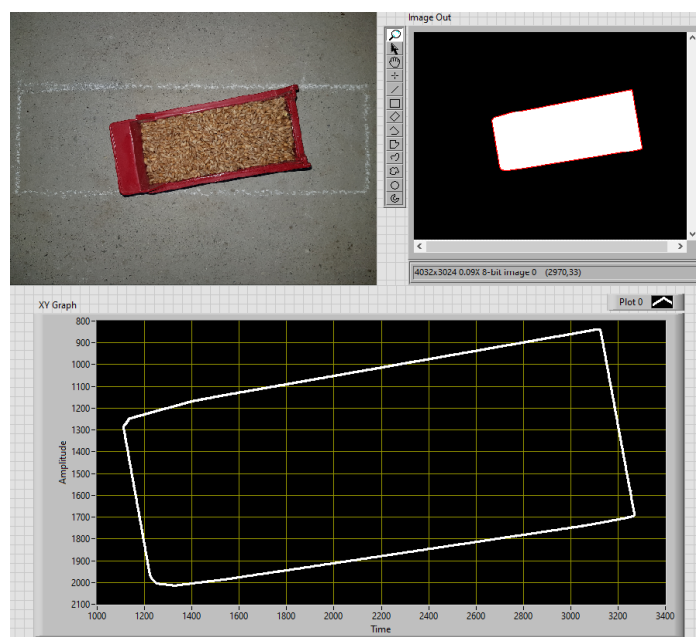


Fig. 6. Algoritmul exportat în LabView

7. Concluzii și dezvoltări ulterioare

S-a proiectat un algoritm de procesare a imaginilor care lucrează în situațiile care pot apărea în practică (remorci rotite, diverse condiții de iluminare) și care generează punctele de pe conturul remorcii. Pașii următori ce vor fi parcurși pentru proiectarea și modelarea sistemului sunt următorii:

- Dezvoltarea aplicației software pentru determinarea punctelor din colțurile remorcii;
- Dezvoltarea aplicației software pentru calculul coordonatelor punctelor de prelevare;
- Dezvoltarea aplicației software pentru calcul parametrilor de poziție ai sondei de prelevare (unghiul de rotație în jurul axei verticale și unghiul făcut de brațul orizontal cu brațul vertical);
- Realizarea unei simulări a funcționării sistemului;
- Realizarea unui program pentru subsistemul de comandă al sistemului.

8. Bibliografie

- [1]. Suresh Neethiraja, “Sensors for Grain Storage“, https://www.researchgate.net/publication/237671125_Sensors_for_Grain_Storage, [Accesat 12-05-2021].
- [2]. Anup Vibhute, “Application of Image Processing in Agriculture: A Survey“, https://www.researchgate.net/publication/253908767_Application_of_Image_Processing_in_Agriculture_A_Survey, [Accesat 12-05-2021].
- [3]. ***, “Guide to Taking a Representative Sample“, <https://www.grainscanada.gc.ca/en/grain-quality/sampling-grain/guide-taking-representative-sample/02-truck-probe-sampling.html>, [Accesat 12-05-2021].
- [4]. Alexandru Șerbuță, “Care sunt dimensiunile unui tir/camion?“, <https://www.constructosu.eu/care-sunt-dimensiunile-unui-tircamion/>, [Accesat 12-05-2021].
- [5]. Łucja Zaborowska, “Focal Length Calculator“, <https://www.omnicalculator.com/other/focal-length>, [Accesat 12-05-2021].

FUNCTIONAL STRUCTURE AND SPECIFIC CALCULATION ALGORITHMS FOR THE COMPUTER APPLICATION FOR SCHEDULING PRODUCTION OPERATIONS FOR MULTIFUNCTIONAL MACHINES REGARDING HYDRAULIC JACK CH.01.00

SZABO Loredana-Florentina

Facultatea de Inginerie Industrială și Robotică, Specializarea: Informatică Aplicată în Inginerie Industrială, Anul de studii: IV, e-mail: loredanaszabo16@yahoo.com

Conducător științific: Conf. dr. ing. **Gabriel-Mădălin CATANĂ**

ABSTRACT: This paper presents the functional structure of the computer application for scheduling production operations on multifunctional machines, which contains specific calculation methods. Starting from the functional structure, the specific programming algorithms for the presented calculation methods were presented in pseudocode format. This study will be performed on the unique parts of the Hydraulic Jack product.

CUVINTE CHEIE: programare, mașină multifuncțională, aplicație informatică, algoritmi de calcul, pseudocod.

1. Introducere

Programarea operațiilor de producție este o etapă de management pe termen scurt al producției, în care sunt stabilite datele de început și de sfârșit ale operațiilor de producție ale unor loturi (cantități) de articole și mașinile alocate producției în compartimentele de fabricație, astfel încât producția articolelor să se efectueze în anumite condiții de performanță dorite, în limitele capacității de producție existente în compartimentele de fabricație și în concordanță cu parametri de planificare a producției în planul necesarului de materiale (resurse) derivat din programul de producție director [3,4].

Programarea operațiilor de producție la mașini multifuncționale se aplică în cazul în care mai multe procese de producție uni-operaționale trebuie să fie realizate, de-a lungul unui orizont de timp, la o singură mașină disponibilă sau la un grup de mașini identice disponibile în acest orizont [3,4]. Universalitatea și flexibilitatea unei mașini multifuncționale permit ca procesul de producție al unui articol la mașină să poată fi concentrat într-o singură operație.

Metodele de programare a operațiilor la mașini multifuncționale se deosebesc în funcție de condițiile specifice luate în considerare la programarea operațiilor, definite prin:

- categoriile de date inițiale considerate privind operațiile de programat și mașinile disponibile pentru realizarea operațiilor;
- criteriul de performanță al programului operațiilor care va fi optimizat în cadrul metodei.

2. Structura aplicației

2.1. Prezentare generală a aplicației și a reperului Cric hidraulic CH.01.00

În cadrul proiectului de diplomă se are ca scop crearea unei aplicații informatice pentru programarea operațiilor de producție la o singură mașină multifuncțională sau la un grup de mai multe mașini identice multifuncționale.

Aplicația va consta în algoritmi de calcul specifici pentru fiecare metodă de optimizare a operațiilor de producție. Această aplicație va fi utilizată pentru programarea operațiilor de producție a pieselor unice/nestandardizate din mai multe tipuri de produse inclusiv produsul cric hidraulic CH.01.00.

În cadrul acestei lucrări se prezintă algoritmi de calcul ai metodelor de programare a operațiilor de producție la o singură mașină multifuncțională, sub formă de pseudo-cod, privind piesele nstandardizate care fac parte din produsul cric hydraulic.

Cricul hydraulic este un dispozitiv utilizat cel mai frecvent în domeniul auto. Acest dispozitiv se utilizează pentru diversele tipuri de activități care necesită ridicarea obiectelor de mare greutate, având o baza stabilă și o capacitate de ridicare de aproximativ 12 tone, după cum se observă în fig.1.[6].

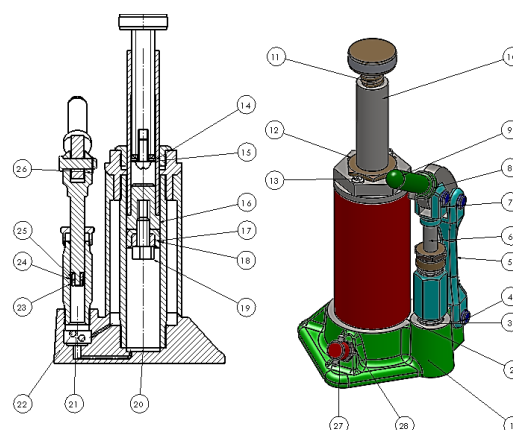


Fig.1. Ansamblu 3D Cric hydraulic

Tabel 1 Descrierea componentelor ansamblului

Nr. crt.	Cod	Denumire	Tip piesă	Nr. crt.	Cod	Denumire	Tip piesă
1	GH 2	Bază	Nestandardizat	15	GH 7	Șurub 4	Standardizat
2	GH 1	Cilindru	Nestandardizat	16	GH 8	Șurub 5	Standardizat
3	GH 14	Arbore	Nestandardizat	17	GH 9	Distanțier1	Standardizat
4	GH 21	Șurub 1	Standardizat	18	GH 11	Distanțier2	Standardizat
5	GH 20	Braț	Nestandardizat	19	GH 10	Șurub	Standardizat
6	GH 15	Bucșă 1	Nestandardizat	20	GH 3	Cilindru filetat exterior	Nestandardizat
7	GH 16	Braț 2	Nestandardizat	21	GH 25	Cilindru complex	Nestandardizat
8	GH 22	Mâner	Nestandardizat	22	GH 25 ESF	Bile	Standardizat
9	GH 13	Bucșă 3	Nestandardizat	23	GH 19	Piuliță	Standardizat
10	GH 3.2	Cilindru filetat interior	Nestandardizat	24	GH 18	Distanțier3	Standardizat
11	GH 4.5	Șurub 2	Standardizat	25	GH 17	Distanțier4	Standardizat
12	GH 12	Bucșă 2	Nestandardizat	26	GH 27	Șaibă 2	Standardizat
13	GH 26	Șurub 3	Standardizat	27	GH 24	Capac	Nestandardizat
14	GH 6	Șaibă 1	Standardizat	28	GH 23	Bucșă 4	Nestandardizat

*Standardizată – piesă ce poate fi achiziționată;

*Nestandardizată – piesă care se prelucrează.

2.2. Modul de funcționare al aplicației informatice

Utilizarea aplicației informatice pentru programarea operațiilor de producție la mașini multifuncționale pentru o gama largă de produse se va realiza în următoarele etape:

- Accesarea pagini web;
- Alegerea tipului de mașină: o singură mașină multifuncțională sau un grup de mașini identice multifuncționale;
- Alegerea metodei din listă. Fiecare metodă va avea restricții bine definite care să nu permită utilizatorului să introducă date greșite;
- Rularea aplicației, datele rezultate vor fi afișate și salvate într-o baza de date de unde vor putea fi accesate din nou.

Interfața Aplicației informatice va fi creată să fie cât mai intuitivă și ușor de utilizat astfel utilizatorii să nu întâmpine probleme la accesare acesteia. De asemenea scopul principal este să furnizeze informațiile aferente fiecărei cereri cât mai corect și mai rapid. Modul de funcționare al aplicației se observă în figura următoare (fig.2).

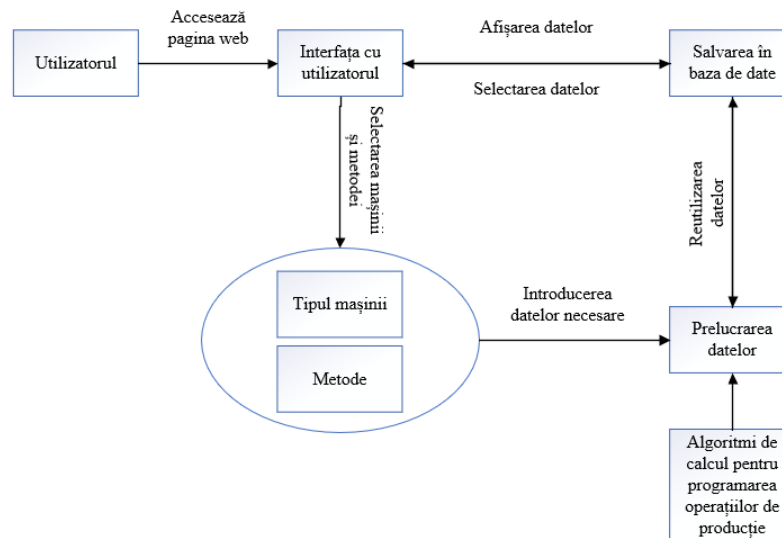


Fig.2. Schema bloc a aplicației informatice

3. Metode și algoritmi de calcul pentru programarea operațiilor la o singură mașină

3.1. Condițiile pentru aplicarea metodelor

Condițiile specifice de programare a operațiilor la una sau mai multe mașini multifuncționale pot fi sintetizate astfel [3,4]:

- Date privind operațiile de programat pentru articolele de fabricat (cu numere de ordine g):
- Termenul de lansare în producție a operației articolului (T_{LPg});
- Termenul de recepționare din producție a articolului după finalizarea operației (T_{RPg});
- Durata operației de producție a articolului la mașină (TT_g);
- Date privind mașinile disponibile pentru operațiile de producție (cu numere de ordine i , astfel încât $i=1$ dacă este disponibilă o singură mașină și $i>1$ dacă sunt disponibile mai multe mașini pentru efectuarea operațiilor):
- Termenul de disponibilizare pentru producție a fiecărei mașini (T_{Di});
- Date privind programul operațiilor la mașinile alocate (rezultă în urma programării):
- Intervalul de timp programat pentru efectuarea operației de producție a articolului g la mașina i , $[DS_{gi}, DF_{gi}]$, astfel încât $DF_{gi} = DS_{gi} + TT_g$;
- Durata programată a ciclului de producție al articolului (Tc_g), astfel încât $Tc_g = DF_{gi} - T_{LPg}$;
- Întârzierea programată finalizării producției articolului (\hat{I}_g), astfel încât $\hat{I}_g = \max(DF_{gi} - T_{RPg}, 0)$;
- Criteriul de performanță al programului operațiilor care se dorește a fi optimizat (minimizat):
- Data maximă programată pentru finalizarea operațiilor de producție a articolelor (DF_{max}), astfel încât $DF_{max} = \max(DF_{gi})$;
- Durata totală programată pentru ciclurile de producție ale articolelor (Tc_T), astfel încât $Tc_T = \sum Tc_g$ sau, respectiv, durata totală ponderată (Tc_{Tw}), definită prin $Tc_{Tw} = \sum w_g \cdot Tc_g$;
- Întârzierea maximă programată finalizării producției articolelor (\hat{I}_{max}), astfel încât $\hat{I}_{max} = \max(\hat{I}_g)$;
- Întârzierea totală programată pentru finalizarea producției articolelor (\hat{I}_T), astfel încât $\hat{I}_T = \sum \hat{I}_g$ sau, respectiv, întârzierea totală ponderată (\hat{I}_{Tw}), definită prin $\hat{I}_{Tw} = \sum w_g \cdot \hat{I}_g$;
- Numărul total programat de articole cu finalizare întârziată a producției ($N\hat{I}_T$), astfel încât $N\hat{I}_T = \sum_{\hat{I}_g > 0} 1$;

3.2. Metode de programare și pseudocoduri

• Procedura de programare pe baza timpului de realizare minim (SPT)

Algoritmul de programare descris în pseudocod pentru metoda SPT:

1. Introducerea de la tastatură a datelor inițiale:

- Articol g , $g = 1, n$ (n – numărul total de articole diferite de programat pentru producție), $T_{LPg}=0$, TT_g ;
- Mașina disponibilă i , $i=1$ deci $T_{D1}=0$;
- 2. Ordonarea crescătoare cu ajutorul unui algoritm de sortare prin interschimbare a parametrului TT_g și obținerea numărului de ordine la programare a articolului g , denumit P_g , $P_g = 1, n$.
- 3. Calcul iterativ (de n ori), în ordinea crescătoare a numerelor de ordine P_g :
 - Stabilire intervale de timp în care are au loc operațiile articolelor g : $[DS_{g1}, DF_{g1}]$;
 - Data de început a operației articolului:
 - $DS_{g1} = 0$, dacă $P_g = 1$
 - $DS_{g1} = DF_{g'1}$, dacă $P_g = P_{g'} + 1$ (articolul g urmează articolului g' în ordinea de programare);
 - Data de sfârșit a operației articolului: $DF_{g1} = DS_{g1} + TT_g$
- 4. Calcul parametru de calitate optimizat la programul de producție privind cele n articole:
 - Durata totală programată pentru ciclurile de producție: $T_{CT} = \sum_g (DF_{g1} - T_{LPg})$;
- 5. Afișare și salvare a datelor rezultate în urma programării operațiilor de producție:
 - Date de început și sfârșit ale fiecărui articol g , $g = 1, n$: DS_{g1}, DF_{g1} ;
 - Valoare parametru de calitate optimizat la programul de producție: T_{CT} .

• Procedura de programare pe baza timpului ponderat de realizare minim (WSPT)

Algoritm de programare descris în pseudocod pentru metoda WSPT:

1. Introducerea de la tastatură a datelor inițiale:
 - Articol g , $g = 1, n$ (n – numărul total de articole diferite de programat pentru producție), $T_{LPg}=0$, TT_g , w_g ;
 - Mașina disponibilă i , $i=1$ deci $T_{D1}=0$;
2. Ordonarea crescătoare cu ajutorul unui algoritm de sortare prin interschimbare a parametrului P_g , unde $P_g = TT_g / w_g$;
3. Calcul iterativ (de n ori), în ordinea crescătoare a numerelor de ordine P_g :
 - Stabilire intervale de timp în care are au loc operațiile articolelor g : $[DS_{g1}, DF_{g1}]$;
 - Data de început a operației articolului:
 - $DS_{g1} = 0$, dacă $P_g = 1$
 - $DS_{g1} = DF_{g'1}$, dacă $P_g = P_{g'} + 1$ (articolul g urmează articolului g' în ordinea de programare);
 - Data de sfârșit a operației articolului: $DF_{g1} = DS_{g1} + TT_g$;
4. Calcul parametru de calitate optimizat la programul de producție privind cele n articole:
 - Durata totală programată pentru ciclurile de producție: $T_{CT} = \sum_g (DF_{g1} - T_{LPg})$;
 - Durata totală ponderată programată pentru ciclurile de producție: $T_{CTw} = \sum_g w_g * T_{CT}$;
5. Afișare și salvare a datelor rezultate în urma programării operațiilor de producție:
 - Date de început și sfârșit ale fiecărui articol g , $g = 1, n$: DS_{g1}, DF_{g1} ;
 - Valoare parametru de calitate optimizat la programul de producție: T_{CT}, T_{CTw} .

• Procedura de programare pe baza termenului de recepționare minim (EDD)

Algoritm de programare descris în pseudocod pentru metoda EDD:

1. Introducerea de la tastatură a datelor inițiale:
 - Articol g , $g = 1, n$ (n – numărul total de articole diferite de programat pentru producție), $T_{LPg}=0$, TT_g , T_{RPg} ;
 - Mașina disponibilă i , $i=1$ deci $T_{D1}=0$;
2. Ordonarea crescătoare cu ajutorul unui algoritm de sortare prin interschimbare a parametrului T_{RPg} și obținerea numărului de ordine la programare a articolului g , denumit P_g , $P_g = 1, n$.
3. Calcul iterativ (de n ori), în ordinea crescătoare a numerelor de ordine P_g :
 - Stabilire intervale de timp în care are au loc operațiile articolelor g : $[DS_{g1}, DF_{g1}]$;
 - Data de început a operației articolului:
 - $DS_{g1} = 0$, dacă $P_g = 1$
 - $DS_{g1} = DF_{g'1}$, dacă $P_g = P_{g'} + 1$ (articolul g urmează articolului g' în ordinea de programare);
 - Data de sfârșit a operației articolului: $DF_{g1} = DS_{g1} + TT_g$
4. Calcul parametru de calitate optimizat la programul de producție privind cele n articole:
 - Întârzierea totală programată pentru finalizarea producției articolelor: $\hat{I}_g = \max(DF_{g1} - T_{RPg}, 0)$;
 - Întârzierea maximă programată finalizării producției articolelor: $\hat{I}_{\max} = \max(\max(DF_{g1} - T_{RPg}, 0))$;

5. Afișare și salvare a datelor rezultate în urma programării operațiilor de producție:

- Date de început și sfârșit ale fiecărui articol $g, g = 1, n$: DS_{g1}, DF_{g1} ;
- Valoare parametru de calitate optimizat la programul de producție: \hat{I}_g, \hat{I}_{max} .

• Procedura de programare Hodgson (Moore)

Algoritmul de programare descris în pseudocod pentru metoda Moore:

*Această metodă utilizează principiul de ordonare al metodei EDD, apoi se continuă cu ordonarea parametrilor neprogramați.

1. Introducerea de la tastatură a datelor inițiale:

- Articol $g, g = 1, n$ (n – numărul total de articole diferite de programat pentru producție), $T_{LPg}=0, TT_g, T_{RPg}$;
- Mașina disponibilă $i, i=1$ deci $T_{D1}=0$;

2. Ordonarea crescătoare cu ajutorul unui algoritm de sortare prin interschimbare a parametrului T_{RPg} și obținerea numărului de ordine la programare a articolului g , denumit $P_g, P_g = 1, n$.

3. Calcul iterativ (de n ori), în ordinea crescătoare a numerelor de ordine P_g :

- Stabilire intervale de timp în care are au loc operațiile programate ale articolelor g : $[DS_{g1}, DF_{g1}]$;

Data de început a operației articolului:

$$DS_{g1} = 0, \text{ dacă } P_g = 1$$

$$DS_{g1} = DF_{g'1}, \text{ dacă } P_g = P_{g'} + 1 \text{ (articolul } g \text{ urmează articolului } g' \text{ în ordinea de programare);}$$

$$\text{Data de sfârșit a operației articolului: } DF_{g1} = DS_{g1} + TT_g$$

- Stabilirea operației care determină întârzierea operației întârziată și care nu a fost realocată într-o etapă anterioară trebuie să respecte două condiții: $DF_{g1} > T_{RPg}$; unde $g = 1, n$;

$$\hat{I}_g = \max(DF_{g1} - T_{RPg}, 0), \text{ unde } \hat{I}_g > 0;$$

- Termenul P_g care respectă aceste condiții este alocat la sfârșitul liste ordonate;

4. Calcul parametru de calitate optimizat la programul de producție privind cele n articole:

- Numărul total programat de articole cu finalizare întârziată a producției: $N\hat{I}_T = \sum_{\hat{I}_g > 0} 1$;

5. Afișare și salvare a datelor rezultate în urma programării operațiilor de producție:

- Date de început și sfârșit ale fiecărui articol $g, g = 1, n$: DS_{g1}, DF_{g1} ;
- Valoare parametru de calitate optimizat la programul de producție: $\hat{I}_g, N\hat{I}_T$

• Procedura de programare pe baza termenului de lansare minim (ERD)

Algoritmul de programare descris în pseudocod pentru metoda ERD:

1. Introducerea de la tastatură a datelor inițiale:

- Articol $g, g = 1, n$ (n – numărul total de articole diferite de programat pentru producție), $T_{LPg} \geq 0, TT_g, T_{RPg}$;
- Mașina disponibilă $i, i=1$ deci $T_{D1}=0$;

2. Calcul iterativ (de n ori), în ordinea crescătoare a numerele de ordine P_g :

- Stabilire intervale de timp în care are au loc operațiile programate ale articolelor g : $[DS_{g1}, DF_{g1}]$;

Data de început a operației articolului:

$$DS_{g1} = 0, \text{ dacă } P_g = 1$$

$$DS_{g1} = DF_{g'1}, \text{ dacă } P_g = P_{g'} + 1 \text{ (articolul } g \text{ urmează articolului } g' \text{ în ordinea de programare);}$$

$$\text{Data de sfârșit a operației articolului: } DF_{g1} = DS_{g1} + TT_g$$

- Stabilirea operațiilor neprogramate:

$$DF_{gn} = DS_{gn} + TT_g, \text{ unde } DF_{gn} \text{ este sfârșitul ultimei operații programate;}$$

$$T_{LPg} \geq DF_{gn}, \text{ unde } T_{LPg} \text{ este data de început a primei operații neprogramate;}$$

3. Ordonarea crescătoare cu ajutorul unui algoritm de sortare prin interschimbare a parametrului T_{LPg} și obținerea numărului de ordine la programare a articolului g , denumit $P_g, P_g = 1, n$.

4. Alocarea operațiilor neprogramate ordonate crescător (P_g) la sfârșitul liste de operații programate: $T_{LPg} \geq 0$, unde $g = 1, n$ și $T_{LPg} = DF_{gn}$;

5. Calcul parametru de calitate optimizat la programul de producție privind cele n articole:

Data maximă programată pentru finalizarea operațiilor de producție a articolelor:

$$DF_{max} = \max(DF_{g1}), \text{ unde } g = 1, n;$$

6. Afișare și salvare a datelor rezultate în urma programării operațiilor de producție:

Date de început și sfârșit ale fiecărui articol $g, g = 1, n$: $DS_{g1}, DF_{g1}, T_{LPg}$;

Valoare parametru de calitate optimizat la programul de producție: DF_{max} .

• Procedura de programare pe baza termenului de recepționare minim la data de lansare (EDD-R)

Algoritmul de programare descris în pseudocod pentru metoda EDD-R:

1. Introducerea de la tastatură a datelor inițiale:
 - Articol g , $g = 1, n$ (n – numărul total de articole diferite de programat pentru producție), $T_{LPg} \geq 0$, TT_g , T_{RPg} ;
 - Mașina disponibilă i , $i=1$ deci $T_{D1}=0$;
2. Calcul iterativ (de n ori), în ordinea crescătoare a numerelor de ordine P_g :
 - Stabilire intervale de timp în care are au loc operațiile programate ale articolelor g : $[DS_{g1}, DF_{g1}]$;
Data de început a operației articolului:
 $DS_{g1} = 0$, dacă $P_g = 1$
 $DS_{g1} = DF_{g'1}$, dacă $P_g = P_{g'} + 1$ (articolul g urmează articolului g' în ordinea de programare);
Data de sfârșit a operației articolului: $DF_{g1} = DS_{g1} + TT_g$
 - Stabilirea operațiilor neprogramate:
 $DF_{gn} = DS_{gn} + TT_g$, unde DF_{gn} este sfârșitul ultimei operații programate;
 $T_{LPg} \geq DF_{gn}$, unde T_{LPg} este data de început a primei operații neprogramate;
3. Ordonarea crescătoare cu ajutorul unui algoritm de sortare prin interschimbare a parametrului T_{RPg} și obținerea numărului de ordine la programare a articolului g , denumit P_g , $P_g = 1, n$.
4. Alocarea operațiilor neprogramate ordonate crescător (P_g) la sfârșitul listei de operații programate: $T_{LPg} \geq 0$, unde $g = 1, n$ și $T_{LPg} = DF_{gn}$;
5. Calcul parametru de calitate optimizat la programul de producție privind cele n articole:
Întârzierea totală programată pentru finalizarea producției articolelor: $\hat{I}_g = \max(DF_{gi} - T_{RPg}, 0)$;
Întârzierea maximă programată finalizării producției articolelor: $\hat{I}_{max} = \max(\max(DF_{g1} - T_{RPg}, 0))$;
6. Afișare și salvare a datelor rezultate în urma programării operațiilor de producție:
Date de început și sfârșit ale fiecărui articol g , $g = 1, n$: DS_{g1} , DF_{g1} ;
Valoare parametru de calitate optimizat la programul de producție: I_g , \hat{I}_{max} .

4. Concluzii

În această lucrare a fost prezentată structura funcțională a aplicației informatice de programare a operațiilor de producție, care conține metode de programare specifice pentru o singură mașină multifuncțională, algoritmi de calcul specifici ai acestor metode fiind prezentați sub format pseudocod.

În cadrul proiectului de diplomă se va continua acest studiu prezentând și metodele de programare a operațiilor de producție la mai multe mașini identice multifuncționale, algoritmi de calcul specifici acestor metode și prezentarea lor sub format pseudocod.

Aceste metode se vor utiliza cel puțin pentru optimizarea proceselor de producție ale pieselor unice din cadrul produsului Cric Hidraulic.

5. Bibliografie

- [1]. Anil Kumar, S., Suresh, N., *Operations Management*, New Age International Publishers, New Delhi, 2009
- [2]. Baker, K.R., Trietsch, D., *Principles of Sequencing and Scheduling*, 2nd Edition, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2019.
- [3]. Catană, M., *Managementul producției: Baze teoretice*, Editura Politehnica Press, București, 2019
- [4]. Catană, M., *Planificarea asistată a proceselor industriale - Partea I: Suport de curs*, <https://fiir.curs.pub.ro/2019/>
- [5]. Pinedo, M.L., *Scheduling: Theory, Algorithms, and Systems*, 5th Edition, Springer Science + Business Media, LLC, New York, 2016.
- [6]. Szabo L.F., *Proiectarea și Fabricarea Produselor*, Facultatea Inginerie Industrială și Robotică, 2020-2021.

SOFTWARE COMPUTER VISION APPLICATION FOR THE LOCALISATION OF A PART

BÎRLOGEANU Vlad-Cristian

Facultatea: Inginerie Industrială și Robotică, Specializarea: Informatică Aplicată în Inginerie Industrială,
Anul de studii: IV, e-mail: vladbirlogeanu@yahoo.com

Conducător științific: Șl.dr.ing. **Ioan Cristian TARBĂ**

ABSTRACT: This software application is designed to facilitate the orientation of a part in the workspace of a CNC machine by means of Computer Vision. This problem is twofold as the part must first be validated and then reorientated in the CNC workspace. The validation section of the application is done by using the YOLOv5(You Only Look Once) Algorithm to check the part for possible defects on the metal surface (crazing, inclusion, patching, pitting, rolling, scratching). The localization section is achieved by using the OpenCV library to determinate the distance between the part and the target location.

KEY WORDS: Computer Vision, OpenCV, YOLOv5, Object-detection.

1. Introducere

Scopul acestei aplicații este de a valida un reper ce urmează a fi prelucrat și de a oferi instrucțiuni pentru re poziționarea acestuia într-o poziție precizată de către utilizator. Această primă parte a aplicației se realizează folosind algoritmul YOLOv5 care caută posibilele defecte ale reperului pe un semnal video primit de la o cameră orientată perpendicular pe masa de lucru. În cazul în care algoritmul găsește defecte pe suprafața metalică, acestea sunt evidențiate utilizatorului cu ajutorul unor căsuțe de delimitare aplicate pe semnalul video în timp real și de un scor de încredere al algoritmului în identificarea defectului corespunzător. Odată realizată etapa de validare a reperului, cu ajutorul unui algoritm de detectare a muchiilor, se va calcula distanța dintre reperul de prelucrat și un ghidaj folosit de utilizator pentru a orienta reperul pe masa de lucru în poziția dorită. În urma calculului, se vor afișa utilizatorului valorile pe axa X, respectiv Y cu care acesta trebuie să deplaseze reperul pentru a atinge poziția dorită.

2. Stadiul actual

În stadiul actual al aplicației avem un prototip al secțiunii de validare a reperului folosind algoritmul YOLOv5. În continuare va fi prezentată funcționarea algoritmului YOLOv5, respectiv rezultatele obținute folosind acest algoritm în aplicația în cauză.

În rezolvarea problemelor de detectare de obiecte, algoritmi folosiți până în prezent folosesc clasificatori cu care parcurg o imagine la intervale prestabilite și varii dimensiuni. Din acest punct de vedere, algoritmul YOLOv5 redimensionează imaginile pentru a obține un raport pătrat, apoi aplică o rețea convoluțională pe întreaga imagine simultan, nu gradual (astfel se obține viteza care permite aplicarea acestui algoritm pe semnale video ce furnizează până la 140 cadre pe secundă). Odată realizată detectarea obiectelor, se aplică non-max suppression pentru a elimina multiplele căsuțe de delimitare ce desemnează același obiect.

2.1. Funcționarea algoritmului

În continuare se va detalia funcționarea algoritmului YOLOv5. Odată redimensionată imaginea, aceasta se divizează într-un tablou de $S \times S$ celule, în fiecare celulă urmându-se a se aplica B casuțe de delimitare. Centrul unui obiect determină celula care se va ocupa de detectarea acestuia. Fiecare casuță de

delimitare conține 5 elemente: (x,y) – coordonatele față de marginile celulei; (w,h) – coordonatele față de marginile imaginii; un factor de încredere în clasificarea obiectului. Fiecare celulă prezice probabilități pentru apartenența unui obiect la fiecare clasă din cele C clase prezente în model, apoi alege clasa cu probabilitatea cea mai mare. Dimensiunea tensorului de predicții este după cum urmează: $S \times S \times (B*5 + C)$.

În Figura 1 se prezintă aplicarea algoritmului YOLOv5 pe o imagine.

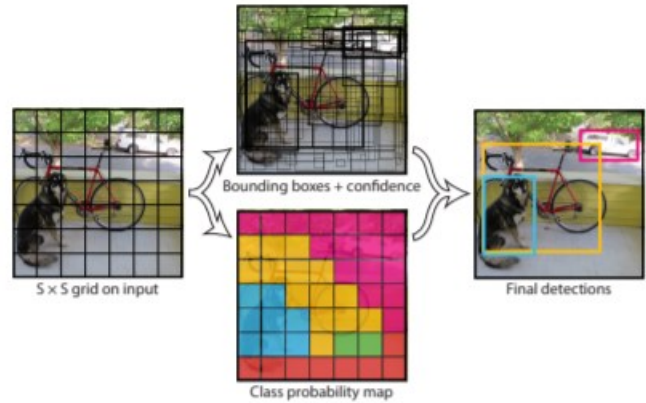


Fig.1. Aplicarea algoritmului YOLOv5 pe o imagine [1]

2.2. Arhitectura rețelei convoluționale

În Figura 2 se prezintă arhitectura rețelei YOLOv5. Aceasta este formată din 24 de straturi convoluționale urmate de 2 straturi interconectate care realizează precizarea claselor, respectiv a locațiilor casetelor de delimitare. Cazul ilustrat în figura 2 este extras din lucrarea științifică a autorilor algoritmului, în demonstrația prezentă folosindu-se un tablou de celule de 7 x 7 și un număr de 20 de clase.

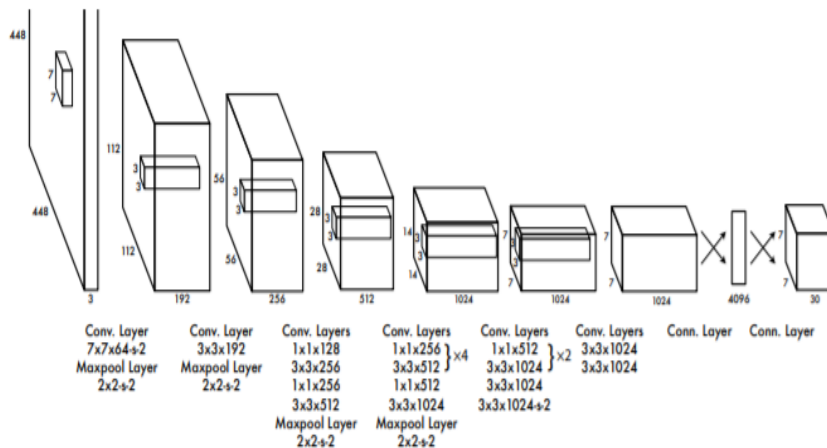


Fig.2. Arhitectura rețelei convoluționale din spatele algoritmului YOLOv5 [1]

2.3. Loss Function

Loss Function-ul reprezintă funcția ce îi oferă modelului posibilitatea de a se verifica pe parcursul procesului de antrenare. Aceasta calculează diferența dintre precizarea modelului și valoarea reală a resurselor folosite la antrenare ținând cont de mulți factori. Ecuația (1) folosită la calcularea Loss Function-ului este prezentată mai jos.

$$\begin{aligned}
 \lambda_{coord} \sum_{i=0}^{S^2} \sum_{j=0}^B 1_{ij}^{obj} [(x_i - \hat{x}_i)^2 + (y_i - \hat{y}_i)^2] + \lambda_{coord} \sum_{i=0}^{S^2} \sum_{j=0}^B 1_{ij}^{obj} [(\sqrt{w_i} - \sqrt{\hat{w}_i})^2 \\
 + (\sqrt{h_i} - \sqrt{\hat{h}_i})^2] + \sum_{i=0}^{S^2} \sum_{j=0}^B 1_{ij}^{obj} [(C_i - \hat{C}_i)^2 \\
 + \lambda_{nonj} \sum_{i=0}^{S^2} \sum_{j=0}^B 1_{ij}^{noobj} [(C_i - \hat{C}_i)^2 + \sum_{c \in classes} 1_i^{obj} \sum (p_i(c) - \hat{p}_i(c))^2]
 \end{aligned} \tag{1}$$

2.4. Limitările algoritmului

Întrucât numărul de căsuțe de delimitare per celulă este limitat, se induce limitarea de detectare a grupurilor de obiecte, în special cele de mici dimensiuni [1].

2.5. Utilizarea algoritmului YOLOv5 în aplicație

Pentru a pregăti rețeaua convoluțională de folosire în aplicația noastră, aceasta a trebuit antrenată pentru a detecta defecte ce pot apărea pe suprafața metalică a reperului nostru. Pentru a o antrena am folosit un set de date realizat de Northeastern University (NEU) [2] compus din 1800 de poze în format grayscale cu 6 defecte: fisurări, zgârieturi, defecte la laminare, pitting, incluziuni, petice. Acestea au fost nevoite să le aplicăm etichete folosind software-ul Labelimg [3] pentru ca algoritmul să determine locația obiectelor în imaginile folosite la antrenament. Odată finalizată antrenarea rețelei se poate observa în Figura 3 și Figura 4 un prim test al prototipului.

Din punct de vedere al cercetării, un set de date mai voluminos și variat ar crește atât precizia cât și gama de defecte acoperite de această aplicație, putând furniza astfel o soluție tangibilă și competitivă pentru problemele de detectare de defecte pe suprafețe metalice.

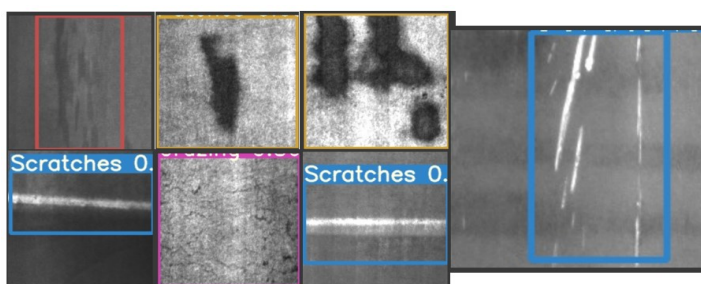


Fig.3. Imagini prelucrate folosind algoritmul YOLOv5

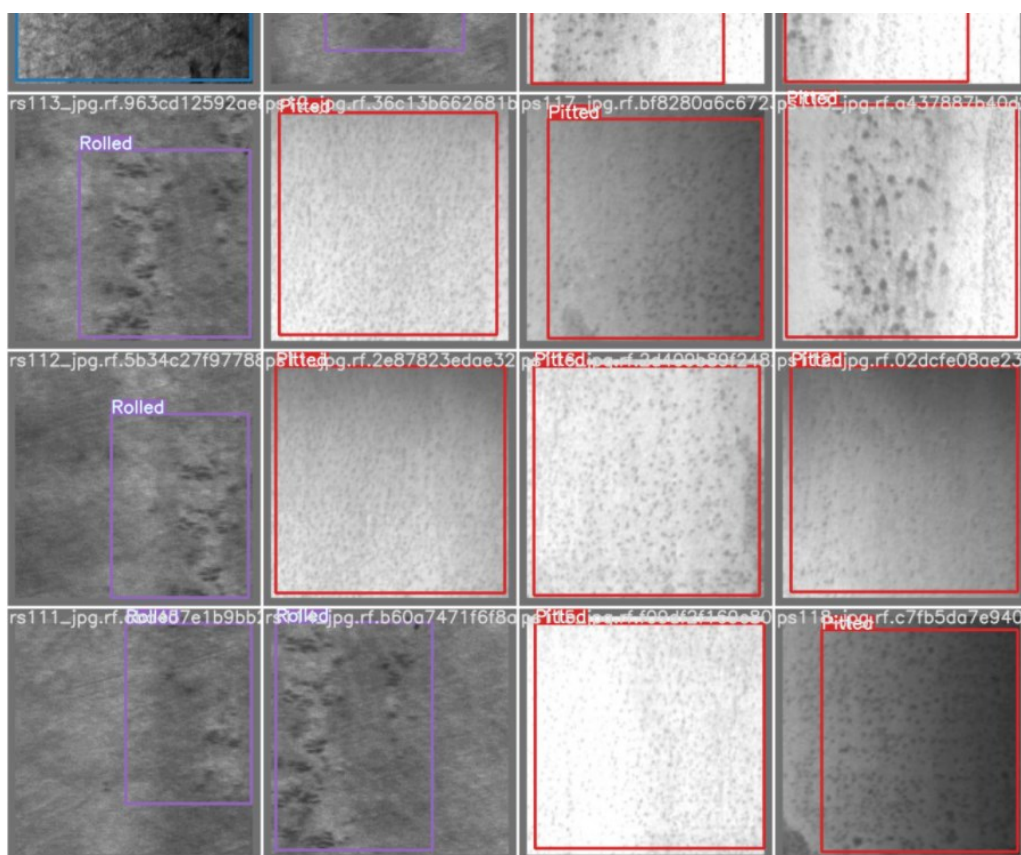


Fig.4. Imagini prelucrate folosind algoritmul YOLOv5

2.6. Viitoare îmbunătățiri ale aplicației

În continuare urmează testarea prototipului pe repere în mediul de lucru și aducerea de îmbunătățiri acestuia pentru a asigura fiabilitate în condițiile de lucru. De asemenea urmează să realizăm secțiunea de localizare a reperului și de afișare a instrucțiunilor pentru re poziționarea acestuia în poziția specificată de utilizator. Pentru aceasta vom dezvolta un algoritm care va folosi dimensiunile unui obiect de referință, obiectul pe care utilizatorul îl va amplasa în spațiul de lucru pentru a alege poziția în care va fi relocat reperul, respectiv distanța dintre cameră și spațiul de lucru pentru a determina distanța pe axele X și Y a reperului față de obiectul de referință care reprezintă destinația acestuia. Odată calculate acestea vor fi afișate utilizatorului.

3. Concluzii

Folosirea algoritmului YOLOv5 conferă viteză aplicațiilor ce îl înglobează, astfel încât acesta poate fi aplicat pe un număr de până la 140 de cadre pe secundă, deci poate rula pe un semnal video transmis în timp real. Integrarea acestuia în cadrul unei aplicații de detectare a defectelor unor suprafețe prezintă un punct de pornire în direcția realizării unui sistem de procesare de imagini ce poate fi integrat în procesul de control al calității și ce poate reduce din costurile acestuia și crește viteza cu care acesta se desfășoară.

De asemenea, un sistem de localizare și re poziționare bazat pe procesarea de imagini are potențialul de a crește ritmul proceselor de producție și de a înainta eforturile de automatizare.

4. Bibliografie

- [1]. Redmon, J, Divvala, S, Girshick R, Farhadi A (2015). “You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection”, University of Washington, Allen Institute for AI
- [2]. Song, K, Yan, Y. “NEU surface defect database”, Northeastern University, http://faculty.neu.edu.cn/yunhyan/NEU_surface_defect_database.html
- [3]. Tzutalin. Labellmg. Git Code (2015). <https://github.com/tzutalin/labelImg>

5. Notății

Următoarele simboluri sunt utilizate în cadrul lucrării:

S - dimensiunea tabloului de celule în care este împărțită imaginea

B - numărul de căsuțe de delimitare folosite în fiecare celulă

I_i^{obj} – are valoarea 1 dacă există un obiect în celula I și 0 în restul cazurilor

I_{ij}^{obj} – are valoarea 1 dacă există un obiect în celula I și predictorul j are cel mai mare nivel de încredere

I_{ij}^{noobj} – reversul lui I_{ij}^{obj}

C – încrederea modelului în clasificarea unui obiect

x, y – coordonatele prezise de model ale centrului obiectului față de marginile celulei

\hat{X}, \hat{Y} – coordonatele centrului obiectului față de marginile celulei citite de model din setul de antrenament

w, h – coordonatele prezise de model ale centrului obiectului față de marginile imaginii

\hat{w}, \hat{h} - coordonatele centrului obiectului față de marginile imaginii citite de model din setul de antrenament

FEED UNIT FOR ELECTROCHEMICAL MICROMACHINING

TÎRTEA Bogdan-Alexandru, BUZEA Silviu-Petrișor, DRAGOMIR Valentin
Facultatea: IIR, Specializarea: INPN, Anul de studii: II, e-mail: bogdantirtea@yahoo.com

Conducător științific: Prof. Dr. Ing. Daniel GHICULESCU

ABSTRACT: This paper presents a new and innovative industrial product for the micro-electrochemical machining sector. It represents a feed system for the tool electrode with the possibility of moving on the vertical axis with a minimum value of $\Delta = 0,2 \mu\text{m}$. This value was gathered after extensive search in the industry, to find it's main demands for precision micromachining, and also by analyzing the current state of this sector along with a few competitors. This product addresses small enterprises specialized in the micromachining domain who use these technologies to produce special pieces for the most demanding industries, including aerospace, military, medical and so on. This sector is a very competitive one, because often times these small companies sell their products to bigger companies who need those pieces, like the airplane makers, who often externalize such production. This is why products like the one presented in this paper are very important for these small businesses, who have to meet expectations but also keep the costs to a minimum.

CUVINTE CHEIE: ECM – prelucrări electrochimice; μECM – microprelucrări electrochimice.

1. Introducere

De-a lungul timpului, în domeniul tehnologic, s-a manifestat o continuă micșorare a dimensiunilor produselor obținute datorită nevoilor de miniaturizare din diversele industrii aferente, precum industria aerospațială, auto, militară, medicală și bijuterii. Aceste industrii au beneficiat foarte mult datorită noilor tehnologii bazate pe utilizarea unor piese mai mici, mai ușoare, mai compacte și, implicit, mai performante.

Obținerea acestor piese se face prin așa-numitele microprelucrări. Acestea reprezintă variante ale procedeelelor deja existente, precum prelucrarea cu laser, electroeroziune, electrochimie. Toate acestea au fost implementate deja cu succes în industria aerospațială, datorită avantajelor considerabile precum uzura redusă sau inexistentă a sculei, precizia foarte bună de prelucrare, rugozitatea foarte mică obținută, productivitatea la nivel industrial și faptul că duritatea piesei nu contează. Dintre acestea, prelucrările electrochimice se remarcă în mod special datorită faptului că nu formează microfisuri la nivelul suprafeței prelucrate, ceea ce le conferă un avantaj foarte important în dezvoltarea lor în viitor și explică ponderea lor ridicată de folosire în industria aerospațială și auto. [1]

Prelucrarea electrochimică, a fost propusă pentru prima dată în 1929 de către V.N.Gusseff, care în invenția sa brevetată în Marea Britanie, enunță diferite particularități ale procedeeului, aproape identice cu procesul în etapa lui actuală de dezvoltare. Cu toate avantajele evidente ale acestui procedeu, a fost nevoie de aproape 20 ani ca dezvoltarea tehnică să-l impună ca metodă de prelucrare și să-i asigure – în multe cazuri – prioritatea în raport cu metodele clasice. [2]

Datorită preciziei slabe obținute în raport cu alte procedee de prelucrare și a poluării excesive, ECM a fost oarecum ignorat în anii '90, dar după descoperirea variantei la nivel micro la începutul anilor 2000, ECM a devenit din nou o tehnologie relevantă și s-au dezvoltat de asemenea și alte variante ale procedeeului, mai eficiente, care au ridicat considerabil utilizarea acestei tehnologii. Aceste noi variante includ asistarea cu ultrasunete, detoxifierea electrolitului precum și prelucrarea cu jet de electrolit. [3]

În prezent, cel puțin 50-60 % din totalul pieselor pentru aeronave, rachete sunt realizate prin ECM și diverse variante ale acesteia, iar 70% din piesele care intră în componența sateliților artificiali și a aparatelor interplanetare sunt realizate numai prin aceste tehnologii. [2]

2. Marketing strategic al produsului

Marketingul, ca definiție, reprezintă acțiuni sau activități de promovare și vânzare a produselor și serviciilor unei companii, activități care includ de asemenea și cercetarea de piață. Strategia de marketing reprezintă un plan amplu, pe termen lung, ce include activitățile de bază în determinarea tuturor componentelor necesare lansării unui produs sau serviciu. Acestea includ, în principal, identificarea clienților și a nevoilor ce determină utilizarea produsului respectiv, dar și a concurenților care dau pe piață produse similare.

Pentru această lucrare, produsul este identificat din start, ci anume ”Sistem de avans pentru microprelucrări electrochimice”. În acest capitol de marketing, s-au identificat în cercetarea precedentă un număr de nevoi inițiale care au condus la alegerea acestui produs. De asemenea, s-au identificat oportunitățile pe piața internă din România, stadiul actual al tematicii produsului, precum și cerințele produsului obținute din interviuri acordate clienților țintă și identificarea produselor concurente. [4]

S-a utilizat metoda interviului, în care a fost conceput un format cu întrebări potrivite pentru viitori potențiali beneficiari ai produsului, reprezentați de firme și instituții de învățământ. Aceste întrebări sunt de mai multe feluri, ci anume întrebări identificatoare, pentru a găsi domeniul exact de activitate al respectivului individ și întrebări specifice despre produsele similare utilizate în momentul de față sau produse pe care dorește să le achiziționeze firma. S-au obținut declarații ale acestora, care au fost mai departe ”traduse” în cerințe pentru produsul de față. Un număr total de 8 persoane din domeniile menționate au fost interviuate, iar răspunsurile lor au fost ”traduse” în cerințe pentru produs. Graficul din figura 1 prezintă statisticile cu răspunsurile potențialilor clienți.

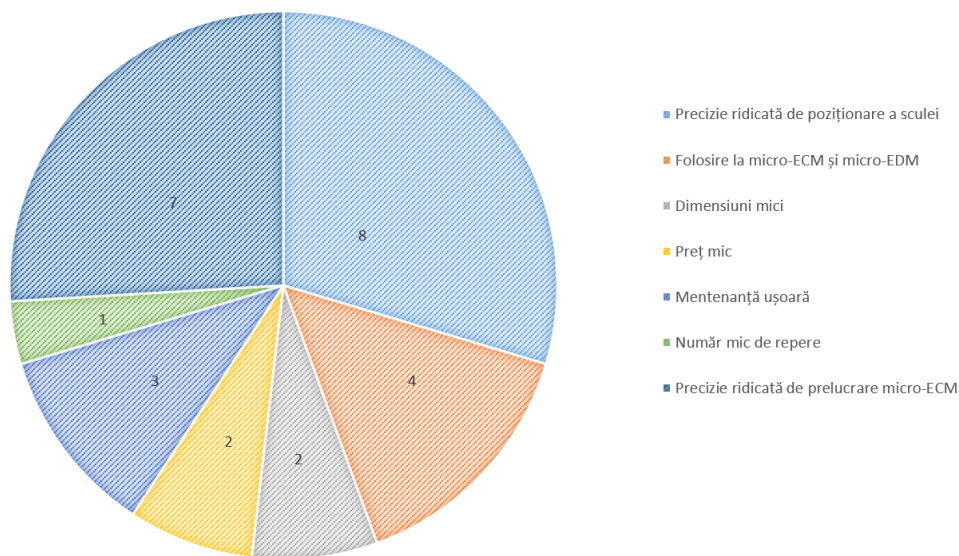


Fig. 1. Grafic cu răspunsurile potențialilor clienți

Se observă faptul că toți cei 8 clienți interviuați au considerat că precizia de poziționare a sculei este cea mai importantă, urmată imediat de precizia de prelucrare în sine. Jumătate din clienți au considerat că este importantă modularitatea sistemului de avans, mai exact posibilitatea de utilizare a sa și la microprelucrări prin electroeroziune, deoarece procedeele sunt oarecum înrudite. Celelalte cerințe mai puțin importante au fost cerute de un număr mai mic decât jumătate din clienții interviuați.

În urma obținerii acestor cerințe ”traduse” din răspunsurile clienților la interviu, acestea au fost ierarhizate în funcție de importanța lor, cu note de la 1 la 5, unde: 1 – cerință aproape irelevantă; 2 – cerință puțin importantă; 3 – cerință care ar fi bine dacă ar exista, dar nu este necesară; 4 – cerință necesară; 5 – cerință obligatorie, decisivă. Evident, cerințele cele mai des întâlnite în răspunsurile clienților au primit cele mai mari note de importanță, adică precizia de poziționare a sculei și precizia de prelucrare prin μ ECM. Ierarhizarea lor este prezentată în tabelul 1.

Tabelul 1. Ierarhizarea cerințelor clienților

Cerințele clienților	Nota acordată
Sistemul de avans asigură precizie ridicată de poziționare a sculei	5
Sistemul de avans poate fi folosit atât la EDM cât și ECM	3
Sistemul de avans are dimensiuni de gabarit mici	2
Sistemul de avans este relativ ieftin	2
Sistemul de avans se montează/demontează și se întreține ușor	2
Sistemul de avans are un număr mic de repere	1
Sistemul de avans asigură suficientă precizie de prelucrare	4

3. Proiectarea conceptuală

În precedentele cercetări s-a evidențiat algoritmul parcurs pentru generarea conceptelor și alegerea unui concept optim. Acestea includ analiza funcțiilor, a fenomenelor care apar la μ ECM, cercetare externă și cercetare internă. S-a pornit de la funcțiile critice ale produsului, reprezentate de: deplasarea pe verticală, reglarea perpendicularității, a înclinării și pe verticală, divizarea incrementului unghiular al motorului și realizarea prelucrărilor μ ECM. Acestea au generat o serie de soluții tehnologice în capitolul de cercetare internă, unde s-au format 6 concepte de grup cu câte 2 variante fiecare. Dintre acestea s-a ales un concept optim, motivându-se alegerea la finalul capitolului.

3.1 Funcțiile produsului

Funcțiile primare și critice ale produsului, conform cercetărilor precedente, sunt prezentate în tabelul 2.

Tabelul 2. Funcțiile produsului

Nr. Crt.	Funcții primare	Funcție critică?
1	Deplasarea incrementală pe verticală a electrosculei	Da
2	Ghidarea coloanei pe verticală	
3	Transformarea mișcării de rotație în mișcare de translație	
4	Preluarea rotației coloanei	
5	Reglarea perpendicularității	Da
6	Reglarea înclinării	Da
7	Reglarea pe verticală	Da
8	Divizarea incrementului unghiular al motorului	Da
9	Prinderea electrosculei	
10	Prinderea întregului sistem de avans	
11	Prinderea pe suportul care se va așeza pe canalele T ale mașinii-unelte	
12	Realizarea prelucrărilor μ ECM	Da

Pentru îndeplinirea acestor funcții, s-a realizat o cercetare atât externă, prin analiza unor brevete în cercetările precedente, cât și internă.

3.2 Cercetarea internă

Folosind diverse tehnici de stimulare a creativității, s-au descoperit mai multe variante de concepte de grup pentru funcțiile produsului. Toate acestea sunt catalogate în tabelul 3.

Tabelul 3. Conceptele de grup

Nr. Crt.	Funcții	Soluții tehnologice
1	Deplasarea incrementală pe verticală a electrodului-sculă	A1: Motor pas cu pas
		A2: Motor de curent continuu
2	Transmiterea mișcării – tipul cuplajului	B1: Cuplaj elastic
		B2: Cuplaj rigid cu știft
3	Ghidarea coloanei	C1: Coloană cilindrică + bucușă cu bile
		C2: Coloană dreaptă + ghidaj cu tancheti
4	Transformarea mișcării de rotație în mișcare de translație	D1: Șurub cu bile și flanșă
		D2: Șurub cu role
5	Reglarea poziției sistemului de avans (înclinare verticală)	Șuruburi
6	Divizarea incrementului unghiular al motorului	Dirver digital
7	Prinderea electrodului sculă	E1: Mandrină
		E2: Bucșă elastică
8	Rotirea sistemului de avans	F1: Cu canal
		F2: Cuplă de rotație
9	Realizarea prelucrărilor μ ECM	Suport pentru prinderea sistemului de avans pe canalele T ale mașinii-unelte

În afară de aceste soluții tehnologice, au fost identificate inițial și alte soluții constructive simple pentru asamblarea completă a componentelor ce rezultă din funcțiile primare:

- lagăr cu rulment și piuliță pentru fixarea șurubului conducător;
- carcasă pentru bucușa cu bile pentru fixarea acesteia;
- șuruburi pentru fixarea motorului;
- plăcuțe pentru reglarea tanchetilor în cazul utilizării coloanei drepte.

În urma găsirii acestor soluții tehnologice, s-au întocmit conceptele de grup conform figurii 2.

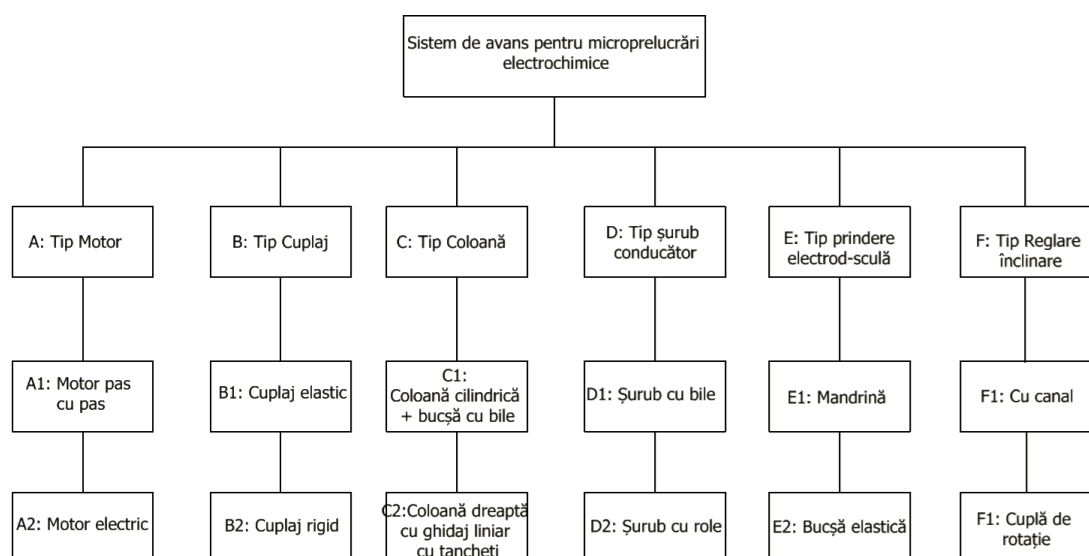


Fig. 2. Conceptele de grup obținute

Conform figurii 2, există 6 categorii cu câte 2 variante fiecare, ceea ce conduce la un număr total de concepte de $2^6 = 64$ de concepte. Dintre acestea, s-a ales un singur concept optim care conține următoarele: A1 – B1 – C2 – D1 – E1 – F1. Alegerea acestor variante s-a bazat pe următoarele:

- Motorul trebuie să fie de tip pas cu pas deoarece dacă am alege motorul electric, ar rezulta în fierberea electrolitului utilizat la μ ECM;
- Dintre cuplaje a fost ales cel elastic deoarece el preia abaterea de coaxialitate între șurub și motorul pas cu pas;
- Coloana a fost aleasă în varianta dreaptă folosind un ghidaj cu tancheti și plăcuțe de reglare, o variantă mai modernă și inovativă față de vechea variantă cu coloană cilindrică;
- A fost ales, de asemenea, șurubul cu bile datorită faptului că șurubul cu role este folosit pentru aplicații cu sarcini mai mari decât cele apărute la μ ECM;
- Ca variantă de prindere a electrodului sculă, a fost aleasă mandrina;
- Pentru înclinarea sistemului de avans a fost aleasă varianta folosirii unor canale reglate prin șuruburi, variantă mai simplă din punct de vedere constructiv față de cealaltă propusă.

Așadar, în urma proiectării conceptuale, a rezultat un concept optim format din motorul pas cu pas, cuplaj elastic, coloană dreaptă ghidată liniar cu tancheti, șurub conducător cu bile, mandrină și canal de reglare a înclinării, la care se adaugă celelalte elemente proiectate pentru asamblarea sistemului.

4. Proiectarea detaliată

Ansamblul 3D al sistemului de avans este prezentat în figura 3.

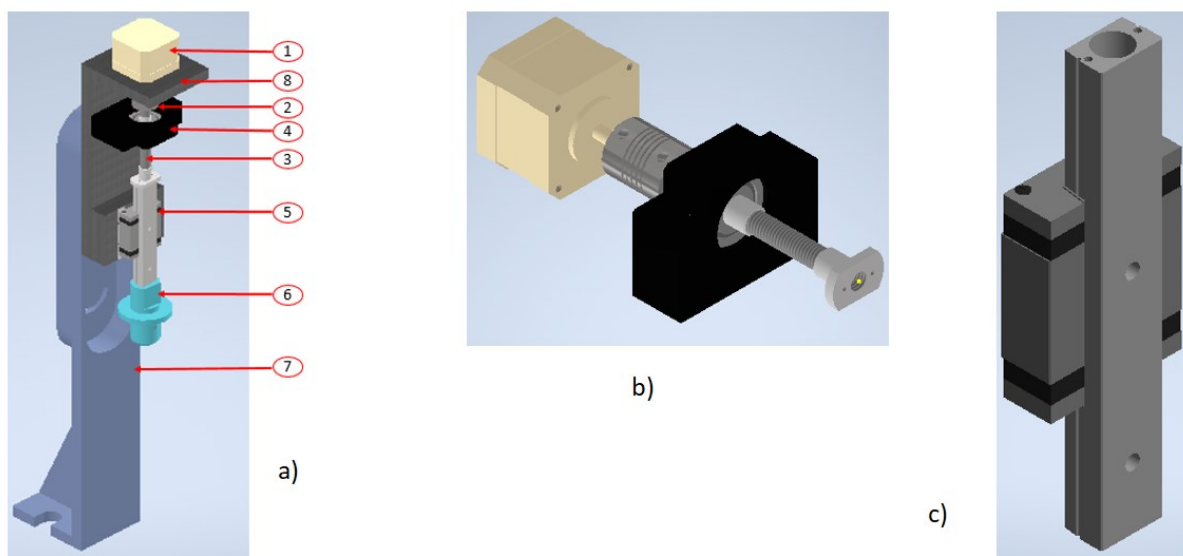


Fig. 3. Conceptul optim proiectat detaliat: a) vedere isometrică, cu toate componentele sale 1-motor pas cu pas, 2-cuplaj elastic, 3-șurub cu bile și piuliță, 4-lagăr de susținere al șurubului, 5-ghidajul liniar cu tanchet, 6-mandrina, 7-suportul principal, 8-suportul intermediar; b) ansamblul elementelor care creează și conduc mișcarea; c) ansamblul coloanei care transmite mișcarea și conține un ghidaj liniar adaptat

Sistemul de avans se montează pe canalele T ale mesei mașinii-unelte de μ ECM. Proprietatea principală a sistemului de avans este reprezentată de precizia de poziționare a electrodului sculă pe verticală de $0,2 \mu\text{m}$. Acest parametru se calculează conform relației 4.1:

$$\Delta = \varphi p / (n \cdot 360^\circ) \quad [\text{mm}] \quad (4.1)$$

Unde:

- Δ = deplasarea incrementală pe verticală;
- φ = incremetul unghiular (pas unghiular) al motorului pas cu pas;

- p = pasul șurubului conducător cu bile;
 - n = rezoluția/pas a driverului digital.
- Valorile acestor parametri reprezintă specificațiile componentelor alese, ci anume:
- Motorul pas cu pas este de tip Schneider BRS36 (fig. 4), care are un pas unghiular $\varphi = 0,36^\circ$; [5]

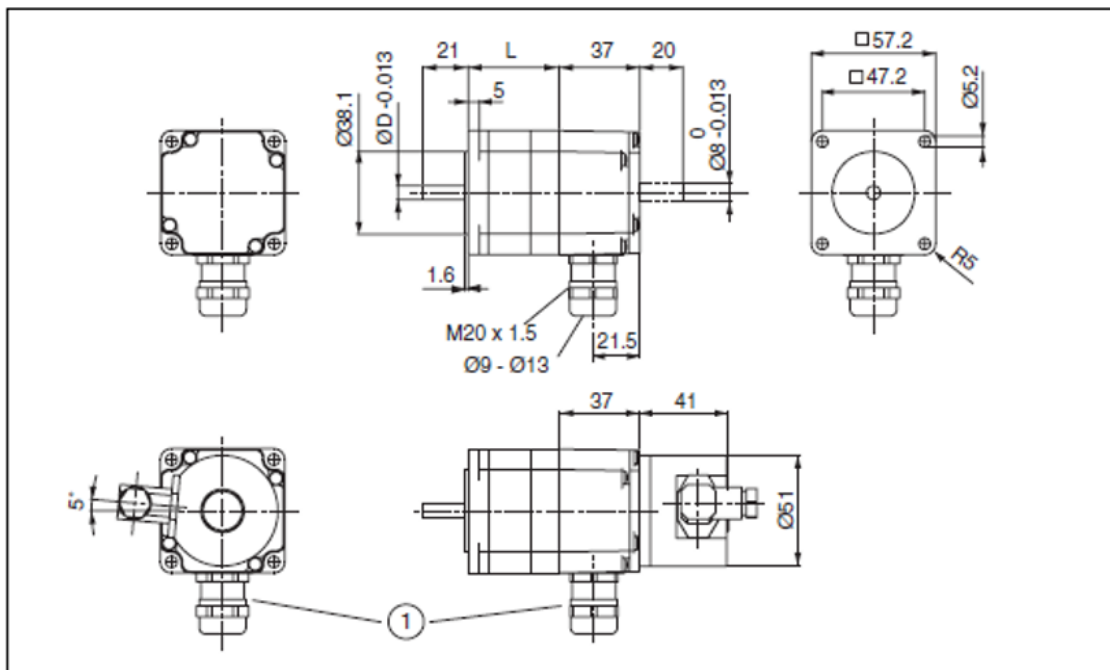


Fig. 4. Schema motorului pas cu pas BRS36 [5]

- Driverul digital ales este de tip Leadshine DM542T (fig. 5), care are o rezoluție de 10.000 de pulsuri pe toată circumferința de 360° . [6] Deci, în relația 4.1, acesta va avea valoarea corespunzătoare doar pasului unghiular al motorului pas cu pas de $0,36^\circ$, adică 10 pulsuri;

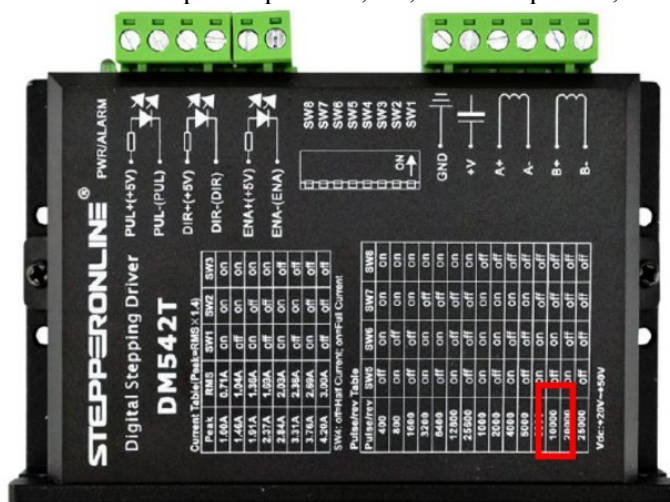


Fig. 5. Driverul digital de tip Leadshine DM542T cu evidențierea parametrului n [6]

- Șurubul conducător cu bile care a fost ales are un pas de 2 mm. [7]
- Ținând cont de toate aceste valori și de mențiunea că valoarea lui n în relația 4.1 este de 10 pulsuri corespunzătoare pasului unghiular de $0,36^\circ$ al motorului pas cu pas, se obține parametrul $\Delta = 0,2 \mu\text{m}$.
- Funcționalitatea sistemului de avans este următoarea: Motorul pas cu pas (1) creează mișcarea de rotație, aceasta fiind transmisă prin axul motorului către cuplajul elastic (2). În cuplajul elastic (2), se

introduce într-o intrare axul motorului, iar în cealaltă șurubul cu bile (3). Șurubul cu bile (3) este susținut și ghidat de lagărul (4). Șurubul cu bile (3) transformă mișcarea de rotație a motorului în mișcare de translație, cu ajutorul piuliței sale. Piulița se assemblează cu coloana dreaptă, ghidată cu ajutorul unui ghidaj liniar cu tanchet (5) aceasta trimite mișcarea de translație spre mandrină (6). Ghidajul cu tanchet este reglat cu ajutorul unor plăci de reglare. Componentele (1) și (4) se assemblează pe suportul sistemului de avans (8). Suportul sistemului de avans (8) se assemblează pe suportul de prindere pe canalele T ale mesei mașinii (7).

5. Omologarea, utilizarea, comercializarea și reciclarea PQP

În continuare, vor fi prezentate aceste etape pentru sistemul de avans.

5.1 Omologarea PQP

Pentru a putea fi omologat, primul lot va fi supus unor încercări sau probe pentru a se confirma faptul că prototipul corespunde cu produsul proiectat.

Omologarea se poate face de către o comisie de omologare din care fac parte reprezentanții principalilor beneficiari, reprezentantul unității executante, reprezentantul institutului de cercetare și proiectare de specialitate care a participat la proiectare.

Comisia de omologare va fi formată din următorii membri:

- Tehnologul șef;
- Proiectantul de produs;
- Tehnologul proiectant;
- Inspectorul Q.A. ;

5.2 Utilizarea PQP

Pentru o utilizare cât mai corectă, produsul va veni împreună cu un manual de utilizare care va ilustra modul de utilizare a produsului.

Membrii echipei de dezvoltare vor crea acest manual de utilizare. Utilizarea acestui produs este de a ușura procesul de microprelucrare a unor piese de dimensiuni de ordinul micronilor.

5.3 Comercializarea PQP

Ținând cont de modul de comercializare al produsului, el va fi ambalat într-o cutie de carton împreună cu manualul de utilizare. De menționat este că ambalajul trebuie să fie foarte ușor de depozitat și comercializarea lui va fi realizată doar online pe site-uri de comercializare specializate. Pe lângă acest amănunt, am atașat un model de ofertă comercială autorizată în format A4 pentru a eficientiza procesul de vânzare și pentru a iniția comercializarea PQP, prezentată în figura 6.

<p>UNIVERSITATEA POLITEHNICA DIN BUCUREȘTI</p> <p>4183199 București, Independenței 313.</p>	<p>Client: INSTITUTUL NATIONAL DE CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU INGINERIE ELECTRICA</p> <p>Nr. reg. com: J40/3800/2001 C.U.I.: RO13827850 Adresa: Bucuresti, Spl. Unirii 313.</p>
<p>314010</p>	<p>Banca: Cont: E-mail: Telefon: 0726006218</p>

Oferta comerciala

nr: 0262 din 21/04/2021

Oferta este valabila pana la: 21/12/2021

Info:									
Nr. crt.	Articol	Cod	UM	Cantitate	Pret fara TVA (RON)	Pret cu TVA (RON)	Valoare fara TVA (RON)	Valoare cu TVA (RON)	In stoc
1	121651 Dispozitiv pentru microprelucrari electrochimice	121651	each	1	1,300.0000	1,547.0000	1,300.00	1,547.00	<input type="checkbox"/>

Departament vanzari,
Valentin Dragomir

TOTAL RON:	1,300.00
TOTAL TVA:	247.00
TOTAL RON cu TVA:	1,547.00

Fig. 6. Modelul ofertei comerciale

5.4 Reciclarea PQP

Produsul “ Sistem de avans pentru microprelucrări electrochimice“ este conceput pentru a se putea reutiliza componentele sale. Componentele sale se pot demonta și apoi se pot reutiliza într-un alt sistem.

6. Analiza economică

Scopul acestui capitol este de a determina un cost al produsului final, luând în considerare toate costurile generate pe parcursul fabricației acestuia, care vor fi enumerate în continuare: [8]

- Costul cercetării-dezvoltării, unde s-a determinat de fapt volumul de muncă necesar pentru elaborarea proiectului, $V_m CD = 730$ h.
- Costul manoperei la proiectare, luând în considerare un salariu de 30 RON/oră, $C_{MAN} = 730 \times 30 = 21900$ RON;
- Costul cheltuielilor cu contribuția la asigurările sociale, care reprezintă 25% din $C_{MAN} = 5475$ RON;
- Costul la nivelul atelierului de proiectare, considerând coeficientul de regie de 40% = 42750 RON;
- Costul complet al proiectării $C_{cp} = 72059$ RON;
- Costul total al procesului de cercetare-dezvoltare, format din costul de asistență tehnică $C_{ast} = 3170$ RON și costul proiectului tehnologic $C_T^* = 6340$ RON, rezultând costul total ca fiind suma celor două, ci anume $C_T = 3170 + 6340 = 9510$ RON.

Rezultă costul produsului finit care trebuie să fie între 3170 RON/buc și 9510 RON/buc.

7. Concluzii

Această lucrare de cercetare a descris un nou produs, un sistem de avans pentru microprelucrări electrochimice. S-a pornit de la strategia de marketing, unde au fost intervievați clienți potențiali din firme și facultăți, iar pe baza răspunsurilor lor s-au obținut cerințele ierarhizate ale produsului. Acestea au condus ulterior la funcțiile acestuia, care au condus și ele la soluțiile tehnologice găsite în cercetări externe și interne. Această lucrare, față de cele precedente, aduce o noutate printr-o varietate mai mare de soluții tehnologice găsite pentru funcțiile primare respective, rezultând un număr mai mare de concepte generate. S-a ales un nou design al conceptului optim cu soluțiile justificate, care este capabil de a atinge obiectivul țintă al cercetării, ci anume deplasarea pe verticală $\Delta = 0,2$ μ m. S-a realizat de asemenea un model al ofertei comerciale a produsului, precum și un rezumat al analizei economice a produsului.

8. Bibliografie

- [1] - B. Bhattacharyya et al., "Electrochemical machining: new possibilities for micromachining". Robotics and Computer Integrated Manufacturing 18, pag. 283–289, 2002;
- [2] - Marinescu, N.I, Ghiculescu, D., Tehnologii de prelucrare electrochimică și procedee conexe. Tratat, 562 pagini, Editura Printech, ISBN 973-718-380-0, București, 2005;
- [3] Natsu W., *Micro Electrochemical Machining*, „Micro and Nano Fabrication Technology”. ISBN 978-981-13-0098-1, pag. 807 – 855, 2018.
- [4] - Notițe curs ”Dezvoltarea produselor 1”, 2019.
- [5] https://download.schneider-electric.com/files?p_Doc_Ref=0198441113730-EN – accesat la 14/05/2021.
- [6] http://www.leadshine.com/UploadFile/Down/DMSHm_P.pdf accesat la 14/05/2021.
- [7] <https://voltatek.ca/lead-screw-nuts/80-31-t8-lead-screw-8mm-diameter-2mm-pitch-2mm-lead-for-3d-printer.html#/13-length-150mm> accesat la 14/05/2021.
- [8] Notițe curs ”Analiză Economică”, 2018-2019.

RESEARCH ON INTELLIGENT MONITORING OF LI-ION BATTERIES

VĂLIMĂREANU Beniamin, SAVCA Stelian, BUGHIANU George, OPRESCU Andreea
Facultatea: FIIR, Specializarea: INPN/ IAAC/ IMPSC, Anul de studii: 1,
e-mail: valimareanuben@yahoo.com

Conducători: prof.univ. **OPRAN Constantin Gheorghe**; Ing. **ILIE Cristian**

SUMMARY: This paper presents Research on Intelligent Monitoring of Li-Ion Batteries by analyzing their behavior under the influence of temperatures in order to maintain optimal functional parameters. Is presented the strategy of an integrated temperature monitoring system especially if the permissible critical value is exceeded. The system consists of a structure that has the role of protecting and supporting the battery and an electronic monitoring equipment. Their purpose is to bring the temperature inside the functional system to a normal level, wich does not influence the battery parameters. It is intended to prevent the risk of explosion or ignition, given that the structure of the battery contains chemicals that promote combustion and whose temperatures can reach up to 500°C. An important element of the intelligent system is the heating source which has the role of maintaining the temperature of the battery above a lower critical temperature under special operating conditions.

KEY WORDS: LI-ION, temperature, electronic equipment, heating, critical, monitoring.

1. Introducere

Sistemul pentru monitorizarea temperaturii acumulatorului tip Li-ion este compus din mai multe elemente precum: sursa de răcire (ventilatorul), sursa de încălzire, elemente pentru montarea sistemului, partea inferioară a carcasei și capacul carcasei, care este asamblat demontabil de partea inferioară pentru a permite schimbarea sau verificarea ulterioară a acumulatorului.

Carcasa este fabricată dintr-un material plastic cu rezistență foarte bună la temperaturi înalte (peste 100 de grade Celsius) pentru a putea rezista și funcționa în medii extreme. Dimensiunile se realizează în funcție de dimensiunile acumulatorului, astfel încât spațiul dintre acesta și suprafețele interioare ale carcasei să fie suficient de mare pentru a permite trecerea aerului (> 10-30 mm). Grosimea se consideră a fi între 3 și 4 mm, ceea ce conduce la o rezistență mare a sistemului. Totodată sunt prevăzute deschideri în carcasă pentru a permite ieșirea bornelor pozitivă și negativă și un locaș pentru montarea ventilatorului, cât și o deschidere pentru eliminarea aerului din interior.

Dispozitivele pentru răcirea și încălzirea bateriei sunt de tip electric și sunt legate direct la acumulator, nemaifiind nevoie de o sursă exterioară pentru alimentarea acestora. Ventilatorul folosit este ales astfel încât volumul de aer furnizat de acesta să fie mai mult decât suficient pentru răcire și astfel pentru funcționarea normală a acumulatorului. Se ia în calcul și ca valoarea tensiunii acestuia să nu depășească 12V, iar numărul de rotații și numărul de decibeli (dB) pe care le generează să nu depășească o valoare maximă.

2. Stadiul actual

2.1 Stadiul actual privind acumulatorii de tip Li-Ion

În prezent, cererea pentru vehicule cu emisii reduse este în creștere. De aceea, vehiculele hibride (HEVs – Hybrid Electric Vehicles) și cele hibride „plug-in” (PHEVs – Plug-in Hybrid Vehicles) se află în continuă dezvoltare rezultând un consum redus de combustibili fosili. Sistemul auxiliar al vehiculului funcționează la tensiunea de 12 V, sistem care este alimentat de acumulatori cu plumb. Acești acumulatori sunt cei mai utilizați în vehicule incluzând vehiculele hibride. Momentan acumulatorii acizi sunt suficienți

pentru cerințele vehiculelor actuale dar viitoarele generații de vehicule vor necesita acumulatori mai performanți. Astfel, se urmărește posibilitatea înlocuirii acumulatorilor acizi cu acumulatori de tip Li-Ion [3].

Principii de funcționare. Acumulatorul este un dispozitiv care înmagazinează energie electrochimică și în același timp furnizează energie electrică. Un acumulator conține trei componente principale: catod, anod și electrolit. Catodul sau electrodul negativ este capabil să colecteze electroni dintr-un circuit extern. Electrolitul este materialul unde ionii sunt transferați de la anod la catod.

Parametri principali ai acumulatorilor sunt: SOC (State of Charge) – Nivelul de încărcare al acumulatorului, intervalul temperaturii, rata de descărcare în repaus, DOD (Depth of Discharge) – Adâncimea descărcării, etc.

Acumulatorii de tipul Li-Ion se bazează pe Litiu, care este cel mai ușor metal (în condiții normale) dintre elementele chimice. Proprietățile electrochimice ale litiului permit acumulatorilor să atingă puteri și densități de energie mari. Acest tip de acumulator este foarte comun în aplicațiile electronice și vehiculele electrice. Acumulatorii Li-Ion pot fi modelați și adaptați în așa fel încât să respecte cerințele. Principalul dezavantaj ai acestor acumulatori este faptul că temperatura trebuie controlată. Ieșind din intervalul de temperatură specific, performanța și durata de viață a acumulatorului scade. Pentru asta, orice acumulator de tipul Li-Ion trebuie să includă un sistem de management (BMS – Battery Management System). În plus, acumulatorul poate include și un sistem de monitorizare a parametrilor, cum ar fi: voltaj, curent, temperatura, etc. [3]

Poziționare. În prezent, sunt disponibile 4 poziții posibile pentru montarea acumulatorilor de tipul Li-Ion. Pentru a reduce lungimea conductorilor electrici, acumulatorii trebuie poziționați cât mai aproape de panoul de siguranțe și consumatori. De aceea, amplasarea în partea frontală a vehiculului este considerată ca variantă de viitor. În figura 1 sunt prezentate pozițiile posibile ale acumulatorului [3].



Fig. 1 – Locații posibile ale acumulatorilor Li-Ion [3]

Tabelul 1. Analiza diferitelor locații ale acumulatorilor [3]

Factori	Parte frontală	Sub scaunele din față	Portbagaj
Răcire	+	-	-
Întreținere	+	-	+
Înlocuire	+	-	+
Amplasat în vecinătatea consumatorilor	+	+	-
Amplasat în vecinătatea panoului de siguranțe	+	+	-
Spațiu pentru acumulator	-	+	+
Lungimea conductorilor	+	+	-
Câmpuri magnetice	+	-	+
Zgomot	+	-	+
Siguranța în caz de accident	-	-	-

Dimensiuni. Celulele prismatice se găsesc în diferite forme, de la dimensiuni mici cât pentru un telefon mobil până la dimensiuni mari cât pentru vehiculele electrice/hibride. În utilizarea acumulatorilor pentru vehicule se urmărește alcătuirea acestuia din celule prismatice mici. Astfel, modelare pachetului de celule este mai flexibilă și în cazul defectării unei celule, nu se pierde o capacitate mare a acumulatorului, așa cum s-ar fi întâmplat în cazul utilizării celulelor mari. În plus, riscul de explozie a unei celule mari este mult mai mare în comparație cu celulele mici.

Dimensiunile celulelor prismatice variază astfel: → Lungime: de la 40 la 60 mm; → Lățime: de la 4 la 10 mm; → Înălțime: de la 30 la 40 mm.

Cele mai comune dimensiuni pentru o celulă sunt: 50 x 7 x 35 mm, dimensiuni la care se adaugă 3 mm pentru cazul în care celula se dilată din cauza formării gazelor. [3]

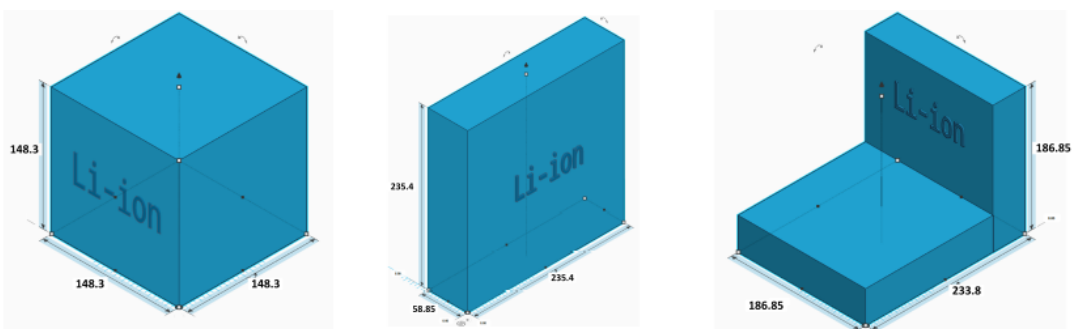


Fig. 2 – Forme diferite ale acumulatorilor Li-Ion [3]

2.2 Stadiul actual privind impactul temperaturii asupra acumulatorilor Li-Ion

Migrația ionilor de Litiu în circuitul intern și a electronilor în circuitul extern duce la funcționarea LIB-urilor. Rata de funcționare, cunoscută sub numele de rată de încărcare sau descărcare, este denumită rată C, care este definită ca curentul de încărcare sau descărcare împărțit la capacitatea LIB-urilor.

Datorită densității mari de energie (până la 705 Wh / L) și a puterii densitate (până la 10.000 W/L), capacitate de înaltă tensiune și performanță excelentă la ciclism, LIB-urile sunt utilizate ca surse de alimentare în numeroase produse electronice, vehicule electrice, sisteme de stocare a energiei, precum și în aplicații militare și aerospațiale [13].

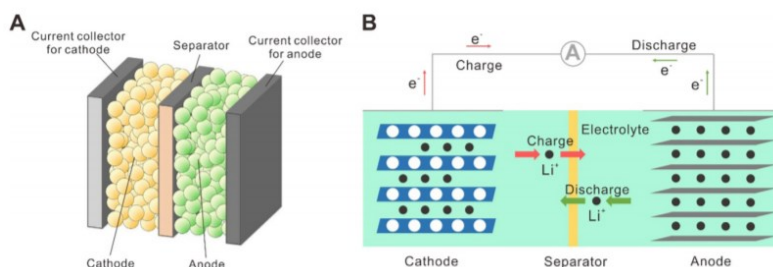


Fig. 3 – (A) Schema componentelor și structurilor LIB-urilor. (B) Schema mecanismului de funcționare a LIB-urilor [13]

Cu toate acestea, LIB-urile se confruntă încă cu bariere care le limitează spațiul de aplicare. Una dintre limitările majore este impactul temperaturii asupra funcționării corespunzătoare a LIB-urilor. În general, regiunea de temperatură acceptabilă pentru LIB-uri este de $-20^{\circ}\text{C} \sim 60^{\circ}\text{C}$. Intervalul optim de temperatură pentru LIB-uri este de $15^{\circ}\text{C} - 35^{\circ}\text{C}$. Odată ce temperatura este în afara acestor regiuni confortabile, LIB-urile se vor degrada rapid, cu un risc crescut de a se confrunta cu probleme de siguranță care includ incendiu și explozie. În general, impacturile de la temperatură pot fi împărțite în două categorii: efecte de temperatură scăzută și efecte de temperatură ridicată. [13]

În aplicațiile LIB-urilor există provocări termice datorită performanțelor dependente de temperatură. Intervalul optim de temperatură de funcționare a LIB-urilor este în general limitat la $15 - 35^{\circ}\text{C}$. Atât temperatura scăzută, cât și temperatura ridicată în afara acestui interval vor afecta performanța și pot provoca modificări ireversibile ale LIB-urilor. La temperaturi scăzute, degradarea performanței este cauzată în principal de reducerea conductivității ionice și creșterea rezistenței la transferul de sarcină. Condițiile de temperatură ridicată accelerează îmbătrânirea termică și pot scurta durata de viață a LIB-urilor. Generarea de căldură în interiorul bateriilor este un alt factor considerabil la temperaturi ridicate. Odată cu stimularea temperaturii ridicate, reacțiile exoterme sunt declanșate și generează mai multă căldură, ducând la creșterea suplimentară a temperaturii. O astfel de generare necontrolată de căldură va duce la incendiere sau chiar explozie. [13]

2.3 Stadiul actual privind tipurile de răciri ale acumulatorilor Li-Ion

Până în prezent, în multe articole de cercetare s-a constatat că temperatura are un impact mare asupra ciclului de viață al bateriei și starea sa de sănătate. În climatele tropicale, în condiții controversate, durata de viață a bateriei poate suferi o degradare cu 66% [16]. În țările cu climat rece, bateriile care funcționează în condiții de frig conduc la o scădere semnificativă a stării sale de sănătate. De asemenea, sub unele încărcări anormale și condiții de descărcare anormale, dacă o baterie suferă o schimbare termică bruscă, atunci căldura degajată poate provoca o defecțiune termică catastrofală [6] ducând la o explozie periculoasă.

Astfel, au fost propuse, după cum urmează, diferite metode pentru răcirea bateriei, astfel încât durata de viața a acesteia să fie cât mai mare și să nu provoace daune care au o influență semnificativă asupra utilizatorului [1].

2.3.1 Răcirea cu aer

Această metodă de răcire este clasificată în două tipuri: răcire forțată și naturală. Căldura este disipată prin convecție a transferului de căldură. Proiectarea unui astfel de sistem de răcire este cea mai simplă metodă pentru răcirea unui acumulator [1].

2.3.2 Răcirea cu lichid

În comparație cu tehnicile de răcire cu aer, răcirea cu lichid poate fi mai eficientă în reducerea temperaturii. Răcirea lichidă poate produce rezultate mult mai bune atunci când este aplicată pentru pe zone mari [2]. Instalația unei astfel de răciri implică costuri mai mari decât răcirea cu aer.

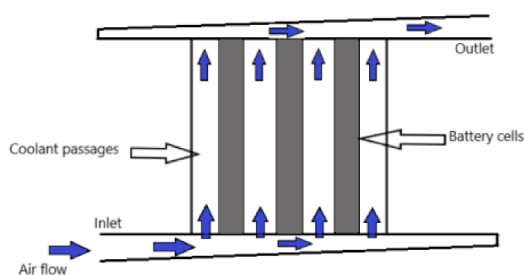


Fig. 4 – Schema unui sistem de răcire cu aer a unui acumulator Li-ion [1]

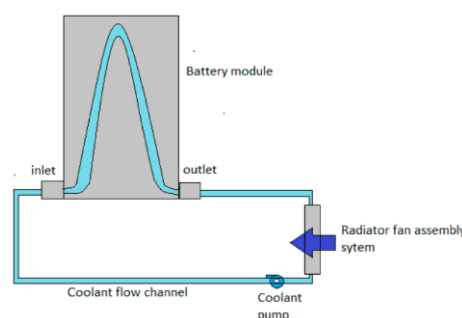


Fig. 5 – Schema unui sistem de răcire cu lichid a unui acumulator Li-ion [1]

2.3.3 Răcirea pe bază de agent frigorific

Sistemele de răcire pe bază de agent frigorific sunt o subclasă a sistemului de răcire cu lichid, dar componentele, proiectarea și operațiunile sunt complicate [9]. Odată cu implementarea acestei metode, performanța bateriilor termice a fost îmbunătățită semnificativ. Această metodă preia pur și simplu aerul condiționat existent în sistem utilizat pentru menținerea temperaturii în interiorul mașinii și îl asimilează în carcasa bateriei Li-ion producând astfel răcirea acesteia. [10]

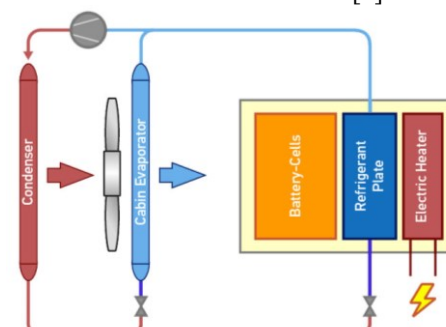


Fig. 6 – Schema unui sistem de răcire a unui acumulator Li-Ion pe bază de agent frigorific [8]

2.4 Eficiența răcirii acumulatorilor folosind unul sau mai multe ventilatoare

Eficiența reprezintă raportul dintre ieșire și intrare. Poate fi îmbunătățită prin reducerea mărimilor de intrare și/sau creșterea valorilor marimilor de ieșire. În cazul ventilatoarelor, care sunt folosite pentru a răci solide prin creșterea vitezei aerului din jurul solidului respectiv, mărimea de intrare reprezintă energia electrică necesară pentru a funcționa ventilatorul (puterea este aproape constantă), iar mărimea de ieșire este temperatura la care ajunge corpul după răcire.

Efectul de răcire a unui solid produs de un ventilator depinde în general de viteza aerului și turbulențele de câmp, zona solidului expusă aerului în mișcare, dimensiunile ventilatorului, numărul de rotații ale elicelor, aerul și temperatura ambiantă, cât și umiditatea din aer. Efectul de răcire al unui solid realizat de un ventilator poate fi definit ca fiind diferența dintre temperatura echivalentă pe întreg solidul t_{eq}^* și temperatura echivalentă din condițiile inițiale t_{eq} ($\Delta t_{eq} = t_{eq} - t_{eq}^*$). Conceptul acesta a fost deja folosit de mai mulți autori pentru a cuantifica efectul de răcire al unui solid prin mișcarea aerului [15]. Prin urmare coeficientul de răcire folosind un ventilator (CFE- Cooling Fan Efficacy) este definit de ecuația următoare:

$$FE = \frac{\text{Efectul de răcire}}{\text{Puterea ventilatorului}} = (-1) \frac{\Delta t_{eq}}{P_f} \quad (1)$$

unde: P_f – Puterea de intrare a ventilatorului; Δt_{eq} – efectul de răcire al solidului [15]

Cunoscând acest coeficient CFE și efectul de răcire (Δt_{eq}), clienții pot cumpăra ventilatoare mai eficiente, proiectanții pot realiza produse mai bune în funcție de capacitatea ventilatorului și evaluarea posibilităților pentru a economisi energie bazate pe creșterea vitezei aerului. [12]

Pe măsură ce consumul de energie al vehiculului continuă să crească, cercetarea sa de economisire a energiei devine foarte importantă și urgentă. Ca un subsistem important de vehicule, sistemul de management termic al vehiculului (VTMS) este unul dintre cele mai promițătoare tehnologii de economisire a energiei nu numai pentru vehiculele tradiționale cu motor cu ardere internă, ci și pentru vehiculele electrice hibride și vehiculele electrice [11]. VTMS complet este format din sistemul de răcire al vehiculului, sistemul de control al climei și sistemul de recuperare a energiei reziduale [4]. Tendința de dezvoltare a VTMS este de a adopta dispozitive electrice, cum ar fi termostat electric, pompa electrică de lichid de răcire [5] și ventilatoarele electrice [14].

Unul dintre modurile de răcire eficientă a fost utilizarea de ventilatoare electrice și a fost numit modul de răcire multi-ventilatoare, care poate funcționa la cerința termică a vehiculului controlat prin utilizarea strategii avansate de control [14] pentru reducerea consumului de energie și, prin urmare, îmbunătățirea globală a eficienței energetice.

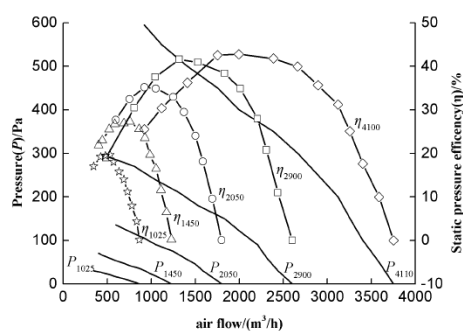


Fig. 7 – Performanța diferitelor tipuri de ventilatoare în funcție de presiune, numărul de rotații ale elicelor (P_n) și de volumul de aer generat de ventilator [7]

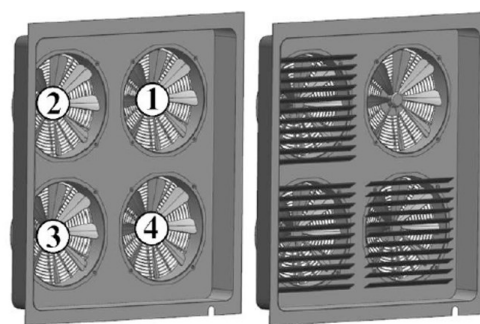


Fig. 8 – Diferite tipuri de așezare a multi-ventilatoarelor [14]

3. Simularea fluxului de aer și a temperaturii

3.1 Date inițiale

Contribuția proprie o reprezintă simularea curgerii aerului în interiorul carcasei, definirea parametrilor necesari simulării, precum și realizarea unor prezentări scurte ce conțin rezultatele simulării și interpretarea lor. Am urmărit ca temperatura acumulatorului să nu depășească valoarea de 70 de grade Celsius pentru a funcționa în regim normal.

Simularea curgerii aerului în interiorul produsului (carcasei) s-a realizat într-un soft ce conține un modul special pentru realizarea acesteia. Pentru ca acest studiu să fie corect, necesită definirea tuturor parametrilor necesari pentru a se putea realiza curgerea aerului, precum: temperatura inițială a solidului, temperatura mediului ambiant, tipul de ventilator folosit, presiunea din interiorul carcasei, zonele prin care aerul este

Tabelul 2. Parametrii simulării

Tipul de ventilator	PAPST 612 NHH
Tipul de curgere	Turbulent și laminar
Viteza de intrare a aerului în conductă	3 m/s
Accelerația gravitațională	9,8 m/s ²
Temperatura mediului ambiant	100-105 °C
Temperatura inițială a solidului	20 °C
Coeficientul de transfer termic	20 W/m ² K
Puterea evacuată de către acumulator	20 W
Presiunea inițială	101 325 Pa
Temperatura aerului care pătrunde în ventilator	20 °C

evacuat din interior, precum și zona prin care acesta pătrunde în conducta de aer. Totodată am considerat ca produsul de tip carcasă să fie etanșat complet, fără scurgeri de aer.

Toți acești parametri, precum și valorile acestora sunt evidențiați în tabelul 2.

Tipul de material al bateriei	PP (Polipropilenă)
Capacitatea specifică a materialului	1500 J/kg K
Conductivitatea termică	0,41 W/ m K
Tipul de analiză	Internă
Tipul fluidului de analizat	Aer (Gaz)

Modelul de ventilator ales este un ventilator de dimensiuni mici (figura de mai jos), cu un consum mic de energie, care poate fi suficient pentru a putea răci acumulatorul sub temperatura critică.

În figura următoare sunt prezentate caracteristicile acestui ventilator, precum și diagrama de generare a fluxului de aer de către ventilator în funcție de scăderea de presiune din interiorul carcasei.



Fig. 9 – Ventilatorul folosit pentru simularea fluxului de aer și a temperaturii

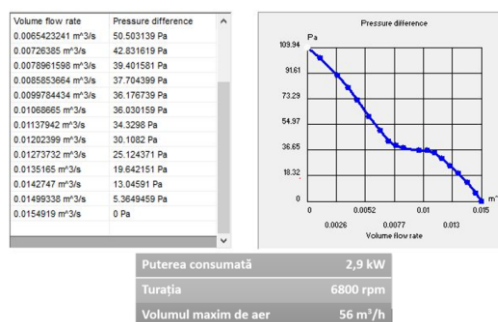


Fig. 10 – Volumul de aer generat de ventilator în funcție de scăderea de presiune din interiorul carcasei și caracteristicile ventilatorului ales

Este cunoscut faptul că aerul pătrunde în carcasa acumulatorului printr-o conductă realizată din material plastic (PP) rezistent la temperaturi mari, vibrații și șocuri. Astfel, am realizat calcule pentru a putea vedea ce volum de aer este necesar să pătrundă prin conductă și mai apoi în ventilator, pentru ca acesta să mențină temperatura acumulatorului sub valoarea maximă. Aerul pătrunde în conductă cu o viteză de aproximativ 3m/s, valoarea ce s-a ales aleator, presupunând o viteză a vehiculului de 30 km/h.

Schema de design a produsului este prezentată în figura 11.

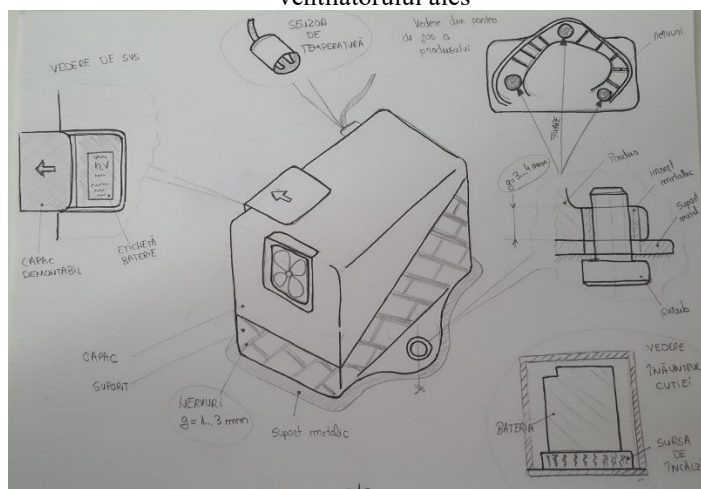


Fig. 11 – Schema de design a produsului

Fixarea carcasei se va realiza folosind surub și insert metalic introdus în materialul plastic, în cele 3 zone preluarea tuturor gradelor de libertate. Grosimea piesei este de aproximativ 3-4 mm pentru a fi rezistentă la socuri, vibrații, etc. iar grosimea nervurilor de 1-3 mm. Produsul este prevăzut cu un senzor de temperatura simplu ce va semnaliza momentul în care temperatura bateriei este critică. Capacul demontabil (partea din stanga) este necesar pentru ca operatorul să poată vizualiza detaliile bateriei inscripționate pe eticheta acesteia.

3.2 Rezultatele și concluziile simulării

Contribuția proprie în această lucrare o reprezintă simularea curgerii aerului în interiorul carcasei și interpretarea rezultatelor. Rezultatele obținute în urma simulării sunt prezentate în figurile 12-19.

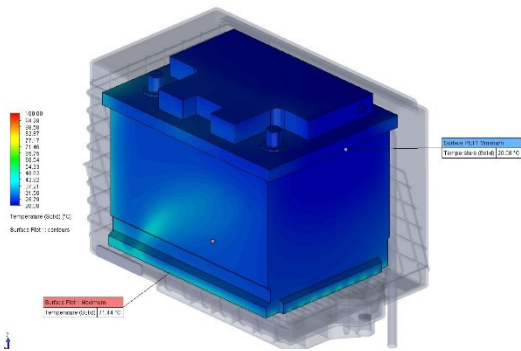


Fig. 12 –Temperatura acumulatorului în urma simulării cu ventilatorul pornit

Se observă o temperatură maximă de aproximativ 71.5 °C (pe suprafața de jos a acumulatorului) în urma simulării cu ventilatorul pornit și o temperatură minimă a acumulatorului de 20 °C, temperatură prezentă pe suprafața din imediata apropiere a ventilatorului. Suportul metalic pe care se așează acumulatorul are o influență mare asupra temperaturii, fiind realizat dintr-un metal, are o conductivitate termică mult mai ridicată.

Se observă din figurile 15 și 16, așa cum era de așteptat, o viteză mai mare a aerului în zona ventilatorului și o temperatură mai mare a fluidului din interior în zona în care viteza acestuia este foarte mică (partea de jos). Suportul metalic este necesar pentru a ridica cu o anumită înălțime acumulatorul pentru a permite aerului să atingă toate suprafețele, mai ales cele din zona inferioară, acolo unde temperatura are valoarea cea mai mare.

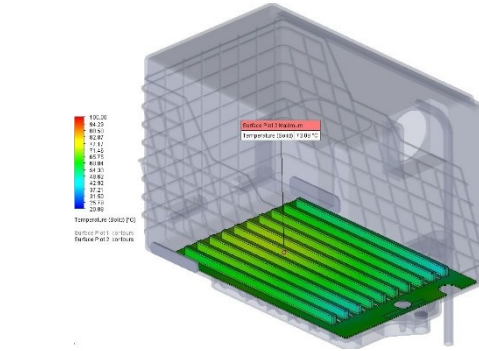


Fig. 13 –Temperatura suportului metalic pe care se așează acumulatorul

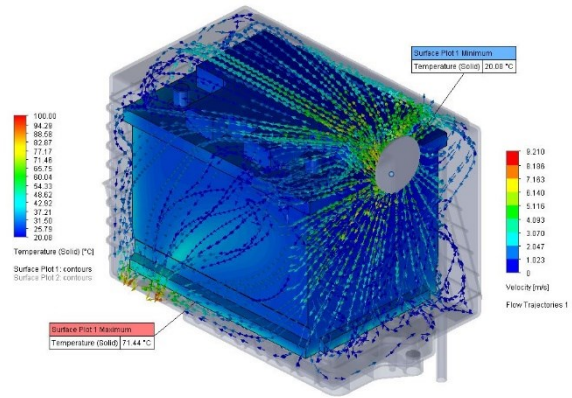


Fig. 14 –Simularea curgerii aerului în interiorul carcasi și temperatura acumulatorului cu ventilatorul pornit

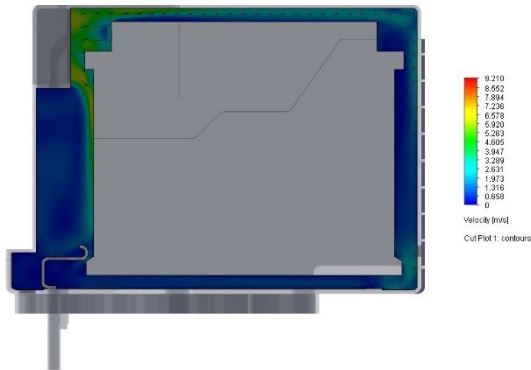


Fig. 15 –Distribuția vitezei aerului din interiorul carcasi (ventilator pornit)

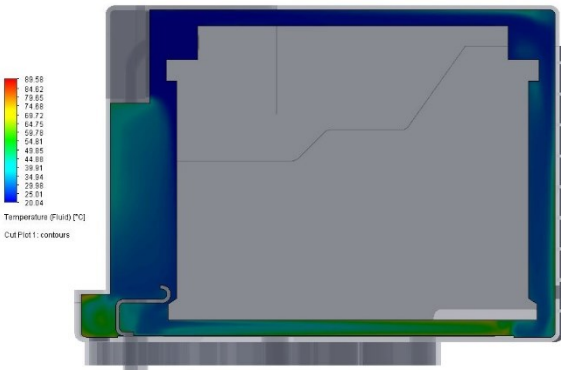


Fig. 16 –Distribuția de temperatură din interiorul carcasi (ventilator pornit)

Următorul studiu se referă la verificarea temperaturii bateriei în momentul în care ventilatorul este oprit iar fluxul de aer este generat de viteza vehiculului aflat în mișcare, printr-o conductă de aer, așa cum este prezentat în figurile 17 și 18. Se observă o valoare foarte mare a temperaturii acumulatorului, de aproximativ 89°C în zona inferioară a acestuia, valoare ce influențează durata de viață a acestuia și posibil pericol de explozie. Acesta este motivul principal pentru care am ales utilizarea unui ventilator, cât mai mic și mai eficient, care să nu implice costuri mari și care să reducă temperatura bateriei cu o valoare considerabilă. Din aceste simulări rezultă obligativitatea folosirii unui ventilator care să reducă considerabil temperatura acumulatorului Li-Ion, temperatură ce a rezultat ca fiind aproximativ 71.5 °C. Volumul de aer furnizat de ventilator este același cu cel care intră în acesta, motiv pentru care și volumul de aer care pătrunde în conductă trebuie să fie egal cu acestea.

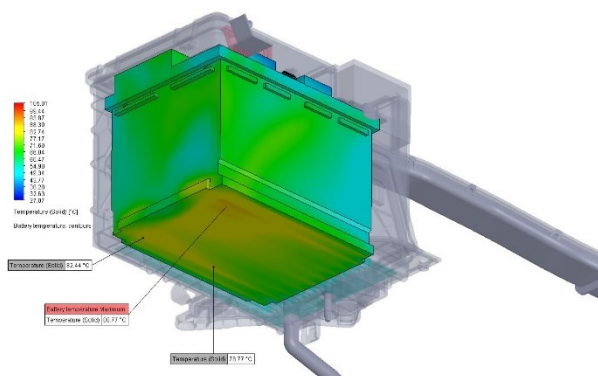


Fig. 17 – Temperatura acumulatorului rezultată în urma simulării cu ventilatorul oprit

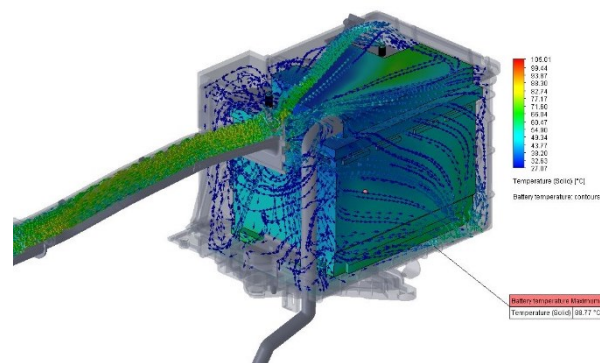


Fig. 18 – Curgerea aerului prin conductă iar apoi în interiorul carcasei (ventilatorul oprit)

Direcții viitoare de cercetare. Pe baza acestui studiu se pot realiza o multitudine de aplicații precum înlocuirea ventilatorului cu unul mai mare care să furnizeze un volum de aer mult mai mare, mărirea înălțimii suportului metalic pe care este așezat acumulatorul astfel încât să pătrundă cât mai mult aer necesar răcirii, utilizarea unui senzor de temperatură (termocuplă) în punctul în care a rezultat a fi cea mai mare temperatură, etc.

4. Bibliografie

- [1] ANKUR BHATTACHARJE, RAKESH MOHANTY, *Design of an Optimized Thermal Management System for Li-Ion Batteries under Different Discharging Conditions*, 30 October 2020
- [2] Chen, D.; Jiang, J.; Kim, G.; Yang, C.; Pesaran, A. *Comparison of different cooling methods for lithium ion battery cells*, J. Power Sources 2016, 94, 846–854
- [3] Cela, d., Alerman, P. - *Study of a 12V Li-ion Battery, Solution for Hybrid Vehicles* – Chalmers University of Technology
- [4] D. Di Battista, M. Mauriello, R. Cipollone, *Waste heat recovery of an ORC-based power unit in a turbocharged diesel engine propelling a light duty vehicle*, Applied Energy, 152 (2015) 109-120
- [5] E.S. Mohamed, *Development and analysis of a variable position thermostat for smart cooling system of a light duty diesel vehicles and engine emissions assessment during NEDC*, Appl. Thermal Eng., 99 (2016) 358- 372
- [6] Feng, X.; Sun, J.; Ouyang, M.; Wang, F.; He, X.; Lu, L.; Peng, H. *Characterization of penetration induced thermal runaway propagation process within a large format lithium ion battery module*, J. Power Sources 2015, 275, 261
- [7] Haimin Shi, Yiji Lu s.a., *Experimental study of multi-fans cooling module using different shroud structures for advanced vehicle thermal management system*, 9th International Conference on Applied Energy, ICAE2017, 21-24 August 2017, Cardiff, UK
- [8] <https://www.hella.com/techworld/uk/Technical/Car-air-conditioning/Thermal-management-in-electric-and-hybrid-vehicles-1725/> accesat la data de 14.05.2021
- [9] Kim, J.; Oh, J.; Lee, H. *Review on battery thermal management system for electric vehicles*, Appl. Therm. Eng. 2019, 149, 192–212
- [10] Krüger, I.L.; Limperich, D. *Energy Consumption of Battery Cooling in Hybrid Electric Vehicles. In Proceedings of the International Refrigeration and Air Conditioning Conference*, West Lafayette, IN, USA, 16–19 July 2012
- [11] M. Park, D. Jung, M. Kim, K. Min, *Study on the improvement in continuously variable transmission efficiency with a thermal management system*, Applied Thermal Engineering, 61 (2013) 11-19
- [12] SCHIAVON, Stefano, MELIKOV, Arsen, *Introduction of a Cooling-Fan Efficiency Index*, UC Berkeley HVAC System, November 2009, Volume 15, number 6
- [13] Shuai Ma, Modi Jiang, s.a, *Temperature effect and thermal impact in lithium-ion batteries: A review*, Progress in Natural Science: Materials International, 28 (2018) 653-666
- [14] T. Wang, A. Jagarwal, J.R. Wagner, G. Fadel, *Optimization of an Automotive Radiator Fan Array Operation to Reduce Power Consumption*, IEEE-ASME Trans. Mechatron., 20 (2015) 2359-2369
- [15] Tanabe et al. 1994; Tsuzuki et al. 1999; Melikov et al. 2002; Watanabe et al. 2005; Sun et al. 2007
- [16] Yuksel, T.; Litster, S.; Viswanathan, V.; Michalek, J.J. *Plug-in hybrid electric vehicle LiFePO4 battery life implications of thermal management, driving conditions, and regional climate*, J. Power Sources 2017, 338, 49–64

MICROFLUIDIC DEVICE FOR BLOOD ANALYSIS

CÎRSTINA¹ Maria-Mihaela¹, BOERESCU Vlad, IONESCU Robert-Ionuț,
MATEI Eduard-Florentin

¹Facultatea: IIR, Specializarea: INPN; DIPI; IAAC, Anul de studii: I,
e-mail: cirstinamihaela97@gmail.com

Conducător științific: Prof. Dr. Ing. **Daniel GHICULESCU**

SUMMARY: The scientific work presents aspects regarding the functioning and modeling of a lab-on-a-chip microfluidic device used for blood tests where the leukocyte count is followed, which informs us about the state of the immune system. Aspects regarding the stage of development of lab-on-a-chip devices are presented, extremely useful in the current conditions of the pandemic due to the rapidity of providing analysis results and the opportunity to perform certain determinations, impossible with current conventional equipment. AutoDesk INVENTOR Professional software was used to model the device and COMSOL Multiphysics software was used to simulate the finite element operation of a circuit variant, as well as its geometric optimization. Research has been carried out on the components of the device, such as the pressure system and the counting system. The conditions for the execution of the device on a millimeter silicon wafer were created using photochemical microtechnologies.

CUVINTE CHEIE: leucocite, microfluide, microtehnologii fotochimice.

1. Introducere

Abrevierea de la Micro Electro Mechanical System este „MEMS” (Micro Electro Mechanical System), care a fost adoptată oficial de Dr. Albert P. Pisano în 1989. El a folosit termenul „MEMS” pentru a descrie structura rezonantă realizată ca stabilizator de frecvență [1]. La începutul anilor 1990, a fost propus un micro sistem analitic, cunoscut și sub numele de „laborator pe un cip”. Datorită micro-scării, fluxul de fluid din dispozitivul microfluidic are caracteristici diferite, variind de la 0,1 μm la 1 mm [2].

În prezenta lucrare au fost analizate variante de realizare a circuitului de curgere pe o placuta de siliciu, pentru obtinerea unui dispozitiv microfluidic de tip MEMS folosit la determinarea numărului de leucocte dintr-o probă de sânge, care sunt un indicator în determinarea stării sistemului imunitar.

2. Stadiul actual

Pentru realizarea unui dispozitiv de tip MEMS se apelează la litografie, care reprezintă transferul unui model de pe un material fotosensibil prin expunere selectivă la o sursă de radiație [3].

Geometria unui sistem microfluidic este determinată de următorii parametri (utilizați și la modelarea dispozitivului din lucrarea de față), conform fig. 1: lățimea canalului central (W_c); lățimea canalului lateral (W_l); adâncimea canalului (h); unghiul de intersecție (α) dintre canale.

Matrițele sunt realizate cu ajutorul procesului de fotolitografie fiind realizat într-o cameră curată cu lumină fără ultraviolete pentru evitarea solidificării accidentale a rășinii fotosensibile la această radiație. Forma canalului se realizează cu ajutorul elastomerului PDMS care vine în contact cu o bucată de sticlă [4].

Modelarea curgerii fluidelor în dispozitivele microfluidice, are la bază principiul lui Bernoulli (figura 2), care afirmă că presiunea totală în lungul unei linii de curent într-un fluid incompresibil și lipsit de vâscozitate, aflat în curgere staționară, este constantă, conform relației (1).

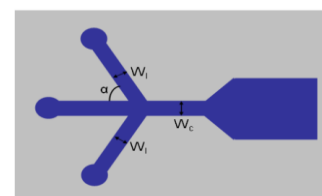


Fig. 1. Parametrii geometrici ai canalului [3]

$$\frac{v^2}{2} + g * z + \frac{p}{\rho} = \text{constant} \quad (1)$$

unde: ,v'- viteza de curgere a fluidului într-un punct pe o linie superioară; ,g'- accelerația datorată gravitației;p' - presiunea la punctul ales; ,ρ'- densitatea fluidului în toate punctele.

Principiul lui Bernoulli poate fi derivat din principiul conservării energiei. Dacă fluidul curge dintr-un rezervor, suma tuturor formelor de energie este aceeași pe toate liniile de flux, deoarece într-un rezervor energia per volum de unitate este aceeași peste tot [5].

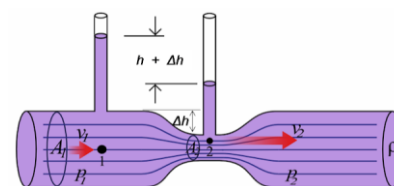


Fig. 2 Legea lui Bernoulli [5]

3. Aspecte ale marketing-ului strategic

Portofoliu de nevoi ale clienților

Portofoliu de nevoi ale clienților s-a stabilit ținând cont de caracteristicile produselor aflate deja pe piață și de cererea care există în domeniu.

Astfel s-a ajuns la o serie de nevoi principale de la care se vor studia oportunitățile de piață, clienții cât și produsele deja existente și care satisfac aceste nevoi primare: N1: Nevoia unei precizii/acuratețe ridicate; N2: Nevoia unor analize rapide la punctul de lucru; N3: Nevoia de prelevare a unei cantități cât mai mici de sânge; N4: Nevoia de a se refolosi; N5: Nevoia unei întrețineri ușoare.

După o analiză asupra oportunităților de piață s-a constatat că nu există un dispozitiv similar care să acopere simultan toate aceste cinci nevoi principale.

Selectarea potențialilor clienți

Selectarea clienților presupune identificarea clienților efectivi și potențiali care ar putea să beneficieze de dispozitivul microfluidic pentru determinarea numărului de leucocite din sânge.

În tabelul de mai jos este reprezentată matricea de selectare a clienților :

Tabelul 1. Matricea de selectare a clienților

Tipuri clienți	Studenti UMF	Profesori UMF	Laboratoare de analiză	Spitale
Segment de piață				
Laboratoare de cercetare	-	-	-	2
Instituții de învățământ	4	1	3	-

În urma analizei matricei de selectare a clienților, a rezultat că numărul total al persoanelor chestionate este de 10.

Date culese de la potențialii clienți

Chestionarul utilizat pentru cercetarea de piață în cazul comercializării dispozitivului a fost realizat în mediul online și a cuprins următoarele întrebări :

1. În ce domeniu activați ?
2. Cât de documentat sunteți în legătură cu acest proces?
3. Ce părere aveți despre utilizarea acestui tip de dispozitiv privind situația actuală de pandemie?
4. Considerați că este utilă apariția pe piață a acestui produs?
5. Ați dori să achiziționați un astfel de dispozitiv?
6. Cât sunteți dispuși să plătiți pentru achiziția unui astfel de produs?
7. Pe o scara de la 1 la 5 în ce măsură sunteți afectat de situația pandemiei actuale?
8. Știați că prin numărul de leucocite din corp se poate determina starea de sănătate/imunitate a organismului ?
9. Considerați că dimensiunile dispozitivului reprezintă o caracteristică esențială în realizarea acestora?
10. Considerați că refolosirea acestui dispozitiv reprezintă un avantaj față de echipamentele clasice/convenționale?
11. Pe o scară de la 1 la 5 cât de importantă credeți că este caracteristica de întreținere a dispozitivului?
12. Pe o scara de la 1 la 5 cât de importantă credeți că este cartea produsului?
13. Considerați masa scăzută a produsului un avantaj?
14. Pentru care dintre caracteristicile următoare considerați că trebuie pus mai mult accent?

Îerarhizarea și stabilirea importanței relative

În urma studierii răspunsurilor și interpretării nevoilor clienților s-a realizat o grupare a nevoilor principale urmând ca apoi să se stabilească importanța relativă a acestora. Se vor acorda note de la 1 la 5 în funcție de importanța considerată.

Tabelul 2. Matricea de selectare

Cerințele clienților	Importanța relativă
1.Dispozitivul microfluidic pentru analiza leucocitelor din sânge este portabil și ușor de depozitat.	5
2.Dispozitivul microfluidic pentru analiza leucocitelor din sânge este reutilizabil.	5
3.Dispozitivul microfluidic pentru analiza leucocitelor din sânge este ușor de utilizat.	4
4.Dispozitivul microfluidic pentru analiza leucocitelor din sânge analizează rapid monstrele de sânge.	4
5.Dispozitivul microfluidic pentru analiza leucocitelor din sânge oferă precizie în analiza monstrelor prelevate.	5
6.Dispozitivul microfluidic pentru analiza leucocitelor din sânge poate fi folosit în industria medicală.	4
7.Dispozitivul microfluidic pentru analiza leucocitelor din sânge se poate folosi în orice mediu fiind independent de locul de muncă.	5
8.Dispozitivul microfluidic pentru analiza leucocitelor din sânge are un preț potrivit pentru piața medicală actuală.	3

În tabelul 3 se vor interpreta o parte din rezultatele obținute din chestionarul online.

Tabelul 3. Ghid de chestionar

Întrebare	Declaratie clienți	Nevoie interpretată
(10).Considerați că re folosirea acestui dispozitiv reprezintă un avantaj față de echipamentele clasice/convenționale?	o Da	o Nevoia de a avea o productivitate mare o Nevoia de a fi durabil și rezistent in timp o Nevoia de a fi rapid re folosibil
(14).Pentru care dintre caracteristicile urmatoate considerați că trebuie pus mai mult accent?	o Acuratețe o Timp de răspuns o Produs reutilizabil o Formă și dimensiuni	o Nevoia de avea precizie în analiza leucocitelor o Nevoia de a fi rapid în prelucrarea analizei o Nevoia de a fi reutilizabil rapid și ușor o Nevoia de a fi ușor de transportat o Nevoia de a fi ușor de depozitat

În figurile 2 și 3 se vor prezenta două dintre graficele obținute pentru două întrebări realizate în chestionarul online.

6) Cat sunteți dispusi sa platiti pentru achizitia unui astfel de produs?
8 răspunsuri

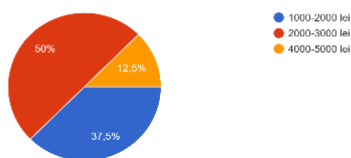


Fig.3.Reprezentare grafică privind întrebarea legată de preț

7) Pe o scara de la 1 la 5 in ce masura sunteți afectat de situatia pandemiei actuale?
7 răspunsuri

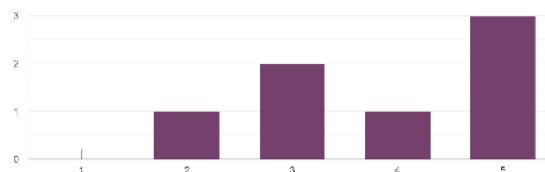


Fig.4. Reprezentare grafică privind nivelul de afectare al pandemiei

4. Stabilirea specificațiilor

Termenul de „caracteristică de calitate” se definește, conform standardelor de calitate în vigoare: „caracteristică = trăsătură distinctivă” care poate fi, respectiv:intrinsecă sau atribuită; calitativă sau cantitativă. Caracteristica de calitate a unui produs, proces sau sistem reprezintă trăsătura distinctivă intrinsecă a acestuia referitoare la o cerință. Măsurarea unei caracteristici de calitate constă în obținerea valorii numerice prin care se exprimă valoarea absolută a acelei caracteristici în anumite unități de măsură.

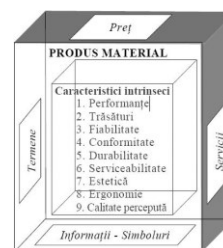


Fig.5. Principalele caracteristici generale ale unui produs

Conform criteriilor 3, 4 și 5, s-au prezentat principalele caracteristici și clasificarea acestora pentru produsul „dispozitiv microfluidic pentru analize de sânge” în tabelul următor:

Tabelul 4. Caracteristicile produsului

Nr.	Denumirea caracteristicii [unitatea de măsură]	Criterii de clasificare și grupe de caracteristici asociate acestora									
		Criteriul 3 Influența asupra calității			Criteriul 4 Natura caracteristicilor				Criteriul 5 Importanța caracteristicilor		
		Optimiz	Mărit	Reduc	Tehn	Eco	Social	Psihos	Princip	Secund	Minor
1.	Dimensiuni exterioare ale echipamentului [cm]			•	•				•		
2.	Masa echipamentului [kg]			•	•				•		
3.	Densitatea materialului interior [km/m ³]	•			•				•		
4.	Densitatea materialului exterior [km/m ³]	•			•					•	
5.	Volumul operandului introdus [μl]		•		•				•		
6.	Debit operand [μl / min]		•		•				•		
7.	Grosimea canalului de curgere [μm]			•	•				•		
8.	Lățimea canalului de curgere [μm]			•	•				•		
9.	Timp de răspuns [s]			•	•				•		
10.	Viteza de curgere [m/s]		•		•				•		
11.	Timpul de parcurgere al operandului [s]			•	•				•		
12.	Acuratețe (precizia)	•			•				•		
13.	Design-Ergonomie	•						•		•	
14.	Indice eroare [%]				•				•		
15.	Indice de reparabilitate [%]		•		•					•	

După stabilirea caracteristicilor produsului ce se dorește a fi realizat, s-au analizat caracteristicile următoarelor produse concurente detaliate în figura 6.

ADAM-rWBC

Metoda de detectare: 4W LED verde, IEC 62471:2006
 Dimensiuni: 220x375x250mm
 Timp de analiză: 180 sec/test
 Alimentare: 100-240V, 50/60 Hz
 Greutate: 9 kg
 Tipul de transmitere al datelor analizate : transmitere pe PC
 ; Volum probă de sânge: 100 μL / plăcuță [6].



CellDrop™ FL

Metoda de detectare: Sony IMX265, IEC 62471:2006
 Dimensiuni: 210 x 370 x 180 mm
 Timp de analiză: 3 sec/test
 Alimentare : 100-240 V, 50/60 Hz
 Greutate: 8 kg
 Tipul Camerei: CellDrop FL
 Tipul de transmitere al datelor analizate : transmitere pe PC ; Volum proba de sânge: 10 μL / plăcuță [7].



Fig.6. Performanțe ale produselor concurente

În urma analizei celor 4 produse concurente s-a realizat matricea clientului din care s-a concluzionat că produsul D-M-Leuc1 are valoare de utilizare percepută de client mare și prețul acestuia este printre cele mai mici față de produsele analizate.

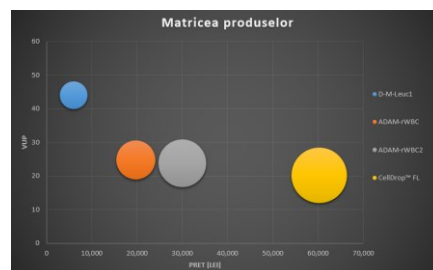


Fig.7. Matricea produselor

5. Proiectarea conceptuală

Funcția generală(generică, globală) sau suprafuncția este funcția care exprimă sau definește nevoia generică care determină apariția unui produs. Funcția generală a echipamentului este de a determina numărul de leucocite dintr-o probă de sânge

Funcțiile componente reprezintă însușiri ale produsului care determină funcția generală (tabelul 5):

Tabelul 5. Funcțiile principale ale dispozitivului microfluidic

Funcția generală	Determinarea numarului de leucocite
1	Permite curățarea
2	Permite atașarea la mediu
3	Conferă precizie rezultatelor
4	Asigură caracteristicile necesare procesului de măsurare
5	Are etanșeitate
6	Conține, protejează și informează (ambalajul)
7	Este ușor de manipulat
8	Rezistă la mediu de lucru
9	Are design

Analiza produselor concurente reprezinta un element hotarator pentru poziționarea de succes a produsului nostru și poate oferi o sursă bogată de idei pentru proiectarea acestuia, cât și pentru producția lui. Aceste informații le-am obținut din diferite patente/brevete, cât și din literatura tehnică de specialitate. Principalele patente (fig.8-10) pe care le-am utilizat pentru identificarea de soluții constructive cunoscute au fost patentele privind dispozitivele MEMS/ lab-on-a chip cu aplicații medicale.

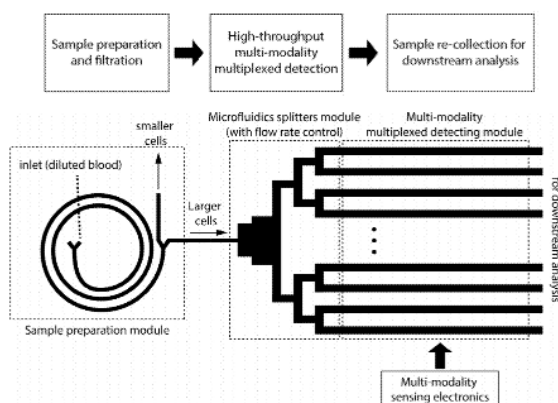


Fig.8. Microfluidice masive pentru numărarea multiplexă; Nr. brevet US2019039060A1 [8]

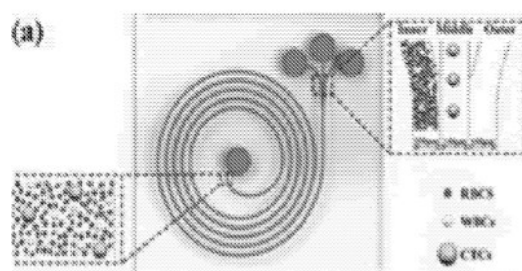


Fig.9. Aparat pentru detectarea celulelor canceroase în sânge; Nr. brevet KR20180110772A [9]

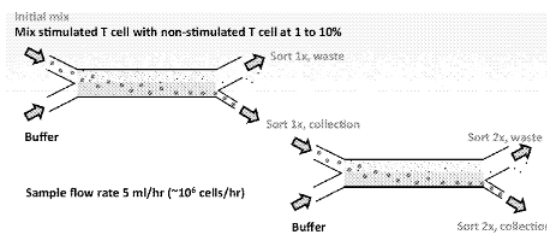


Fig.10. Sisteme și metode de concentrare a celulelor;
Nr. brevet WO2019140104A1 [10]

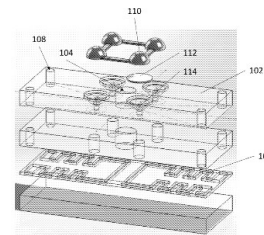


Fig.11. Dispozitive point-of-care de identificare grupele de sânge Nr. brevet - US2021102962A1 [11]

Pentru proiectarea mecanismului optim de prelucrare a dispozitivului s-a utilizat următoarea diagramă prezentată în figura 12 .

În urma analizării rezultatelor evidențiate după aplicarea metodei diagramei de idei, prin combinarea acestora s-au obținut practic un număr de soluții constructive egal cu produsul numerelor de variante aparținând fiecărui ansamblu formator, adică $5 \times 2 \times 6 \times 3 = 180$ posibile combinații.

După alcătuirea matriciei de triere a conceptelor au fost reținute trei dintre cele cinci concepte:

- A1B2C1D1
- A2B1C1D1
- A5B1C1D1

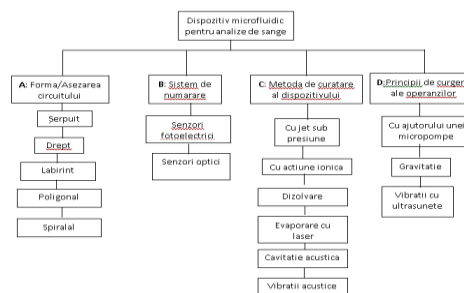


Fig.12. Diagrama de idei utilizabilă în cazul proiectării mecanismului optim de dispozitiv microfluidic .

	A	B	C	D
	Forma/Așezarea circuitului	Sistem de numărare	Metoda de curățare al dispozitivului	Principii de curgere ale operanzilor
1	Serpuit	Senzori fotoelectrici	Cu jet sub presiune	Cu ajutorul unei micropompe
2	Drept	Senzori optici	Cu actiune ionica	Gravitatie
3	Labirint		Dizolvare	Vibratii cu ultrasunete
4	Poligonal		Evaporare cu laser	
5	Spirala		Cavitate acustica	
6			Vibratii acustice	

Fig.13. Concepte rezultate

Selectarea conceptelor cu ajutorul matricilor decizionale

- Au fost stabilite criteriile și ponderile de evaluare.
 - S-a ales un nou concept de referință – concept A1B2C1D1.
 - S-a realizat o scală de evaluare.
 - S-a alcătuit matricea de evaluare.
- Conceptul selectat final – A5B1C1D1.

S-a realizat o variantă preliminară de circuit, reprezentată în figura 14, ce a fost modelată și simulată în programul COMSOL Multiphysic. Vizualizarea rezultatelor în urma simulării se face urmărind variația vitezei de curgere a fluidelor (fig. 15) și a presiunii acestora (fig. 16). Conform fig. 16 și 17 se poate observa faptul că presiunea scade în momentul în care se ajunge în canalul de numărare datorită lungimii circuitului și schimbării de direcție de curgere.

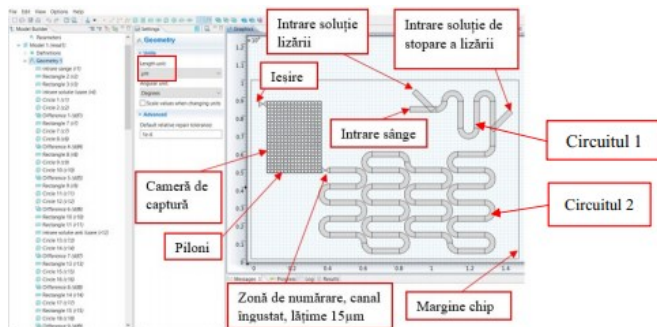


Fig. 14 Crearea geometriei dispozitivului microfluidic

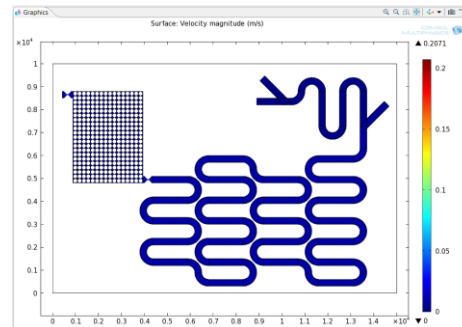


Fig. 15. Viteza în dispozitiv

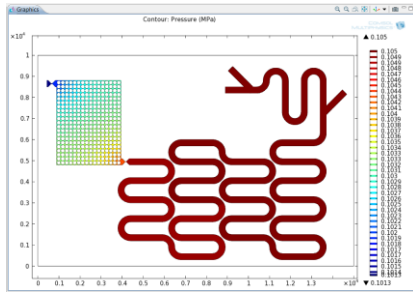


Fig. 16. Presiunea din dispozitiv

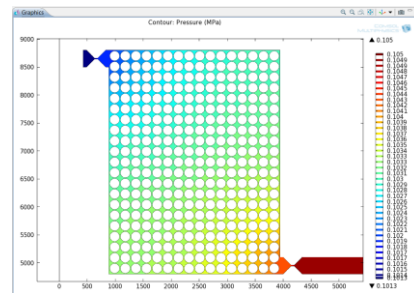


Fig. 17. Presiunea din camera de captură

6. Proiectarea detaliată

Proiectarea prototipului a fost realizată cu ajutorul programul Inventor 2020, respectând forma, dimensiunea și modul de curgere al fluidului analizate în faza de proiectare conceptuală.

Astfel în figura 18 este prezentat desenul de execuție al microcipului, iar în figura 19 sunt aratate elementele componente ale ansamblului dispozitiv microfluidic pentru analize de sânge.

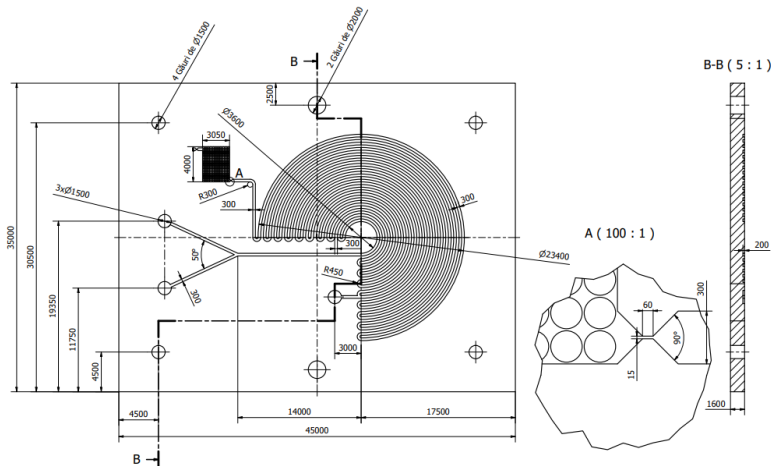


Fig. 18. Desen de execuție microchip.

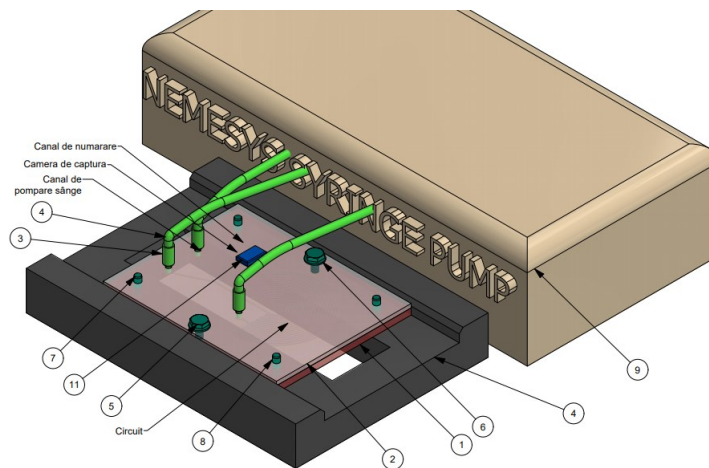


Fig. 19. Dispozitiv microfluidic pentru analize de sânge.

1. Microcip din siliciu cu circuitul modelat; 2. Capac; 3. Conectori de tip “tank”; 4. Suport de prindere și ghidare; 5. Șurub M1.6x8; 6. Șaibă plata Ø 1.6; 7. Stif centrare Ø1.5x4; 8. Stif centrare Ø1.5x8; 9. Sistem de pompare pentru pompe cu seringi NEMESYS; 10. Tuburi; 11. Senzor de numărare;

Desenul de execuție conține toate cotele pentru realizarea piesei și are dimensiunile în μm , iar scara la care este realizat desenul este de 5:1.

Microcipul, suportul și capacul se vor fabrica, în schimb, restul componentelor vor fi achiziționate de la furnizori și montate pe o suprafață plană.

7. Concluzii

1. Au fost cercetate diverse construcții ale circuitelor microfluidice în vederea realizării unor analize de sânge cu avantaje pe care tehnologiile convenționale nu le prezintă.

2. În urma analizei răspunsurilor primite prin intermediul chestionarului online s-a luat decizia că este necesar apariția a unui dispozitiv pentru realizarea rapidă a analizelor de sânge, ținând cont de situația actuală de pandemie.

3. A fost modelat un dispozitiv microfluidic de tip lab-on-a-chip (MEMS), în vederea realizării practice pe o plăcuță de siliciu cu dimensiuni milimetrice, folosind microtehnologii fotochimice; dispozitivul este utilizat pentru realizarea analizelor de sânge

4. Acest dispozitiv microfluidic prezintă avantaje majore printre care: furnizează un rezultat rapid al acestei analize; utilizează un volum foarte redus al probei de sânge;

5. S-au elaborat diverse concepte pentru realizarea circuitului de curgere a lichidului microfluidic și a elementelor componente ale dispozitivului final; în urma unei analize amănunțite s-a ales o variantă finală ce a fost modelată 3D în programul AutoDesk Inventor.

8. Bibliografie

- [1] Marinescu Roxana, Ghiculescu D., (2017) „Technological aspects regarding the use of photolithography in obtaining micro-electro-mechanical systems (MEMS)”, *Nonconventional Technologies Review*, Vol. XXI, Nr. 1, p. 24-29, ISSN 2359 – 8646.
- [2] Jingdong Chen, Di Che, (2013) „Progress of Microfluidics for Biology and Medicine”, *Nano-Micro Lett.* 5(1), 66-80 (2013).
- [3] *** „DSA Re-Enters Litho Picture”, disponibil la: <https://semiengineering.com/dsa-re-enters-litho-picture/> , accesat la: 07.02.2021
- [4] *** „Sânge” disponibil la <https://www.csid.ro/dictionar-medical/sange-11338704> , accesat la: 11.02.2021.
- [5] >/***, „Principiul lui Bernoulli”, 2016, disponibil la <https://www.green-mechanic.com/2016/10/bernoulli-experiment-lab-report.html/> ,accesat la: 25.03.2021
- [6]*** “ADAMRWBC”, disponibil la http://www.nanoentek.com/theme/nanont2_en/shop/02/product01_view.php?it_id=1547537203 ; accesat la: 03.05.2021.
- [7] *** “Celldrop”, disponibil la <https://www.denovix.com/products/celldrop/#1594752371820-e2488bbe-308c> ; accesat la:09.05.2021
- [8] Arbabian Mohammad Amin și Chien Jun-Chau, *Massive microfluidics for multiplexed counting*, internațional, USA, US2019039060A1, 2019.
- [9] Park Yong Won, *Apparatus for detecting cancer cells in blood*, internațional, Coreea de Sud, KR20180110772A, 2018.
- [10] Kung Yu-Chun, *Microfluidic cellular device and methods of use thereof*, internațional, USA, WO2019140104A1, 2019.
- [11] Day W. Steven și Refaai J. Majed, *Abo blood group point-of-care chip testing*, internațional, USA, 2021.

RESEARCH REGARDING INJECTION MOLDING OF POLIMERS FOR FUNCTIONAL DECORATIONS USING ADDITIVE MANUFACTURING AND GENERATIVE DESIGN

IGNAT Robert -master INPN, BARAC Olguța-Elena -master IEMA, BĂLĂNESCU Denisa -master IAAC, DĂNĂILĂ Cătălina -master IPFP, GEAMBAȘU Mihaela-Roxana -master IEMA
Facultatea: IIR Specializarea: INPN, Anul de studii: II, Persoana contact e-mail: robertignat0@gmail.com

Conducători științifici: Prof.dr.ing. **Constantin Gheorghe OPRAN**
Drd. ing. **Camelia ROȘIORU**

ABSTRACT: This paper presents the results of our research regarding the conceptual roadmap and industrial implementation, starting from marketing and economic impact of the product: functional ornament. This product represents an ornament with a general function of holding your desk accessories, adapted to the current needs of the modern person in the present global context, allowing the display of ambient temperature as well as body temperature. This concept makes our product more user friendly compared to existing products on the market, having integrated innovative and intelligent systems. For making this product, we used advanced additive manufacturing and generative designing techniques in order to obtain an economical advantage and the growth of our product's global competitiveness.

CUVINTE CHEIE: proiectare generativă, inovativ, ornament, produs, fabricatie aditiva

1. Introducere

Lucrarea abordează într-un mod integrat și inovativ cercetări privind injecția în matriță produse polimerice folosind fabricație aditivă și proiectare generativă. Se aplică cercetarea fundamentală în concepția și realizarea ornamentelor funcționale de birou în scopul optimizării parametrilor tehnologico-funcționali.

2. Stadiul actual

În prezent, lucrarea evidențiază partea de dezvoltare a produsului în paralel cu matrița de injecție respectiva. Se realizează o singură matriță de injecție cu pastile de lucru interschimbabile având cavități de injecție diferite care vor forma fiecare produs, astfel realizând o economie considerabilă în materie de timp și costuri. Matrița de injecție este realizată în sistem modular cu adaptabilitate pentru diverse produse aparținând aceleiași clase dimensionale.

3. Marketing strategic

Marketingul strategic este un proces de planificare, dezvoltare și implementare a strategiilor pentru a obține un avantaj competitiv în nișa aleasă. O analiză SWOT va analiza punctele tari și punctele slabe ale organizației și oportunitățile și amenințările externe. Această analiză SWOT se prezintă în figura 1.

<p style="text-align: center;">Puncte tari</p> <ul style="list-style-type: none"> • Strategie de marketing eficienta; • Raport pret/calitate favorabil; • Unicitatea unui astfel de produs; <p style="text-align: right;">S</p>	<p style="text-align: center;">Puncte slabe</p> <ul style="list-style-type: none"> • Costuri de producție mai ridicate decât pentru produsele simple; <p style="text-align: right;">W</p>
<p style="text-align: center;">Oportunități</p> <ul style="list-style-type: none"> • Concurența nesemnificativă la momentul actual în România • În contextul actual, prezintă un interes foarte mare datorită faptului că poate măsura temperatura corpului <p style="text-align: right;">O</p>	<p style="text-align: center;">Amenințări</p> <ul style="list-style-type: none"> • Apariția altor concurenți; <p style="text-align: right;">T</p>

Fig. 1. Analiză SWOT

După interpretarea rezultatelor obținute prin metoda interviului au fost obținute următoarele cerințe ale clienților cu privire la produsul nostru, iar în tabelul de mai jos au fost ierarhizate aceste cerințe în ordinea descrescătoare a importanței lor.

Tabelul 1. Centralizator cerințe primare [7]

Nr. crt.	Cerințele clienților	Importanță relativă
1	SBF să ofere mai multe funcții	5
2	SBF să prezinte funcții utile	5
3	SBF să permită alimentarea rapid	4
4	SBF să fie utilizat de toate categoriile de persoane	3
5	SBF este transportabil	4
6	SBF să permită întreținerea în condiții optime	3
7	SBF să fie un produs rezistent	4

În concluzie, în cadrul acestui capitol am realizat pentru început selectarea potențialilor clienți printr-o matrice de selecție. Prin metoda chestionarului am stabilit potențialii clienți și am aplicat metoda interviului pentru a obține informații despre cerințele acestora față de produs. Metoda chestionarului a fost adresat unui număr de 100 de persoane, dintre care numai 54 au prezentat un real interes, deoarece au răspuns și la ultima întrebare din cadrul chestionarului. În urma răspunsurilor primite de la cele 54 de persoane care au completat interviul, am realizat un tabel în care am integrat interpretările răspunsurilor primite, iar apoi funcțiile marcante care au fost solicitate de către potențialii clienți au fost clasate în cerințe principale.

4. Managementul proiectului

Obiectivul principal al acestei lucrări este realizarea unui produs din material polimeric [1], folosind aceeași matriță cu cavități interschimbabile.

Astfel costurile sunt reduse considerabil, deoarece cu aceeași matriță se pot realiza un număr mult mai mare de produse cu configurații diferite.

Cu ajutorul programului Primavera Project Planner V6 s-au stabilit activitățile din cadrul proiectului, pentru fiecare activitate au fost alocate resurse umane și materiale. Întreaga planificare a

proiectului este reprezentată de o diagramă GANTT anexată



Diagrama GANTT.pdf

Pe parcursul derulării proiectului vor exista mai multe “piedici”. Acestea sunt riscuri și cauza lor este descrisă în tabelul de mai jos:

Tabelul 2. Evaluarea riscurilor

Factorul declanșator	Descrierea riscului	Activitate afectată
Lipsa de proiectare anterioară a unor ornamente	Lipsa de experiență a echipei	Proiectul de disertație
Membri care a abandonat programul de masterat	Modificarea structurii echipei	Designul produsului
Imposibilitatea găsirii unui sponsor	Lipsa de fonduri	Realizarea fizică a produsului
Lipsa de experiență domeniu marketing	Deficiența de promovare produs	Marketing
Indisponibilitatea unor mașini de printat 3D	Nerealizarea unui prototip	Prototipare
Număr mic de persoane care își exprimă nevoile	Stabilirea specificațiilor	Matricea cerințelor
Pandemie	Întâlniri fizice pentru fabricație	Fabricarea produsului
Imposibilitate găsi laborator de testare	Lipsa echipamentelor de testare	Testarea prototipului
Documente insuficiente sau fonduri	Omologarea produsului	Omologarea
	Analiza economică greșită	Analiza economică

Pentru a diminua aceste riscuri va trebui să se lucreze în echipă, respectând relațiile din organigrama.

Planul de HR management este procesul de identificare și alocare a rolurilor din cadrul proiectului, a responsabilităților, a abilităților necesare, a relațiilor de raportare și crearea unui plan de management de personal. În figura de mai jos este prezentată diagrama ierarhică a planului de HR.

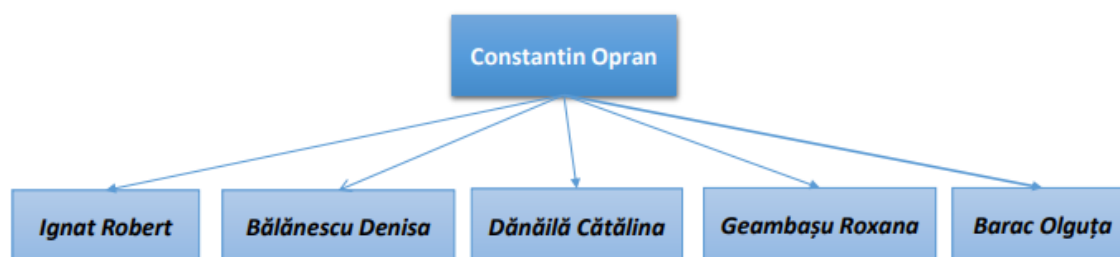


Fig. 2. Diagrama ierarhică a planului de HR

5. Proiectare conceptuală

Din rândul funcțiilor principale stabilite [6] pentru produsul nostru s-a alcătuit o listă a funcțiilor critice, prezentată în tabelul de mai jos, care determină succesul comercial al produsului „decorațiune funcțională”.

Tabelul 3. Funcțiile critice ale produsului

<i>Nr. funcției</i>	<i>Funcția critică a produsului</i>
Ø ₁	Depozitează accesorii birotica
Ø ₂	Masoara temperatura ambientala
Ø ₃	Masoara temperatura corpului
Ø ₄	Semnalizeaza starea de functionare

Pentru îndeplinirea acestor funcții, au fost selectate anumite fenomene fizice și soluțiile tehnice corespunzătoare. Cercetarea externă pentru identificarea de soluții constructive cunoscute s-a realizat prin interviuri adresate unor persoane de specialitate (fie tehnică, fie medicală din pricina domeniului de utilizare a unor componente electronice) și prin analiza brevetelor de invenție existente pentru produse similare.

Tabelul 4. Fenomene selectate pentru îndeplinirea funcțiilor critice ale produsului

<i>Nr. funcției</i>	<i>Funcția critică</i>	<i>Fenomene selectate</i>	<i>Soluții</i>
1.	Depozitare a accesoriilor de birotică	<ul style="list-style-type: none"> • Normală la suprafață • Forța gravitațională • Forța de frecare statică 	<ul style="list-style-type: none"> • Compartiment cilindric drept • Compartiment cilindric înclinat • Compartiment rectangular drept • Compartiment rectangular înclinat
2.	Măsurare a temperaturii	<ul style="list-style-type: none"> • Dilatarea fluidelor sub acțiunea temperaturii • Dilatarea metalelor sub acțiunea temperaturii • Variația rezistivității electrice • Termocromism • Radiații infraroșu 	<ul style="list-style-type: none"> • Mercur • Galistan • Soluție de alcool • Bandă bimetalică (oțel + cupru) • Termistor • Termocuplu • Senzorul digital din siliciu • Materiale cu proprietăți termocromatice împachetate în cristale lichide • Senzor infraroșu
3.	Semnalizare a stării de funcționare	<ul style="list-style-type: none"> • Electroluminescența • Vibrații 	<ul style="list-style-type: none"> • LED • Motor electric • Difuzor

În figura următoare sunt prezentate 10 concepte integrale ale produsului. Acestea au rezultat din combinarea soluțiilor conceptuale parțiale studiate, ținând cont și de posibilitatea realizării și compatibilitatea între ele.

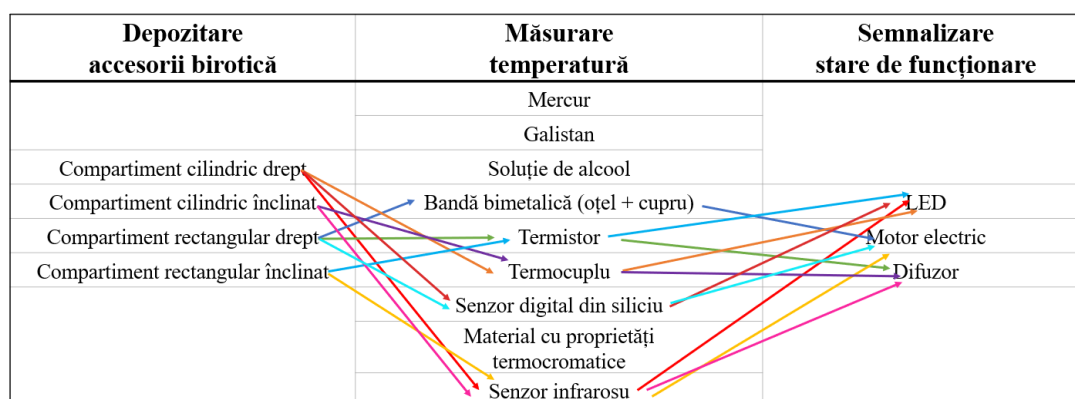


Fig. 3. Concepte integrale pentru funcții critice

Evaluarea conceptelor și selectarea conceptului optim, dintre conceptele rezultate în urma trierii, se va realiza folosind o metodologia AHP - Analytical Hierarchy Process.

6. Proiectare detaliată și fabricare

Produsul trebuie să se încadreze în anumite standarde de ergonomie și de toleranțe. Acest produs este compus din mai multe componente, care împreună realizează, într-un mod controlat, funcțiile principale ale acestuia.

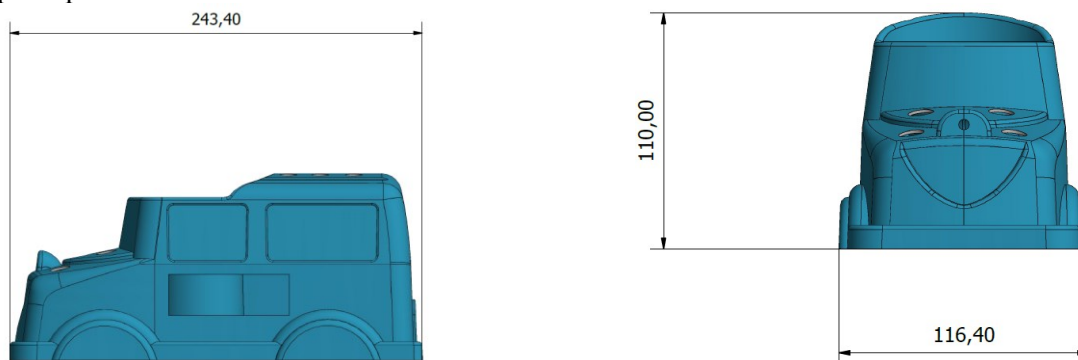


Fig. 4. Dimensiunile de gabarit ale produsului

Design-ul unui produs este unul dintre cei mai importanți factori de decizie pentru cumpărarea acestuia. Având în vedere că produsul realizat are ca țintă persoanele care se ocupă de vânzări de mașini în diferite showroom-uri auto, acesta a fost modelat cu această demografie în minte. S-a ales aspectul unei mașini atât clasice, cât și practice, pentru a accentua utilitatea acestuia.

Elementele care oferă această senzație utilizatorului sunt prezentate în imaginile de mai jos:

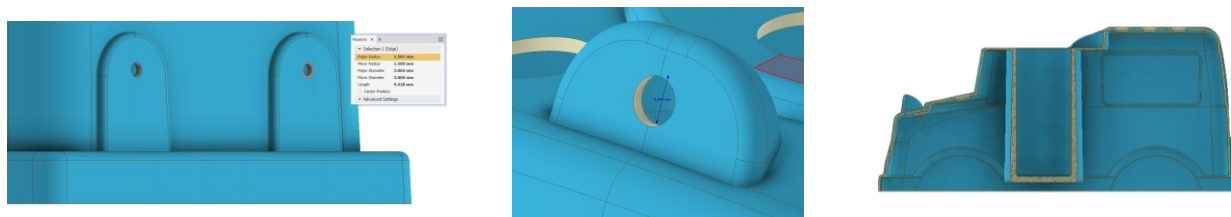


Fig. 5. Elemente design

7. Proiectare generativă

Pentru calculul solicitărilor s-a folosit programul Autodesk Inventor, modulul Stress Analysis (fig.4.). Ca parte fixă s-a folosit suprafața care va veni în contact cu biroul, iar efortul s-a concentrat pe gaura conică în care se vor depozita accesoriile de birotică. Pentru parametrizarea forței s-a folosit masa a 4 pixuri și 2 creioane, ajungând la o masă de 284 de grame, aproximativ 3N, însă ținând cont de un procentaj de siguranță s-a ales valoarea de 4N.

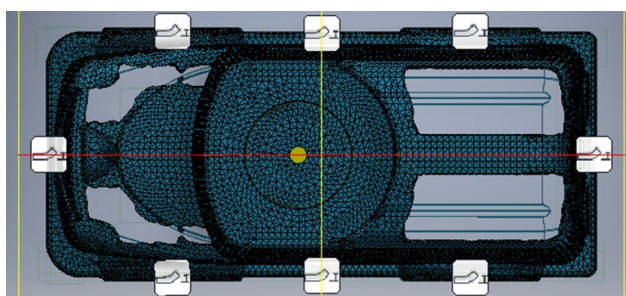


Fig. 6. Optimizarea formei în urma simulării numerice

În urma optimizării s-a redus masa piesei cu 10% din masa inițială.

8. Fabricație aditivă

În figura de mai jos sunt reprezentate cavitatea și miezul matriței care se vor fabrica prin sinterizarea unei pulberi metalice [4] folosind LASER Nd: YAG cu un diametru al fasciculului de 0,2 mm, o putere de aprox. 95W și o viteză de scanare cuprinsă între 10 mm/s și 300 mm/s.

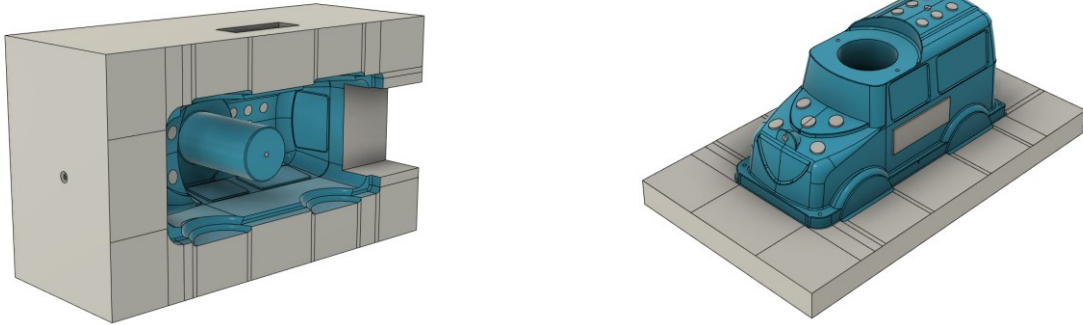


Fig. 7. Cavitate și miez

S-a optat pentru realizarea unor găuri cu profil circular în defavoarea celor rectangulare din motive de fabricație și de optimizare a traseului capului LASER și pentru a oferi o zona de simetrie pentru gaura de fixare a senzorului de temperatură, acesta având forma cilindrică.

Având stabilit produsul și deci prin urmare și componentele acestuia, se va realiza o matriță de injecție [3] pentru piesa care va încadra celelalte componente. Aceasta a fost realizată cu un design modular [4], permițând ca partea activă să poată fi schimbată. Componentele matriței se regăsesc în figura de mai jos:

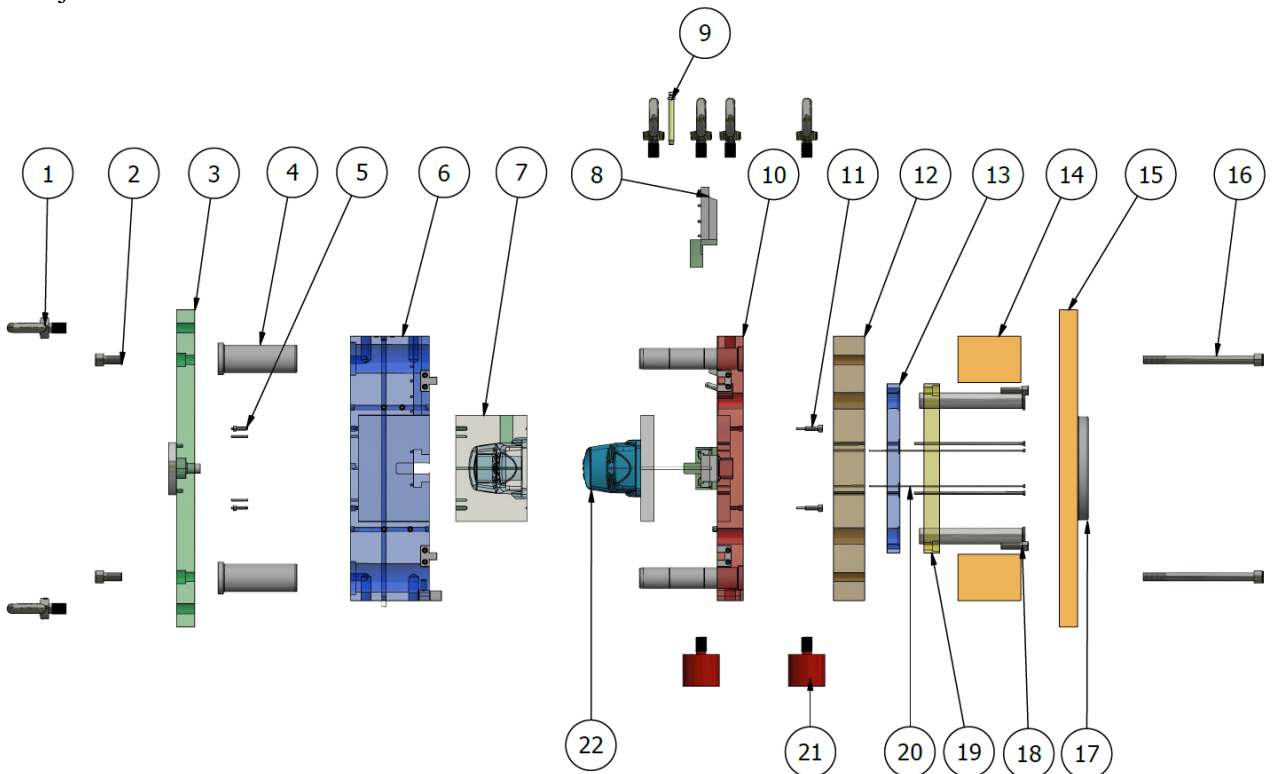


Fig. 8. Elementele componente ale matriței

În care: 1. Șurub ochi pentru ridicare cu pod rulant; 2. Șuruburi pentru prinderea plăcii de capăt; 3. Placa de capăt; 4. Bucșă de ghidare; 5. Șuruburi și știfturi pentru prinderea cavității; 6. Placa port-cavitate; 7. Cavitatea; 8. Slider mecanic; 9. Fitting rigid pentru circuitul de răcire; 10. Placa port-miez plus colanele de ghidare; 11. Șuruburile de prindere a miezului pe placa purtătoare; 12. Placă de ghidare a aruncătorilor; 13. Placa ejectoare; 14. Distanțieri; 15. Placă de capăt; 16. Șuruburi pentru fixarea distanțierilor; 17. Flanșă cilindrică pentru centrarea pe platanul mașinii de injecție; 18. Șuruburi de prindere placi aruncătoare; 19. Placa aruncătoare; 20. Aruncători; 21. Suporți pentru depozitarea matriței; 22. Miezul.

Având toate componentele matriței de injecție pregătite, se poate trece la o simulare numerică a injecției propriu-zisă. În imaginile de mai jos se poate vedea atât umplerea cavității cât și zonele în care materialul ajunge ultima oară. [2]

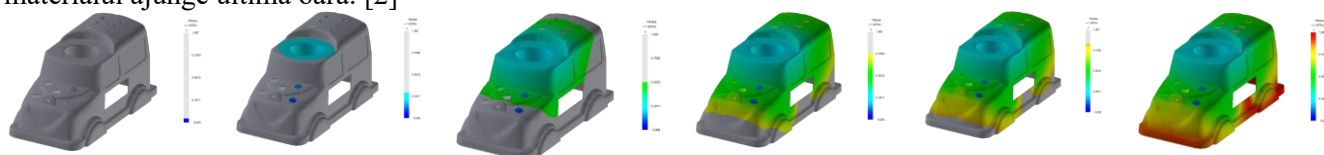


Fig. 9. Umplerea cavități matriței

Partea electronică de preluare a datelor de temperatură atât a corpului, cât și a mediului ambiental este evidențiată în figura de mai jos:

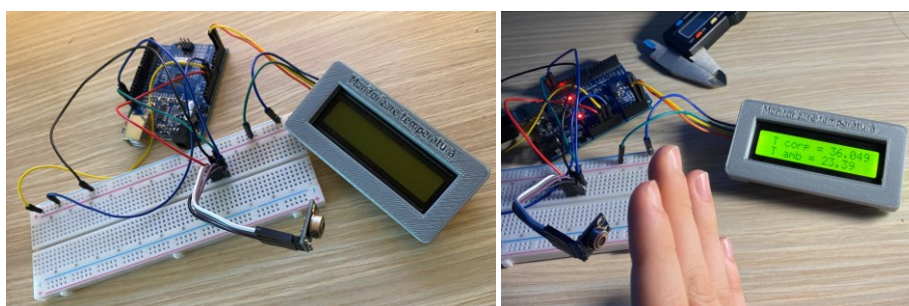


Fig. 10. Legăturile electronice

9. Omologarea produsului

În cadrul realizării de noi produse, omologarea reprezintă avantaje deosebite privind îmbunătățirea tehnico-economică de mare importanță pentru succesul produsului pe piață.

Omologarea prototipului [5] are ca scop confirmarea nivelului performanței produsului ce urmează a se asimila, pe baza verificărilor parametrilor prototipului în conformitate cu parametrii descriși în documentația avizată și realizarea tuturor condițiilor necesare și suficiente pentru a trece la faza următoare. Omologarea poate fi preliminară (de tip prototip) sau finală (serie zero sau fază unică).

Tabelul 5. Proces verbal pentru omologare Suport Birou Funcțional

<u>Proces verbal de omologare</u> Încheiat astăzi, 12.03.2021
Comisia de omologare s-a reunit în vederea omologării seriei zero a “ Suport Birou Funcțional”. Obiectul omologării este realizat în cadrul disertației din F.I.I.R. Politehnica- București, Proiect 2021. Comisia: - a examinat dosarul de omologare al produsului „Suport Birou Funcțional”; - a examinat seria zero a dispozitivului, exemplarul disponibil fiind pus în funcțiune;

<p>- a examinat documentația de prezentare și instrucțiunile de utilizare a dispozitivului.</p> <p>Comisia a constatat că:</p> <ul style="list-style-type: none"> - elaborarea noii soluții este justificată sub raport științific; - dispozitivul corespunde datelor și caracteristicilor tehnice din prospect; - verificările asupra preciziei și repetabilității rezultatelor determinărilor cu ajutorul dispozitivului, în faza de prototip și serie zero, sunt convingătoare și răspund exigențelor științifice în domeniu; - prototipul corespunde prevederilor proiectului și este funcțional, fiind echipat cu toate componentele specificate în prospect; - prospectul este explicit și pe deplin lămuritor pentru utilizatori. <p>În urma discuțiilor purtate, comisia omologhează metoda de măsurare a temperaturii corporale și a locuinței și Suport Birou Funcțional, cu următoarele recomandări:</p> <ul style="list-style-type: none"> - să fie introdusă la OSIM marca de înregistrare pentru dispozitiv; - să se facă o prelucrare statistică, cu ajutorul unui program de calculator a datelor experimentale. <p>Acest document s-a încheiat în două exemplare originale, unul pentru partenerii proiectului și unul pentru Universitatea Politehnica.</p>
<p>Președinte: Ing. Olguța Elena Barac</p> <p>Membri: Ing. Geambașu Mihaela Roxana Ing. Dănăilă Cătălina Ing. Bălănescu Denisa Ștefania Ing. Ignat Robert Ing. Constantin Opran</p>

10. Concluzii

Analizând diferite concepte care au caracteristici similar s-a ajuns la un model care se pretează cel mai bine pentru cerințele pieței și ale demografiei intervievate. Acest model conține pentru stadiul acesta componente electronice specific pentru prototipare (Arduino Uno și breadboard), urmând ca în viața de serie a produsului să se folosească o placă de dezvoltare specializată pentru utilizarea menționată, reducând astfel costurile și fiabilitatea circuitelor care intră în componența produsului.

În cadrul lucrării, s-au studiat atât posibilitatea realizării piesei, cât și a realizării echipamentelor necesare fabricării. În urma analizei, piesa s-a dovedit a fi fezabilă din punctul de vedere al fabricării prin injecție în matriță, iar modularitatea echipamentului oferă avantaje substanțiale din punct de vedere al costului de producție pentru mai multe modele cu gabarit similar.

11. Bibliografie

- [1]. DUMITRESCU Andrei; OPRAN Constantin; 2002; *Materiale polimerice; Caracterizare, Proprietati, Prelucrare*; Oficiul de informare documentara pentru industrie, cercetare management; Bucuresti, Romania; pp.137; ISBN 973-8001-32-3.
- [2]. OPRAN Constantin Gheorghe; 2016; *Tehnologii de injecție în matriță produse polimerice*; Editura Bren; Bucuresti, Romania; pp.252; ISBN 978-606-610-201-8; pp.253.
- [3]. OPRAN Constantin Gheorghe; 2014; *Tehnologii de injecție în matrițe, Indrumar proiectare*; Editura Bren; Bucuresti, Romania; pp.108; ISBN 978-606-610-085-4; pp.109.
- [4]. L.Jyothish Kumar, “3D Printing and Additive Manufacturing technologies”, Springer, 2019
- [5]. Monitorul Oficial, “METODOLOGIA ȘI CONDIȚIILE TEHNICE din 8 mai 2003”, nr 347
- [6]. Ionescu N., Vișan A., Stoicescu D., “Creativity and intellectual Property”, Editura BREN (Cod CNCIS 96), București, 2016, ISBN 978-606-610-188-2.
- [7]. Prof. dr. ing. Cristian Doicin, “Dezvoltarea Produselor 1”, notițe de curs, 2019-2020, Universitatea POLITEHNICA București.

AUTOMATED DOUBLE-DECK STORAGE SYSTEM FOR BOXES TRANSPORT

NEAGOE Adriana, LICĂ Constantin Cosmin, STOICA Valentin și DRUMEA Mihai Răzvan
Facultatea: Inginerie Industrială și Robotică. Specializarea: Inginerie Avansată Asistată de Calculator,
Ingineria Proiectării și Fabricării Produselor, Ingineria Nanostructurilor și Proceselor Neconvenționale.
Anul de studii: II, e-mail: vstoica73@yahoo.com

Conducător științific: Prof.Dr.ing. **Tom SAVU**

SUMMARY: The increasing development of industrial automated systems has led to many solutions to various old problems that could not have been solved by using conventional systems. But with the already established solutions, new problems have occurred, particularly in the matter of space and storage of products. The paper presents the solution developed by the team with the purpose of solving various problems not only in the matter of product storage and transport, but also in the matter of product security. In addition, calculation for the system torque transmission is framed on the paper.

CUVINTE CHEIE: sistem de depozitare, ghidaje, container, actuator, vehicul autonom.

1. Introducere

În lucrarea de față se va prezenta un sistem automat destinat exclusiv AGV-urilor în vederea manipulării cutiilor de dimensiuni mici și care se poate adapta pe diversele variațiuni de spațiu.

Plecând de la această idee, scopul nostru constă în realizarea unui sistem modular astfel încât în funcție de spațiul de care dispune fiecare dintre clienți, sistemul să fie realizat la dimensiunile respective. Faptul că vrem să realizăm un sistem modular ne ajută să activăm pe o arie mai mare a pieței deoarece putem să concepem sistemul conform cerințelor clientului.

Trebuie să menționăm faptul că transportul cutiilor la sistem se realizează cu ajutorul unui vehicul autonom, drept urmare acest sistem nu se adresează domeniului industrial, ci se adresează pieței formată din: biblioteci, spitale, easybox-uri etc.

2. Stadiul actual

Conform cerințelor proiectului, sistemul etajat automat pentru depozitarea containerelor cu dimensiunile de aproximativ 210 x 300 [mm] trebuie să înmagazineze și să permită deplasarea containerelor [1] dintr-un sistem de tip magazie [12], [13] cu ajutorul unui vehicul autonom.

În urma prezentării conceptelor anterioare cât și pe baza analizei funcționalității acestora, conceptul final reprezintă o adaptare a conceptelor în ceea ce privește cerințele, costul, tehnologicitatea, cât și fiabilitatea.

Conceptul final adoptat este un sistem complex capabil să satisfacă nevoile clienților.

Sistemul este compus dintr-o parte parte dinamică și una statică.

Partea dinamică este reprezentată de către vehiculul autonom și mecanismele de transmisie ce permit deplasări pe cele 3 axe. Vehiculul autonom este responsabil de încărcarea și descărcarea containerelor, iar mecanismele de transmisie sunt compuse din: actuatori liniari [6] pentru axele "Y" [8] și "Z" [6] și un subansamblu curea-roată dințată [10], [11] pentru axa "X". De asemenea, sistemul permite și o mișcare de rotație în jurul axei "Z".

Partea statică este constituită din două magazine poziționate de o parte și de alta a mecanismului de manipulare și o zonă de încărcare-descărcare. Fiecare magazie [12], [13] depozitează un număr de treizeci și șase de containere, pe fiecare dintre cele șase coloane fiind dispuse câte șase containere [1]. Zona de

încărcare-descărcare este prevăzută de o rampă și elemente de ghidare care permit poziționarea optimă a containerului pe cele două ghidaje.

În cadrul lucrării este prezentată doar această soluție de dispunere a magaziei, însă sistemul permite o adaptare a structurii în funcție de spațiu și nevoile clienților.

3. Stabilirea momentelor necesare funcționării sistemului

În vederea stabilirii elementelor componente au fost efectuate calcule pentru a determina sarcinile ce acționează în sistem.

- Pentru motorul ce va roti axa “Z”:

$$F_f = \mu \cdot N \quad (1)$$

$$N = G \quad (2)$$

$$G = 3 \text{ [kg]} + 0,8 \text{ [kg]} + 0,4 \text{ [kg]} + 3 \text{ [kg]} + 0,5 \text{ [kg]} \quad (3)$$

$$G = 7,7 \text{ [kg]} \approx 77 \text{ [N]};$$

Unde:

$$\mu = 0,0025;$$

3 [kg] - greutatea actuatorului liniar de 500 [mm];

0,8 [kg] - placă de susținere din Al;

0,4 [kg] - greutatea containerului;

3 [kg] - încărcătura;

0,5 [kg] - flanșa de antrenare.

$$M = M_1 + M_2 \quad (4)$$

$$M_1 = 0,5 \times \mu \times G \times D_m \quad (5)$$

$$M_1 = 0,5 \times 0,0025 \times 77 \times 40 = 3,85 \times 2 = 7,7 \approx 10 \text{ [Nmm]} \quad (6)$$

$$M_2 = f_s \times F_a \times D_m \quad (7)$$

$$M_2 = 0,009 \times 42 \times 40 = 15,12 \text{ [Nmm]} = 20 \text{ [Nmm]} \quad (8)$$

$$M = 10 \text{ [Nmm]} + 20 \text{ [Nmm]} = 30 \text{ [Nmm]}. \quad (9)$$

Unde:

$$D_m = 40 \text{ [mm]};$$

$$f_s = 0,009;$$

$$r = 5 \text{ [mm]}.$$

$$F_a = 3 \text{ [kg]} + 0,4 \text{ [kg]} + 0,8 \text{ [kg]} = 42 \text{ [N]} \quad (10)$$

- Pentru motorul ce va antrena mișcarea de translație pe axa “Z” momentul minim necesar va fi:

$$M_t = G \times r \quad (11)$$

$$G = 0,8 \text{ [kg]} + 3 \text{ [kg]} + 0,4 \text{ [kg]} \quad (12)$$

$$G = 4,2 \text{ [kg]} \approx 42 \text{ [N]} \quad (13)$$

$$M_t = 42 \times 5 = 210 \text{ [Nmm]} \quad (14)$$

- Pentru motorul ce va antrena mișcarea de translație pe axa “Y” momentul minim necesar va fi:

$$M_t = G_1 \times r \quad (15)$$

$$G_1 = G + 0,2 \text{ [kg]} + 1,5 \text{ [kg]} \quad (16)$$

$$G_1 = 7,7 \text{ [kg]} + 1,7 \text{ [kg]} = 9,4 \text{ kg} \approx 94 \text{ N}; \quad (17)$$

$$M_t = 94 \times 4 = 376 \text{ [Nmm]} \quad (18)$$

Unde:

0,2 [kg] - greutatea motorului axei de rotație;

1,5 [kg] - șuruburi, piulițe [14], placă susținere cutie + coef. de siguranță;

r = 4 [mm].

- Pentru motorul ce va antrena mișcarea de translație pe axa “X” [9] momentul minim necesar va fi:

$$F_u = (2 \times M_t) / D_1 \quad (19)$$

$$F_u = G = 9,4 \text{ [kg]} + 0,6 \text{ [kg]} + 3 \text{ [kg]} + 3 \text{ [kg]} \quad (20)$$

$$G = 16 \text{ [kg]} \approx 160 \text{ [N]}$$

$$M_t = (160 \times 66) / 2 = 5280 \text{ [Nmm]} = 5,3 \text{ [Nm]} \quad (21)$$

Unde:

0,6 [kg] - motorul axei “Y”;

3 [kg] - actuatorul liniar axa “Y” [8] ;

3 [kg] - restul de elemente de legătură + coef. de siguranța.

4. Proiectarea detaliată

În cele ce urmează, va fi prezentat ansamblul din punct de vedere al elementelor componente, precum și principiile de funcționare ale acestuia.

În prima figură este prezentat vehiculul autonom ce are ca și elemente specifice cerințelor proiectului o platformă pe care se va așeza containerul, cât și doua cleme tip mamă de prindere și fixare a containerului (vezi fig.1).

Containerul cu dimensiunile exterioare de 220 x 308 [mm] are fixat de acesta, două cleme de tip tată pentru fixare și prindere de vehicul (vezi fig.2).

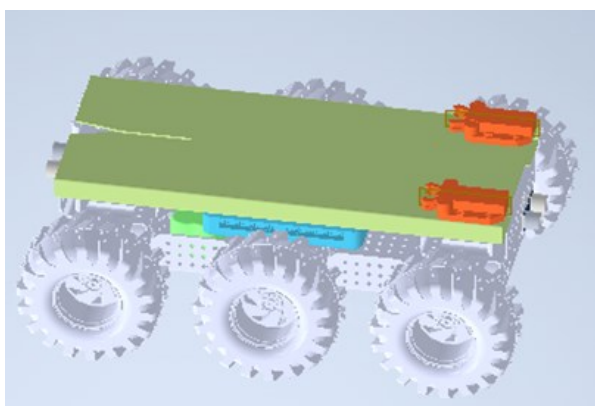


Fig. 1. Vehicul Autonom

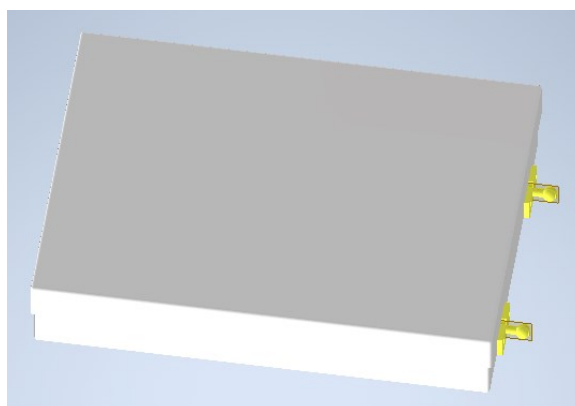


Fig. 2. Containerul împreună cu cele 2 cleme tip “tată”

Pentru poziționarea pe vehicul, containerul vine cu un ghidaj ce se ghidează prin intermediul evazării prezente pe platforma vehiculului (vezi fig.3).

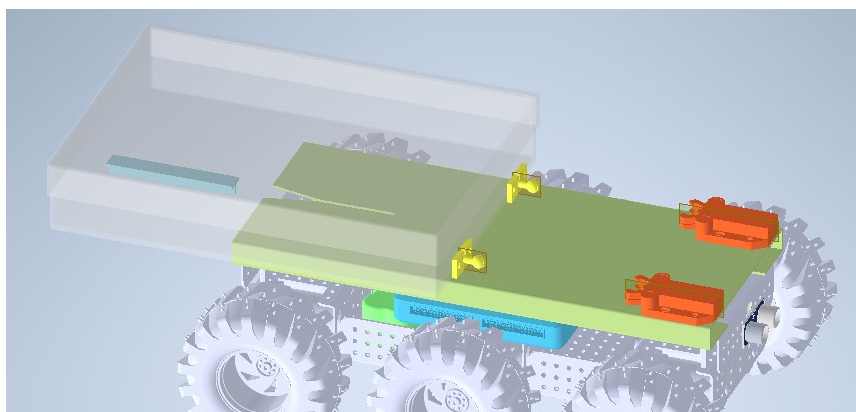


Fig. 3. Poziționarea containerului pe vehicul

Odată ce vehiculul ajunge în zona de încărcare-descărcare acesta se poziționează cu ajutorul senzorilor [2], cât și cu ajutorul compensatorilor (amortizorilor [5]) din cauciuc, dar și a evazărilor din cele două ghidaje (vezi fig.4).

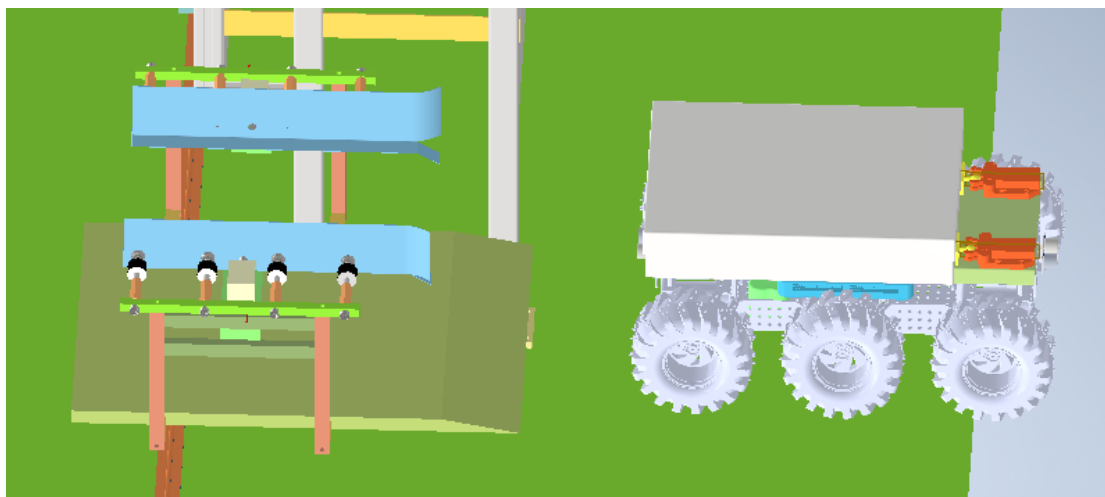


Fig. 4. Poziționarea vehiculului în zona de încărcare – descărcare

- **În situația în care containerul se află pe vehicul:**

Elementele de poziționare ce realizează compensarea de erori sunt evazările celor două ghidaje din raft, amortizorii [5] din cauciuc, cât și senzorii. Blocarea cursei containerului în raft este posibilă prin forma ghidajelor. Odată ce cursa containerului este blocată, energia cinetică a vehiculului acționează desfacerea clemelor [3] de tip push-push (cleva tată acționează cleva mamă).

În momentul în care cursa containerului este blocată sunt acționate cele două încuietori electromagnetice ce fixează containerul în raft. Odată ce clevile [3] au fost decuplate, vehiculul părăsește zona de descărcare în vederea permițerii celorlalte mecanisme de a stoca containerul în magazie [12], [13]. Zona de încărcare-descărcare are doi suportți în formă de “L” ce nu permite containerului să se gripeze pe cele doua ghidaje (efectul de gripare se datorează greutateii containerului și a amortizorilor [5] din cauciuc) (vezi fig.5)

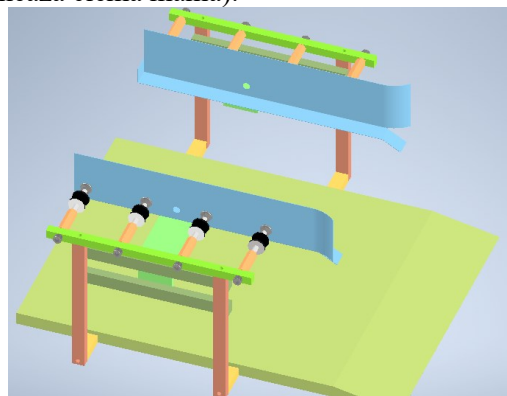


Fig. 5. Zona de încărcare – descărcare

- **În situația în care containerul se află deja în zona de încărcare – descărcare :**

Odată ce vehiculul ajunge în zona de încărcare-descărcare, se poziționează cu ajutorul senzorilor și a ghidajului de pe containere ce va culisa în evazarea de pe suportul vehiculului, amortizorii [5] din cauciuc compensand eventualele erori de poziționare.

Prin energia cinetică a vehiculului clevile vor fi acționate, iar încuietorile electromagnetice vor debloca cutia permițând vehiculului să preia containerul.

Sistemul de manipulare a containerelor constă în actuatori [6] liniari pentru axele “Y” și “Z” și un subansamblu curea-roată dințată [10], [11] pentru axa “X” (vezi fig.6)

Containerul este înmagazinat cu ajutorul unui braț ce aduce cutia într-un anumit raft din magazie [12] și apoi printr-o deplasare negativă pe axa “Z”, depozitează cutia ce se va fixa cu bandă magnetică în sertarele din magazie [12], [13] (vezi fig.7).

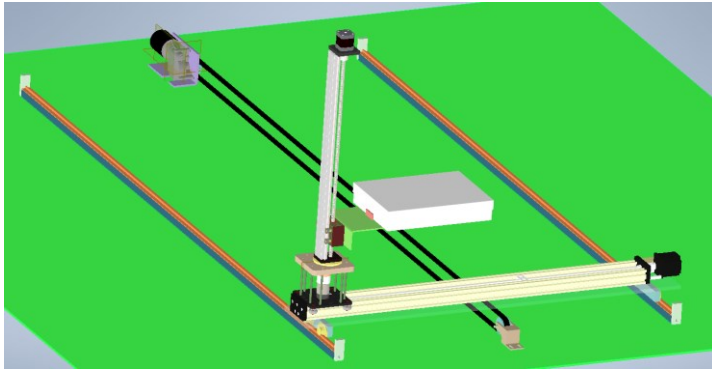


Fig. 6. Sistem de manipulare a containerelor

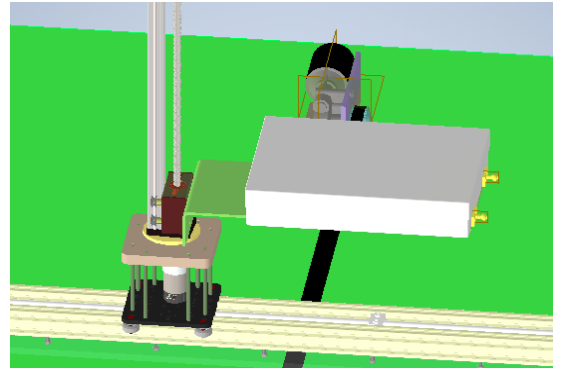


Fig. 7. Brațul de înmagazinare container

Pentru a evita deplasarea cutiei în timpul transportului, suportul brațului prezintă un element de fixare pe direcțiile “X” și “Y” pentru a permite motoarelor să realizeze mișcarea corectă în cadrul sistemului (vezi fig.8). Mecanismele axelor “Y” și “Z” sunt de tipul celor șurub-piulită cu motoare pas cu pas.

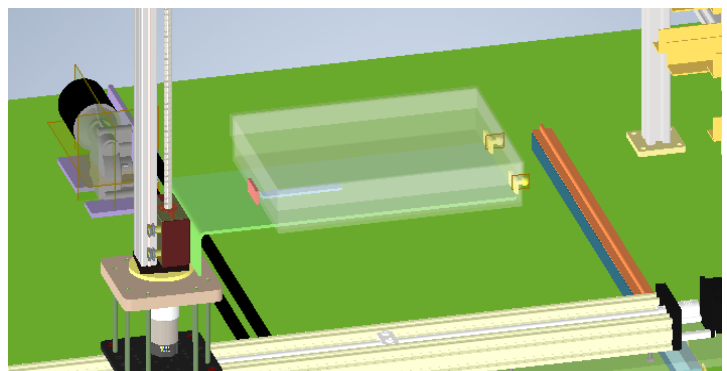


Fig. 8. Element de fixare pe cele două direcții “X” și “Y”

Brațul are și o mișcare de rotație în jurul axei “Z” pentru o productivitate mai mare (în situația actuală, magazia de containere este dispusă pe ambele părți ale axei “X”, fiind poziționată în paralel cu aceasta.

Motorul ce asigură rotația brațului în vederea înmagazinării containerelor pe ambele părți este un motor electric cu encoder [7].

Infrastructura sistemului de manipulare trebuie să fie sub nivelul zonei de încărcare-descărcare a containerelor cu aproximativ 180 [mm]. Acest fapt se datorează actuatorilor liniari ce au anumite dimensiuni, dimensiuni ce însumate conduc la necesitatea unei infrastructuri speciale.

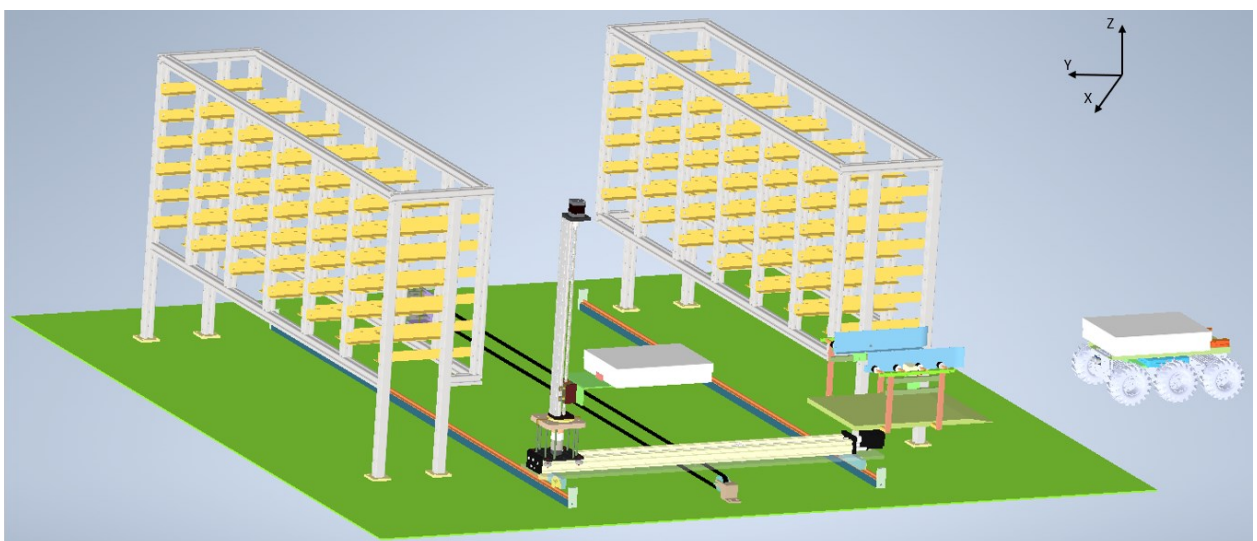


Fig. 9. Vederea de ansamblu a întregului sistem

5. Concluzii

În concluzie, sistemul dezvoltat prezintă o structură simplă bazată pe mecanisme capabile să asigure o precizie de manipulare și totodată siguranța obiectelor transportate.

În continuare, ne propunem să aducem anumite îmbunătățiri sistemului precum:

1. Suplimentarea sistemului cu o nouă zonă de încărcare-descărcare în vederea creșterii productivității ;
2. Mărirea spațiului de depozitare în funcție de cerințele clienților (diverse soluții de așezare a magaziei) ;
3. Asigurarea protecției sistemului împotriva factorilor externi (personal uman, praf, uleiuri, vaseline, etc) prin montarea unei carcase sistemului;
4. Facilitarea accesului direct a personalului uman la magazie prin folosirea unor carduri de acces sau cu cheie.

6. Bibliografie

- [1]. <https://www.worldofenvelopes.com/a4-clear-plastic-storage-box.html>
- [2]. <https://www.aliexpress.com/i/32861650739.html>
- [3]. <https://www.amazon.com/Touch-Latch-Mc-37-Non-Magnetic-Black/dp/B06XH54X5Q>
- [4]. <https://www.norelem.com/us/en/Products/Product-overview/Systems-and-components-for-machine-and-plant-construction/26000-Compression-springs-Elastomer-springs-Rubber-buffers-Shock-absorbers-Gas-springs/Rubber-buffers/26101-Rubber-buffers-type-AT-tapered.html>
- [5]. <https://www.banggood.com/Wholesale-Linear-Actuator-c-11892.html>
- [6]. <https://www.robofun.ro/motor-37d/pololu-motor-electric-metalic-30-1-37dx68l-12v-pinion-elicoidal.html#resp-tab1>
- [7]. <https://openbuildspartstore.com/c-beam-xlarge-linear-actuator-bundle/>
- [8]. <https://shop.hpceurope.com/an/produit.asp?prid=498>
- [9]. https://www.pro-cnc.ro/curele_si_roti_dintate_cu_pas_metric.html
- [10]. <https://www.automatic.ro/curele-dintate/795-curea-t516-la-metru-liniar.html>
- [11]. https://www.tme.eu/ro/katalog/profile-si-dispozitive-de-prindere_113232/
- [12]. <https://www.leroymerlin.ro/products/profile-fier-aluminiu-alama-pvc/955/cornier-aluminiu-natural-30-x-30-x-2-mm-l-1-m/44927>
- [13]. <https://vinix.cld.bz/Catalog-Rocast/8/>

7. Notații

Următoarele simboluri sunt utilizate în cadrul lucrării:

D_1 = diametrul roții de antrenare;

μ = frecarea din rulmentul conic;

M_1 = moment rezistent, datorită sarcinii de încărcare;

M_2 = moment de frecare axial;

D_m = diametrul mediu al rulmentului conic;

f_2 = factor ce depinde de construcția rulmenților și ungere ;

F_a = forța axială;

G = calculat la rotația axei Z;

EQUIPMENT FOR TURNING ULTRASONIC VIBRATION GENERATION FOR INDUSTRIAL APPLICATIONS

ANGELESCU Cerasela-Nicoleta, CORPACI Angela, CREȚU Raluca și GHEBU Andreea-Ana
Facultatea de Inginerie Industrială și Robotică, Specializarea: DIPI,
Anul de studii: I, e-mail: angi_98@yahoo.com

Conducător științific: Prof.dr.ing **Daniel GHICULESCU**

SUMMARY: The paper presents current theoretical and practical considerations regarding the transformation of longitudinal ultrasonic waves into torsional waves with the help of helical-shaped concentrators, integrated in ultrasonic chains with usual transducers for longitudinal waves. The strategic marketing of the product is presented to determine the needs resulting from interviews and to obtain the product characteristics. Potential customers were also located. The concentrator variant was modeled and the propagation of ultrasonic waves within them was simulated, using finite element analysis with the dedicated program, Comsol Multiphysics. The influence of the geometric elements of the concentrators on the amplification of the oscillations and on their own frequency was studied, in order to obtain the resonance condition necessary for the realization of the ultrasonic chains.

CUVINTE CHEIE: lanțuri ultrasonice, unde torsionale, modelare, simulare, elemente finite.

1. Introducere

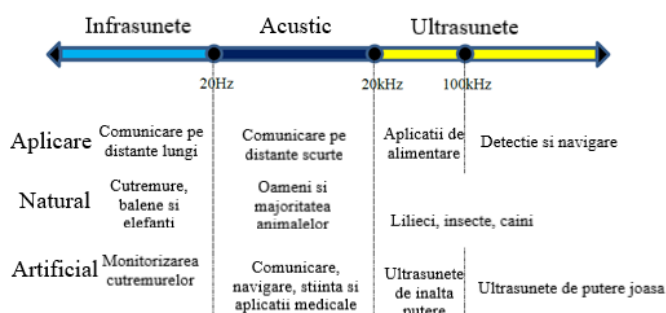


Fig. 1 Clasificarea undelor sonore [1]

„Ultrasonic”(US) este un termen care face referire la aplicarea undelor sonore, în transportul energiei mecanice mai mare decât pragul sonor. Acesta este considerat, uzual, 20kHz. Numărul de secvențe repetate per unitate de timp reprezintă frecvența care poate fi utilizată pentru a clasifica undele sonore (Fig 1). Așadar, cuvântul „ultrasonic” se folosește ca termen scurt pentru orice echipament ce utilizează unde ultrasonice. Având în vedere modul de vibrație, undele sunt de mai multe tipuri,

printre care cele *longitudinale* și *torsionale*.

2. Stadiul actual

Transductorul ultrasonic este elementul care transformă cu randament impus energia primară (electrică) în energie acustică. După principiul de transformare a energiei se întâlnesc mai multe tipuri de transductoare, dintre care cele mai răspândite sunt cele magnetostriective și piezoelectrice.

Concentratorul ultrasonic permite ca energia acustică să fie concentrată într-un volum mai mic și să se obțină unde ultrasonice de intensități ridicate; face legătura între transductor și obiectul de transfer cu scopul de a mări amplitudinea de oscilație și de a asigura un accord de impedanță între transductor și sarcina din spațiul de lucru [2].

Pentru obținerea undelor torsionale trebuie făcute modificări geometrice la (concentrator). Aceste modificări geometrice constau în crearea unui număr de caneluri răsucite de-a lungul concentratorului, pentru a produce căi de undă în spirală.

3. Marketing strategic al produsului

Marketingul strategic este un proces care pornește de la o analiză a pieței și a concurenților, trece prin selectarea țintei de referință și studiul tendințelor industriei, până la dezvoltarea unui program de marketing precis și a strategiilor de poziționare pentru a satisface nevoile pieței, implicit a clienților. Marketingul strategic se concentrează asupra modului de a dezvolta un avantaj competitiv prin intermediul planificării [3].

În continuare am identificat și formulat 3 nevoi ale clienților.

N1: Nevoia de creștere a calității suprafeței prelucrate;

N2: Nevoia de a realiza suprafețe elicoidale interioare și exterioare în materiale dure pe mașini clasice existente

N3: Nevoia de creștere a productivității a prelucrării materialelor de duritate ridicată

Pentru fiecare nevoie identificată anterior am stabilit următoarele:

a) Oportunitățile de piață (Motivele formulării nevoii):

Pentru nevoia N1: Inexistența pe piață a unui echipament de prelucrare prin electroeroziune cu ajutorul ultrasunetelor;

Pentru nevoia N2: Inexistența pe piață a unui echipament de prelucrare prin electroeroziune cu ajutorul ultrasunetelor care să realizeze suprafețe elicoidale în materiale dure pe mașini clasice;

Pentru nevoia N3: Reducerea costurilor la realizarea prelucrării suprafețelor complexe

b) Clienții pentru desfacerea produselor:

- IMM-uri care au mașini clasice de electroeroziune; micro-întreprinderi; întreprinderi mici și mijlocii; instituții de cercetare; universități tehnice; ateliere de reparații.

Metoda de utilizare pentru culegerea informațiilor brute despre nevoile clienților este interviul. În tabelul 1 se regăsesc răspunsurile de la o persoană interviuată.

Tabel 1. Interviul pentru identificarea cerințelor clienților (exemplu)

Client: Pavel Cristian Adresa: Str. Ion Iriceanu, Nr. 157, Bl. 3, Ap.25, București TELEFON: 0784 215 342 Doriți să colaborați? Da		Intervievator: Corpaci Angela Data: 10.05.2021 Utilizări curente: Ocupația utilizatorului: Inginer ofertare	
Întrebare/Îndemn	Declarație client	Cerința interpretată	
Utilizări tipice			
<input type="checkbox"/> În activitatea dvs. utilizați echipament de prelucrare cu ajutorul ultrasunetelor?	Da, utilizez un astfel de echipament	Produsul se folosește pentru operații cu îndepărtare de material cu ajutorul ultrasunetelor	
<input type="checkbox"/> Care sunt cele mai frecvente operații realizate cu ajutorul ultrasunetelor?	Aș dori ca produsul să poată realiza operații de găurire și filetare	Produsul poate realiza operații multiple	
<input type="checkbox"/> Care sunt cele mai frecvente tipuri de materiale pe care le utilizați?	Aș dori ca produsul să prelucreze oțeluri aliate	Produsul prelucrează materiale dure	
Aspecte plăcute la produsul actual			
<input type="checkbox"/> Este manevrabil ?	Produsul trebuie să poată fi transportat ușor	Echipamentul are o masă mică	
Aspecte neplăcute la produsul actual			
<input type="checkbox"/> Există pericolul rănirii utilizatorului?	Aș dori ca produsul să asigure protecția utilizatorului	Produsul asigură protecția utilizatorului	
Propuneri de îmbunătățire			
<input type="checkbox"/> Ați dori ceva anume de la "Echipamentul de generare a vibrațiilor ultrasonice torsionale" ?	Produsul trebuie să aibă un design plăcut și o formă ergonomică	Produsul are un design plăcut și o formă ergonomică	

Deoarece două sau mai multe din informațiile culese de la clienți au același conținut, dar formulare este diferită, am realizat „traducerea” declarațiilor clienților în cerințe.

O modalitate de reducere a numărului inițial de cerințe interpretate este aceea de grupare a lor după gradul lor de asemănare (sens identic, sens asemănător). Ierarhizarea cerințelor clienților a condus la identificarea unui anumit număr de cerințe, pe care le numim primare, iar pentru acestea am stabilit importanța relativă în tabelul 2.

Tabel 2. Importanța relativă a cerințelor

<i>Cerințele clienților ierarhizate</i>	<i>Importanța relativă</i>
Echipamentul realizează operații de îndepărtare de material cu ajutorul ultrasunetelor	5
Produsul poate realiza operații multiple	5
Produsul poate prelucra diferite materiale	5
Echipamentul oferă un spațiu optim de lucru între sculă și piesă	4
Produsul poate prelucra piese de diferite dimensiuni	5

4. Stabilirea specificațiilor

O etapă importantă a procesului de dezvoltare a unui produs o reprezintă stabilirea specificațiilor obiectiv ale produsului, acele valori ale mărimilor caracteristice ale cerințelor, pentru care succesul pe piață al produsului este posibil. Aceste valori se stabilesc în funcție de specificațiile produselor concurente, astfel încât acestea să asigure un avantaj, atât din punct de vedere funcțional, cât și tehnic al produsului dezvoltat. [4]

Pentru a determina specificațiile obiectiv trebuie găsită o corespondență între fiecare cerință primară și mărimea măsurabilă care o caracterizează conform tabel 3.

Tab. 3 Matrice mărimi cerințe

Nevoi		Caracteristici																	
		Dimensiuni de gabarit	Greutate echipamentul	Putere consumată lant ultrasonic [W]	Frecvență ultrasonică	Amplitudinea vibrațiilor	Tensiune alimentare	Spațiu de lucru între sculă și piesă	Dimensiuni interioare/exterioră a suprafeței prelucrate [mm]	Precizie sablon	Dimensiune electrod	Dimensiune filer prelucrare a	Dimensiuni maxime ale piesei prelucrat	Masa piesei de prelucrat	Viteza maximă de prelucrare	Calitatea prelucrării [um]	Asigură protecția utilizatorului M.T.B.F	Design-Ergonomie	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	Realizează operații de îndepărtare de material cu ajutorul ultrasunetelor				•	•													
2	Realizează operații multiple									•	•	•							
3	Poate prelucra diferite materiale								•	•					•				
4	Oferă un spațiu optim de lucru între sculă și piesă						•												
5	Poate prelucra piese de dimensiuni diferite							•				•	•	•					
6	Transformă energia electrică în energie mecanică						•												
7	Amplifica vibrațiile														•				
8	Puterea consumată a lantului ultrasonic este mică			•			•												
9	Amplifică tensiunea și frecvența primită				•	•	•												
10	Este ușor de folosit																		•
11	Se întretine ușor																		•
12	Are o greutate optima	•	•																
13	Este însoțit de cartea tehnică																		•
14	Asigură protecția utilizatorului																		•
15	Ocupă un spațiu mic	•	•								•								
16	Poate realiza mai multe operații									•	•	•			•				
17	Este ușor de dezasamblat	•																	
18	Are un design placut și o formă ergonomică																		•

Pentru stabilirea valorilor obiectiv ideale și limită acceptabile se alege, pentru fiecare mărime, un obiectiv ideal (rezultatul cel mai bun la care echipa poate să spere) și un obiectiv limită acceptabil (valoare care permite ca produsul să fie viabil din punct de vedere comercial) conform tabel 4. În acest scop s-au folosit următoarele moduri de exprimare:

Tab. 4 Specificații obiectiv (Valori limita și valori ideale)

Nr. Măr.	Nr. cerinței	Mărimea	Imp. Rel.	Tipul caracter	Unități	Val. Lim.	Val. Ideale
1	12,15,17	Dimensiuni de gabarit	5		cm	-	-
2	12,15	Greutatea echipamentului	4	STB	kg	<3.5	0
3	8	Putere consumată lanț ultrasonic	5	STB	W	100-180	0
4	1,9	Frecvență ultrasonică	5	GTB	Hz	>40000	Infinit
5	1,7,9	Amplitudinea vibrațiilor	5	NTB	μ	[4-5]	5
6	6,8,9	Tensiune alimentare		GTB	V	[0-1200]	1000
7	4	Spațiu de lucru între sculă și piesă	5		cm	-	-
8	3,5	Dimensiuni interioare/exterioare a suprafeței prelucrate	5		mm	-	-
9	2,3,16	Precizie șablon	5	NTB	μm	[0.001-0.002]	0.001
10	2,15,16	Dimensiune electrod	5	NTB	mm	[0.2-30]	20
11	2,16	Dimensiune filet prelucrare	5	NTB	mm	0-300	200
12	5	Dimensiuni maxime ale piesei de prelucrat	5		mm	-	-
13	5	Masa piesei de prelucrat	5		kg	-	-
14	2,3,5,7,16	Viteza maximă de prelucrare	5	NTB	mm ³ /min	[300-700]	450
15	10	Calitatea prelucrării	4		Da/Nu	Da	Da
16	14	Asigură protecția utilizatorului	5		Da/Nu	Da	Da
17	13	M. T. B. F.	3	GTB	ore	5000-10000	Infinit
18	10,11,18	Design-Ergonomie	4		Da/Nu	Da	Da

5. Proiectarea conceptuală

- Descompunerea funcției generale în funcții componente

Funcțiile componente reprezintă însușiri ale produsului care determină funcția generală:

Funcții componente:

Prinderea lanțului ultrasonic

Funcții secundare:

- desfacerea suruburilor radiale de prindere pe flansa nodala;
- introducerea lanțului ultrasonic; strangerea suruburilor radiale.

Reglarea și alinierea axelor sculei, transductorului și dispozitivului de transmitere a vibrațiilor (aliniere perfectă) pentru a nu conduce la apariția altor vibrații, în afara celor dorite, în raport cu suprafața piesa de prelucrat

Funcții secundare:

- desfacerea suruburilor de reglare a perpendicularității;
- alinierea axei sculei în raport cu piesa de prelucrat;

Alimentarea cu dielectric:

Funcții secundare:

- orientarea orificiului de spalare cu dielectric către zona de lucru;

Crearea cavității induse ultrasonic

Funcții secundare:

- b) alimentarea palniei cu dielectric;
- c) actionarea lantului ultrasonic de spalare de catre generatorul de ultrasunete;

crearea cavitatiei induse ultrasonic in palnia de alimentare;

Prelucrarea prin electroeroziune asistata de ultrasunete;

Functii secundare:

- a) generarea descarcarii electrice intre scula si semifabricat de catre generatorul de ultrasunete;
- b) producerea vibratiilor ultrasonice in lantul ultrasonic

a) Actionare lantului ultrasonic

b) Producerea cavitatiei in interstitiul de prelucrare

Evacuarea particulelor prelevate:

Functii secundare:

a) Asigurarea fluxului de curgere a substantei vascoase

b) Eliminarea particulelor rezultate în urma prelucrării din dielectric

Desprinderea piesei prelucrate

Functii secundare:

a) Desfacerea sistemului de prindere al piesei

b) Desprinderea piesei prelucrate

- Modelare cu metoda elementelor finite

Modelarea geometrică a fost abordată în programul Inventor, unde se realizează forma secțiunii concentratorului, raza acestuia, conicitatea și lungimea acestuia. Construirea concentratorului s-a realizat în funcție de secțiunea și diametrul acestuia. Determinarea frecvenței proprii a concentratorului și simularea funcționării acestuia s-a realizat în programul Comsol Multiphysics. (fig.2)

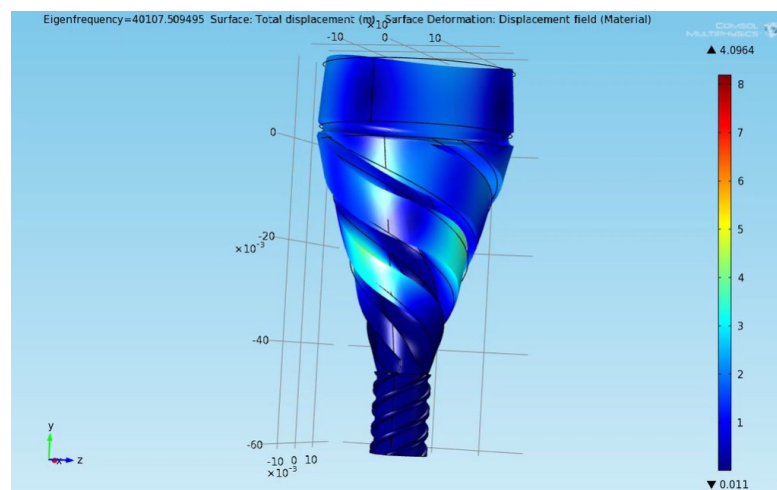


Fig.2. Simularea modului de vibrație prin facilitatea “Play”

6. Proiectarea detaliată

Proiectarea detaliată a fost abordată în programul Inventor prin construirea unei prinderi a lanțului ultrasonic pe capul de lucru al unei mașini cu comandă numerică. (fig.3)

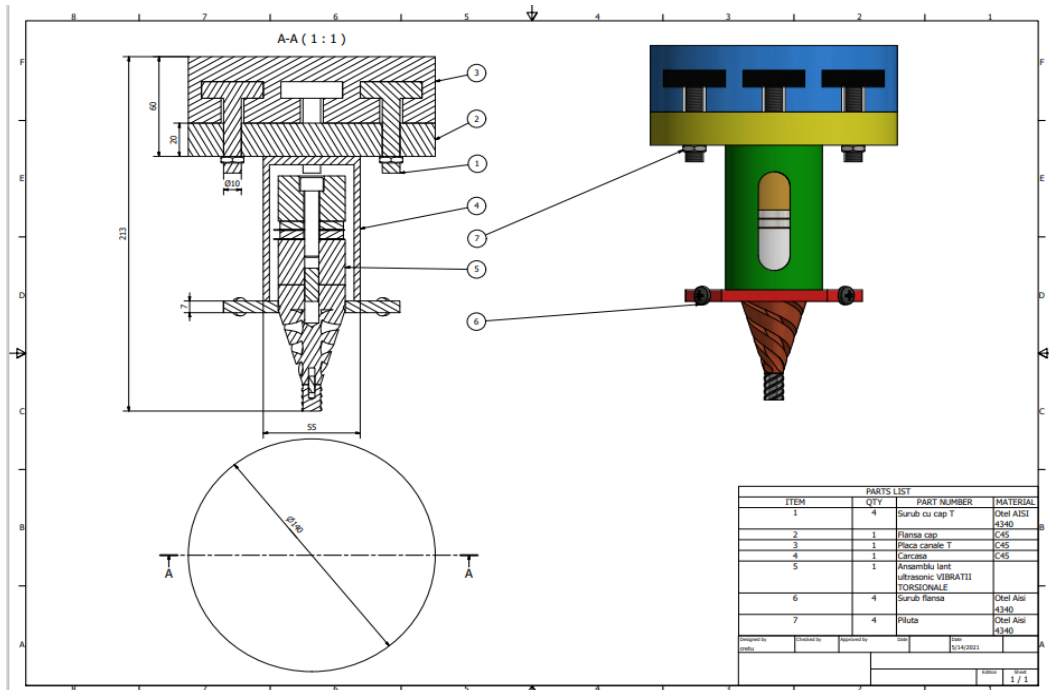


Fig. 3. Ansamblu final lanț ultrasonic

7. Comercializarea și reciclarea produsului

Clienți potențiali

În figura 4 sunt prezentate zonele de interes de pe teritoriul României cu posibili clienți (companii care activează în domeniul prelucrărilor prin intermediul electroeroziunii):

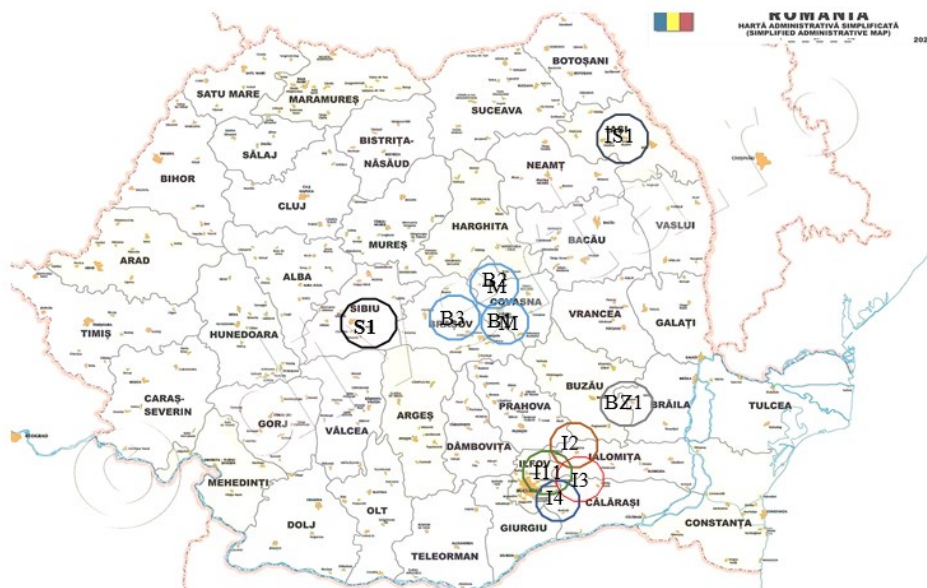


Fig.4. Potențiali clienți pe teritoriul României

IS1- GEDEREX, Iași

Prelucrări mecanice componente complexe cu toleranță redusă și cerințe de înaltă precizie. [5]

BZ1- FERMIT STANTE SI MATRITE, Buzău

Activitatea principala are ca scop realizarea produselor total integrate in procesul de fabricatie. Diversitatea SDV-urilor se reflecta prin multitudinea destinatiilor acestora in procesele de productie ale clientilor nostri precum productia de garnituri de etansare si de frana, productia de piese auto, productia de ambalaje termoformate din industria farmaceutica, productia de articole tehnice aferente activitatii din ramura constructiilor industriale si civile, componente ale instalatiilor industriale, componente ale masinilor si utilajelor agricole, piese pentru instalatii industriale din agricultura. [6]

I1- DR. KOCHER, Ilfov

Activitatea de bază a firmei Dr. Kocher SRL este producția de matrițe pentru turnare sub presiune și matrițe de injecție pentru masă plastică, execuția de piese turnate sub presiune și execuția de diverse confecții metalice de mici dimensiuni. În prezent sunt unicii reprezentanți în România pentru firma germană producătoare de componente pentru mașini CNC și centre de prelucrare cu comandă numerică ISEL Automation și pentru firma japoneză producătoare de mașini de eroziune SODICK.[7]

Reciclarea componentelor produsului

Echipamentul cu vibrații US torsionale are în componența sa piese din diferite materiale.

În figura 5 se observă categoriile de materiale: oțel (Oțel ANSI 4340, C45, Oțel Inoxidabil 440 C), cupru electrolitic și titanat zirconat de plumb (PZT), dintre care, reciclabile sunt oțelul și cuprul.

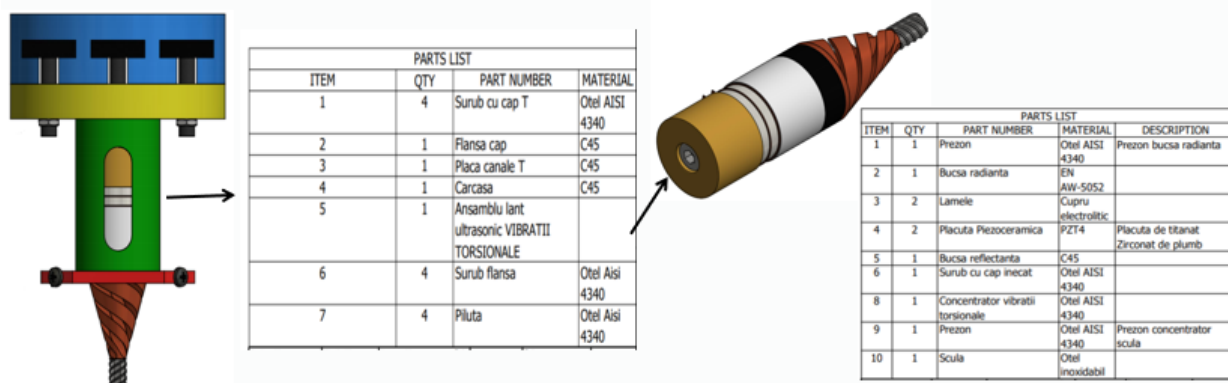


Fig. 5. Materialele folosite pentru Echipament de generare a vibrațiilor ultrasonice torsionale

• Reciclarea OȚELULUI:

Din punct de vedere al mediului, reciclarea oțelului are un impact enorm asupra reducerii emisiilor de CO₂. Dintre gazele cu efect de seră, dioxidul de carbon (CO₂) este relevant pentru industria siderurgică. Reciclarea reduce semnificativ cantitatea de emisii de CO₂ realizată prin extragerea și prelucrarea minereurilor. Potrivit Asociației Mondiale a Oțelului, fiecare tonă de oțel reciclat reduce în medie 1,5 tone de emisii CO₂ și 13 gigajouli de energie primară. În figura 6 se prezintă ciclul de reciclare al oțelului și beneficiile reciclării. [8]

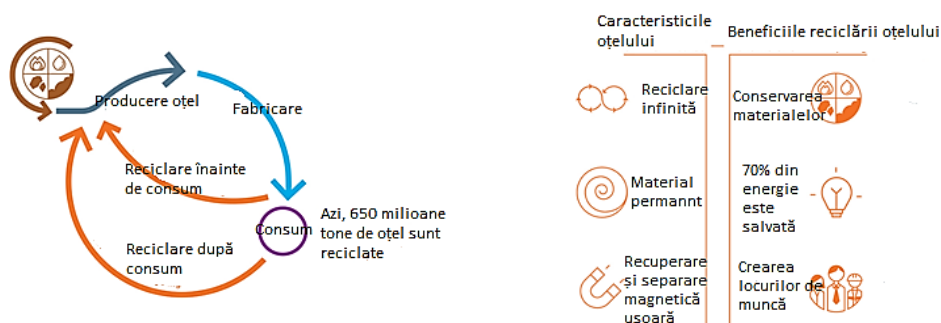


Fig. 6 Ciclul de reciclare al oțelului și beneficiile reciclării [8]

- **Reciclarea CUPRULUI:**

Potrivit raportului publicat de Grupul Internațional de Studiere al Cuprului (International Copper Study Group – ICSG) 41,5% din cuprul utilizat în Europa provine din reciclare. Astfel, cerința pentru cupru este asigurată din reciclare, într-un procent progresiv. Creșterea resurselor ajută la satisfacerea cererii tot mai mari pentru acest metal (cu 250% mai mult ca în anii 1960), în același timp reducând impactul producției asupra mediului și asigurând disponibilitatea pentru generațiile viitoare. [9]

8. Concluzii

Vibrațiile torsionale se obțin prin realizarea unor canale sau caneluri pe concentrator. Aceste modificări geometrice constau în crearea unui număr de caneluri răsucite de-a lungul concentratorului, pentru a produce căi de undă în spirală.

În urma testării în programul Comsol Multiphysics s-a realizat geometria concentratorului astfel încât variația frecvenței să fie egală cu cea propusă de 40000 Hz.

În programul Inventor s-a realizat prinderea lanțului ultrasonic de capul de lucru al mașinii cu comandă numerică într-un punct nodal pentru evitarea vibrațiilor generate de oscilații.

9. Bibliografie

- [1]. Al-Budairi H.D., *Design and analysis of ultrasonic horns operating in longitudinal and torsional vibration*, PhD thesis., UK, 2012, disponibil la <http://theses.gla.ac.uk/3851/>, accesat la: 6.04.2021
- [2]. Marinescu N.I, Ghiculescu, D. s.a. Tehnologii cu oscilații ultrasonice, Printech, București, 2019.
- [3]. Swaim, R. (2009), *The Strategic Drucker*, Editura Times Group, India, ISBN 812-65250-5-3
- [4]. Suport de laborator 2020-2021, IAAC disciplina Dezvoltarea Produselor 1, <https://curs.upb.ro/course/view.php?id=1516> accesat la data de 05.05.2021
- [5]. Site oficial GEDEREX, <https://gederex.ro> accesat la data de 07.05.2021
- [6]. Site oficial FERMIT STANTE SI MATRITE, <http://www.fermit-stante-matrite.com.ro> accesat la data de 07.05.2021
- [7]. Site oficial DR. KOCHER, <https://www.drkocher.ro> accesat la data de 07.05.2021
- [8]. Autor, Mathilde Carlier (2021), “Steel industry - Statistics & Facts”
- [9]. Autor, International Copper Study Group (2019), “Cooper recycling”

MOBILE AGGREGATE FOR THE SUPPLY OF ENVIRONMENTALLY FRIENDLY DIELECTRIC LIQUIDS AT EDM

POPESCU Oana-Cornelia, DRAGOMIR Marian-Ionuț,
ROȘU Domnica-Hristina și PÂRLEA Iulia-Bianca

Facultatea: FIIR, Specializarea: INPN, Anul de studii: II, e-mail: oanacorneliaaa@gmail.com

Conducător științific: Prof.dr.ing **Liviu Daniel GHICULESCU**

ABSTRACT: Electrical discharge machining (EDM) is a non-traditional machining process based on removing material from a part by means of a series of repeated electrical discharges between tools, called electrodes, and the part being machined in the presence of a dielectric fluid. This paper aims to develop a specialized equipment for the filtration of environmentally friendly dielectric liquids that can be assembled on any classic EDM machine, due to the modular design. The paper deals with aspects of strategic marketing, project management, specification, conceptual design, marketing and product recycling.

CUVINTE CHEIE: electrical discharge machining, dielectric liquid, environmentally friendly filtration equipment

1. Introducere

Agregatele pentru utilizarea lichidelor dielectrice fac parte din componența mașinii de electroeroziune [1], ajutând la răcirea, filtrarea și recircularea lichidului dielectric pentru o bună funcționare a procesului [2]. Agregatul rezultat din proiect utilizează lichide dielectrice ecologice, ulei de floarea soarelui și ulei de răpită. Segmentul de piață cărui i se adresează echipamentul este format din întreprinderi micro, mici și mijlocii (IMM-uri), laboratoare care prelucrează suprafețe cu diferite dimensiuni în orice material conductiv electric. Realizarea agregatului de lichid dielectric ecologic finalizează cercetările legate de utilizarea uleiului de floarea-soarelui și uleiului de răpită în cadrul prelucrării de electroeroziune.

2. Stadiul actual

În ultimii ani, tehnologia EDM a permis o calitate superioară a finisajelor suprafețelor pieselor produse. În stadiul actual, echipamentele pentru filtrarea lichidului dielectric fac parte din componența mașinii unelte, fiind dezvoltate foarte puține echipamente mobile care pot fi atașate oricărui tip de mașina clasică de prelucrare prin electroeroziune.

3. Marketingul strategic al produsului

Au fost analizate cerințele clienților pentru realizarea produsului, fiind prezentate rezultatele a patru dintre cele mai importante întrebări ale chestionarului completat de clienți.

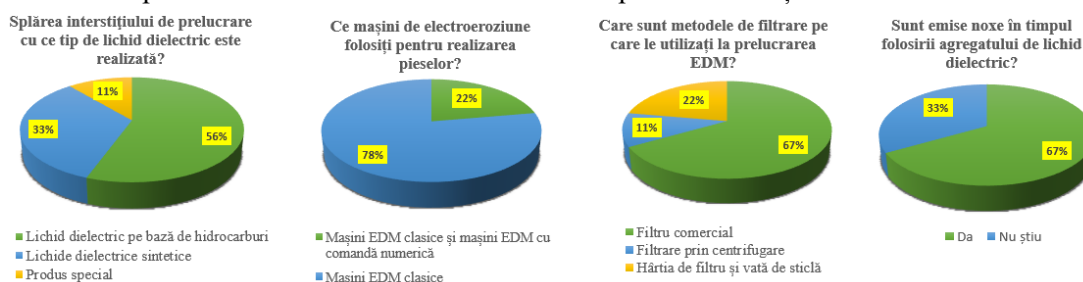


Fig.1. Rezultatele întrebărilor clienților

Strategia de marketing a produsului studiat a cuprins diferite abordări, pornind de la identificarea portofoliului de nevoi ale clienților care cuprinde nevoile următoare: nevoia de a avea un agregat pentru filtrarea unor lichide ecologice (ulei de floarea-soarelui și/sau rapiță), nevoia de accesibilitate a agregatului de filtrare pentru orice mașină de electroeroziune clasică, nevoia de a asigura un mediu de lucru nepoluat. Rezultatele întrebărilor prezentate în figura 1 au scos în evidență utilizarea lichidului dielectric pe bază de hidrocarburi în cadrul prelucrărilor realizate îndeosebi pe mașini EDM clasice utilizând ca și metodă de filtrare filtrele comerciale, iar în majoritatea cazurilor atenția nu a fost îndreptată și asupra emiterii de noxe care afectează sănătatea operatorului și mediul înconjurător.

4. Managementul proiectului

În realizarea agregatului mobil pentru furnizarea lichidelor dielectrice ecologice, toată echipa este responsabilă pentru realizarea acestuia, fiecăruia i-au fost atribuite anumite sarcini, conform structurii de dezagregare a organizării.

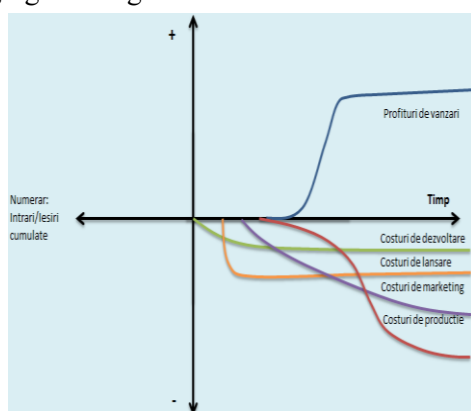


Fig.2. Circuitul financiar tipic

				PROFIT	
			COST DE VANZARE		PRET DE VANZARE
			CHELTUIELI DE VANZARE		
			COST DE REALIZARE (PE FIRMA)		
			REGIE FIRMA		
			COST DE PRODUCTIE (PE SECTIE)		
			REGIE SECTIE		
			CHELTUIELI DE MANOPERA		
			CHELTUIELI MATERIAL		

Fig.3. Includerea tuturor costurilor

Toate produsele noi au un circuit financiar tipic după cum se poate vedea în figura 2. Pentru a calcula prețul final al unui produs se pot lua în considerare două aspecte: includerea tuturor costurilor ca în figura 3 și strategia de afaceri ce folosește raportul volum – preț și estimarea potențialului pieței.

5. Stabilirea specificațiilor

Au fost identificate produsele concurente de pe piață pentru a cunoaște specificațiile necesare unui agregat de lichid dielectric prezentate în figurile 4-6.



Dimensiune cu recipient pentru lichid: 1160x640x1650 mm;
Dimensiune fără recipient pentru lichid: 1160x640x1220 mm;
Volumele rezervorului de lichid filtrat / lichid nefiltrat / împreună: 84 l / 84 l / 168 l;
Recipient pentru volumul de lichid: 20l;
Filtru: 1x filtru SUPER340C sau SUPER 340CS, de asemenea, se pot utiliza filtre de înălțime inferioară SW-43-1;
Alimentare: 230V AC, 50Hz;

Fig. 4. Dispozitiv pentru filtrare la găurirea EDM al companiei ELERO [3]



Controlul ultra-fîn al contaminării mai fin decât un 1µm;
Dimensiuni: 584,2x529x552 mm
Funcție de transfer de fluide cu sau fără filtrare
Buton de reglare a debitului pentru a regla fluxul de uleiuri cu vâscozitate ridicată prin filtru
Alimentare: 115 VAC, 60 Hz;

Fig. 5. Sistem de filtrare MODEL COMO 120 [4]



Capacitate de filtrare 720 litri/oră
Capacitate de transfer 720 litri/oră;
Echipat cu 6 unități de filtrare fină tip SDU -H8 – Cartușe SDFC 6 bucăți incluse;
Conexiune de transfer pentru pompare fără filtrare.
Furtunuri de aspirație și retur cu cuple rapide;
Conexiune de transfer pentru pompare fără filtrare.
Furtunuri de aspirație și retur;

Fig.6. Instalatie KLEENOIL 6SE [5]

S-au prezentat principalele caracteristici și clasificarea acestora pentru produsul „agregat mobil de furnizare lichid dielectric ecologic” în tabelul 1.

Tabelul 1. Caracteristicile produsului

Denumirea Caracteristicii [unitatea de măsură]	Criterii de clasificare și grupe de caracteristici asociate acestora									
	Criteriul 3 Influența asupra calității			Criteriul 4 Natura caract.			Criteriul 5 Important a Caract.			
	Optimi	Mărit	Redus	Tehn.	Econo	Social	Psihos.	Princip	Secund.	Minor
Dimensiuni exterioare ale echipamentului [cm]			*	*				*		
Masa echipamentului [kg]			*	*				*		
Dimensiuni compartimente lichide [cm]		*		*				*		
Număr compartimente lichide [buc]		*		*				*		
Tipuri de lichide folosite	*			*				*		
Tipuri de filtre folosite	*			*				*		
Finețea de filtrare [μm]	*			*				*		
Trepte de filtrare		*		*				*		
Volume rezervoare lichid dielectric		*		*				*		
Putere motoare de alimentare pompă	*			*				*		
Debit lichid dielectric		*		*				*		
Presiunea lichidului dielectric		*		*				*		
Posibilitatea de alimentare a lichidul prin injecție			*	*				*		
Posibilitatea de alimentare a lichidul prin aspirație			*	*				*		
Posibilitatea de alimentare a lichidul prin spălare laterală			*	*				*		
M. T. B. F.		*		*						
Siguranța	*						*	*		
Design-Ergonomie	*						*		*	
PRET [LEI]			*			*		*		

Totodată au fost stabilite valorile obiectiv – limita acceptabile pentru caracteristicile de calitate (tabelul 2), valori necesare agregatului pentru furnizarea lichidelor dielectrice ecologice.

Tabelul 2. Specificații obiectiv (Valori limită și valori ideale)

Nr. Crt.	Caracteristica	Imp. Rel.	Unit.	Val. Lim.	Val. Ideale
1	Dimensiuni exterioare ale echipamentului	3	[mm]	600x400x600 -980x890x900	820 x 810x 650
2	Masa echipamentului	4	[kg]	100-300	150-200
3	Dimensiuni compartimente lichide	5	[mm]	300x165x400 - 500x265x400	400x165x400 400x350x400
4	Număr compartimente lichide	5	[buc]	1-6	6
5	Tipuri de lichide folosite	5	-	Floarea soarelui/ rapiță	Floarea soarelui/ rapiță
6	Tipuri de filtre folosite	3	-	Grosier/mediu/fin	Grosier/mediu /fin
7	Finețea de filtrare	5	μm	1-99 μm	1-10 μm
8	Trepte de filtrare	4	-	1-3	3
9	Volume rezervoare lichid dielectric	3	[cm ³]	20000-60000	23000-56000
10	Putere motoare de alimentare pompă	5	kW	20-50	30
11	Debit lichid dielectric	5	m ³ /h	300-800	480

Tabelul 2. Specificații obiectiv (Valori limită și valori ideale)

Nr. Crt.	Caracteristica	Imp. Rel.	Unit.	Val. Lim.	Val. Ideale
12	Presiunea lichidului dielectric	4	atm	0.4-40	0.4-40
13	Posibilitatea de alimentare cu lichidul dielectric prin injecție	4	DA/NU	NU	NU
14	Posibilitatea de alimentare cu lichidul dielectric prin aspirație	4	DA/NU	DA	DA
15	Posibilitatea de alimentare cu lichidul dielectric prin spălare laterala	4	DA/NU	DA	DA
16	M. T. B. F.	5	[ore]	960	960
17	Siguranță	4	DA/NU	DA	DA
18	Design-Ergonomie	4	DA/NU	DA	DA

6. Proiectare conceptuală și proiectarea detaliată

Funcția generală este definită ca ansamblul însușirilor produsului prin care satisface nevoia pentru care se proiectează [6]. Pornind de la nevoile identificate, s-a stabilit că funcția generală a produsului dezvoltat este filtrarea și recircularea lichidelor dielectrice ecologice (ulei de rapiță și ulei de floarea soarelui). Cercetarea externă pentru generarea de soluții noi pentru agregatul mobil de furnizare a lichidelor dielectrice ecologice a reprezentat un aspect important pentru realizarea produsului, fiind analizate brevete pentru înțelegerea și îmbunătățirea produsului, dar și indicatori de idealitate clasică, cele opt legi clasice ale evoluției sistemelor tehnice și indicatorii de idealitate CREAX. Dintre toate soluțiile care au rezultat în urma folosirii metodelor de generare a soluțiilor, câteva au fost reținute pentru fiecare funcție critică și au fost combinate în figura 7 pentru a genera concepte. Numărul maxim de combinații este 100, însă au fost dezvoltate 6 concepte pentru agregatul de lichide dielectrice ecologice.

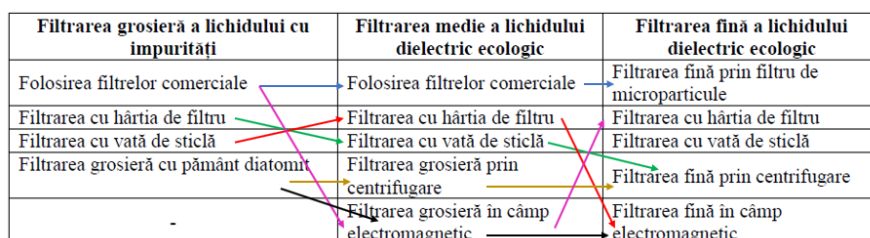


Fig.7. Îmbinarea soluțiilor

Pentru a stabili conceptul optim a fost utilizată metoda AHP - Analytically Hierarchy Process. Stabilirea ponderilor s-a realizat cu ajutorul unei matrice pătratice (tabelul 3), în care se compară criteriile alese pentru agregatul de lichide dielectrice ecologice pe perechi utilizând scara lui Saaty.

Tabel 3. Stabilirea ponderilor criteriilor

	Cost	Mentenanță	Tehnologia utilizată	Design și ergonomie	Funcții auxiliare	Ușurința utilizării
Cost	1	1/3	1/5	1/3	1/7	1/5
Mentenanță	3	1	5	3	1/5	3
Tehnologia utilizată	5	1/5	1	3	1/5	1/3
Design și ergonomie	3	1/3	1/3	1	1/5	3
Funcții auxiliare	7	5	5	5	1	5
Ușurința utilizării	5	1/3	3	1/3	1/5	1
Total	24	7,2	14,53	12,66	1,94	11,53

În urma aplicării metodei AHP, se adoptă varianta care înregistrează scorul cel mai mare ca și concept optim în acest caz fiind conceptul C1 (tabelul 4).

Tabel 4. Matricea deciziilor

	Pondere	Concept C1	Concept C2	Concept C3	Concept C4	Concept C5
Cost	0,036	0,176	0,235	0,176	0,176	0,176
Mentenanță	0,201	0,263	0,210	0,210	0,157	0,157
Tehnologia utilizata	0,150	0,250	0,250	0,20	0,150	0,150
Design și ergonomie	0,105	0,176	0,235	0,235	0,176	0,176
Functii auxiliare	0,445	0,277	0,222	0,166	0,166	0,166
Ușurința utilizării	0,112	0,250	0,200	0,200	0,200	0,150
Total		1,392	1,352	1,187	1,025	0,975
		0,278	0,270	0,237	0,205	0,195

În urma analizei soluțiilor parțiale a fost elaborată o schiță incipientă a agregatului de lichid dielectric. În figura 8 este prezentată vederea izometrică a acesteia. Pe parcursul dezvoltării acestui agregat au fost adăugate noi componente care să-l transforme într-o variantă viabilă de achiziție pentru IMM-uri. Aceste componente au rolul de a crea versatilitate agregatului, acesta putând fi utilizat pentru mai multe procese de fabricație diferite. În figura 9 este reprezentată varianta finală a agregatului în vedere izometrică.

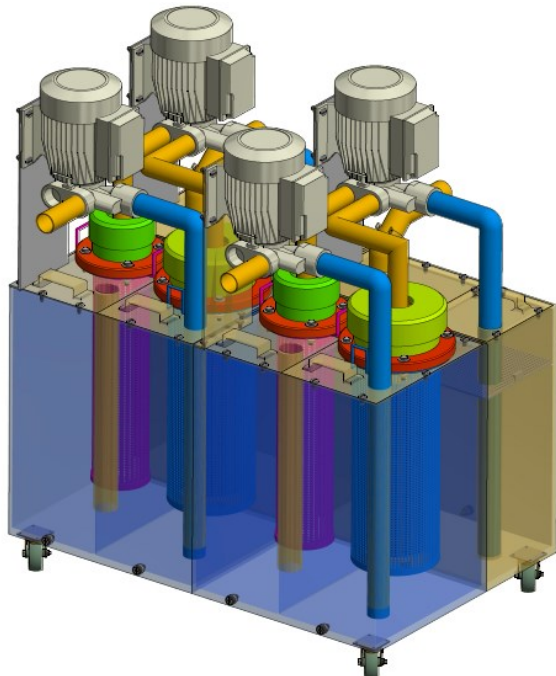


Fig. 8. Schița incipientă a agregatului de lichid dielectric ecologic

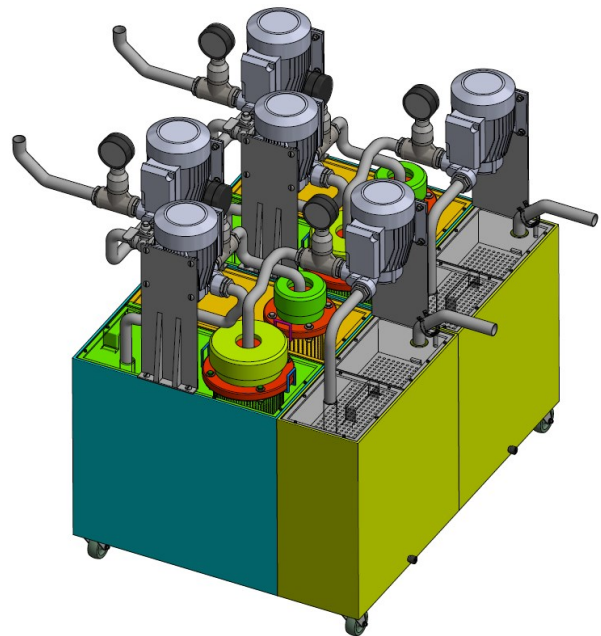


Fig. 9. Varianta finală a agregatului de lichid dielectric ecologic în vedere izometrică

Procesul este similar până la filtrarea grosieră: lichidul dielectric (ulei de floarea-soarelui sau ulei de rapiță, este vărsat gravitațional din cuva mașinii de lucru cu ajutorul unei conducte flexibile. În funcție de lichidul ales acesta ajunge în containerului său specific trecând mai întâi printr-un procedeu de filtrare grosieră realizat de către o sită care are orificiile mai mari de 10 micrometri.

După realizarea procedurii de filtrare grosieră lichidul este mai apoi transmis în cel de-al doilea container putându-se opta pentru două procedee: filtrare medie sau filtrare medie precedată de filtrare de finete (figura 10). Aici este întâlnită diferența putându-se alege tipul de filtrare în funcție de necesitate: prima variantă pentru prelucrări uzuale trecând printr-un filtru cu o precizie de 5 micrometri sau cea de-a doua variantă în care după filtrarea grosieră și cea medie mai urmează o filtrare fină folosită preponderent pentru prelucrări de superfinisare având o precizie de 1 micrometru. Ulterior lichidul este extras cu ajutorul unei pompe din container și transmis pentru a-și exercita rolul de lichid dielectric cu o presiune ridicată.

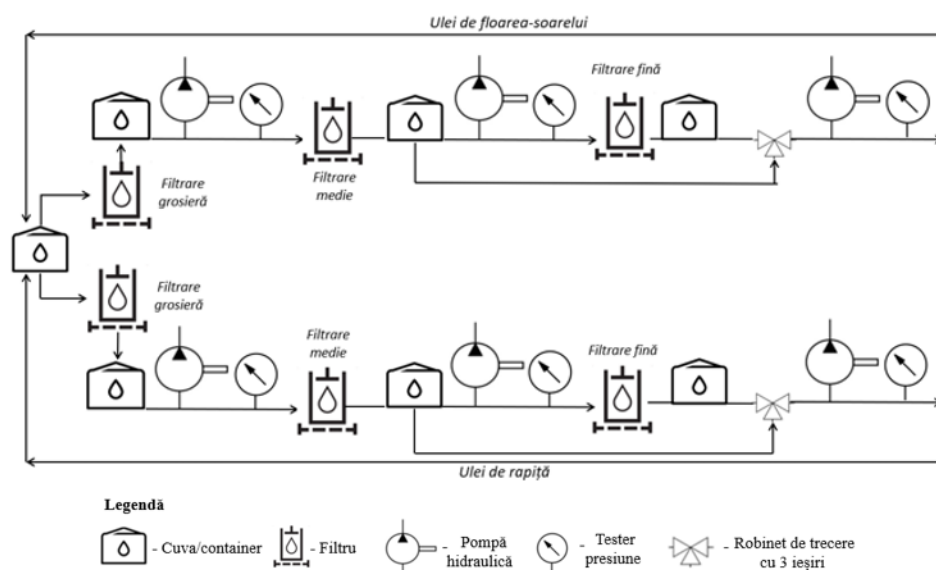


Fig.10. Schemă hidraulică a agregatului pentru EDM

Pentru a înțelege mai bine procesul s-a realizat o schemă hidraulică prezentată în figura 10.

7. Omologarea, utilizarea, comercializarea și reciclarea produsului

Omologarea produselor, definită ca acceptarea oficială a unui tip de produs și aprobarea producerii lui (în serie), este echivalentă cu noțiunea de certificare, în sensul că ambele presupun intervenția în relația furnizor-client a unei părți neutre care efectuează o evaluare obiectivă a calității [7]. Comercializarea agregatului mobil pentru furnizarea lichidelor dielectrice ecologice în procesul de electroeroziune se va face în primă fază către clienții de bază, aceasta fiind companii mici și mijlocii care au ca prim obiect realizarea matrițelor de injecție. Reciclarea reprezintă introducerea unor reziduuri sau deșeuri într-un proces tehnologic pentru a obține reutilizarea și valorificarea lor sau în scopuri ecologice [8]. Agregatul amovibil pentru furnizarea lichidelor dielectrice ecologice în procesul de electroeroziune este realizat din următoarele materiale: fontă (pompa), cauciuc sintetic (exterior furtun ranforsat), împletituri de sârmă-oțel (interior furtun ranforsat), C15, C45, OL50, polipropilena, plastic. Echipamentul rezultat va fi alcătuit din elemente reciclate astfel încât este important să fie cunoscute și înțelese noțiunile de reciclare.

8. Analiza economică

Analiza economică pentru dezvoltarea unui nou produs este orientată spre definirea tuturor alternativelor de proiecte ținând cont în primul rând de criteriul eficienței economice [9]. În tabelul 5 sunt prezentate componentele și costurile materialelor pentru agregatul de lichide dielectrice ecologice.

Tabel 5. Cost materiale

Componente	Dimensiuni	Unit. de măsur.	Nr. Buc.	Material	Standard	Preț TVA incl	Total [RON]
Container 1	400x165x400	mm	2		SR-EN 10083:2007	2*120	240
Container 2	400x350x400	mm	2		SR-EN 10083:2007	2*120	240
Roată pivotantă	Ø50	mm	4	Cauciuc/ plastic		4*6.33	25.32
Suport roată	35x28x31	mm	4	OL42		4*9	36
Șaibă grower	Ø4	mm	4	C15	SR-EN 10083:2007	4*4,8	19,2
Piuliță	M4	mm	4	C45		4*0,2	0,8
Placă de montaj	40x40x13	mm	4	C45		4*10	40

Tabel 5. Cost materiale

Componente	Dimensiuni	Unit. de mäs.	Nr. Buc.	Material	Standard	Preț TVA incl	Total [RON]
Capac fix container 1	205x165x3	mm	2	C15		2*58	116
Capac mobil container 1	165x130x403	mm	2	C15		2*30	60
Țeava(furtun) De extragere	Ø30x600	mm	4	Cauciuc		4*4,5	18
Pompa	192x178x151	mm	6	-		6*120	720
Placă susținere pompă	20x120x300	mm	4	Oțel		4*6	24
Țeava(furtun) De extragere 1	Ø30x220	mm	2	Cauciuc	-	2*3	6
Țeava(furtun) De extragere 2	Ø30x360	mm	2	Cauciuc	-	2*3,5	7
Filtru grosier	335x165x3	mm	2	-		2*145	290
Capac filtrare fină	Ø100x62	mm	2	Plastic		2*30	60
Flanșă de fixare (fină)	Ø140x40	mm	2			2*9	18
Șuruburi M6	M6x35	mm	16	C45		16*0,15	2,4
Șaibă	M6x1	mm	32	C45		32*0,05	1,6
Piuliță M6	M6	mm	16	C45		16*0,03	0,48
Filtru de finețe	Ø82x360	mm	2	-	-	2*115	230
Carcasă filtru filtrare fină	Ø130x360	mm	2	C15	-	2* 15	30
Capac mobil container 2 filtru fin	265x155x400	mm	2	Plastic	-	2*30	60
Capac filtrare grosieră	Ø150x62	mm	2	C15	-	2*4,5	9
Flanșă de fixare (grosieră)	Ø176x52	mm	2	C45	-	2*10	20
Filtru grosier (5-10 micrometri)	Ø169x343	mm	2	-	-	2*145	290
Carcasă filtru filtrare fină	Ø130x360	mm	2	C15	-	2*12	24
Capac mobil container 2 filtru fin	265x180x400	mm	2	Plastic	-	2*30	60
Robinet de trecere cu 3 ieșiri	92x83	mm	4	Alamă	UNI EN 1265- CW617N	4*80	320
Teu egal scurt canelat	Ø34	mm	4		-	4*20	80
Valva de reducție	Ø34 – Ø22	mm	6	Alamă cromată	-	4*40	160
Niplu dublu cu filet interior	Ø34 – Ø25	mm	4	Alamă	-	4*8,81	35,24
TOTAL							3217,72

Din tabelul 5 rezultă un cost total al materialelor de 3.217,7 lei. La aceste costuri se poate adăuga costul de livrare al materialelor. Se va estima acest cost ca fiind 5% din costul achiziționării materialelor cu ajutorul formulei 1:

$$C_{\text{livr}} = 5\% \times C_{\text{total}} \text{ [lei]} \quad (1)$$

$$C_{\text{livr}} = 5\% \times 3217,72 = 160,88 \text{ lei}$$

Au fost stabilite pentru realizarea prototipului componentele achiziționate, iar costul materialelor consumate pentru aceste componente este calculat cu formula 2:

$$C_{\alpha} = C_{\text{tot mat}} + C_{\text{livr}} \quad (2)$$

$$C_{\alpha} = 3241,72 \text{ lei} + 160,88 \text{ lei} = 3.402,6 \text{ lei/buc}$$

În cazul realizării agregatului pentru furnizarea lichidului dielectric ecologic costul manoperei este reprezentat de 5860 lei cost total/ansamblu.

Totodată a fost calculat și costul asigurărilor sociale, iar având în vedere ultimele variante ale legii bugetului asigurărilor sociale de stat și codul fiscal dar și alte acte normative incidente, valoarea CAS-ului utilizată a fost de 25% în condiții normale de muncă [10]. Costul asigurărilor sociale (C_{β}) pe departament (marketing, proiectare și fabricare, calitate, departament economic) este de 1465 lei. Costul total pentru cercetare-dezvoltare și pentru prototipare se calculează însumând costul materialelor consumate, costul manoperei și costul asigurărilor sociale, folosind formula 3:

$$C_{\text{tot c-d pro}} = C_{\alpha} + C_{\beta} + C_{\gamma} \text{ [lei/buc]} \quad (3)$$

$$C_{\text{tot c-d pro}} = 3402,6 + 5860 + 1465 = 10.727,6 \text{ lei/buc}$$

Costul total al prototipului este de **10.727,6 lei/buc**, iar pentru realizarea produsului în viață serie se dorește fabricarea a 100 produse pe an.

9. Concluzii

Contribuțiile originale: A fost identificat portofoliului de nevoi ale clienților cuprinzând cele trei nevoi principale, au fost stabilite caracteristicile produsului în funcție de cele trei criterii și produsele concurente pentru determinarea unor specificații optime ale agregatului mobil de lichid dielectric ecologic. Au fost aplicate diferite metode pentru generarea conceptelor agregatului de lichid dielectric ecologic, fiind generate 6 concepte, iar utilizând metoda AHP s-a stabilit conceptul optim pentru realizarea prototipului. S-a realizat schemă hidraulică a agregatului pentru EDM și a fost finalizat desenul de ansamblu al produsului. A fost realizată analiza de comercializare a produsului, potențialii client aflându-se în zona orașului București. Totodată au fost introduse și noțiunile de reciclare ale produsului, având în vedere un caracter poluator cât mai mic al produsului.

Lucrarea de față și-a propus să prezinte etapele necesare realizării agregatului pentru furnizarea de lichide dielectrice ecologice necesare funcționării procesului de electroeroziune clasică.

Cercetările viitoare se vor extinde asupra realizării tuturor etapelor necesare pentru prezentarea unui model virtual și funcțional al agregatului pentru furnizarea lichidelor dielectrice ecologice.

10. Bibliografie

- [1]. Ghiculescu, D. și Marinescu, A. (2000), “Performances obtained with local air purification system with active coal at EDM”, Revista de Ecologie Industrială, nr 10-12, p11-14;
- [2]. Ghiculescu D. (2018), Curs „Tehnologii neconventionale”, platforma Moodle, accesat la: <https://fiir.curs.pub.ro/2018/course/index.php?categoryid=86>, accesată la data 15.03.2021;
- [3]. *** Equipment for EDM, accesat la <http://www.eler.sk/en/products>, la data 19.04.2021;
- [4]. *** Portable filter carts, accesat la <http://www.comofiltration.com/products/portables/model-120>, accesată la data 19.04.2021;
- [5]. *** Instalație KLEENOIL 6SE, accesat la <http://antosgrup.ro/instalatie-de-filtrare-kleenoil-6se/> / <https://www.kleenoilpanolin.com/en/kleenoil/anlagen/>, accesată la data 19.04.2021;
- [6]. Ghiculescu, D., Vulturescu, V. (2015) “*Management strategic pentru organizații inovative*“, Editura Printech, București 240 p., ISBN 973-652-975-4;
- [7].*** Certificarea calității, accesat la <https://conspecte.com/expertiza-merceologica/certificarea-calitatii.html>, accesată la data de 11.05.2021;
- [8]. *** Reciclarea, accesat la <https://ro.wikipedia.org/wiki/Reciclare>, accesată la data 23.04.2020;
- [9]. *** Analiză economică, accesat la <https://nt-csm.ru/ro/ekonomicheskii-analiz-vidy-ekonomicheskogo-analiza-i-ih-rol-v-upravlenii.html>, accesată la data 19.04.2021;
- [10]. *** Valoare CAS, accesat la <https://blog.smartbill.ro/contributii-sociale-angajati/>, la data 11.05.2021;

CHARGING AND REPLACEMENT STATION OF AUTONOMOUS VEHICLE BATTERIES

GÂRBAȘ Emanuel, GHEORGHE Marius Ionut, MARCU Anamaria Liliana,
SAPADIN Iasmin, ȘOPALCĂ Andrei

Facultatea: FIIR, Specializarea: IAAC, Anul de studii: II, e-mail: marius.gheorghe1003@stud.fiir.upb.ro

Conducător științific: Prof.dr.ing. **Tom SAVU**

ABSTRACT: The paper deals with the way in which the project “Charging and changing station of autonomous vehicle batteries” was developed, following several pre-established stages in the project management, namely the continuation of the detailed design, in order to physically achieve the product, simulation of product operation, analysis of the cost of necessary materials, the development of a modular variant of it, and also the development of a marketing strategy that includes steps such as calculating the required number of vehicles and presenting a SWOT analysis.

CUVINTE CHEIE: componente, simulare ciclu, cost, modular, analiza.

1. Introducere

Lucrarea de față descrie stadiul actual al disertației cu tema “Stație de încărcare și schimbare a acumulatorilor vehiculelor autonome”, prezentând în principal continuarea capitolelor și modul de lucru, axandu-se pe proiectarea stației de încărcare și schimbare și a modului cum aceasta facilitează încărcarea, desprinderea și înlocuirea acumulatorului de pe vehiculul autonom, în vederea schimbării cu unul deja încărcat.

Disertația are drept obiectiv proiectarea și realizarea unui prototip funcțional pentru o stație de încărcare a acumulatorilor unei flote de vehicule terestre autonome. Motivul existenței unei asemenea situații este acela de a reduce timpii petrecuti de vehicule pentru încărcarea acumulatorilor, stația urmând să extragă acumulatorii descarcați de pe vehicule și să-i înlocuiască, într-un timp scurt, cu unii gata încărcati.

Folosirea stațiilor de încărcare ce urmează a fi proiectate în urma alegerii conceptului prezintă următoarele avantaje:

- economisește timp: deoarece timpul de așteptare până la încărcarea vehiculului va fi înlocuit de timpul de schimbare al acumulatorilor care este de ordinul secundelor, sporind astfel creșterea productivității;
- se economisește spațiu: în cazul folosirii unor AGV-uri cu stații de încărcare clasice este nevoie de câte o stație pentru fiecare vehicul, astfel nu se mai ia în calcul nevoia de spațiu de depozitare intermediar;
- se va permite adaptarea ușoară a sistemului la cerințele de modificare;
- va fi exclusă deteriorarea acumulatorului, deoarece aceasta va avea implementat un sistem inteligent de monitorizare al procentajului acumulatorului, ducând astfel la o mărire a ciclului de viață;

Pornindu-se de la nevoia de a avea acumulatorul mereu încărcat pe vehiculul autonom, s-a constatat că pe piață, la momentul actual, există doar stații cu încărcare clasică și nu stații care presupun schimbarea cu un alt acumulator deja încărcat și de asemenea încărcarea simultană a mai multor acumulatori.

2. Proiectare detaliată

Stația de încărcare și schimbare, figura 1, are un număr de 37 de componente fără a include componentele electronice. Din toate aceste componente 22 sunt componente standardizate. Componentele nestandardizate sunt realizate din polietilenă prin injecție, S235JR prin prelucrare prin așchiere și DC04 prin deformare plastică la rece.

Proiectarea fiecărei componente fost realizată ținând cont de rolul funcțional, de eforturile la care sunt supuse, costul piesei finale dar și de tehnologicitatea lor pentru o prelucrare eficientă. O listă cu componentele stației de încărcare, materialul din care sunt realizate și numărul de bucăți din fiecare componente este prezentată în tabelul 1.

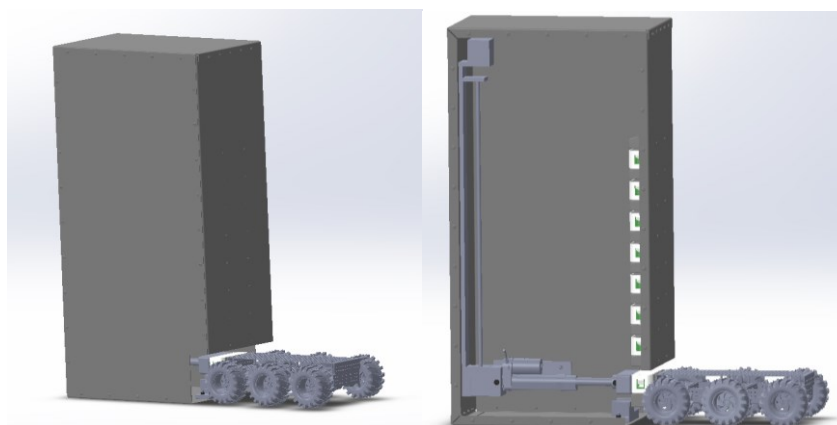


Fig. 1 Stația de încărcare și schimbare

Tabelul 1. Listă componente stație de încărcare și schimbare

Nume reper	Material	buc	Nume reper	Material	buc
Capac Carcasă	PE	8	Vehicul	ASM 6WD	1
Ghidare Vehicul Acumulator	PE	1	Carcasă Stație Acumulator	PE	8
Contact Anod	308A COMF	20	Suport Electromagnet	S235JR	1
Cap Filetat Sudabil	M6X25	4	Șurub Iso 10642	M3X12	16
Carcasă Acumulator	PE	8	Piuliță Iso 4034	M6	4
Acumulator	SLNM08	8	Suport Actuator	S235JR	1
Element Prindere Actuator	S235JR	1	Șurub Prindere Actuator	S235JR	1
Prindere Vehicul	PE	1	Capac304857	DC04	1
Actuator	PA14 3	1	Capac300508	DC04	1
Electromagnet 250n	ZYE1-P40	2	Capac300510	DC04	1
Capac Frontal 2	DC04	1	Capac3041000	DC04	1
Șurub Iso 4761	M4X16	4	Capac Frontal 1	DC04	1
Mecanism Șurub Piuliță	FUYUFSL40	1	Clemă Elastică D12-d16	S235JR	21
Șurub Iso 4762	M6 X16	4	Șurub Iso 10642	M5X10	9
Pin Siguranță Iso 1234	1.2X14	2	Piuliță Din 985	M6	1
Știft Iso 2341-b	8X40	1	Piuliță Din 985	M4	1
Șurub Iso 14586	ST4.8X13	60	Șurub Iso 14586	ST2.9X6.5C	16
Șurub Iso 4762	M3X20	2	Piuliță Din 985	M3	2
Contact Catod	308B COMF	18			

3. Simulare ciclu de funcționare

Pentru crearea unei vizualizări a produsului, s-a folosit platforma Unity 3D, iar ca limbaj de programare C#. Pentru a defini ansamblul creat anterior s-au utilizat clase. Clasele sunt tipuri de date care conțin proprietăți și metode (instrucțiuni). O instrucțiune poate fi apelată cu anumiți parametri, care au fost stabiliți în funcție de necesitate și de complexitatea dorită a programului.

Modelul CAD a fost importat în Unity și grupat în subansamble precum: Subansamblu carcasa acumulator; Slot Acumulator; Actuator (Mecanism de mișcare). Aceste subansamble fac parte din ansamblul “Stație de încărcare și schimbare a acumulatorilor”, denumită în continuare SISAVAProdus, care are ca principală funcție “Schimba Acumulator”.

Fiecărui obiect principal i s-a atribuit o clasă care la rândul ei are diferiți parametri (figura 2). Clasele principale sunt: **Actuator**: care are următoarele instrucțiuni “ExtindeBrat”, “RestrangeBrat”, “PrindeAcumulator”, “LasaAcumulator”, “MutaPeY”, “MutaLaPozitiaInitalaPeY”; **Acumulator**; **SlotAcumulator**: SISAVAProdus conține o listă de sloturi. La inițierea programului SISAVAProdus setează acumulatori pentru fiecare slot, mai puțin cu unul; **SISAVAProdus**: clasa principală.

Actuator (Script)	
Script	Actuator
Viteza	50
Brat	brat (Slot Acumulator)
Extindere Z Brat	73
Viteza Brat	35

Fig. 2. Parametrii (campurile) clasei Actuator

Pentru a executa un ciclu complet de schimbare a acumulatorului, metoda “SchimbaAcumulator” apelează următoarele instrucțiuni în aceeași ordine, figura 3:

1. Actuator.PrindeAcumulator(acumulator Descarcat)
 - a. ExtindeBrat
 - b. Brat.Acumulator = acumulatorDescarcat – se atașează acumulatorul descarcat de brațul actuatorului.
 - c. RestrangeBrat

```

public void SchimbaAcumulator(Acumulator acumulatorDescarcat, Action<Acumulator> schimbareTerminata) {
    actuator.PrindeAcumulator(acumulatorDescarcat, () => {
        SlotAcumulator slotLiber = GasesteSlotLiber();
        actuator.MutaPeY(slotLiber.transform.position.y, () => {
            actuator.LasaAcumulator(() => {
                slotLiber.Acumulator = acumulatorDescarcat;
                SlotAcumulator slotCuAcumulatorulCelMaiIncarcat = GasesteSlotCuAcumulatorulCelMaiIncarcata();
                Acumulator acumulatorIncarcat = slotCuAcumulatorulCelMaiIncarcat.Acumulator;
                actuator.MutaPeY(slotCuAcumulatorulCelMaiIncarcat.transform.position.y, () => {
                    slotCuAcumulatorulCelMaiIncarcat.Acumulator = null;
                    actuator.PrindeAcumulator(acumulatorIncarcat, () => {
                        actuator.MutaLaPozitieInitialaPeY(() => {
                            schimbareTerminata(acumulatorIncarcat);
                        });
                    });
                });
            });
        });
    });
}

```

Fig. 3. Metoda SchimbaAcumulator

2. slotLiber = GasesteSlotLiber() – slotul liber este necesar pentru a plasa acumulatorul descarcat.
3. actuator.MutaPeY(slotLiber.transform.position.y) – actuatorul se deplaseaza pe înălțime pana la slotul liber.
4. actuator.LasaAcumulator()
 - a. ExtindeBrat
 - b. Brat.Acumulator = null – se dezatașează acumulatorul descarcat de brațul actuatorului.
 - c. RestrangeBrat
5. slotLiber.Acumulator = acumulatorDescarcat – se atașează acumulatorul de slotul liber pentru încărcare
6. slotCuAcumulatorulCelMaiIncarcat = GasesteSlotCuAcumulatorulCelMaiIncarcata() – se cauta in lista de sloturi acumulatorul cel mai încărcat.
7. actuator.MutaPeY(slotCuAcumulatorulCelMaiIncarcat.transform.position.y) – actuatorul se deplaseaza pentru a lua acumulatorul încărcat.
8. slotCuAcumulatorulCelMaiIncarcat.Acumulator = null – se detaseaza acumulatorul de slot.
9. actuator.PrindeAcumulator
10. actuator.MutaLaPozitieInitialaPeY() – se muta actuatorul la poziția inițială
11. actuator.LasaAcumulator – actuatorul lasa acumulatorul încărcat vehiculului
12. schimbareTerminata(acumulatorIncarcat) – se executa acțiunea finală care indica finalizarea ciclului.

Pentru a stabili în cât timp se realizează schimbarea unui acumulator, se cronometreaza întreg ciclul. Aceasta actiune are rolul de a prezenta posibililor cumparatori in cat timp stația de încărcare va realiza un ciclu, bazat pe vitezele mecanismelor, pe timpul de răspuns și pe dimensiunea stației, în funcție de numărul sloturilor disponibile.

4. Analiza management-cost

În vederea realizării unui produs, analiza economica reprezinta un punct de plecare necesar de studiat, garantand pentru orice firma satisfacerea nevoilor potentialilor clienti urmărind un raport calitate/preț.

Exista mai multe categorii ale costurilor, de care trebuie ținut cont în momentul în care pe piața se dorește apariția unei firme. Aceste costuri sunt costurile cu ciclul de viata al produsului, costuri viitoare și de oportunitate, costuri directe, indirecte și de regie, costuri fixe si costuri variabile, costuri unice, etc.

Costul cu privire la cercetarea și dezvoltarea prezentului produs, deriva din costul ciclului de viață. Acest tip de cost include costurile de proiectare, de dezvoltare, de fabricare și testare, dar și costuri precum costurile de exploatare sau de depozitare și casare, în cazul necesar.

Bazându-se pe proiectarea detaliată a produsului “Stație de încărcare și schimbare a acumulatorilor vehiculelor autonome” s-a determinat costul aferent resurselor materiale necesare realizării acestuia, ținând cont de posibilitățile furnizorilor al elementelor componente în vederea achiziției. După întocmirea listei cu necesarul de materiale, pentru achiziționarea reperelor s-a stabilit caietul de sarcini al acestora și s-au luat în considerare furnizorii care respectă mai multe criterii, precum: prețul, mărimea companiei, flexibilitatea, amplasarea, etc. Pașii urmăriți în alegerea furnizorului sunt următorii: Metoda de ierarhizare; Selectarea factorilor de evaluare; Atribuirea unei ponderi de la 1 la 10 fiecărui factor; Evaluarea furnizorilor ținând cont de fiecare factor; Clasificarea furnizorilor [1].

În vederea clasificării pentru alegerea reperului tabla, s-au ales de evaluat trei furnizori din diferite locații (SC Bogner Edelstahl Srl – Sibiu, Liberty Steel – Galați, Erdemir – Targoviste).

Conform rezultatelor din matricea de selecție, rezulta faptul că Liberty Steel – Galați se regăsește pe prima poziție, fiind cel mai indicat furnizor, însă la o diferență ne semnificativă de acesta este și Erdemir România. Astfel, se ia în calcul colaborarea cu ambele firme furnizoare de tabla. Prețul semifabricatelor este unul scăzut, iar calitatea este potrivită nevoii avute. De asemenea, și locația firmelor este una de care s-a ținut cont, ambele companii fiind de pe teritoriul țării.

Pentru a stabili prețul de achiziție al produsului de cumpărat s-a întocmit o cerere de ofertă, care a inclus identificarea obiectului de cumpărat; cantitatea de cumpărat; data livrării sau programul; contul din care se va plăti comanda și locul livrării.

Pentru calculul economic, al costului de achiziție al elementelor necesare s-au luat în considerare prețurile elementelor din tabelul 1, la care se adăuga prețul elementelor electronice necesare, precum: Regulator Step-Down 12V, 15A D24V150F12; Sursa alimentară 220 AC -> 24DC 8A (alimentare controler ghidaj/regulator); Punte H 16V 30A max; Punte H dubla (H-Bridge) 16V 30A; Placa de achiziție Arduino UNO R3; Driver (stepper) NEMA23; Tructoare; Ventilator.

Costul determinat de achiziția materialelor necesare este conform tabelului 2.

Tabelul 2. Costurile materialelor

Componenta	Total maxim (lei/dispozitiv)	Total minim (lei/dispozitiv)
Componente electronice	2360	645
Subansamblu de schimbare	3117	1729
Subansamblul carcasa acumulator	210	154
Subansamblul fixare	495	379
TOTAL	6182	2907

Conform tabelului anterior, rezulta două costuri posibile, un cost maxim de 6182 lei și un cost minim de 2907 lei. Diferența mare dintre aceste două costuri este dată de componentele electronice și componentele alese pentru realizarea subansamblului de schimbare, dar totodată și de volumul, respectiv cantitatea de produse cumpărate de la același producător.

5. Proiectare detaliată varianta modulară

Varianta stației modulare este un model extins al stației de încărcare principală, ea fiind folosită în situațiile în care clientul are nevoie de o capacitate mare de AGV-uri (acumulatori) și mai multe locuri de încărcare a acumulatorilor direct pe AGV.

Diferență față de conceptul principal este faptul că se vor folosi următoarele componente principale, un actuator liniar cu o cursă de 400 de mm care va efectua mișcări pe axa Y și un ghidaj liniar care va ține în echilibru sistemul de manipulare al acumulatorilor din AGV în stația de încărcare.

Stația modulară prezintă două rânduri de rafturi pentru acumulatori și 2 sloturi pentru încărcare și schimbare, ca în cazul în care un AGV dorește să stea la încărcat să o facă fără a bloca activitatea de schimbare și încărcare a acumulatorilor.

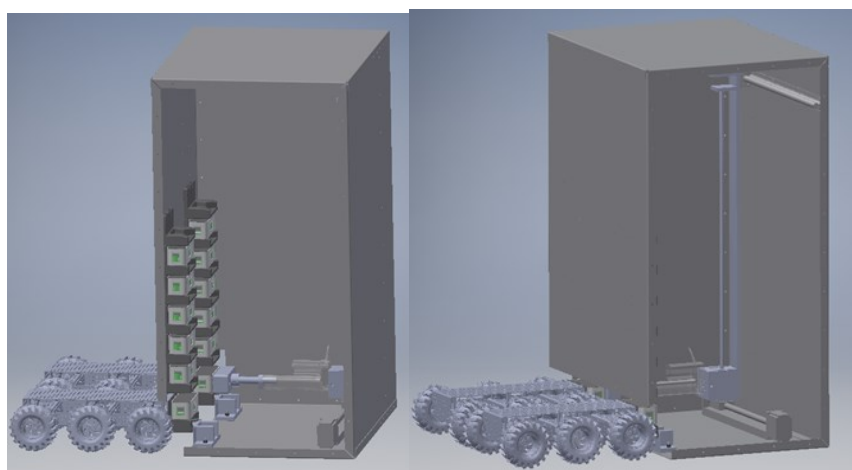


Fig. 4. Varianta statiei modulare

6. Alegerea numărului optim de vehicule autonome

Se vor analiza, diferite ramuri (centru logistic, spital, bibliotecă) unde pot fi implementate vehiculele autonome. Pe baza programului de lucru, volumului de muncă și al vehicului folosit, se realizează un calcul care determină numărul optim de vehicule autonome.

Centru logistic: Are o capacitate de 120.000 mp. Produsele din acest centru, sunt de categorie medie și mare (de la fier de călcat până la frigider sau mașini de spălat). Numărul acestor produse fiind de aproximativ 1 milion. Într-o zi normală volumul de producție este de 2500 colete/ora. Vehiculul folosit pentru ambalarea paletelor este Robocap S6. Programul de lucru este de luni-sâmbătă (24h/24h).

Tabel 3. Date tehnice centru logistic și stabilirea numărului de vehicule autonome

<p><u>Date tehnice:</u> Dimensiune palet: 2000x2000x2200 (L x l x H); Dimensiune Rola de ambalare: 300x76x500 (D x d x H); Grosime strat folie: 0,017÷0,035mm(g); Viteza de ambalare: 35÷80 m/min; Autonomia vehicului: 5h; Timpul de încărcare: 10h; Program de lucru: 24 h (luni-sambata); Capacitate: 300 paleti/ ora; Capacitate stație încărcare schimbare: 10 acumulatori;</p>	<p>Fig.5 Modul de ambalare și rola de ambalare[2]</p>
---	---

Tabel 4. Formule de calcul

Caracteristică	Formula
Grosime folie ambalare(G)	$G=D_{max}-d_{min}$ (1)
Nr rotații complete pentru o rola de ambalare (Nrot)	$Nrot=G/2g$ (2)
Lungimea folie de ambalare pentru o rotație completă a vehicului autonom	$Lamb=2*\pi*(L+1200)$ (3)
Lungime folie de ambalare palet	$Lamb(palet)=Lamb*5$ (4)
Viteza de ambalare	$v=L/t$ (5)
Timpul final pe palet	$t_{fin}=t*5$ (6)
Timp de ambalare pe ora	$tamb=60/t_{fin}$ (7)
Număr paleti ambalati de un vehicul(autonomie)	$Naut=tamb*5$ (8)

Aplicând formule de calcul din tabelul de mai sus se obține:

$G=300-76=224\text{mm}$; $N_{\text{rot}}=224/0,04=5600$ rot; $\text{Lamb}=2*\pi*3200=20106,193\text{mm/rot}=20,106\text{m/rot}$;

Pentru ambalarea unui palet de $2000 \times 2000 \times 2200$, cu o rola de ambalare de $H=500\text{mm}$, vor fi necesare 5 rotații complete ale vehiculului.

$\text{Lamb}(\text{palet})=20,106*5=100,35\text{m}$

$t=20,106/50=0,40$ min/rot

$T_{\text{fin}}=0,4*5=2$ min/palet;

$t_{\text{amb}}=60/2=30$ paleti/ora;

$N_{\text{aut}}=30*5=150$ paleti/autonomie;

Având în vedere faptul că la o singură autonomie se realizează 150 paleti, se va alege una dintre cele două opțiuni (opțiunea de încărcare sau opțiunea de schimbare de acumulator). Se cunoaște, că timpul de încărcare este de 10h, programul de lucru de 24h, iar timpul de autonomie de 5 ore, numărul de vehicule autonome optim este de 20.

Biblioteca: Se presupune ca biblioteca are capacitatea de circa 4.000.000 de unități bibliografice cu caracter enciclopedic, cărți, ziare, reviste și colecțiilor speciale (manuscrise, arhivă istorică). Biblioteca alocă spații libere pentru lectura publicului, de luni până joi, de la ora 08:00 până la 20:00, iar vinerea de la 08:00 până la 18:00.

Distanța dintre sala de lectură și spațiul alocat cărților este de 300 m, iar distanța dintre ghișeul bibliotecii și spațiul alocat cărților este de 200 m.

Programul publicului ce vizitează biblioteca după intervalul orar este următorul:

Tabelul 5. Număr de vizitatori pe interval orar

Interval orar	08:00-10:00	10:00-12:00	12:00-14:00	14:00-16:00	16:00-18:00	18:00-20:00
Luni-Vineri	50 pers	200 pers	200 pers	300 pers	200 pers	100 pers
Sâmbătă	10 pers	50 pers	200 pers	100 pers	50 pers	-

Tabelul 6. Date tehnice biblioteca și stabilirea numărului de vehicule autonome

Nr. acumulatori în stația de încărcare:6; Tensiunea nominală:12V; Capacitate: 2,8 Ah; Consum: 3A; Autonomie: 0,93 h; Viteza de deplasare vehicul: 5m/s; Timp de încărcare:1,5h;	$V=d/t$ (9) $t=d/v=200/5=40\text{s}$; Timp deplasare dus-întors (spațiu alocat cărți - ghișeu biblioteca)= $40\text{s} \times 2 = 1 \text{ min } 20\text{s} = 0,02 \text{ h}$; Nr. deplasări într-o autonomie = $0,93/0,02=46,5$ ori;
---	--

Având în vedere datele furnizate la început, numărul de vehicule autonome optim este de 10.

Spitalul de urgențe: blocul operator este constituit din 17 săli de operație utilizate, conform standardelor în care se desfășoară activități chirurgicale. Fiind o unitate medicală, blocurile operatorii sunt folosite non stop, în cazul de urgență și intervenții programate.

Tabelul 7. Date tehnice spital de urgențe și stabilirea numărului de vehicule autonome

Timpul de dezinfectie: 30 min; Program de lucru(luni-duminică): 24h; Număr săli de operație: 17; Autonomie acumulator:5h; Timp de încărcare: 5h; Nr. acumulatori stație: 6;	Număr intervenții chirurgicale/zi (5 pe fiecare sală de operație= $17 \times 5=85$ - de luni până vineri+urgențe, iar sambata si duminica, blocurile operatorii sunt alocate urgențelor). Număr de vehicule: $85/9=9,44 \rightarrow$ 10 vehicule autonome.
--	--

Având în vedere datele furnizate inițial se recomandă un număr de 9 vehicule autonome pentru dezinfectie, deoarece 30 minute din autonomie sunt alocate de parcurgere al vehiculului de la locul de lucru până la stația de încărcare.

7. Strategia de marketing

Matricea SWOT

Analiza, folosind Matricea SWOT a proiectului este foarte importantă, deoarece în urma acestei analize SWOT se poate identifica dacă proiectul este viabil, dacă există șanse ca produsul să fie implementat sau nu. Această metodă ajută la analiza problemei, produsului, situației afacerii, tot ceea ce poate fi analizat ca obiect. Analiza SWOT are ca și rezultat final o strategie pentru dezvoltarea ulterioară a proiectului, ținând cont de realitatea existentă a pieței.

Tabel 8. Analiza SWOT

	Puncte tari	Puncte slabe
I n t e r n	<ul style="list-style-type: none"> - Produsul vizat are atât funcția de încărcare, cât și funcția de schimbare acumulator; - ”Stația de încărcare și schimbare acumulator” este automatizată, astfel nu mai este necesară intervenția operatorului uman pentru această operație; - Eliminarea timpilor auxiliari; - Produsul conduce la o organizare mult mai eficientă în mediile interne; - Îndeplinirea și aprecierea nevoilor clienților; - Intrarea pe piață cu o nouă tehnologie; 	<ul style="list-style-type: none"> - Lipsa istoricului în domeniul de vehicule autonome; - Costul de realizare, ceea ce duce la lipsa fondurilor pentru finanțare; - Incompatibilitatea cu toate modelele de vehicule autonome; - Lipsa instrumentelor pentru realizarea produsului;
	Oportunități	Amenințări
E x t e r n	<ul style="list-style-type: none"> - Lipsa unui astfel de produs pe piața actuală; - Avansarea tehnologiei, interesul pentru o industrie automatizată; - Numărul din ce în ce mai mare de vehicule autonome produse; - Cerința pieței; - Cererea în creștere a consumatorilor de vehicule autonome; - Intrarea pe piață a noilor tehnologii și furnizori; - Întrecerea firmelor concurente de pe piață; 	<ul style="list-style-type: none"> - Durata de timp mare de avansare pe piața din România a industriei automatizate; - Numărul mic de clienți ce dețin vehicule autonome în România; - Concurența pe piața din partea producătorilor de vehicule autonome; - Intrarea pe piață a unui nou producător; - Scăderea nivelului de trai; - Modificări negative ale legislației; - Lipsa de experiență în domeniu;

În tabelul 8 a fost prezentată analiza SWOT unde au fost stabiliți factorii interni care se referă la propriile resurse financiare sau tehnice, la strategiile abordate cât și concordanța cu misiunea stabilită la începutul proiectului. Factorii externi reprezintă mediul socio-cultural, considerații generale, sociale, politice.

În urma matricii SWOT ce are rolul de a evidenția anumite puncte importante asupra produsului care trebuie luate în vedere cu foarte mare atenție, se pot identifica următoarele avantaje concludente a ”Stației de încărcare și schimbare acumulator” înainte de intrarea pe piață a acesteia:

1. Eliminarea timpilor auxiliari va duce la un timp de așteptare minim prin înlocuirea încărcătoarelor clasice cu noua stație de încărcare și schimbare a acumulatorilor. Noua stație oferă vehiculului autonom posibilitatea de a înlocui acumulatorul cu unul deja încărcat, acțiune ce favorizează creșterea productivității în ariile de desfășurare.
2. Ținând cont de faptul că mobilitatea se află în centrul civilizației moderne, încep să se producă schimbări semnificative cu o creștere în rândul vehiculelor autonome ceea ce permite o rampă de intrare pe piață a ”Stației de încărcare și schimbare acumulator”.
3. Vehiculele autonome au câștigat tot mai multă popularitate în ultimii ani ceea ce oferă produsului prezentat încă un avantaj major și anume posibilitatea de dezvoltare în sectoarele din întreaga lume datorită eficienței sale.
4. ”Stația de încărcare și schimbare acumulator” promite o dezvoltare industrială în mod esențial ca un potențial simplificator al costurilor într-o întreprindere, acest lucru reprezentând o reală competiție industrială.

5. Au fost introduse o serie de politici ambițioase pentru a sprijini această latură a industriei autonome. Aceste politici includ abordări pentru reducerea barierelor de adoptare și pentru promovarea dezvoltării infrastructurii de încărcare necesare.
6. Vehiculele autonome alături de sistemele de stocare a energiei vor constitui principala componentă a industriei autonome cu tehnologii care utilizează acumulatori ce se pot schimba sau încărca cu ajutorul ”Stației de încărcare și schimbare acumulatori”.

8. Concluzii

Lucrarea are drept obiectiv proiectarea și realizarea unui prototip funcțional pentru o stație de încărcare a acumulatorilor unei flote de vehicule terestre autonome industriale. Motivul existenței unei asemenea situații este acela de a reduce timpii petrecuți de vehicule pentru încărcarea acumulatorilor. Așadar, în lucrarea de față s-au concretizat aspectele cu privire la dezvoltarea unor capitole precum “Proiectare detaliată”, “Analiza economica”, “Marketing”.

Capitolul proiectare detaliată a avut ca scop trecerea de la concept al fiecărui element la produs final gata de trimis către execuție. În acest capitol au fost prezentate toate elementele componente împreună cu numărul de bucăți din fiecare componentă și materialul din care se realizează.

Analiza managementului de cost presupune urmărirea mai multor etape precum: stabilirea caietului de sarcini, alegerea furnizorilor, întocmirea cerere de ofertă, în vederea achiziției unor repere, urmărind ca prețul achizițiilor să respecte un raport calitate/preț accesibil realizării produsului “Stație de încărcare și schimbare acumulatori”.

Pentru a vizualiza procesul de schimbare a acumulatorilor în stația de încărcare și schimbare, s-a realizat o simulare a procesului de funcționare cu ajutorul programului Unity, care returnează, pe baza informațiilor datelor de intrare și timpul petrecut de vehicul în așteptarea obținerii unui acumulator încărcat.

Proiectarea variantei modulare a avut ca scop dezvoltarea unui concept care să poată primi 2 vehicule în același timp în vederea încărcării și schimbării acumulatorilor fără a bloca întreg procesul în cazul în care un AGV dorește să ramână la încărcat.

În capitolul alegerea numărului de vehicule autonome, s-a analizat, pe baza datelor inițiale, care este numărul optim de vehicule autonome, pentru clienții cărora ne adresăm (centru logistic, spital de urgențe, bibliotecă). În cazul spitalului de urgențe și al bibliotecii, în stația de încărcare, vor fi un număr de 6 acumulatori, iar în centru logistic numărul de acumulator fiind de 10. S-a ajuns la concluzia că numărul optim de vehicule autonome, pe baza calculelor făcute, în cazul centrului logistic este 20, în cazul spitalului de urgențe 9, iar în cazul bibliotecii 10.

Prin folosirea matricii SWOT s-au evidențiat majoritatea criteriilor de intrare pe piață a produsului, de unde au putut fi evidențiate avantajele ”Stației de încărcare și schimbare acumulator”. Au fost concluzionate punctele slabe cât și posibilele amenințări, dar și oportunitățile care prezintă un factor important deoarece susțin lansarea produsului.

În viitor se vor extinde cercetările asupra realizării fizice a unui prototip, dar și asupra omologării produsului, urmărind utilizarea, comercializarea și reciclarea acestuia. Ultima etapă este reprezentată de prezentarea finală a cărții produsului.

9. Bibliografie

- [1]. Spanu, P. (2020), Curs “Rețele logistice”, platforma Moodle;
- [2]. *** Robopac, Manual de utilizare Aetngroup;

COMPUTERISED SYSTEM FOR THE MOVEMENT OF THE TABLE AND CUTTING HEAD OF A CUTTING MACHINE

TOMIȚA Adrian-Valentin

Facultatea: IIR, Specializarea: IAI, Anul de studii: IV, e-mail: adrian.tomit@gmail.com

Conducător științific: Conf.dr.ing. **Ovidiu ALUPEI COJOCARIU**

SUMMARY: This scientific paper aims to showcase a prototype of a bar cutting machine, meant to be operated by using IOT technologies, and creating a computer application in LabView that simulates the process of data acquisition using a QR scanning sensor. Each bar contains a QR code which corresponds to a set of dimensions inside of a database. The data interpreted from the QR code scans reveal an id, which is then searched inside of a database table in order to extract the lengths of the cuts to be executed upon the bars by the cutting machine, without direct interaction from an operator. The final goal is to project a cutting machine able to perform real time data acquisition and processing by using two distance measuring sensors and a QR scanning sensor, in order to operate autonomously by retrieving data from a database.

CUVINTE CHEIE: QR code¹, IoT², database³

1. Introducere

Scopul acestei lucrări este de a demonstra simplitatea prin care pot fi automatizate mașinile unelte cu ajutorul tehnologiilor folosite în ziua de azi în Industria 4.0. Așa numita Industrie 4.0 este de câțiva ani în centrul transformării economice și tehnologice de câțiva ani. Pe perioada pandemiei Covid19 această industrie s-a demonstrat a fi fundamentală. Ideea de a adauga senzori și „inteligentă” obiectelor uzuale se discută încă din anii 1980, dar până de curând tehnologia actuală nu permitea dezvoltarea acestui cuvânt. În ziua de azi apar din ce în ce mai multe obiecte interconectate care au scopul de a face viața utilizatorilor mai ușoară, deși când vorbim despre Industrial IOT, și Industria 4.0 [3], acestea nu se limitează doar la îmbunătățirea confortului, ci la o decisivă îmbunătățire a timpilor de producție și operare de mașinării industriale, de care beneficiem cu toții pe termen lung. Prin intermediul acestei lucrări de cercetare vor fi scoase la iveală unele principii de bază prin care operarea dispozitivelor industriale poate fi drastic îmbunătățită și automatizată, prin intermediu unor componente electrice de cost redus și aplicații pentru calculator, simple de realizat și utilizat.

2. Stadiul actual

Pentru realizarea acestei cercetări a fost proiectat în primă etapă un proiect 3D (fig.1) prin intermediul programului Solidworks pentru a analiza nevoile principale în realizarea rolului funcțional dorit.

Modul de operare al mașinii de debitare este descris de următoarele etape:

- Deplasarea barei pe conveior (fig.2)

¹ **QR code:** Codul QR este un standard de codare cu forma de bare bidimensionale, care poate fi folosit pentru a stoca un maxim de 7.089 caractere numerice și 4.296 de caractere alfanumerice. [1].

² **IoT :** IoT (Internet of Things) este un concept care descrie o rețea de dispozitive interconectate prin internet în scopul de a fi controlate de la distanță. [2].

³ **Database :** Bazele de date (database) sunt o tehnologie folosită pentru stocarea de informații în scopul de a le putea cauta și accesa în mod rapid prin intermediul unor tabele, indexate cu un cod numit cheie primară.

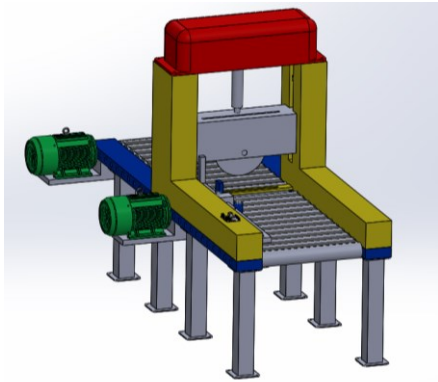


Fig.1 Mașina de debitat bare

- Citirea codului QR (care conține id-ul unui rând dintr-un tabel de date base cu dimensiunile de taiere) efectuată de un senzor tip cititor QR poziționat înaintea capului de taiere (fig.3).

- Oprirea conveiorului
 - Pozitionarea senzorului de masurare a distanței la distanța (egala cu dimensiunea de taiere) necesară față de capul de taiere al mașinei (fig.4-5)

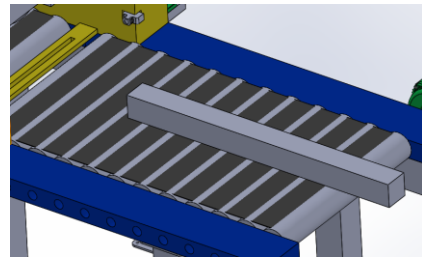


Fig.2 Intrarea barei pe conveior

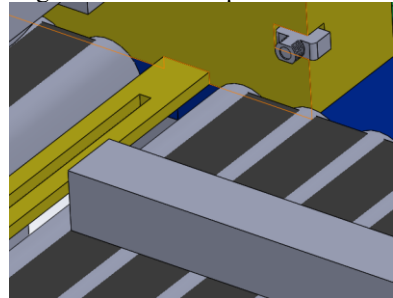


Fig.3 Scanarea codului QR de pe bară

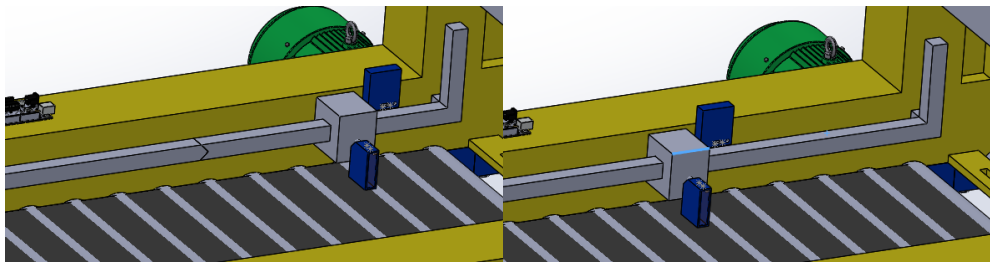


Fig.4-5 Translația modului cu senzori de distanță

- Pornirea conveiorului pentru a deplasa bara in poziția de taiere.
 - Al doilea senzor de distanță observă cand bara va ajunge in poziția corectă pentru a opri conveiorul (fig.6)

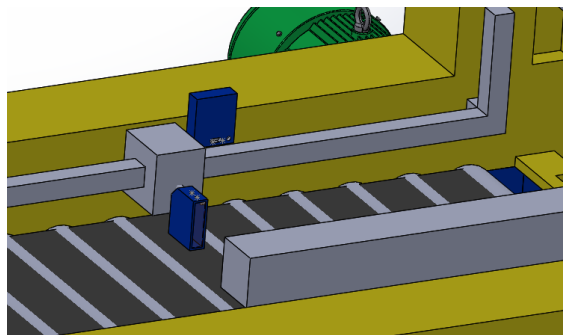


Fig.6 Trecerea barei in fața senzorului de mișcare

- Oprirea conveiorului
 - Coborarea capului de taiere (fig.7-8)

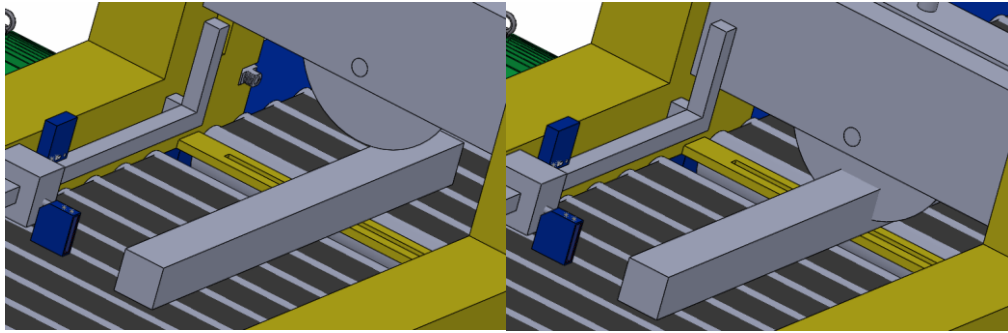


Fig 7-8 Retezarea barei

3. Schema Electrică

S-a realizat o schemă electrică de bază (fig. 9) pentru controlarea senzorilor și acționarea motoarelor conveierului. Această schemă reprezintă sistemul de bază pentru a demonstra principiile de funcționare unui asemenea sistem, deși o placă Arduino Uno nu conține destule intrări pentru a controla toate aspectele necesare funcționării complet autonome ale mașinii de tăiere. În cazul realizării unui sistem complet autonom se preferă folosirea unei plăci mai avansate, precum NI MyRIO.

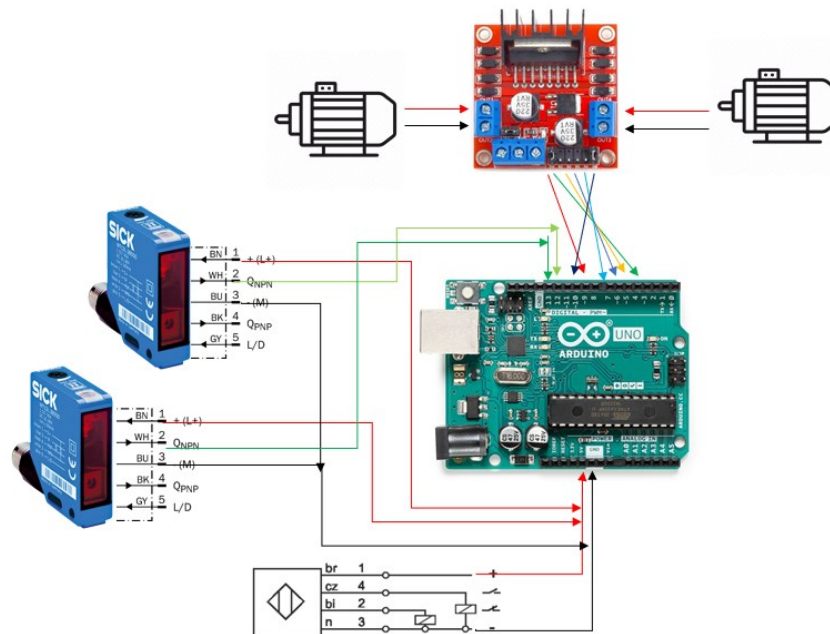


Fig.9 Schema electrică a standului experimental

Cei 3 senzori pot fi controlați direct de o placă Arduino Uno, conectată la un calculator pentru a avea acces la baza de date cu comenzile de tăiere, iar motoarele pot fi controlate de acesta prin intermediul unui Driver L298N.

Senzorii folosiți în acest sistem:

- 2 senzori de măsurare a distanței - Sick WL12L-2B520 (unul pentru măsurarea distanței de tăiere a barei, și unul pentru a verifica dacă bara a ajuns în poziția corectă pentru tăiere)
- 1 senzor de scanare a codurilor QR - SELS QR184000RPK

Alegerea senzorului QR a fost făcută pentru a putea demonstra funcționalitatea principiilor de bază al acestui sistem, deși în condiții reale se prefera un senzor RFID pentru a nu avea limitări în ceea ce privește profilul și poziționarea barei.

4. Citire QR

S-a realizat un program pentru citirea codurilor QR (Fig.10), ce va fi folosit in versiuni ulterioare pentru a putea accesa comenzile de taiere din interiorul unei baze de date.

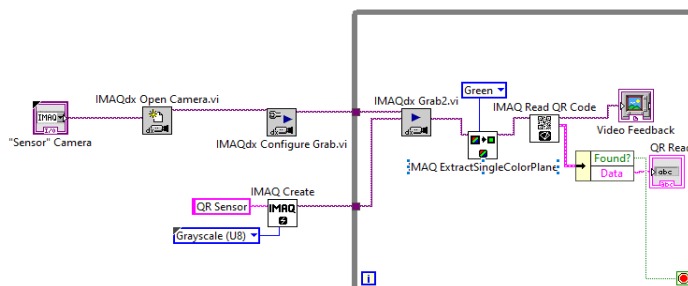


Fig.10 schema vi. a programului de scanare QR.

Programul realizat citește codul QR din feedbackul primit de la camera video a unui laptop, și îl transformă în cod alfanumeric (în acest caz doar numeric), apoi oprește inputul camerei video, lăsând loc pentru o eventuală comparare a datelor cu cele din database (în ediții viitoare)

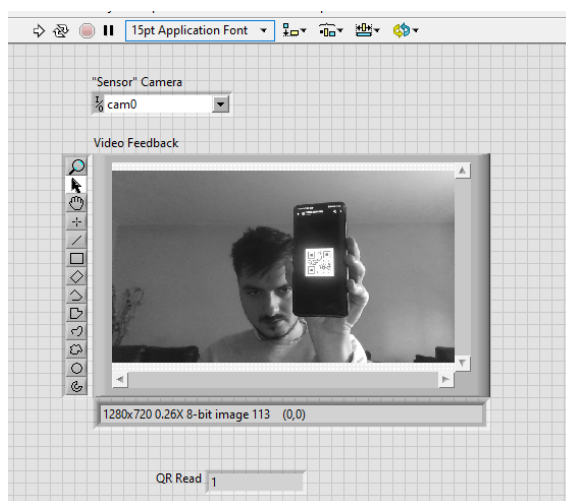


Fig.11 Scanarea codului QR

5. Concluzii

Mașina unealtă prezentată anterior, și programul de citire QR demonstrează funcționarea principiilor de bază necesare realizării unui model real. Sugestiile de îmbunătățire ale aplicației sunt următoarele:

- Realizarea unui sistem de prindere și centrare al barei
- Un sistem de oprire al barei pentru a elimina erorile cauzate de întârzierea opririi conveierului
- Un program arduino pentru a citi codul QR fără a ne folosi de camera unui calculator.
- Conectarea programului la o bază de date pentru extragerea comenzilor de taiere.

6. Bibliografie

- [1]. ***, QR code <https://www.qrcode.com/en/about/>
- [2]. ***,IoT <https://www.zdnet.com/article/what-is-the-internet-of-things-everything-you-need-to-know-about-the-iot-right-now/>
- [3]. ***, Industria 4.0 <https://www.greensoft.ro/industria-4-0/>

RESEARCH AND DEVELOPMENT OF A MONITORING SYSTEM OF THE PARAMETERS OF A MINI-PROTOTYPE OF A GREENHOUSE

DRAGAN Petrut - Adrian

Facultatea de Inginerie Industrială și Robotică, Specializarea: Informatica Aplicată în Ingineria Industrială,
Anul de studii:4, e-mail: draganpetrut8@gmail.com

Conducător științific: Conf. dr. ing. **Ionuț-Gabriel GHIONEA**

SUMMARY: The objective of this paper is the research and development of a monitoring system for the parameters of a mini prototype of a greenhouse. It is desired to achieve this in order to streamline the process in relation to the work done and to save time, water consumption, electricity, etc. The monitoring of the parameters will be done by computer, being permanently updated.

KEY WORDS: sensors, automation, greenhouse, temperature, umidity, conditions conducive to plant growth.

1. Introducere

Ce este sera? O seră este o construcție specială cu acoperiș din sticlă sau din material plastic pentru adăpostirea și cultivarea plantelor care nu suportă frigul în perioada rece a anului.

De asemenea, automatizarea cu efect de seră oferă noi oportunități pentru proprietarii unei zone urbane sau suburbane. Mai mult, instalarea echipamentelor se poate efectua independent. Acest lucru va economisi o cantitate semnificativă din bugetul familiei. În prezent, acest proces este în plină dezvoltare oferind o multitudine de oportunități pentru realizarea unei astfel de sere.

Ideea pentru această cercetare mi-a venit în urma analizei procesului pe care părinții mei îl făceau pentru a dezvolta o mini sera și am constatat că munca depusă și timpul petrecut în sera și pentru întreținerea ei erau foarte mari. Astfel, făcând câteva căutări mi-am dat seama că procesul poate fi optimizat. Scopul lucrării constă în elaborarea și prototiparea unui sistem automatizat destinat serelor pentru menținerea mediului ambiant potrivit plantelor din interior. Acest prototip constă într-un sistem de monitorizare a parametrilor de utilizare a serei, respectiv temperatura, umiditate și lumina și un sistem de comandă și control pentru automatizare.

2. Stadiul actual

Notiunea de sera este tot mai des vehiculată în contextul accentuării efectului de sera și a creșterii continue a gradului de poluare pe întreaga planetă. Într-o sera se regăsesc trăsăturile care fac viața urbană mai sănătoasă, mai plăcută și de asemenea mai prietenoasă. Serele folosesc pe scară largă energiile regenerabile care utilizează tehnologii nepoluante și promovează un mod de viață sănătos, cât și strategii inovatoare pentru a promova noi preocupări ecologice.

Tendința de actualitate referitoare la cultivarea legumelor și florilor în spațiile protejate, este de a se renunța la culturile intercalate și de a se cultiva într-un ciclu de vegetație, o singură specie sau gen de plantă.

Cele mai importante legume cultivate în spațiile protejate, în România sunt:

- plante legumicole, de la care se consumă fructele: tomatele, ardeiul, vinete;
- plante legumicole din familia cucurbitacee: castravetii, pepenele galben, dovlecelul comun;

- plante din grupa verzei: varza alba, conopida, brocoli si gulia;
- plante de la care se consuma radacinile tuberizate: ridichia de luna si morcovul;
- plante de la care se consuma frunzele: salata, spanacul, patrunjelul pentru frunze, mararul;
- plante din grupa cepei: ceapa comuna sub forma de ceapa verde;
- plante floricole de o mare diversitate.

Cultivarea plantelor in sere se realizeaza preponderent in sistem hidroponic. In figura 1 este prezentata o cultura infiintata intr-o sere pe acoperis la Gotham GreensGreenpoint, New York.



Fig.1 Exemple de sere

Mod de funcționare:

Prototipul este gandit sa afiseze pe un display valorile parametrilor monitorizati, temperatura si umiditate, iar in spatele acestora, placa de achizitie de date transmite celorlalte componente urmatoarele actiuni, si anume: o pompa de apa care porneste imediat ce umiditatea scade sub valoarea ideala si un motor care deschide o latura a serei pentru aerisire.

Obiective: Automatizare proces, Reducerea timpului de munca in sere, Reducerea volumului de munca, Promovarea unui mod de viata sanatos, Promovarea de noi preocupari ecologice.

3. Componente alese



Fig.2 Placa de dezvoltare

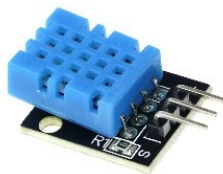


Fig.3 Senzor de temperatura si umiditate DHT11

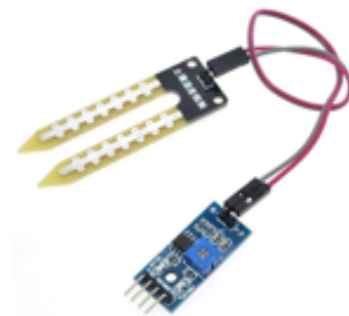


Fig.4 Modul cu senzor umiditate sol



Fig.5 Modul sensor lumina-intensitate luminoasa



Fig.6 Pompa de apa



Fig.7 Motor servo 360 12kg

Placă de dezvoltare compatibilă arduino mega 2560(<https://cleste.ro/placa-de-dezvoltare-compatibila-cu-arduino-mega-2560.html>) figura 2.

Date tehnice:

Tabelul 1. Caracteristici ale placii de achizitie

Tensiune alimentare	5V
Tensiune de intrare recomandata	7-12V
Pini digitali input/output	54 (din care 14 ofera iesire PWM)
Pini de intrare analogici	16
Curent DC pe input/output	40 mA
Curent DC pentru pinul 3.3V	50 mA
Flash memory	256 KB
Frecventa	16 MHz

Senzor temperatura si umiditate DHT11 (<https://cleste.ro/senzor-temperatura-si-umiditate-dht11.html>) figura 3.

Date tehnice:

Tabelul 2. Caracteristici senzor temperatura si umiditate

Tensiune alimentare	3.3V-5V
Curent	2.5mA(maxim)
Gama de masurare a umiditatii	20%-95% RH
Acuratetea masurarii umiditatii	±5% RH
Gama de masurare a temperaturii	0°C-60°C
Acuratetea masurarii temperaturii	±2°C
Nu functioneaza sub	0°C
Dimensiuni	32mm x 14mm
Poate masura umiditatea in intervalul 20% - 90% cu o precizie de 5%	
Poate masura temperatura in intervalul 0- 50°C cu o precizie de 2°C	

Modul cu senzor umiditate sol (<https://cleste.ro/modul-cu-senzor-umiditate-sol.html>) figura 4.

Date tehnice:

Tabelul 3. Caracteristici modul cu senzor umiditate sol

Tensiuni de lucru intre	3.3V-5V
Dimensiuni	30mm x 16mm
Nivele de sensibilitate reglabila (afisata in controlul potentiometrului digital albastru)	
Mod de iesire dublu, iesirea digitala este simpla, iesirea analogica mai exacta.	
Are gaura fixa de surub, ce permite o instalare convenabila	
Ledul indicator de alimentare(rosu) si luminile de iesire ale comutatorului digital(verde)	

Modul senzor lumina - intensitate luminoasă (<https://cleste.ro/modul-senzor-lumina-intensitate-luminoasa.html>) figura 5.

Date tehnice:

Tabelul 4. Caracteristici modul senzor lumina-intensitate luminoasa

Tensiune alimentare	3.3V-5V
Forma de iesire: afisarea comutatorului digital (0 si 1)	
4 gauri fixe, usor de instalat	
Dimensiuni	32mm x 17mm

Pompă de apă 3-6V (<https://cleste.ro/pompa-de-apa-3-6v.html>) figura 6.

Date tehnice:

Tabelul 5. Caracteristici ale pompei de apa

Tensiune alimentare	DC 3-5V
Curent	100-200 mA
Debit	1,2-1,6 L / min
Greutate	28 g
Diametrul exterior al duzei	7.5mm
Diametrul interior al duzei	4.7mm
Diametru aproximativ	24mm
Lungime aproximativa	45mm
Inaltime aproximativa	33mm

Motor servo 360 12 KG (<https://cleste.ro/motor-servo-360-12kg.html>) figura 7.

Date tehnice:

Tabelul 6. Caracteristici motor servo 360

Tensiune alimentare	4.8-6V
Temperatura de functionare	-20~60 °C
Viteza de operare:	
Alimentat la 4.8V	0.23sec/60 grade
Alimentat la 6V	0.19sec/60 grade
Consum curent in repaus:	
Alimentat la 4.8V	7.2mA
Alimentat la 6V	8mA
Lungime cablu	30 cm
Dimensiune	41 x 20 x 36mm
Greutate	37.2g

4. Testare

Din cauza condițiilor actuale a trebuit să simulăm sera cu ajutorul unui mini-prototip după cum se poate vedea în figura 8.

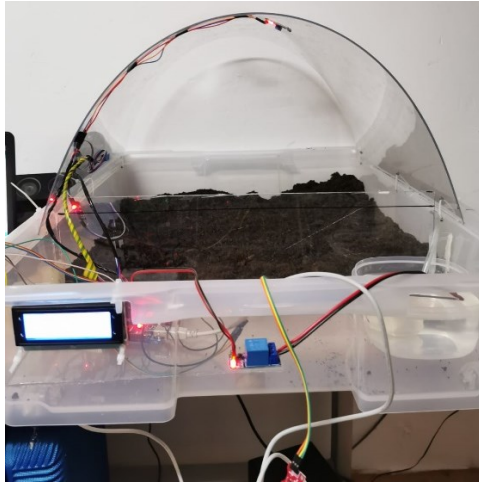


Fig. 8 Prototipul serei

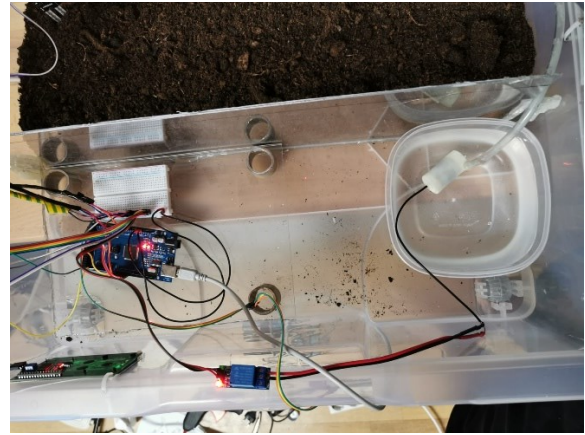


Fig.9. Montarea placii Arduino si componentele acesteia

Etape de lucru asupra prototipului mini serei: Primul pas a fost montarea componentelor electronice pentru monitorizarea și controlul parametrilor, astfel fiind redată în figura 9. Al doilea pas a reprezentat fixarea și conectarea senzorului de temperatură și umiditate a aerului ca în figura 10. Al treilea pas a constat în montarea senzorului de intensitate luminoasă, după cum este redat în figura 11. În pasul patru s-a montat senzorului de umiditate de la sol în partea mini-prototipului unde se afla pământul pus, în figura 12. A urmat montarea pompei simulată cu ajutorul unei caserole cu apă, ca în figura 13.

După terminarea realizării montajelor electronice a urmat scrierea codului în Arduino și simularea acestuia, rezultatele fiind afișate pe display-ul amplasat, conform figurilor 14 și 15.



Fig.10. Montarea senzorului de lumina-intensitate luminoasa

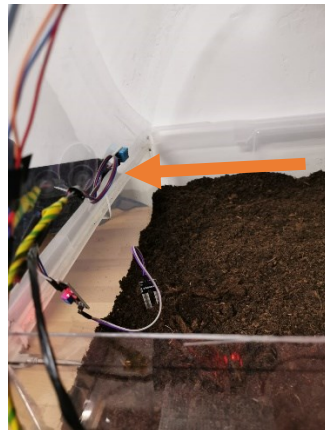


Fig.11. Montarea senzorului de temperatura si umiditate din aer



Fig.12. Montarea pompei de apa

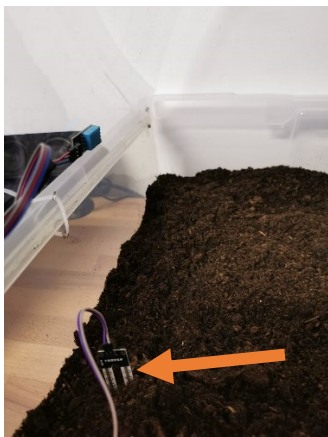


Fig.13. Montarea senzorului de umiditate din sol

```

State_releu5ino | Arduino 1.8.13
Fișier Editare Scrie Instrumente Ajutor

Stubs_releu5ino
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include "DHT.h"
#define DHTPIN A0
#define DHTTYPE DHT11
#define sensorPower 3
#define sensorPin A3
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
int val = 0;
DHT;

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,20,4);
const int ledPin = 13;
const int ldrPin = A1;

void setup()
{
  pinMode(ledPin, OUTPUT);
  pinMode(7, OUTPUT);
  pinMode(6, OUTPUT); // connected to 6 terminal of Relay
  pinMode(5, OUTPUT);
  pinMode(4, OUTPUT);
  pinMode(sensorPower, OUTPUT);
  digitalWrite(sensorPower, LOW); //senzor nivel apa
  Serial.begin(9600);
  dht.begin();

  pinMode(ldrPin, OUTPUT);
  pinMode(ldrPin, INPUT);

  lcd.init();
  
```

Fig.14. Scrierea codului Arduino



Fig.15. Afisare rezultate parametri

5. Probleme întâmpinate la realizarea proiectului

Problemă majoră cu care m-am confruntat a fost afisarea parametrilor pe display din cauza conexiunii și eroare în cod nestiind dacă senzorii indica valorile corecte, figura 16.



Fig. 16 Eroare de afisare

6. Concluzii și modificări viitoare

În această lucrare s-a prezentat realizarea unui mini-prototip de sera cu monitorizare automată a parametrilor: temperatura, umiditate aer, umiditate sol, intensitate luminoasă. Pe viitor se dorește realizarea unei baze de date de stocare a valorilor parametrilor și de controlare de la distanță a acestora.

7. Bibliografie

- [1] <https://www.unitbv.ro/documente/cercetare/doctorat-postdoctorat/sustinere-teza/2016/badiu-eduard-catalin/Rezumate teza doctorat Badiu Eduard Catalin completat.pdf>
- [2] <https://sere-romania.ro/echipamente/automatizari/>
- [3] https://www.youtube.com/watch?v=g2S_p_5toJM&t=22s&ab_channel=AndreiSandu
- [4] <https://www.14core.com/wiring-the-soil-moisture-with-arduino/>

THEORETICAL RESEARCH ABOUT AUTOMATED SORTING SYSTEM FOR MECHANICAL PARTS

MIHALE Adrian-Petre

Facultatea de Inginerie Industrială și Robotică, Specializarea: IAI, Anul de studii: 4,
e-mail: adrian_petre.mihale@stud.fiir.upb.ro

Conducător științific: Ș.l.dr.ing. **Sergiu NANU**

SUMMARY: The paper presents a research for improvement with automation of a sorting and orienting vibratory bowl feeder. In this paper is highlighted the importance and efficiency of orientation in order to prepare the parts for the sorting process. For their improvement it is studied the replacement of the mechanical devices, hard to build, with vision inspection and analyzing systems based on image processing in real time. For this, a software application is developed in Labview, which can recognize the orientation of a screw using NI Vision modules.

CUVINTE CHEIE: software, vibrație, orientare, analiza, imagini

1. Introducere

Una dintre problemele privind sistemele de sortare este reprezentată de orientarea componentelor în vederea sortării acestora.

Alimentatoarele vibratoare de tip bowl feeder sunt o metodă foarte utilă pentru transportarea și orientarea diferitelor părți și materiale în sistemul automat de asamblare. Acestea prezintă un dispozitiv, care este folosit pentru a alimenta componente, în timp real pentru asamblarea unei linii de producție industrială în scopul continuării prelucrării [1]. În general, alimentatoarele vibratoare sunt adaptate pentru aplicații specifice, iar noile modele se bazează pe modificările anterioare, întregul proces fiind condus în principal de criterii empirice [2].

Capacitatea de transfer a pieselor depinde de proporția de piese în direcția corectă scoase din cuvă într-o unitate de timp. În timpul procesului de transfer al pieselor, piesele se deplasează în interiorul cuvei (1) străbat structurile de orientare și ies având orientarea dorită. Piesele sunt împrăștiate la întâmplare în interiorul bolului (1) care este montat pe vibratorul superior (2). Prin inducție electromagnetică între bobina fixată pe vibratorul superior (2) și electromagnet (4), fixat pe vibratorul inferior (5), se asigură vibrația cuvei de sortare prin mișcări rotative în jurul axei verticale și mișcări înainte și înapoi după arcurile lamelare(3), astfel părțile sunt orientate într-o direcție specifică (vezi Fig. 1).

Funcționând sub influența vibrațiilor electromagnetului, sistemul mecanic poate oscila în multe frecvențe diferite în funcție de frecvența de intrare, de masa și rigiditatea sistemului, acestea făcând mișcarea pieselor în cuvă greu de prezis.

Pentru a observa comportamentul unei piese, se efectuează o analiză dinamică cu privire la un sistem de mișcare de referință legat de o întindere a pistei bolului și se analizează mișcarea piesei în raport cu acest

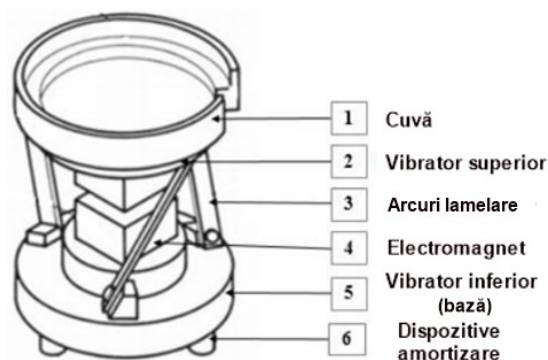


Fig. 1. Componente Alimentatorului cu vibrații de tip bowl feeder [3]

sistem în mișcare. Un sistem de referință fix, $X Y$, și un sistem de referință mobil, X_0, Y_0 legat de o întindere a pistei bolului (a se vedea Fig. 2).

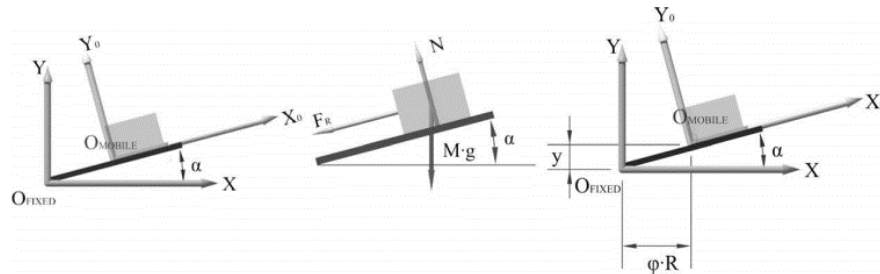


Fig. 2. Sistem de referință și forțele care acționează asupra unei părți și coordonatele originii sistemului în mișcare [4]

Ecuatii pentru determinarea mișcării piesei

$$M_P \cdot \ddot{x}_0 = F_f - M_P \cdot g \cdot \sin(\alpha) - M_P \cdot \ddot{O}_{mobile, X_0} \quad (1)$$

$$M_P \cdot \ddot{y}_0 = N - M_P \cdot g \cdot \cos(\alpha) - M_P \cdot \ddot{O}_{mobile, Y_0} \quad (2)$$

Termenul \ddot{O}_{mobil} reprezintă accelerarea originii coordonatelor din sistemul în mișcare observată de sistemul fix. Indicele arată faptul că acestea sunt descompuse în direcțiile X_0, Y_0 . Indicele P este introdus în masă pentru a indica piesa.

Pentru a proiecta un alimentator de piese este nevoie de cunoștințe legate de tendința părții de a cădea în diferite poziții totodată ținându-se cont de complexitatea alimentatorului, precum și de numărul de piese [5]. Odată cunoscută tendința de cadere a unei piese se pot concepe dispozitive de orientare mecanice pentru a obține piesa într-o anumită poziție constantă la ieșirea din alimentatorul de tip bowl feeder. Dispozitivele de orientare au rolul de a întoarce piesa înapoi la baza bolului atunci când orientarea nu este cea dorită. Acestea pot prezenta o eficiență scăzută din cauza impredictibilității mișcării pieselor. Acest lucru ducând la un număr mai scăzut de piese orientate la ieșirea din alimentatorul de tip bowl feeder într-o unitate de timp. (exemplu Fig. 3).

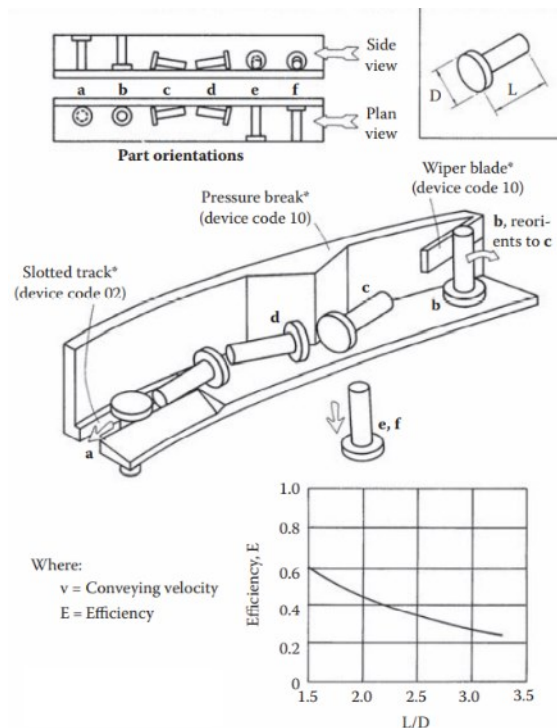


Fig. 3. Model orientare a unei piese de tip șurub [6]

2. Stadiul actual

Pentru a rezolva această problemă legată de eficiența orientării pieselor dar și datorită flexibilității oferite se propune o metodă de automatizare cu ajutorul unui sistem optic montat lângă sistemul de orientare (vezi Fig. 4).

Se propune conceperea unui program software pentru detectarea orientării unui șurub. Programul software a fost realizat cu ajutorul Aplicației Labview si a funcțiilor din biblioteca NI Vision. Prin procesare de imagini se dorește găsirea orientării șurubului in poziție verticală cu capul orientat către cameră. Acest lucru se realizează prin găsirea unei forme circulare sau a unui șablon in imaginea obținută in urma procesării. Daca in imagine nu se poate găsi o forma de tip cerc sau forma din șablon atunci se considera că obiectul din imagine nu este orientat corect.

Pentru realizarea programului s-au avut in vedere urmatoarele(vezi Fig. 5):

- Obținerea imaginii in timp real cu ajutorul unei camere Web conectată prin USB la calculator si a funcțiilor IMAQ si IMAQdx;
- Opțiunea de captură a imaginii cu ajutorul unui buton si de a o salva intr-o locație aleasă din interfață;
- Procesarea imaginii cu ajutorul modului Vision Assistant;
- Aprinderea unui control LED de tip boolean atunci cand șurubul este orientat in poziția dorită;



Fig. 4. Sistem optic pentru recunoașterea orientării pieselor [7]

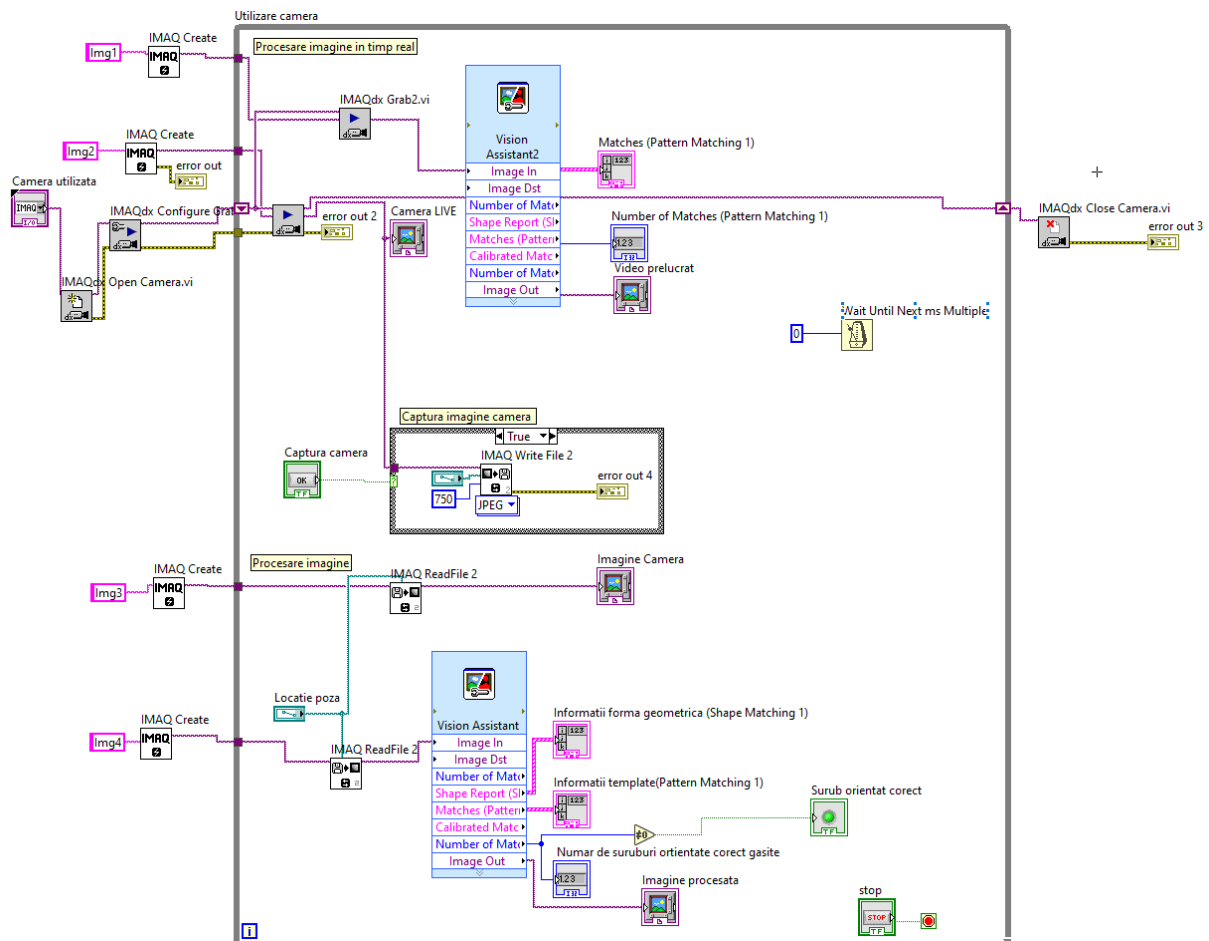


Fig. 5. Diagrama bloc a aplicației

Procesul de prelucrare digitala a imaginii se realizeaza prin aplicarea unor măști sau kernel de tip matrice peste matricile de pixeli ale imaginilor [8].

Etapele procesului de prelucrare a imaginii in NI Vision Assistant(vezi Fig. 6 si Fig. 7):

1. Preluarea imaginii cu ajutorul camerei
2. Extragerea planului de culoare RGB pentru culoarea albastră
3. Aplicarea unui prag pentru culoarea gri
 - Pentru această etapă se extrag din histograma iamginii valorile cuprinse intre 100 si 255
4. Eliminarea zgomotului
 - Se folosesc funcțiile Advantaged Morphology prin care se elimină obiectele de dimensiuni mici si obiectele care au margini
 - Se umplu micile spații din interiorul obiectelor cu contur închis
5. Egalizarea imaginii
6. Recunoașterea formei circulare pe imaginea procesată
7. Recunoaștere cu ajutorul unui șablon ales

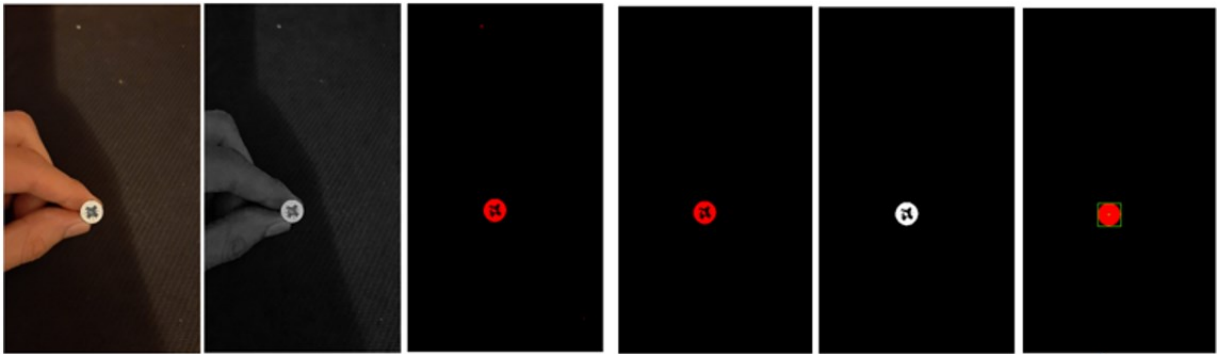


Fig. 6. Etape procesare imagine(de la stânga la dreapta)



Fig. 7. Etapele procesului de prelucrare a imaginii din Vision Assistant

3. Interfața aplicației

Interfața prezintă utilizatorului informații precum: imaginea originală, imaginea procesată, opțiunea de captură ecran, informații privind forma circulară găsită(exemplu Fig. 8 si Fig. 9).

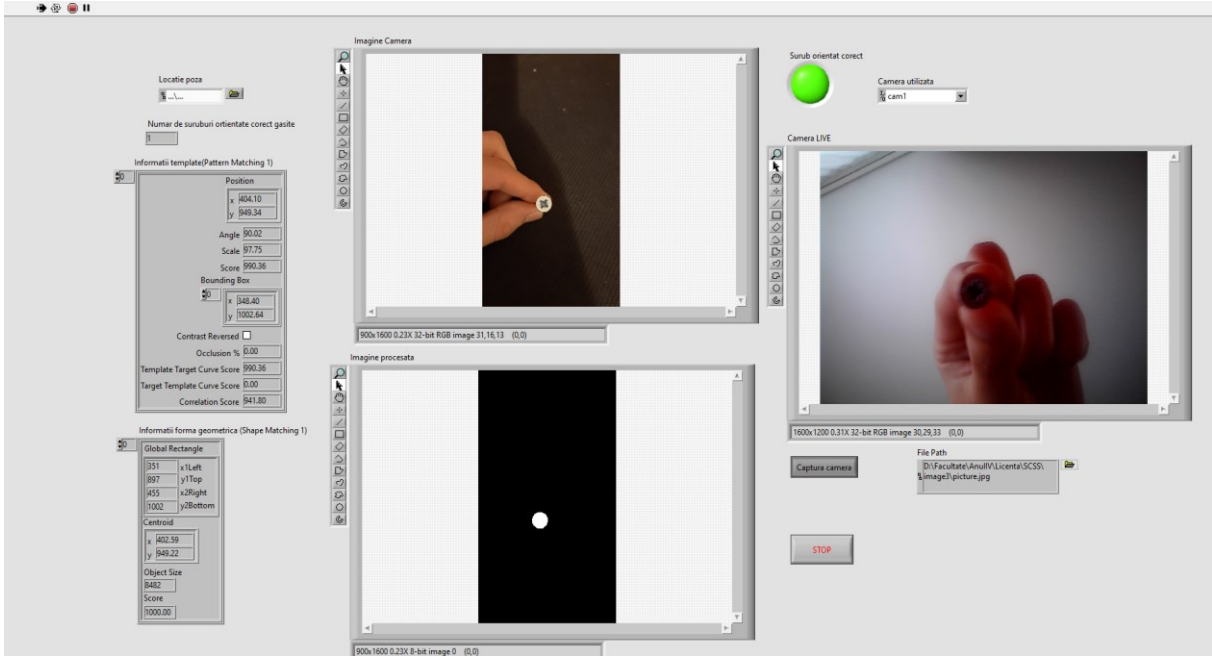


Fig. 8. Panou frontal si analiză imagine ce prezintă un șurub orientat corect

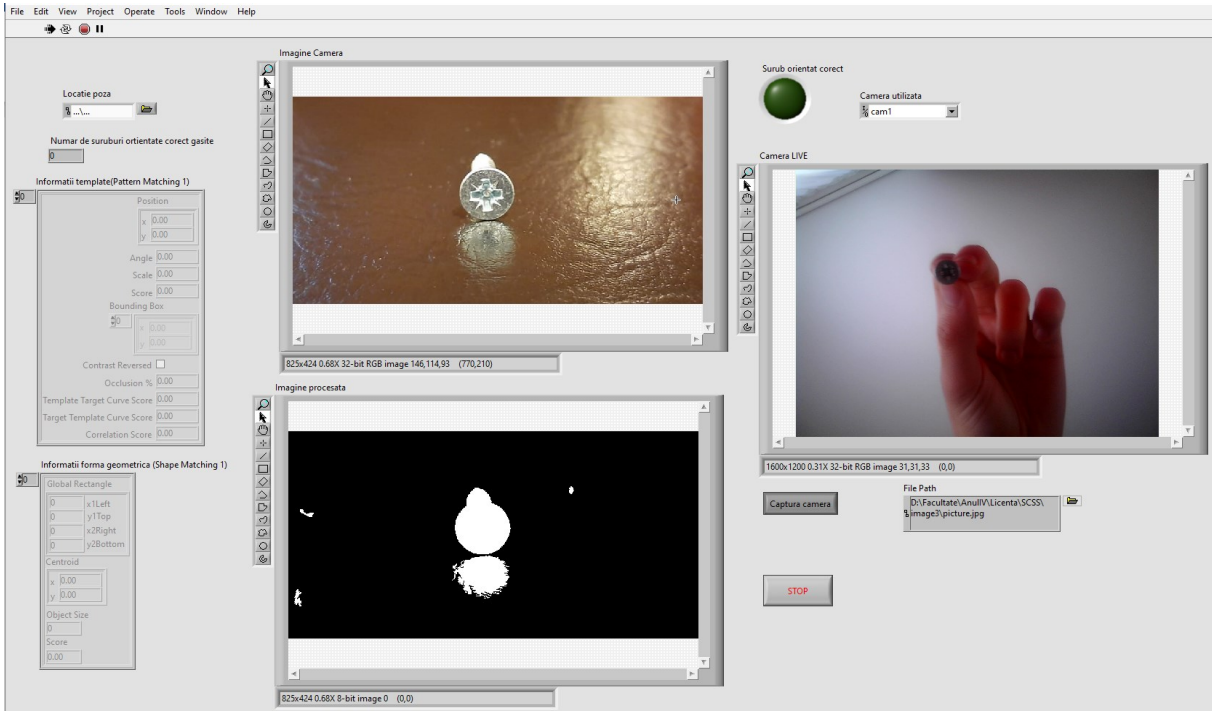


Fig. 9. Panou frontal si analiză imagine ce prezintă un șurub orientat incorect

4. Concluzii

In această lucrare se prezintă o metodă de recunoaștere video cu ajutorul unei aplicații software pentru verificarea orientării unei piese de tip șurub. Aplicația permite recunoașterea capului unui șurub și aprinderea unui LED atunci când acesta este detectat. Formele sunt detectate corespunzător atunci când fundalul este unul întunecat iar imaginea este clară. Totodată se încearcă achiziția în timp real a imaginii unei camere WEB conectate prin USB în vederea detectării orientării obiectelor. În viitor se propune îmbunătățirea procesului de prelucrare a imaginii pentru a permite detectarea obiectelor pentru orice fundal și în timp real. De asemenea programul software poate fi îmbunătățit prin adăugarea de noi funcții precum numărarea obiectelor sau corelarea programului cu un dispozitiv pentru împingerea automată a obiectelor atunci când piesa nu este orientată corespunzător.

5. Bibliografie

- [1]. Prof. S.B. Pawar , Shubham G Dake , Archana J Gadkari , Ranjit D Kumbhar(2018), A Detail Review on Vibratory Bowl Feeder, IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering, 2278-1684, ISSN: 2320-334X
- [2]. Emiliano Mucchi , Raffaele Di Gregorio, Giorgio Dalpiaz(2013), Elastodynamic analysis of vibratory bowl feeders: Modeling and experimental validation, Ferrara, Mechanism and Machine Theory, Volumul 60, pg. 60-72
- [3]. Giang-Nam Le , Van-Mui Nguyen, Anh-Tu Dang(2019), A METHOD TO DESIGN VIBRATORY BOWL FEEDER BY USING FEM MODAL ANALYSIS, Ha Noi, Vietnam Journal of Science and Technology 57
- [4]. A. Vilán Vilán, A. Segade Robleda, P.J. García Nieto, C. Casqueiro Placer(2009), Approximation to the dynamics of transported parts in a vibratory bowl feeder, Mechanism and Machine Theory 44
- [5]. Abigail Santos Cordero, ANALYZING THE PARTS BEHAVIOR IN A VIBRATORY BOWL FEEDER TO PREDICT THE DYNAMIC PROBABILITY PROFILE, Puerto Rico, ISBN: 00681-9045
- [6]. Geoffrey Boothroyd (2005), Assembly Automation and Product Design Second Edition, Wakefield, Editura Taylor & Francis Group, ISBN: 1-57444-643-6
- [7]. <https://performancefeeders.com/custom-applications/vibratory-feeder-with-integrated-vision-system-oriens-parts-based-on-internal-features>, dată accesare: 12.05.2021, ora: 17:00
- [8]. Anamaria Radoi, Curs Analiza și prelucrarea imaginilor, Facultatea de Inginerie Industrială și Robotică

6. Notății

Următoarele simboluri sunt utilizate în cadrul lucrării:

O, O_{mobil} = Originea sistemului fix și originea sistemului mobil

X₀, Y₀ = Coordonatele de referință ale sistemului mobil

X, Y = Coordonatele de referință ale sistemului fix

F_f = Forță frecare [N]

g = Accelerația gravitațională [m/s²] (9.81 m/s²)

RESEARCH ON THE DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED BATTERY MONITORING AND MANAGEMENT SYSTEM OF A ROBOTIC SYSTEM

APOSTOL Alexandru-Florian

Facultatea: FIIR, Specializarea: IAII, Anul de studii: 4, e-mail: alexandru.apostol99@gmail.com

Conducător științific: Ș.l.dr.ing. **Ioan-Cristian TARBĂ**

SUMMARY: It is proposed to develop a system for monitoring and managing the batteries of a robotic system. The system consists of an automated charging station for the batteries of autonomous vehicles. The station has the function of handling, detaching the battery from the vehicle and putting it in the charging slot, and the function of monitoring the battery during charging to determine useful information about it. The paper addresses the study of electrical components of the system and their optimal choice, as well as the development of the software algorithm that controls the system.

CUVINTE CHEIE: baterie, gestionare, algoritm, robot, electronică.

1. Introducere

Lucrarea de față descrie stadiul actual al licenței cu tema “Sistem automatizat de monitorizare și gestionare a bateriilor unui sistem robotizat”, axându-se în principal pe partea de gestionare a bateriei, alegerea optimă a componentelor electrice, schema electrică și dezvoltarea funcțiilor software.

Pentru îndeplinirea funcției de manipulare a acumulatorului se va folosi un ghidaj liniar acționat de un motor de curent continuu pas cu pas [2] pentru mișcarea verticală, un actuator liniar cu motor de curent continuu cu perii [3] pentru mișcarea orizontală, și doi electromagneți [4] care acționează tije metalice din carcasa acumulatorului pentru a-l fixa de capătul actuatorului.

Pentru a începe faza de schimb a acumulatorului trebuie cunoscut momentul când acesta este în poziție de a fi schimbat. Pentru a detecta când vehiculul ajunge în stație cu acumulatorul se va folosi un comutator limitator.

În urma cercetărilor s-au stabilit componentele electrice necesare gestionării acumulatorilor:

- placa de dezvoltare – pentru procesarea programului software și trimiterea de semnale;
- drivere motor – pentru controlul motorului de curent continuu pas cu pas al ghidajului liniar și al motorului de curent continuu cu perii al actuatorului liniar [5];
- punte H – pentru controlul electromagneților;
- sursa de alimentare – pentru alimentare sistemului;
- regulator tensiune – pentru regularea tensiunii de la sursă.

În fig. 1 sunt prezentate pe un model 3D elementele principale ale sistemului.

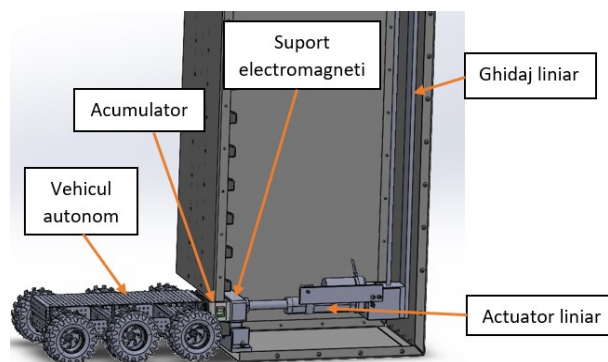


Fig. 1. Elementele sistemului [1]

2. Stadiul actual

Alegerea componentelor electrice s-a făcut axându-se pe compatibilitate dintre acestea și asigurarea funcționării optime. S-a urmărit ca fiecare componentă să funcționeze în parametri recomandați, acestea fiind alimentate și folosite corespunzător.

S-a ales placa de dezvoltare cu microcontroler Arduino Uno R3 [6] datorită numărului îndeajuns de pini pentru transmiterea semnalelor necesare la restul componentelor. Aceasta necesită 7-12V, când este folosit cablul de alimentare, pentru o funcționare optimă.

S-a ales sursa de alimentare MKASYON [7] care poate asigura un curent continuu de 24V cu 8A pentru a asigura alimentarea optimă a tuturor componentelor.

S-a ales regulatorul de tensiune de tip step-down [8] pentru a coborî tensiunea de la sursa de alimentare de 24V, acesta acceptând tensiuni de 14,5-40V, la 12V cu maxim 15A pentru a alimenta Arduino Uno R3, driverul motorului de curent continuu cu perii al actuatorului liniar și puntea H dubla.

Pentru controlul motorului de curent continuu pas cu pas al ghidajului liniar s-a ales driverul FMDD50D40NOM [9], recomandat de producător, acesta comandă motorul prin cele 4 ieșiri A+, A-, B+, B-, cele 2 ieșiri PU+ și DR+ se conectează la 5V de la Arduino Uno R3, iar pentru a controla poziția și direcția motorului se schimbă pulsul semnalului, prin pinii 12, respectiv 13, de la LOW(0-0,5V) la HIGH(>4V) către intrările PU- respectiv DR-. Driverul necesită o tensiune de 20-50V la V+, V-, așa că se va alimenta direct de la sursă.

Legăturile necesare acționării ghidajului liniar sunt reprezentate în fig. 2, iar setările inițiale și funcția necesară acționării acestuia sunt reprezentate în fig. 3.

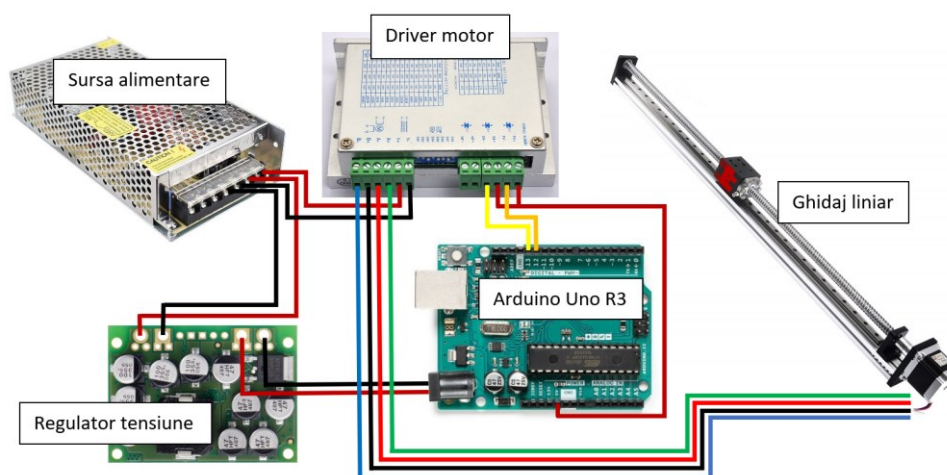


Fig. 2. Schema electrică ghidaj liniar

```
int guideDriverPU = 12;
int guideDriverDR = 13;

void setup() {
  pinMode(guideDriverPU, OUTPUT); //Definirea pinului pentru semnalul PU-
  pinMode(guideDriverDR, OUTPUT); //Definirea pinului pentru semnalul DR-
}

void moveGuideMotor(int steps, boolean direction) { //Definirea unei functii pentru controlarea directiei si a pasilor motorului
  if(direction=1) { //In functie de variabila "direction" se seteaza directia motorului
    digitalWrite(guideDriverDR, HIGH); //
  } else {
    digitalWrite(guideDriverDR, LOW);
  }
}

for(int i=0; i<steps; i++) { //Se apeleaza o functie "for" pentru a misca motorul un numar "steps" de pasi
  digitalWrite(guideDriverPU, HIGH);
  digitalWrite(guideDriverPU, LOW);
}
}
```

Fig. 3. Setarea pinilor și funcția de control a motorului ghidajului liniar

Pentru controlul motorului de curent continuu cu perii al actuatorului liniar s-a ales ca driver motor puntea H VNH2SP30 [10]. Acesta suportă o tensiune de 5,5-16V și poate controla un motor la 14A constant. Acesta va fi alimentat cu 12V prin regulatorul de tensiune pentru a asigura actuatorului liniar viteza maximă. Pini VCC și GND sunt conectați la Arduino Uno R3 la 5V respectiv GND. Pinul EN activează modulul, acesta este conectat la pinul 4 și va primi un semnal de tip HIGH pe parcursul funcționării acestuia. Pini INA și INB controlează mișcarea motorului, aceștia vor fi conectați la pini 7 respectiv 8, dacă amândoi sunt HIGH sau LOW motorul va fi în modul de frânare, dacă INA este HIGH și INB este LOW acesta se va roti în sens orar, iar dacă INA este LOW și INB este HIGH acesta se va roti în sens anti orar. Pinul PWM controlează viteza motorului, acesta este conectat la pinul de tip PWM 9.

Legăturile necesare acționării actuatorului liniar sunt reprezentate în fig. 4, iar setările inițiale și funcția necesară acționării acestuia sunt reprezentate în fig. 5.

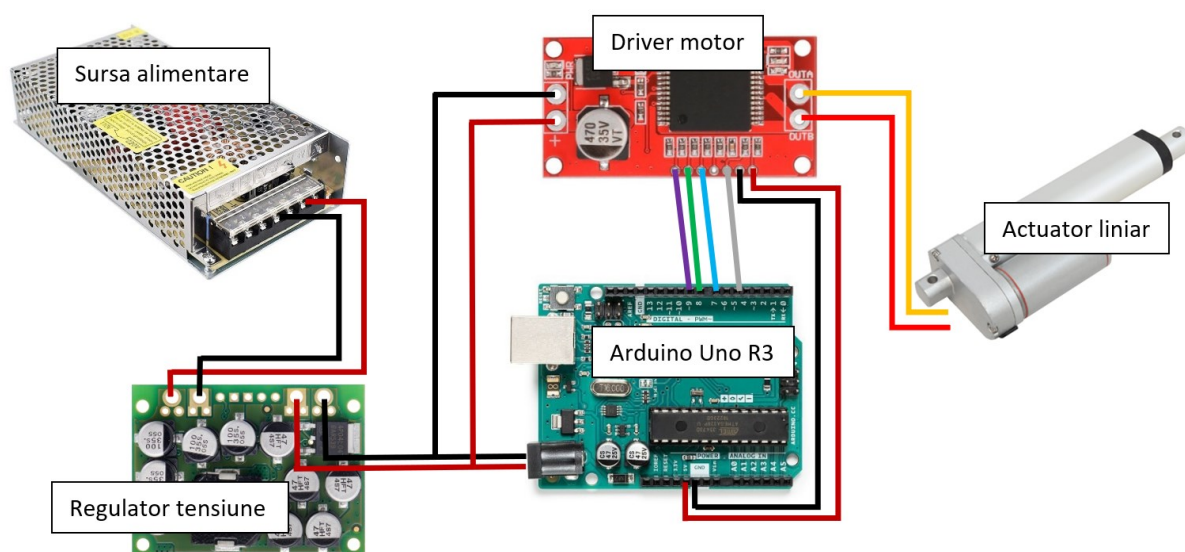


Fig. 4. Schema electrică actuator liniar

```
int actuatorDriverPWM = 9;
int actuatorDriverINB = 8;
int actuatorDriverINA = 7;
int actuatorDriverEN = 5;

void setup() {
  pinMode(actuatorDriverPWM, OUTPUT); //Definirea pinului pentru semnalul PWM
  pinMode(actuatorDriverINB, OUTPUT); //Definirea pinului pentru semnalul INB
  pinMode(actuatorDriverINA, OUTPUT); //Definirea pinului pentru semnalul INA
  pinMode(actuatorDriverEN, OUTPUT); //Definirea pinului pentru semnalul EN
}

void moveActuatorMotor(boolean direction) { //Definirea unei functii pentru controlarea starii motorului(extins/retras)
  if(direction=1) { //In functie de variabila "direction" se seteaza directia motorului
    digitalWrite(actuatorDriverINB, HIGH); //Setarea rotatiei motorului in sens antiorar
    digitalWrite(actuatorDriverINA, LOW);
  } else {
    digitalWrite(actuatorDriverINB, LOW);
    digitalWrite(actuatorDriverINA, HIGH); //Setarea rotatiei motorului in sens orar
  }
  analogWrite(actuatorDriverPWM, 255); //Actionarea motorului la viteza maxima
  delay(3000); //Asteptarea actuatorului pentru a se extinde/retrage complet
  analogWrite(actuatorDriverPWM, 0);
}
```

Fig. 5. Setarea pinilor și funcția de control a motorului actuatorului liniar

Pentru controlarea electromagneților s-a ales o punte H dubla L9110S [11]. Un electromagnet trebuie să fie alimentat la o tensiune de 12V cu un curent de 670mA. Puntea H dublă suportă tensiuni de 2,5-12V, oferind un curent de 800mA pe fiecare canal, acesta va fi alimentat cu 12V prin regulatorul de tensiune la pini VCC și GND. Având în vedere că magneți nu trebuie controlați individual se poate trimite același semnal pe canalele de ieșire. Pini A-IA și B-IA vor primi semnal de la pinul 11, iar pini A-IB și B-IB vor primi semnal de la pinul 10. Atunci când pinul 11 trimite semnal de tip HIGH iar pinul 10 trimite semnal de tip LOW electromagneții vor acționa pe tijele metalice ale carcasei acumulatorului permițând astfel manipularea acumulatorului.

Legăturile necesare acționării electromagneților sunt reprezentate în fig. 6, iar setările inițiale și funcția necesară acționării acestora sunt reprezentate în fig. 7.

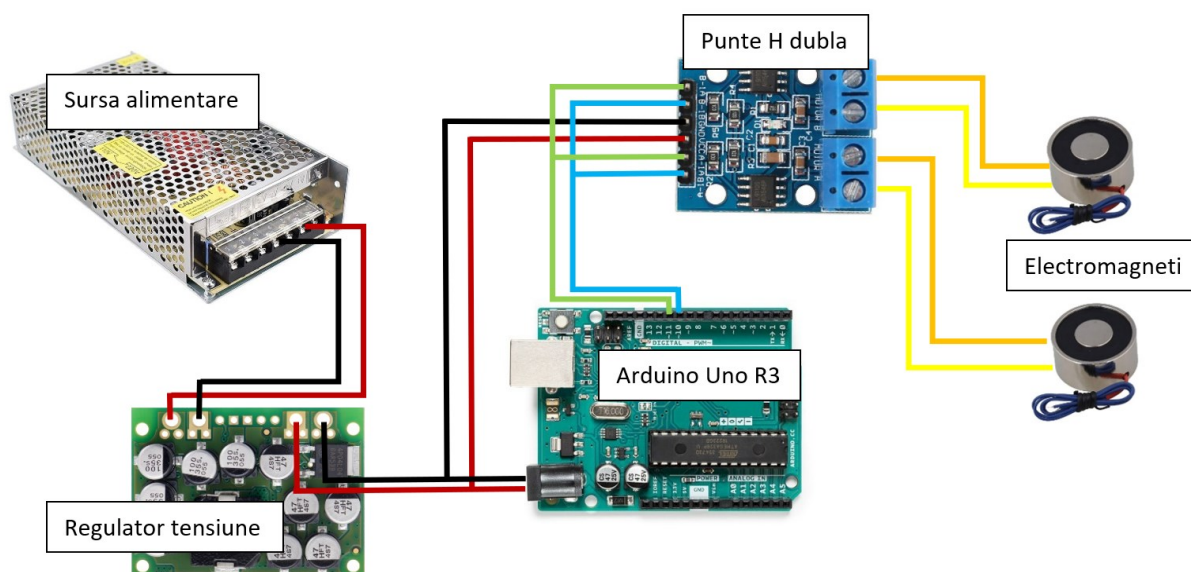


Fig. 6. Schema electrică electromagneți

```
int electromagnetBridgeIA = 11;
int electromagnetBridgeIB = 10;

void setup() {
  pinMode(electromagnetBridgeIA, OUTPUT); //Definirea pinului pentru semnalul la A-IA si B-IA
  pinMode(electromagnetBridgeIB, OUTPUT); //Definirea pinului pentru semnalul la A-IB si B-IB
}

void controlElectromagnet(boolean direction) { //Definirea unei functii pentru controlarea electromagnetilor
  if(direction=1) { //In functie de variabila "direction" se seteaza polaritatea electromagnetilor
    digitalWrite(electromagnetBridgeIA, HIGH);
    digitalWrite(electromagnetBridgeIB, LOW);
  } else {
    digitalWrite(electromagnetBridgeIA, LOW);
    digitalWrite(electromagnetBridgeIB, HIGH);
  }
}
}
```

Fig. 7. Setarea pinilor și funcția de control electromagneților

Pentru a detecta când vehiculul ajunge în stație cu acumulatorul s-a ales comutatorul limitator V-156-1C25 [12]. Acesta are un contact COM, la care se va conecta 5V, un contact NC(Normally Close) la care nu se va conecta nimic, și un contact NO(Normally Open) la care se va conecta pinul 5. Atunci când comutatorul va fi acționat de către acumulatorul care ajunge în stație, acesta va permite trecerea curentului de la COM la NO, iar pinul 5 va citi cei 5V ca un semnal de tip HIGH, astfel detectând momentul când acumulatorul este pregătit de schimb.

Legăturile necesare folosirii comutatorului limitator sunt reprezentate în fig. 8, iar setările inițiale și funcția necesara utilizării acestuia sunt reprezentate în fig. 9.

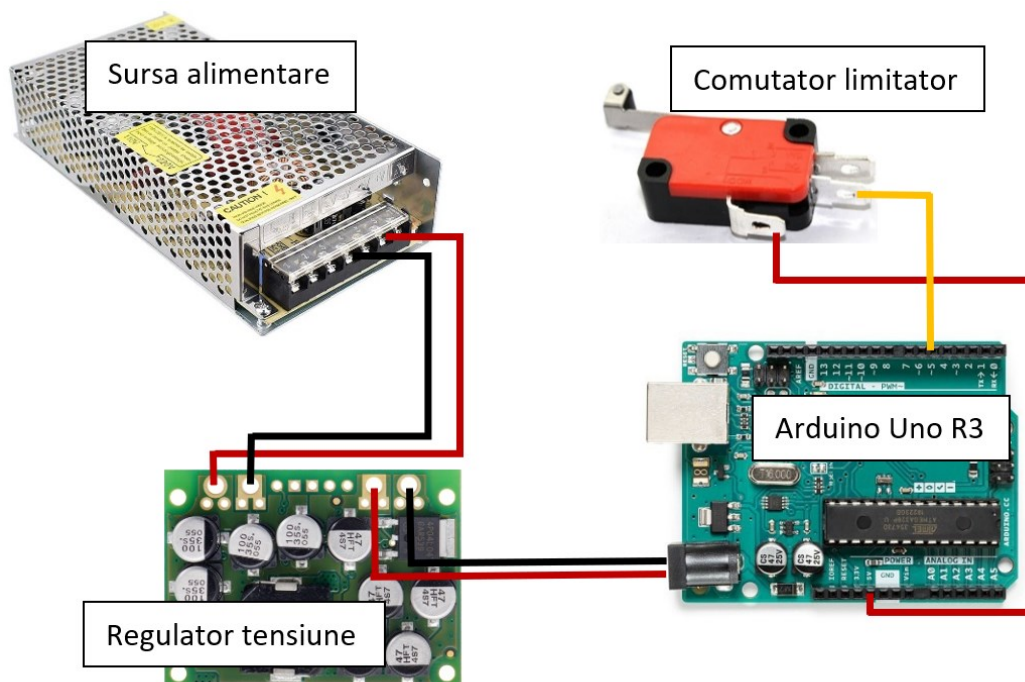


Fig. 8. Schema electrică comutator limitator

```
int switchNO = 5;

void setup() {
  pinMode(switchNO, INPUT); //Definirea pinului de verificare
}

boolean isSwitchPressed() { //Definirea unei functii pentru verificarea comutatorului
  if(switchNO == HIGH) { //Daca pinul detecteaza curent functia returneaza "1"(TRUE)
    return 1;
  } else {
    return 0;
  }
}
```

Fig. 9. Setarea pinilor și funcția pentru verificare a comutatorului

3. Concluzii

În lucrarea de față s-au ales componentele necesare funcționării sistemului în ceea ce privește gestionarea acumulatorului, s-au realizat schemele electrice, și s-a dezvoltat algoritmul pentru controlarea elementelor electrice principale ale sistemului.

Pentru îndeplinirea funcției de manipulare programul software rulează pe o placă de dezvoltare Arduino Uno R3 care trimite semnale la un driver de motor pas cu pas, un driver de motor tip punte H pentru un motor cu perii, și o punte H dublă pentru a controla un ghidaj liniar acționat de un motor pas cu pas, un actuator liniar acționat de un motor cu perii, și respectiv doi electromagneți. Placa de dezvoltare se folosește de un comutator limitator pentru a detecta când vehiculul ajunge în stație cu acumulatorul. Driverul motorului pas cu pas este alimentat direct de la sursă, iar celelalte componente sunt alimentate prin regulatorul de tensiune.

În viitor se propune completarea algoritmului pentru a face sistemul complet funcțional din punct de vedere al manipulării acumulatorului, și se vor extinde cercetările asupra monitorizării acumulatorului în timpul încărcării pentru a proteja acumulatorul la supratensiune, supraîncărcare și temperaturi nefavorabile, precum și pentru a calcula durata de viață a bateriei în funcție de ciclurile de încărcare precedente. Se propune și proiectarea unor repere care să permită integrarea într-un mod compact a componentelor electrice și legăturile acestora

4. Bibliografie

- [1]. GÂRBAȘ Emanuel, GHEORGHE Marius Ionuț, MARCU Anamaria Liliana, SAPADIN Iasmin, ȘOPALCĂ Andrei, “*STAȚIE DE ÎNCĂRCARE ȘI SCHIMBAREA ACUMULATORILOR VEHICULELOR AUTONOME*”, Lucrare de disertație (2021);
- [2]. *** Ghidaj liniar acționat de motor pas cu pas;
- [3]. *** <https://www.progressiveautomations.com/products/mini-linear-actuator?variant=18277278351427>;
- [4]. *** Electromagneți;
- [5]. *** Cursul de Mașini și acționări electrice, Ioan Dragos DEACONU
- [6]. *** <https://www.robofun.ro/platforme-de-dezvoltare/arduino-uno-r3.html>;
- [7]. *** <https://www.amazon.com/Transformer-MKASYON-Switching-Converter-Security/dp/B07GFD3FQ4>;
- [8]. *** <https://www.robofun.ro/regulator-step-down/regulator-step-down-12v-15a-d24v150f12.html>;
- [9]. *** <https://www.fuyumotion.com/nema23-stepper-motor-driver-for-fuyu-linear-motion-guide.html>;
- [10]. *** https://ardushop.ro/ro/electronica/342-punte-h-de-putere-30a-vnh2sp30.html?search_query=punte+&results=10;
- [11]. *** https://ardushop.ro/ro/electronica/85-punte-h-h-bridge-v115-pentru-motoare-dc.html?search_query=punte&results=10;
- [12]. *** https://ardushop.ro/en/electronics/981-v-156-1c25-limit-switch.html?search_query=switch&results=82;

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF AN EXPERIMENTAL MODEL OF COMPUTERIZED LIDAR MEASUREMENT SYSTEM FOR OBSTACLE DETECTION

ENACHE Andrei-George

Facultatea: Inginerie Industrială și robotică , Specializarea: Informatică Aplicată în Inginerie Industrială,
Anul de studii: IV, e-mail: enache.andrei.george@gmail.com

Conducător științific: Prof. Dr. Ing. **Savu TOM**

ABSTRACT: In today's activities, more and more tasks usually performed by humans are being replaced by automated or even autonomous counterparts that are specialized on that specific domain and so can do it better, faster and without delay. A common usage of such an automation is the usage of AGVs in industrial enterprises. In this paper will be presented the first steps of an experimental model that can read the data received by a LIDAR sensor preponderantly used in automated or autonomous vehicles. The data received will then be processed and various computerized simulations of the real scanning will be made in order to estimate the current position of the real sensor in a premade map, considering the X/Y coordinates and the angles of each point from the real scan.

KEY WORDS: LIDAR, obstacle detection and avoidance

1. Introducere

LIDAR-ul este un senzor utilizat pentru măsurarea distanței până la elementele mediului înconjurător, utilizând lumina infraroșie cu lungimea de undă variabilă între 600 mm și 1500 mm. Principalele metode de emisie a luminii pentru scanarea perimetrului sunt scanarea cu undă laser și citire cu fotodiodă receptoare, flash luminos și panouri de arseniură de galiu, sau rețea de fază și citire cu ajutorul unui chip.

Din cauza costului crescut al ultimelor două variante constructive, cei mai mulți utilizatori ai sistemelor LIDAR aleg varianta cu raze laser, aceasta fiind și cea mai răspândită pe piață. Pentru măsurarea distanțelor, aceștia utilizează “Timpul de zbor” (“Time Of Flight”), ce constă în determinarea timpului ca fasciculul de lumină emis să se întoarcă la senzorul infraroșu al LIDAR-ului, distanța fiind calculată în funcție de viteza luminii.

În funcție de modul în care acești senzori citesc și afișează informațiile, ei se împart în sisteme 1D (un punct), 2D (linii și perimetre formate din puncte, Fig.1.) sau 3D (mai multe nivele de straturi de linii sau perimetre formate din puncte, Fig.2.).

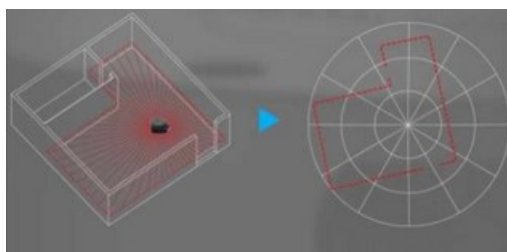


Fig. 1. Model grafic de citire LIDAR 2D la 360°



Fig. 2. Model grafic de citire LIDAR 3D la 360°

În cadrul acestei lucrări s-a urmărit dezvoltarea unui sistem software capabil de a citi și interpreta datele primite de la senzorul LIDAR prin intermediul mediului de programare LabVIEW, aceste date fiind utilizate ulterior pentru diverse prelucrări.

Pentru ca sistemul nostru să poată recunoaște elementele mediului înconjurător, acestuia i-a fost determinată o hartă prestabilită în cadrul căreia se vor face simulări de scanare ce vor fi comparate cu sistemul real pentru a putea localiza poziția actuală a acestuia pentru un ghidaj ulterior. Punctele simulate vor fi preluate la același unghi ca și al punctelor reale scanate, putând fi schimbat chiar și punctul frontal (punctul 0) al LIDAR-ului simulat pentru o acuratețe crescută. Pentru scanarea perimetrului a fost utilizat senzorul LIDAR YDLIDAR X4.

2. Stadiul actual

Una dintre cele mai mari zone de utilizare ale sistemelor tip LIDAR este reprezentată de sistemele de transport automate. În domeniul industrial, astfel de sisteme sunt constituite din Vehiculele Ghidate Automate (AGV), acestea fiind niste roboți mobili ce pot transporta bunuri în diverse locații, fără a necesita intervenția omului pentru efectuarea sarcinilor de deplasare. În acest mod se pot elimina erorile umane și timpii morți prin intermediul a diferite software-uri de management al flotelor de roboți, aceștia putând de asemenea lucra o perioadă mai lungă de timp, chiar și noaptea, având nevoie doar de o reîncărcare periodică.

În momentul actual, AGV-urile industriale sunt dotate cu un senzor LIDAR pentru detectarea obstacolelor la distanțe critice (putând astfel declanșa frâna de urgență pentru a nu cauza un accident), sau doi senzori în cazul sistemelor AMR (Autonomous Mobile Robots), acestea utilizând senzorii nu doar pentru detectarea coliziunii, ci și pentru scanarea mediului înconjurător în scopul localizării poziției proprii pe hartă. Spre deosebire de AGV-urile clasice, AMR-urile nu au nevoie de evidențiatori externi tip benzi sau etichete pentru detectarea poziției proprii în spațiu, acestea folosind senzori de distanță, iar comparând datele primite de la scanarea perimetrului cu harta reală își pot estima locația și direcția prin intermediul algoritmilor și diferitelor programe software.

3. Algoritmul de comandă al senzorului

În prima etapă a procesului a fost necesară crearea unui program central de comandă al senzorului LIDAR, acesta efectuând diverse funcții, depinzând de datele în format hexadecimale primite de la utilizator

Principalele funcții ale sistemului sunt [1]:

- A5 60 – Comandă de scanare;
- A5 65 – Comandă de oprire;
- A5 90 – Informații ale dispozitivului;
- A5 40 – Comandă de restart;

4. Algoritmul de procesare a datelor

În a doua etapă a procesului, pentru minimizarea timpului necesar procesării, a fost necesară crearea algoritmului de recepționare și citire a datelor de la LIDAR prin intermediul unui singur mediu de programare (LabVIEW). În mod uzual, pentru acest tip de senzor poate fi descărcată o aplicație proprie creată de producător, în cadrul acesteia putându-se vedea scanările în timp real, dar acest proces ar necesita timp și putere de calcul suplimentare la legarea programului central.

Datele citite de sistem ajung către utilizator în format hexadecimal, acestea venind sub forma a doi octeți consecutivi citiți cu sistemul little-endian (cel mai nesemnificativ byte pe poziția cea mai mică). În acest sistem de citire, un element de tipul 0x55AA va fi recepționat inițial ca AA 55.

Pentru crearea algoritmului a fost necesară crearea protocolului de citire conform fișei tehnice, aceasta fiind făcută în funcție de comanda de scanare a LIDAR-ului.



Fig. 3. Protocolul de primire a datelor după comanda de scanare [A5 60]

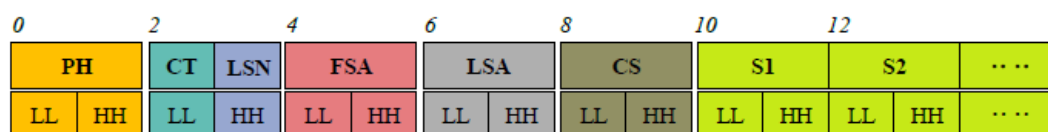


Fig. 4. Conținutul structurii "Content" din comanda de scanare de la Fig. 3.

Tabel 1. Elementele pachetelor de date obținute cu comanda de scanare A5 60

Continut	Nume	Descriere
PH(2B)	Capăt pachet	Lungimea este 2B, fixată 0x55AA, valorile "Low" în față, valorile "High" în spate
CT(1B)	Tip pachet	Indică pachetul curent, 0x00: pachet de nor de puncte, 0x01: Pachetul zero
LSN(1B)	Cantitate de date scanate	Indica numărul de puncte scanate conținute de pachetul curent; Există doar un punct zero în pachetul zero, valoarea lui fiind 1
FSA(2B)	Unghi de început	Unghiul corespunzător primei date citite din pachet
LSA(2B)	Unghi de sfârșit	Unghiul corespunzător ultimei date citite din pachet
CS(2B)	Cod de verificare	Codul de verificare al pachetului curent
Si(2B)	Date scanate	Datele obținute de sistem sunt date de distanță până la punctul scanat

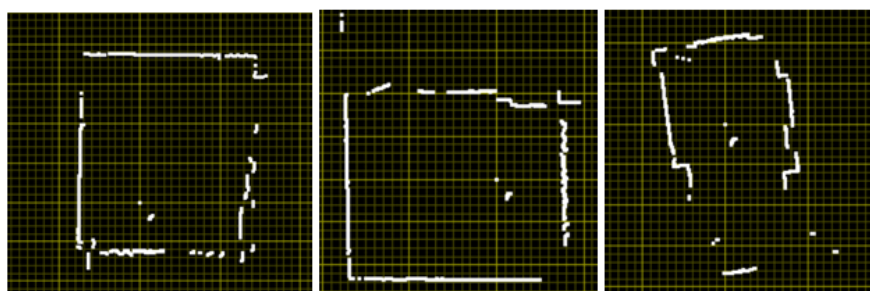


Fig. 5. Date reprezentate grafic, obținute din scanarea a două camere ale clădirii

Pentru realizarea acestui algoritm au fost necesare datele inițiale primite de la LIDAR sub forma unor pachete de diferite dimensiuni. Pentru realizarea hărții reale scanate a fost necesară stocarea și afișarea datelor după fiecare pachet inițial tip 0x01, după fiecare scanare pachetul anterior fiind șters din program pentru eliberarea memoriei.

Datele necesare acestei procesări au fost cele prezentate în Tabelul 1, datele de ieșire ale programului fiind un mănunchi (cluster) de puncte în coordonate X și Y, dar și unghiurile acestor puncte.

5. Algoritm de simulare a scanării

A treia etapă în realizarea sistemului a fost crearea programului pentru simularea unei scanări reale a unei hărți prestabilite, aceasta fiind creată cu ajutorul unor puncte în coordonate relative. Datele de intrare ale programului sunt unghiurile ce urmează a fi scanate (acestea sunt luate în raport cu unghiurile scanării reale pentru a facilita etapele următoare ale programului), punctele X și Y ale poziției simulate a senzorului pe hartă, lungimea razei de scanare și unghiul Fi ce reprezintă rotația poziției frontale a LIDAR-ului (0° reprezintă traiectoria verticală cu direcția în sus, acest unghi mărindu-se în sens trigonometric pana ce ajunge din nou în punctul initial la 360°). În acest mod, putem observa cum robotul poate obține datele din mediul simulat la aceleași unghiuri ca punctele mediului real, putând modifica orientarea razei inițiale de scanare pentru a obține o rotire a datelor senzorului.

Pentru realizarea simulării a fost necesară crearea unui alt subprogram ce calculează punctul de intersecție a două drepte[2]. Datele de intrare a acestui subprogram sunt punctele de capăt ale razei de scanare simulate și fiecare latură a perimetrului obținut din coordonatele relative. Astfel, la fiecare unghi initial scanat, raza se va intersecta cu diferite laturi ale perimetrului, alegând-o pe cea mai apropiată, asemeni unei scanări reale.

Datele de ieșire ale algoritmului de simulare a scanării sunt reprezentate de un cluster de puncte în coordonate X și Y ce pot fi comparate cu punctele reale. Punctul alb reprezinta poziția simulată a senzorului pe hartă.

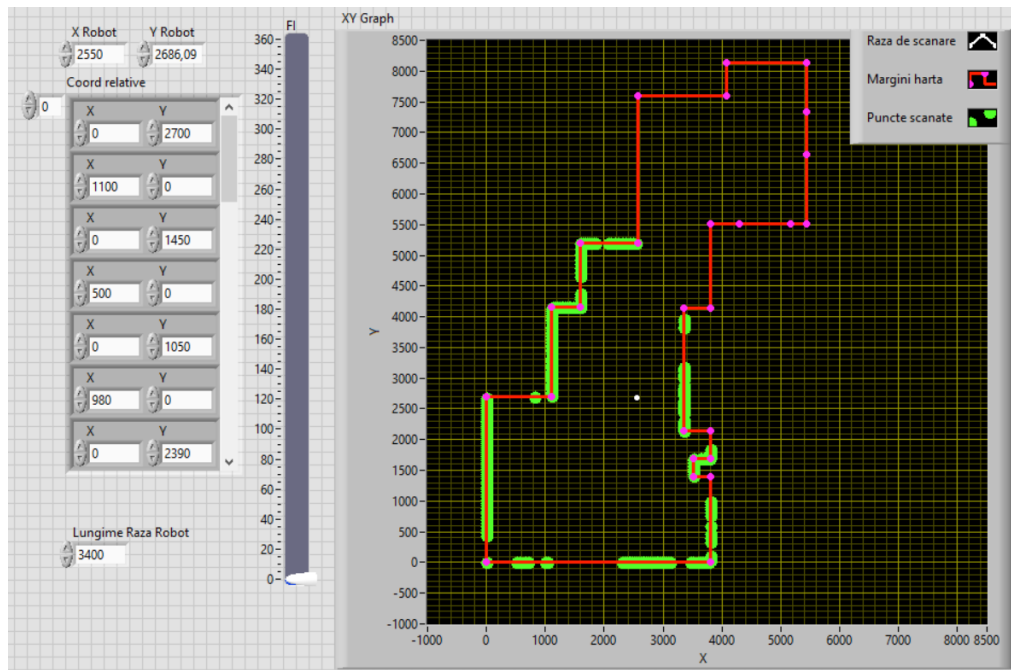


Fig. 6. Simulare de scanare în funcție de unghiurile reale de scanare

6. Algoritm de comparare a graficelor

În următoarea etapă a procesului a fost nevoie de prelucrarea datelor obținute de la programele anterioare. Având ca date de intrare coordonatele X și Y a punctelor reale scanate, acest program va obține unghiurile necesare ce urmează a fi scanate. Punctele de coordonate 0

sau -0 au fost eliminate, acestea reprezentând erori aberante ce ar fi crescut șansa erorilor ulterioare în timpul rulării.

În prima variantă a programului s-a încercat rotirea punctelor reale pentru a se potrivi cu cele simulate, acest lucru îngreunând însă calculele ulterioare necesare, astfel unghiul de înclinație al acestor puncte va fi lăsat la zero.

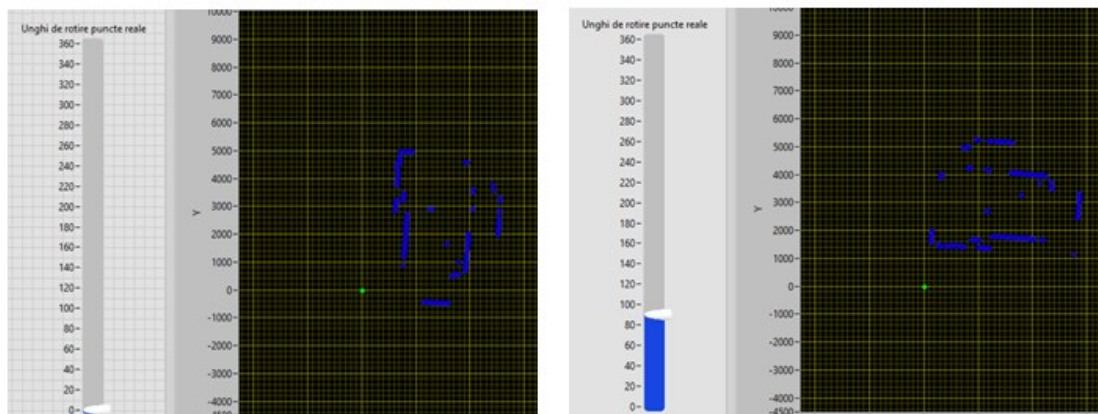


Fig. 7. Vedere a punctelor scanate cu unghiul de rotație 0°, respective 90°

Pentru a putea estima poziția zonei senzorului simulat pe hartă în funcție de scanările reale a fost utilizată metoda sumei pătratelor abaterilor dintre punctele simulate și punctele reale. Suma astfel obținută va fi împărțită la numărul total de puncte existente în grafic.

Pentru a putea obține rezultate cât mai coerente în urma analizei acestei sume este necesară realizarea comparației punctelor aflate la același unghi.

În cadrul programului, prin creșterea sau scăderea unghiului θ al razei de scanare se obține o rotire teoretică a zonei frontale a LIDAR-ului. Pentru ca realizarea diferenței punctelor menționată în paragraful anterior să fie posibilă, unghiul θ va fi adăugat unghiurilor de scanare inițiale pentru a obține o “vedere față” pe o poziție diferită, acest unghi fiind scăzut ulterior pentru a se reveni la unghiurile inițiale scanate.

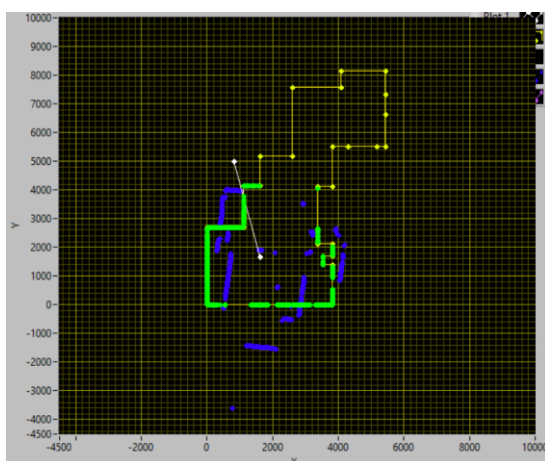


Fig. 8. Scanarea simulată și cea reală pe harta înregistrată

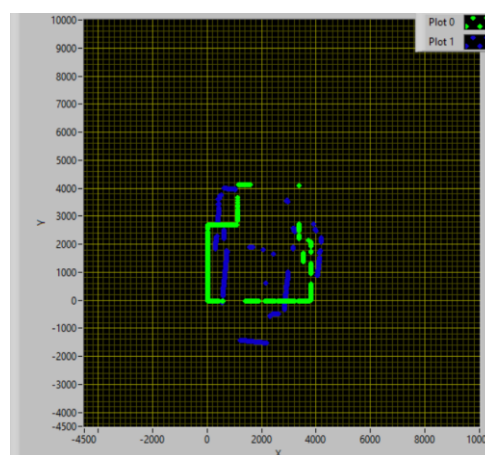


Fig. 9. Suprapunerea scanării simulate (verde) pe cea reală (albastru)

În cadrul Fig.8, raza albă ce reprezintă raza de scanare nu este paralelă cu direcția orizontală datorită unei deviații ale punctelor de scanare reale, acestea începând de la 1,74 radiani (aproximativ 100°).

Utilizând cele două grafice suprapuse se poate calcula suma pătratelor abaterilor obținute din diferența distanței dintre punctul senzorului și punctul scanat real la un anumit grad și distanța până la un punct simulat aflat la același grad. Pentru evitarea erorilor grosolane s-a evitat adunarea diferenței în cazul în care raza de scanare simulată la un anumit punct nu ar fi întâlnit niciun perete (în acest caz dând valoarea zero ca și coordonate XY ale punctului de intersecție).

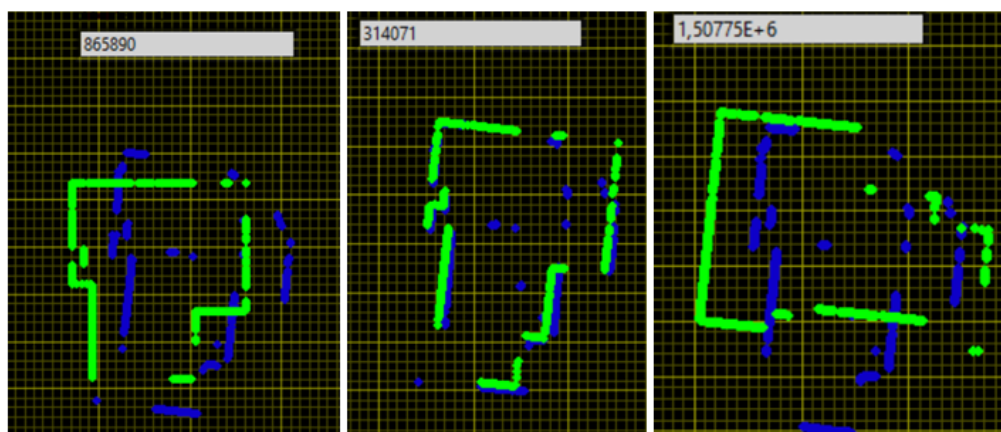


Fig. 10. Valori ale sumei pătratelor abaterilor la diferite unghiuri și pozitii ale senzorului

7. Concluzii și îmbunătățiri

În concluzie se poate observa o valoare foarte mare a sumei pătratelor abaterilor, acest lucru fiind datorat faptului că măsurătorile se fac în milimetri, fiecare deviație crescând exponențial suma totală. Se poate observa de asemenea cum LIDAR-ul oferă rezultate satisfăcătoare în raport cu prețul de achiziționare relativ mic, având o claritate bună a datelor scanate.

În următoarele etape ale proiectului vor fi realizate părțile sistemului ce deservește la stabilirea estimativă a locației și unghiului de orientare al senzorului, acest lucru va fi făcut prin implementarea algoritmului Hooke-Jeeves de optimizare a căutării de modele, după aceea trebuind de asemenea să se realizeze o comparație între algoritmi deja existenți pentru stabilirea traiectoriei (RRT, RRT*, A*, D*).

Odată aceste programe realizate, programul va putea fi inserat pe o placă de procesare MyRIO capabilă să controleze motoarele aferente roților unui vehicul ce va fi trimis într-un punct oarecare X, ocolind obstacolele din drum.

8. Bibliografie

- [1]. YDLIDAR X4 Development Manual
- [2]. "Weisstein, Eric W. "Line-Line Intersection." From MathWorld". A Wolfram Web Resource. Retrieved 2008-01-10

RESEARCH ON THE DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED SYSTEM FOR MANAGING AND STORING BOXES ON SHELVES

TURTOI Mircea-Ștefan

Facultatea de Inginerie Industrială și Robotică, Specializarea Informatică Aplicată în Inginerie Industrială,
Anul de studii: IV, e-mail: mirceaturtoi1201@gmail.com

Conducător științific: Ș. I. dr. ing. **Ioan-Cristian TARBĂ**

SUMMARY: It is proposed to develop an automated system for storing and managing boxes on shelves. The boxes will be transported by an autonomous guided vehicle to a loading-unloading station, and, with the help of an electro-mechanical mechanism, the box will detach from the autonomous vehicle and will remain in the station. The transfer of the boxes from the loading-unloading station to the shelf will be performed with a mobile fork with 3 translation axes and a rotation axis, driven by a series of electric motors. The control of the electric motors will be done with the help of an algorithm that places the boxes on the shelves.

CUVINTE CHEIE: algoritm, depozit, motor, electric, automat

1. Introducere

Se propune automatizarea unui sistem de depozitare. Acest sistem consta într-o stație de încărcare-descărcare în care un vehicul autonom descarcă o cutie. După ce cutia este descărcată în stație, o furcă mobilă preia cutia și o depozitează pe raft [1].

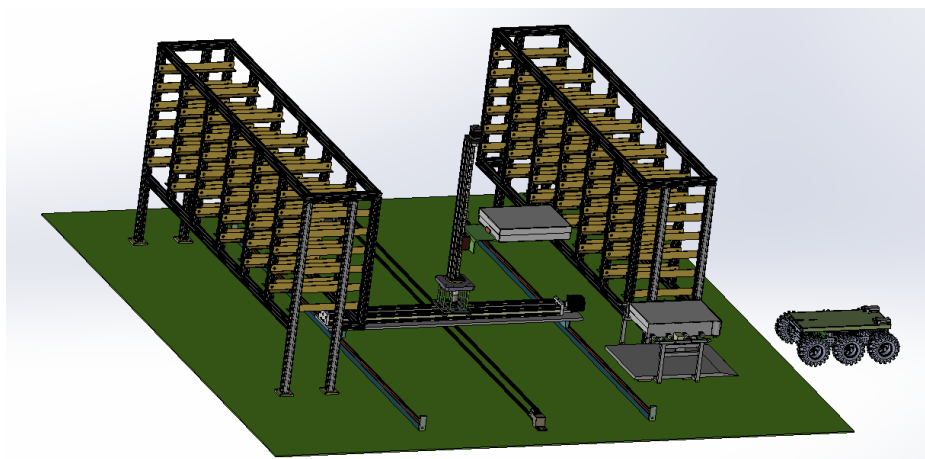


Fig. 1. Model 3D sistem depozitare [1]

1.1. Axele de mișcare

Axele sistemului:

X - lungimea raftului

Y - lățimea raftului

Z – înălțimea raftului

Furca mobilă are trei mișcări de translație, una pentru fiecare axa, X, Y, Z, și o mișcare de rotație pentru axa Z, denumită C. Pentru a asigura un control electric al axelor de mișcare se folosesc motoare electrice [1].

2. Stadiul actual

S-a realizat algoritmul pentru poziționarea motoarelor electrice de curent continuu cu perii, simularea acestui algoritm, alegerea tipurilor de motoare electrice și selectarea tipurilor de senzori și traductori.

2.1. Caracterizarea motoarelor electrice

Motoarele electrice pot fi caracterizate în funcție de tipul de alimentare [2]:

- curent continuu
- curent alternativ

În funcție de alegerea tipului de alimentare se alege structura motorului [2]:

- Cu perii
- Fără perii

În cazul motoarelor fără perii sunt 2 structuri diferite [2]:

- Motor fără perii simplu
- Motor pas cu pas

Parametrii necesari la alegerea motoarelor electrice pentru fiecare mișcare a furcii mobile:

- Cursa
- Cuplu necesar
- Moment de inerție
- Precizie

2.2. Controlul motoarelor electrice

Motorul de curent continuu cu perii are 3 parametri care pot fi controlați: turația, direcția și poziția. Pentru a controla turația motorului se folosește un semnal PWM (vezi figura 2) [3].

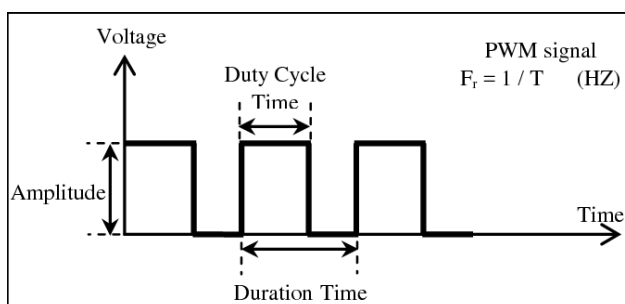


Fig. 2. Semnal PWM [4]

Pentru a controla direcția motorului se folosește o punte H (vezi figura 3) [3].

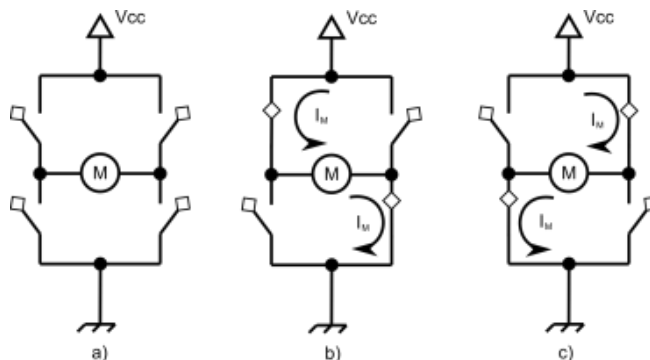


Fig. 3. Punte H [5]

Pentru a controla poziția motorului de curent continuu cu perii, se folosește controlul PID (Proportional-Integral-Derivative) [3].

$$u(t) = K_p \cdot e(t) + K_i \int e(t) dt + K_d \frac{de}{dt} \quad (1)$$

Valoarea erorii $e(t)$ este diferența dintre valoarea dorită și valoarea citită.

Așadar, pentru controlul unui motor de curent continuu cu perii se utilizează un procesor pentru calculul PID și generarea semnalului PWM și o punte H. Calculul erorii necesită un feedback iar acest feedback se va realiza cu un encoder rotativ. Acest encoder poate determina poziția, turația și direcția de rotație a motorului. Se realizează schema logică în softul Visio (vezi figura 4).

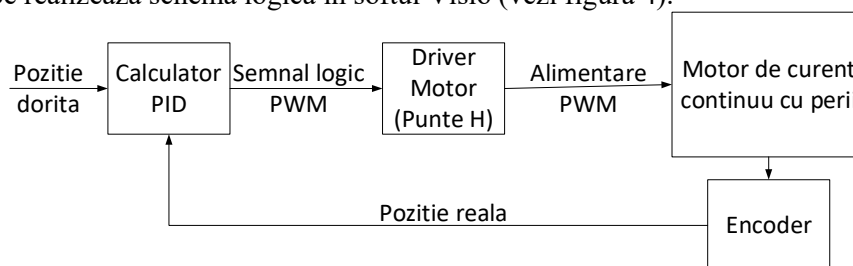


Fig. 4 Schema control motor curent continuu cu perii

2.3. Senzori și traductori

Pentru a monitoriza sistemul și a asigura funcționarea corectă a acestuia se folosesc diferiți senzori și traductori [6].

Fiecare axă de mișcare necesită un limitator de cursă la fiecare capăt al acesteia pentru a cunoaște limitele de deplasare ale fiecărei curse [6]. Acest lucru previne arderea motoarelor electrice de curent continuu cu perii sau blocarea motoarelor pas cu pas în cazul unei erori în sistem.

Evitarea suprasolicitării sistemului cu o greutate prea mare se realizează cu traductori de forță pentru a cunoaște masa cutiei care urmează a fi ridicată de către furcă [6]. Suprasolicitarea sistemului poate duce la arderea motoarelor electrice cu perii sau pierderea de pași a motoarelor pas cu pas.

Depozitarea cutiilor pe raft se verifică cu ajutorul microswitchurilor [6], în momentul așezării unei cutii într-un raft, switchul este acționat de greutatea cutiei și trimite un semnal sistemului pentru a determina care rafturi sunt libere.

2.4. Algoritm

Primul pas este așteptarea unei comenzi de la server pentru a ști dacă vehiculul autonom care se deplasează către stația de descărcare-încărcare, are scopul de a ridica sau de a depozita o cutie.

Următorul pas în cazul depozitării unei cutii este verificarea greutății cutiei și disponibilitatea locurilor libere în raft, dacă greutatea se încadrează în valorile limită și sunt disponibile locurile în raft ale sistemului, se așteaptă confirmarea depozitării cutiei în stația de încărcare-descărcare. După confirmare, se va trimite o serie de comenzi de poziționare la motoarele electrice pentru a ridica cutia din stație și depozitarea acesteia într-un loc disponibil pe raft. În tot acest timp, deplasarea axelor de mișcare este verificată de encodere de rotație, care citesc pozițiile axurilor motoarelor electrice.

În cazul ridicării unei cutii de către vehiculul autonom, se trimit comenzi la motoarele electrice pentru a ridica cutia dorită și mutarea acesteia în stația de încărcare-descărcare.

2.5. Simularea poziționării motoarelor electrice

Se creează o schemă electrică simplificată a sistemului în softul Visio (vezi figura 5).

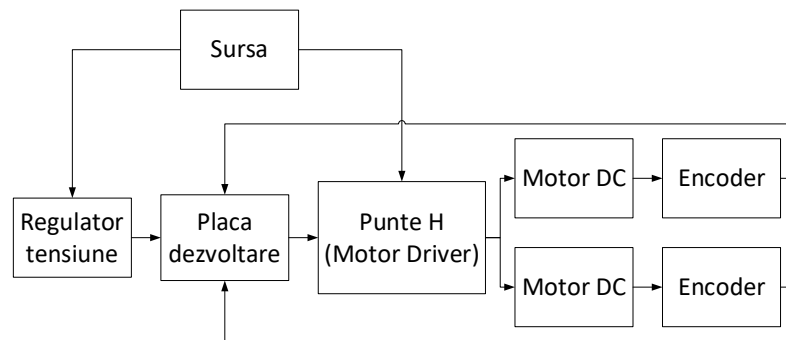


Fig. 5. Schema electrică

Pentru simularea algoritmului de poziționare se folosește aplicația web THINKERCAD [7]. Folosind schema electrica se conectează componentele. Componentele folosite sunt: Arduino uno R3, punte H L293D, Sursa, Breadboard, Motor electric de curent continuu cu perii cu encoder rotativ (vezi figura 6).

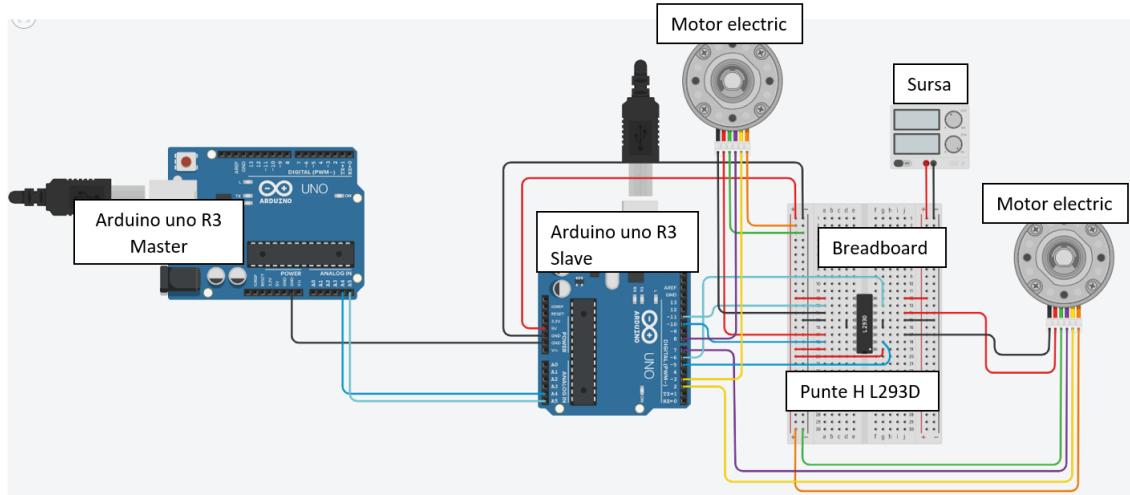


Fig. 6 Simulare pozitionare motor electric

Placa de dezvoltare Arduino Uno R3 Slave are rolul de control al motoarelor electrice prin calcul PID, aceasta trimite un semnal logic PWM (0-5V) către puntea H L293D care este conectată la o sursa de 12V care preia această tensiune și o transmite mai departe către motorul electric sub forma unui semnal PWM (0-12V) [8]. Motorul electric este echipat cu un encoder care citește turația, poziția și sensul de rotație ale acestuia, aceste date sunt trimise către placa de dezvoltare slave pentru calculul erorii dintre poziția dorită și poziția reală. Poziția reală a motorului electric este transmisă de la Arduino Slave către Arduino Master.

Codul algoritmului de pe Arduino Slave se poate accesa pe github [9]:
<https://gist.github.com/MirceaUPB/b51b94fc832a6cf438c90a49d8d8b1f6>

Codul algoritmului de pe Arduino Master se poate accesa pe github [9]:
<https://gist.github.com/MirceaUPB/057b8342200aa2db379afdc5c40d6400>

În schița de mai jos se prezintă pinii de legătură punte H L293D (vezi figura 7).

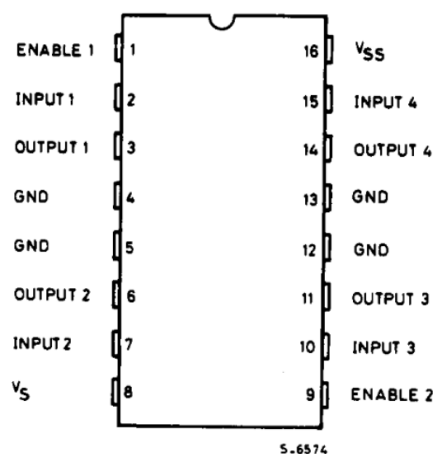


Fig. 7. Pini punte H L293D [10]

2.6. Determinarea parametrilor axelor de mișcare

Translație axa X [1]:

- Cursa = 2000mm
- Cuplu necesar = 5.3 Nm
- Moment de inerție
- Precizie necesara

Pentru aceasta mișcare se va folosi un motor electric de curent continuu cu perii.

Translație axa Y [1]:

- Cursa = 1000mm
- Cuplu necesar = 376 Nmm
- Moment de inerție
- Precizie necesara

Pentru aceasta mișcare se va folosi un motor electric de curent continuu cu perii.

Translație axa Z [1]:

- Cursa = 587mm
- Cuplu necesar = 210 Nmm
- Moment de inerție
- Precizie necesara

Pentru această mișcare se va folosi un motor de curent continuu pas cu pas deoarece fiind o axă de translație pe verticală, motorul electric trebuie sa dezvolte un cuplu de menținere spre deosebire de motorul cu perii care la 0 turații nu dezvolta nici un cuplu.

Rotație axa Z [1]:

- Cursa = 180°
- Cuplu necesar = 20 Nmm
- Moment de inerție
- Precizie necesara

Pentru această mișcare se va folosi un motor de curent continuu cu perii.

Motorul de curent continuu cu perii este ales pentru toate celelalte axe deoarece este un motor simplu, cu cost redus, ușor de folosit, mai eficient decât cel pas cu pas si de turații mari.

3. Concluzii

În cadrul acestui proiect de automatizare a unui sistem de depozitare au fost alese motoarele electrice ce acționează axele de mișcare ale sistemului în funcție de nevoile acestuia. Au fost prevăzute sisteme de monitorizare și siguranță, alcătuite din senzori și traductoare pentru a asigura funcționarea continuă și corectă a sistemului fără intervenția omului. S-a dezvoltat un algoritm pentru controlul poziției, turației și a sensului motoarelor electrice de curent continuu cu perii și pentru comunicare serială prin protocolul I2C.

Pentru dezvoltări ulterioare se propune realizarea unui algoritm pentru distribuirea cutiilor pe rafturi astfel încât centrul de greutate al raftului cu tot cu cutii să fie cât mai pe mijloc și cât mai jos pentru o stabilitate sporită. Se propune trecerea de la comunicare serială la comunicare Wi-Fi și folosirea unui modul GSM pentru citirea datelor transmise de pe un server.

4. Bibliografie

- [1]. Valentin STOICA, anul II, Masterat IPFP, Adriana NEAGOE, Cosmin LICĂ, anul II, masterat IAAC, Mihai-Răzvan DRUMEA, anul II, Masterat INPN, Facultatea IIR Conducător științific: Prof.dr.ing. Tom SAVU, Departamentul TCM Autor corespondent: STOICA Valentin, “Sistem etajat automat pentru depozitarea cutiilor de transport Studenți”:
- [2]*** Ioan-Dragos DEACONU, disciplina Masini si Actionari Electrice, notite de curs
- [3]*** Bogdan GRAMESCU, disciplina Controlul si Comanda Sistemelor Mobile, notite de curs
- [4].***https://www.researchgate.net/figure/PWM-signal-with-its-two-basic-time-periods_fig4_271437313
- [5]. ***<https://www.circuitos-electricos.com/puente-h-tutorial-con-transistores-tip120/>
- [6]. *** Vlad-Cristian GEORGESCU Disciplina Senzori si Traductoare, notite de curs
- [7]. ***<https://www.tinkercad.com/dashboard>
- [8]. *** Norocel-Dragoș CODREANU Disciplina Proiectarea Asistata a Circuitelor Electrice, notite de curs
- [9]. *** <https://github.com/>
- [10].***<https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/22432/STMICROELECTRONICS/L293D.html>

5. Notății

Următoarele simboluri sunt utilizate în cadrul lucrării:

PWM = Pulse-Width Modulation;

PID = Proportional-Integral-Derivative;

$u(t)$ = Valoare PID;

$e(t)$ = Valoarea erorii;

K_p = Coeficient proportional;

K_i = Coeficient integrare;

K_d = Coeficient derivare;

RESEARCH ON INTERFEROMETRY OPTO-MECHANICAL SYSTEMS

OPREA Ștefan

Facultatea: FIIR, Specializarea: IAI, Anul de studii: IV, e-mail: opreastef97@gmail.com

Conducător științific: Conf. dr. ing. **Elena LĂCĂTUȘ**

ABSTRACT: This paper is about a generalist view on optical interferometers and their applications in many measurements and determinations. Interferometry is a well known method for measuring perturbations in waves, refractive index of materials and for very precise measurements of displacements. Starting from double-slit experiment of Thomas Young and explaining the phenomenon of interference, then we can establish the principles of optical interferometry with examples like Michelson interferometer and Mach Zehnder interferometer on measurements of refractive index of a gas and plasma, therefore we describe a simple fringe counting algorithm to determine refractive index of a gas.

CUVINTE CHEIE: Interferență, Interferogramă, Interferometru, Indice de refracție.

1. Introducere

Un sistem opto-mecanic de diagnoză interferometrică, numit și interferometru, reprezintă un instrument foarte precis de măsurare a distanțelor, de determinare a indicelui de refracție a unei substanțe sau material, a densității unui gaz, de testare a elementelor optice, măsuratori topografice etc. Măsurătorile realizate de acest sistem se bazează pe modelele de interferență (interferența este fenomenul fizic ce descrie suprapunerea a două sau mai multe unde deplasându-se în același mediu) a două unde optice coerente, provenite din aceeași sursă, aceste modele fiind denumite și interferograme (Fig. 1). Acestea se formează datorită interferenței constructive și distructive, fenomene descoperite de fizicianul Thomas Young în experimentul cu două fante (Fig. 3). În acest experiment, fizicianul Thomas Young (1773-1829) a demonstrat fenomenul de interferență optică cu ajutorul unor panouri cu o fantă, respectiv două fante, în modul următor: o sursă generează o rază de lumină monocromatică (având o singură lungime de undă) ce trece printr-o fantă a unui panou P1, după raza emergentă trece printr-un panou P2 cu două fante. Razele luminoase, ce provin din cele două fante se propagă pe un ecran E, astfel creându-se un model cu franje de interferență.[1][2][3]

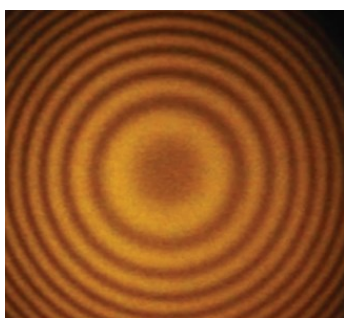


Fig.1 Interferogramă [1]

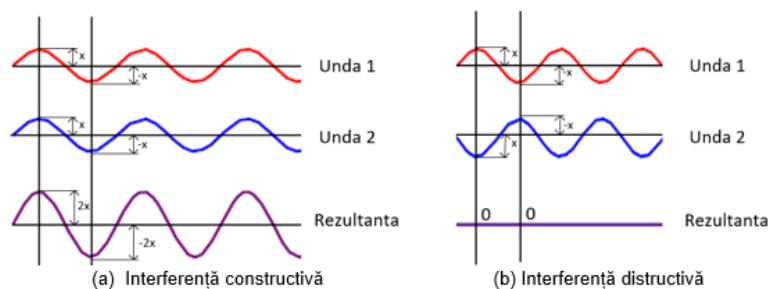


Fig.2 Interferență constructivă și distructivă

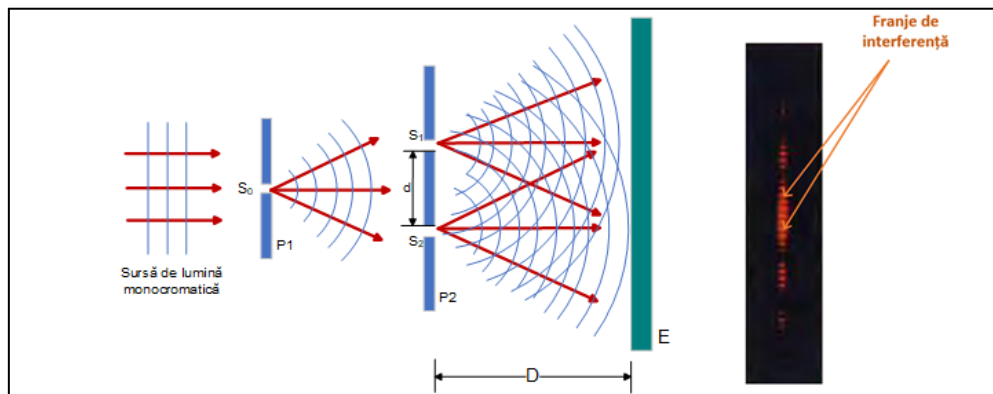


Fig. 3 Experimentul lui Thomas Young cu două fante de interferență S1 și S2

2. Stadiul actual al interferometrelor

În prezent, interferometrele cele mai folosite în măsurătorile experimentale sunt cele bazate pe interferometrele create de fizicienii Michelson, Mach, Zehnder și Normaski. Aplicațiile acestora variază de la măsurarea cu o precizie nanometrică a distanțelor până la măsurarea peturbărilor provocate de undele gravitaționale provenite din spațiul cosmic (cum ar fi interferometrul LIGO, "Laser Interferometer Gravitational-wave Observatory", bazat pe interferometrul Michelson, Fig. 4) [4]. De asemenea, interferometria reprezintă una dintre cele mai bune variante de diagnosticare a plasmii (determinarea indicelui de refracție și diferenței de fază pentru măsurarea densității medii a electronilor), deoarece în multe cazuri nu este indicat să se utilizeze sonde solide pentru a determina parametrii interni ai plasmii, așa că se folosesc niște metode non-perturbatoare pentru diagnosticarea acesteia, cum ar fi determinarea indicelui de refracție (Fig. 4). [5][6]

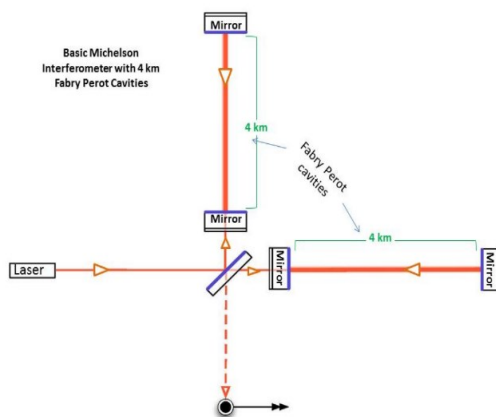


Fig. 4 Interferometru LIGO [4]

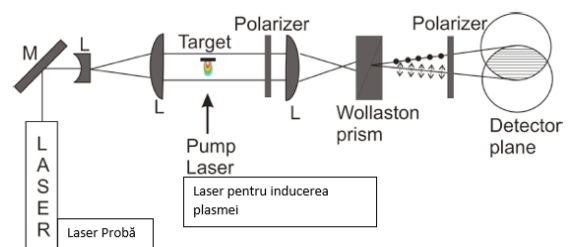


Fig. 5 Interferometru Normaski pentru diagnoza plasmii[6]

3. Principiul de funcționare al interferometrelor

3.1 Determinarea indicelui de refracție al unui gaz [1]

În Figura 6 se prezintă configurația unui interferometru bazat pe cel utilizat de fizicianul Albert A. Michelson în anul 1887, în experimentul Michelson-Morley, acest sistem interferometric se compune dintr-un laser, un separator de fascicul (BS), două oglinzi (O_1 și O_2), un recipient cu gaz și un detector (CCD). Interferograma se obține în felul următor: un fascicul laser se împarte în două pulsuri într-un separator de fascicul, unul de referință și unul de probă (cel ce trece prin recipientul cu gaz), pulsurile obținute se reflectă

fiecare în două oglinzi, iar la întoarcere se intersectează în separatorul de fascicul, rezultând într-un puls de contopire și crearea fenomenului de interferență, preluat de un detector și afișat ca o interferogramă, unde franjele de interferență sunt reprezentate în forme circulare. Având în vedere faptul că pulsul de referință și pulsul de probă provin din aceeași sursă (laser-ul), acestea au unde coerente și pot să interfereze.

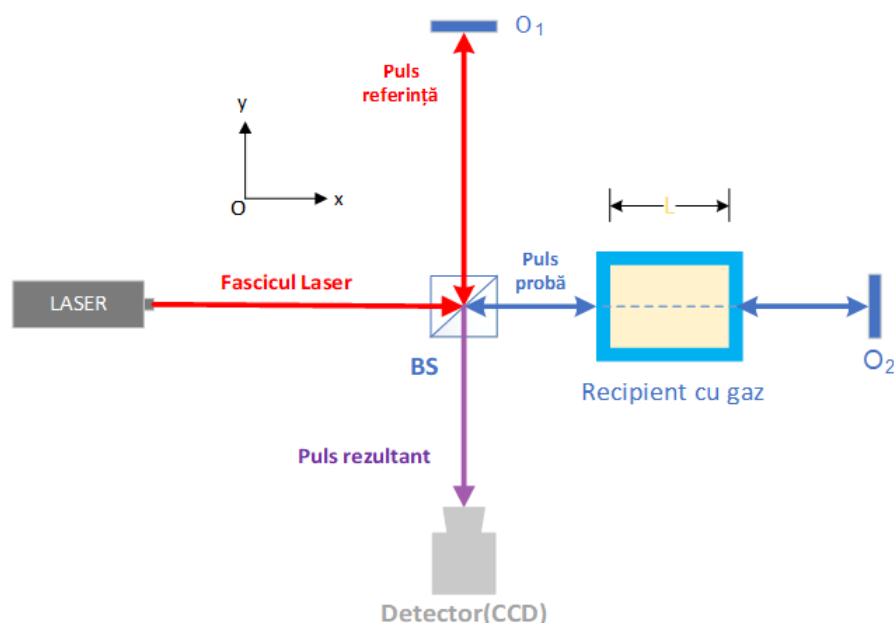


Fig. 6 Interferometrul Michelson pentru determinarea indicelui de refracție al unui gaz

Cu acest interferometru se dorește determinarea indicelui de refracție al gazului din recipient prin numărarea franjelor detectate de camera CCD. Dacă L reprezintă lungimea recipientului cu gaz, pe măsură ce recipientul se umple cu gaz, se numără un număr m de franje de interferență, știind lungimea de undă a laserului se poate afla indicele de refracție al gazului, deci se procedează în felul următor: dacă numărul franjelor m reprezintă diferența numărului lungimilor de undă (N_0) din recipient atunci când acesta este gol (vidat) și numărul lungimilor de undă când acesta este plin cu gaz (N_g), atunci lungimea de undă din recipientul cu gaz (λ_g), este mai scurt cu un factor de n (indicele de refracție), față de lungimea de undă din vid.

Pulsul de probă parcurge o distanță L , înainte de reflexie și încă o distanță L după aceasta, deci parcurge o distanță totală în mediul gazos de $T = 2L$, atunci când recipientul este gol numărul de lungimi de undă este:

$$N_0 = \frac{T}{\lambda_0} = \frac{2L}{\lambda_0}, \text{ unde } \lambda_0 \text{ reprezintă lungimea de undă din vid} \quad (1)$$

Lungimea de undă într-un orice alt mediu decât cel vid este $\lambda = \lambda_0 / n$, atunci numărul de lungimi de undă din recipientul cu gaz este:

$$N_g = \frac{T}{2\lambda_g} = \frac{2L}{\lambda_0/n}, \text{ unde } \lambda_g \text{ reprezintă lungimea de undă din recipientul cu gaz} \quad (2)$$

Numărul franjelor de interferență m , este diferența dintre numărul lungimilor de undă N_0 și N_g

$$m = N_g - N_0, \text{ din rel. 1 și 2 rezultă că } m = \frac{2L}{\lambda_0/n} - \frac{2L}{\lambda_0} = \frac{2L}{\lambda_0} (n_g - 1), \text{ rezultă că} \quad (3)$$

$$n_g = 1 + m \left(\frac{\lambda_0}{2L} \right), \text{ unde } n_g \text{ este indicele de refracție al gazului}$$

3.2 Diagnoza plasmelor prin interferometrie [5][7]

Prin determinarea indicelui de refracție a unui mediu gazos, se poate determina de asemenea indicele de refracție a unui mediu cu plasmă și de aici mai departe se poate determina densitatea plasmelor (mai exact densitatea electronică a plasmelor).

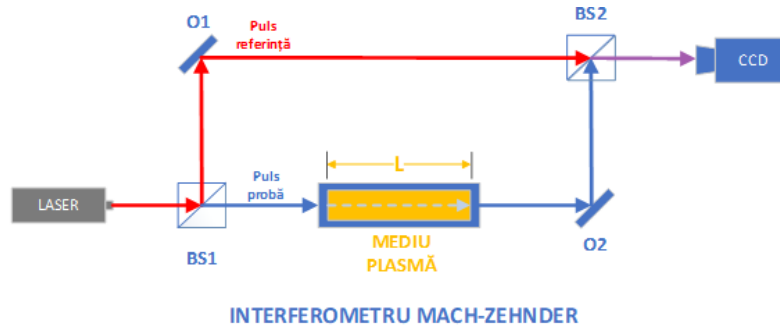


Fig. 7 Interferometrul Mach-Zehnder, folosit pentru determinarea densității unui mediu cu plasmă

Plasma reprezintă un gaz ionizat. Dacă energia este furnizată continuu unui material, temperatura acestuia crește și se realizează trecerea de la solid la lichid la stare gazoasă. Dacă alimentarea cu energie continuă, învelișul atomic existent este rupt și se formează particule încărcate (electroni încărcăți negativ, ioni încărcăți pozitiv și particule neutre), deci acest amestec de particule încărcate electric se numește plasmă sau „a patra stare a materiei”.

În Figura 7, avem configurația unui sistem interferometric Mach-Zehnder, dezvoltat pentru măsurarea densității plasmelor în felul următor: o sursă de lumină laser, două separatoare de fascicul BS₁ și BS₂, două oglinzi O1 și O2 și o cameră ultra-rapidă cu cuplaj de sarcină (CCD). Fascicul laser generat de sursă se împarte cu un raport de 50/50 în primul BS₁, rezultând într-un puls de referință constant în lungime ce se propagă în vid și un puls probă ce se propagă printr-un mediu cu plasmă, la final cele două pulsuri se reîntâlnesc în BS₂ și interferează constructiv și distructiv, rezultând într-o interferogramă, captată de camera video CCD. Pulsul de probă variază în lungime de undă și de asemenea în lungimea propriu-zisă, deoarece indicele de refracție se află într-o strânsă relație cu creșterea și descreșterea densității electronice a plasmelor.

4. Metode de analiză a interferogramelor

În multe experimente cu interferometre pentru determinarea indicelui de refracție a unui gaz, se folosesc configurații experimentale simple cu elemente de reglare preponderent manuale și analiza franjelor se face deseori prin numărarea manuală a acestora. Însă în configurațiile experimentale pentru determinarea indicilor de refracție și densitate pentru gaze nobile sau plasmă induse de un laser ultra-intens cu o putere de 1-10 PW (1PW = 10¹⁵ W), se folosesc algoritmi specializați denumiți „Phase-retrieval” și „Phase unwrapping” (regăsirea fazei sau desfășurarea fazei). Astfel de algoritmi folosesc transformata Fourier pentru a trece din domeniul spațio-temporal în domeniul frecvenței pentru a putea fi extrasă diferența de fază, necesară mai departe pentru determinarea densității gazului sau plasmelor. (Fig. 10) [8][9]

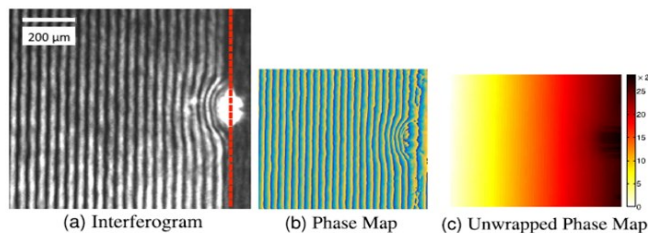


Fig. 8 Interferograma cu o hartă a fazei și o hartă desfășurată a fazei obținută dintr-un algoritim „Phase unwrapping”[9]

5. Program Labview pentru numărarea franjelor

Pornind de la interferometrul Michelson pentru determinarea indicelui de refracție, prin numărarea franjelor, s-a realizat un program cu ajutorul modulului Vision și al aplicației NI Vision Assistant pentru determinarea numărului de franje pentru interferograme circulare. Cu ajutorul funcției IMAQ Resample, interferograma a fost scalată la o rezoluție de 400×400 pixeli, iar apoi s-a aplicat funcția IMAQ Edge Tool pentru trasarea unei regiuni de interes (ROI) liniare pe una din diagonalele imaginii.

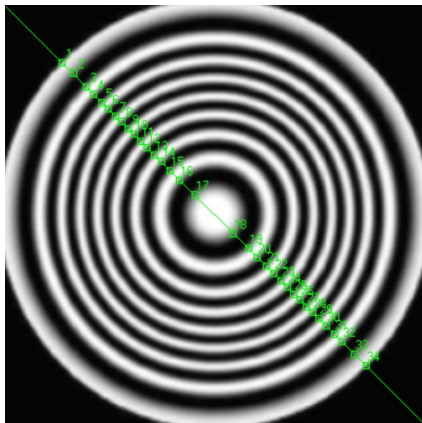


Fig. 9 Regiunea de interes liniară

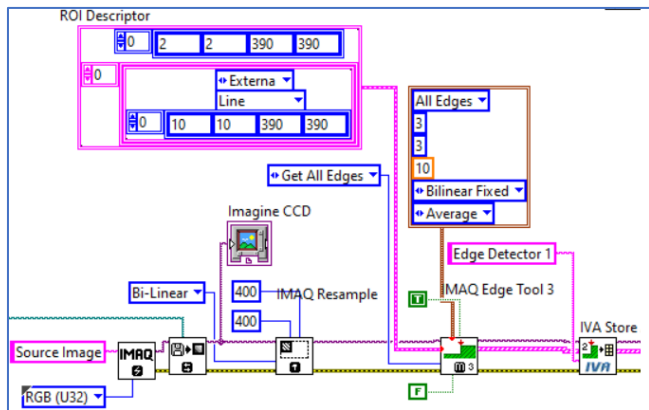


Fig. 10 Diagrama bloc cu parametrii ROI

După realizarea părții programului de numărare franje, s-a aplicat ecuația (3), $n_g = 1 + m \left(\frac{\lambda_0}{2L} \right)$, având ca date de intrare lungimea de undă și distanța L, s-a definit următorul algoritm pentru calcularea indicelui de refracție:

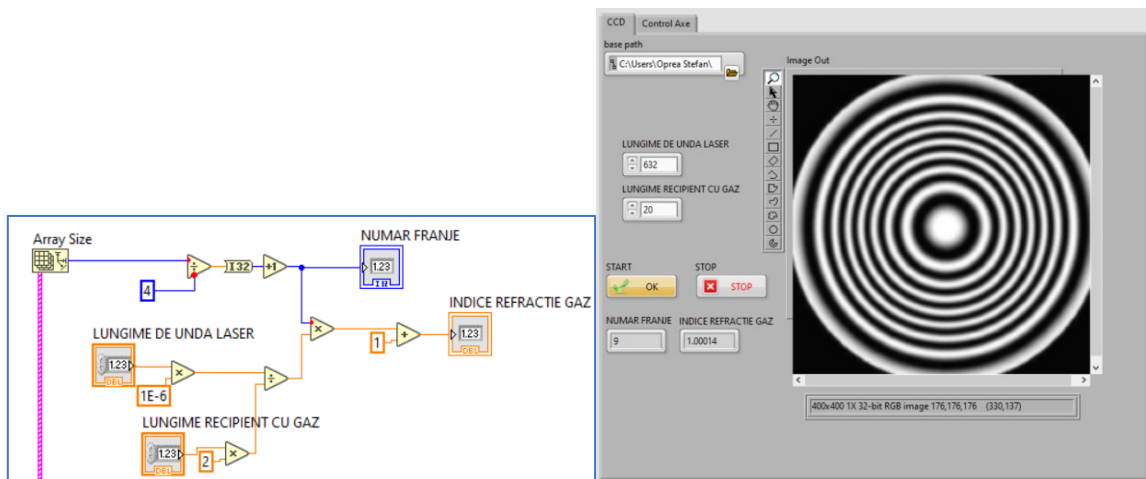


Fig. 11 Diagrama bloc și panoul frontal pentru calcularea indicelui de refracție

6. Concluzii și dezvoltări ulterioare

Deocamdată, în ceea ce privește programul de numărare de franje, acesta se poate folosi doar în cazul interferogramelor circulare statice și de asemenea acestea trebuie să aibă o calitate destul de bună pentru a se putea evita vreo eroare de numărare. La acest program a fost adăugată și o parte de control de axe de translație motorizate pentru un ansamblu realizat în Solidworks, cu elemente standardizate pentru un sistem opto-mecanic în configurație Michelson. Acest lucru s-a realizat prin interfațarea programului CAD Solidworks cu mediul de programare grafică LabVIEW, cu ajutorul modulului "NI Soft Motion". S-

a optat pentru acest lucru deoarece s-a dorit un control în timp real al axelor pentru realizarea simulării de “Motion Analysis” din Solidworks (Fig. 12).

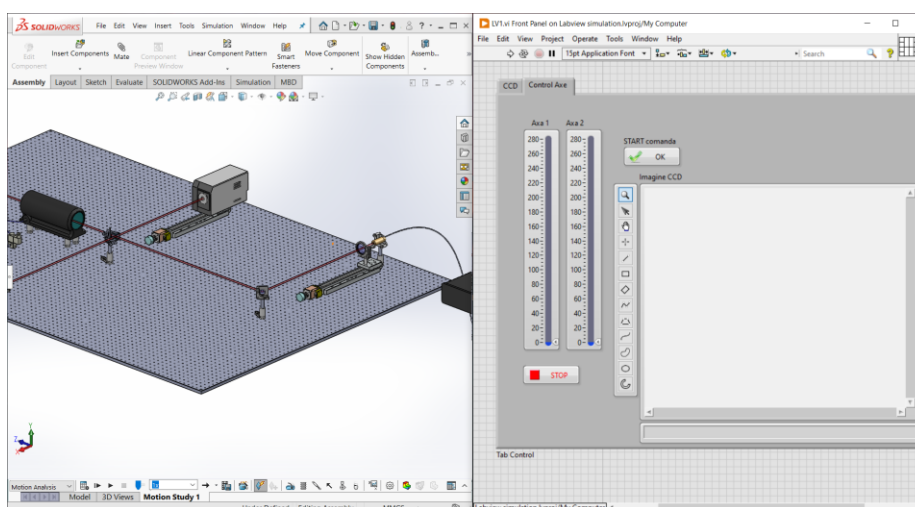


Fig. 12 Programul CAD Solidworks interfațat cu LabVIEW

În ceea ce privesc dezvoltările ulterioare, se dorește realizarea unei aplicații, care să fie capabilă să realizeze comanda și controlul tuturor elementelor dintr-un astfel de sistem opto-mecanic pentru o simulare digitală, dar se dorește de asemenea și pentru simularea unei axe reale, cu un motor pas-cu-pas NEMA 17, cu comandă de la o placă de dezvoltare Arduino împreună cu un driver specific. În partea ce privește analiza interferogramelor, cu ajutorul unor cercetări mai detaliate asupra algoritmilor de “Phase Unwrapping”, se dorește realizarea unui algoritm ce poate extrage diferența de fază dintr-o interferogramă dată pentru a se atinge obiectivul de calculare a densității plasmei sau a unui gaz.

7. Bibliografie

- [1]. S. L. Ling, W. Moebs și J. Sanny (2016), „*University Physics Volume 3*”, Houston, ISBN 978-1-938168-18-5
- [2].*** „*Interference of waves*”, disponibil la: <https://www.physicsclassroom.com/class/waves/Lesson-3/Interference-of-Waves>. [Accesat 05 04 2021]
- [3]. G. Stark, „*Light as a wave, Interference*”, disponibil la: <https://www.britannica.com/science/light> [Accesat 05 04 2021].
- [4].*** „*LIGO Interferometer*” disponibil la: <https://www.ligo.caltech.edu/page/ligo-ifo?highlight=Michelson> [Accesat 05 04 2021].
- [5]. I. H. Hutchinson (2005), „*Principles of Plasma Diagnostics*”, Cambridge Press, Cambridge ISBN-13 978-0-521-80389-2
- [6]. S. S. Harilal și M. S. Tillack (2004), „*Laser plasma density measurements using interferometry*”, pagini 7-10,
- [7]. R. J. Goldston și P. H. Rutherford (1995) , „*INTRODUCTION TO PLASMA PHYSICS*”, IOP Publishing Ltd 1995, ISBN 0-7503-0325-5
- [8]. J. M. Maciel, F. J. C. Rodriguez, M. M. Gonzalez, F. G. P. Lecona și V. M. D. Ramirez (2017). „*Digital Processing Techniques for Fringe Analysis*”. 10.5772/66474.
- [9]. J. Park, H. A. Baldis și Hui Chen (2016) „*The implementation and data analysis of an interferometer for intense short pulse laser experiments*”, Vol. 4, e26, Davis, California, 7 pagini.

RESEARCH REGARDING THE DEVELOPMENT OF A REAL TIME LOCALIZATION SYSTEM BASED ON UWB TECHNOLOGY

LUPU Adrian-Claudiu

Facultatea: Inginerie Industrială și Robotică, Specializarea: Informatică Aplicată în Inginerie Industrială,
Anul de studii:IV, e-mail:claudiulupu52@gmail.com

Conducător științific: SL. dr. ing. **Ioan-Cristian TARBĂ**

ABSTRACT: The purpose of this research paper is to describe the most important aspects of a real time localization system based on the UWB technology. The described system shall be integrated in industrial transportation robotic applications and its purpose is to assist the navigation and guidance systems of the autonomous vehicles. Details of the system will be presented, such as the communication protocol, the structure of the data packets and the software used for controlling the devices.

KEY WORDS: UWB technology, localization system, robotic applications

1. Introducere

Se dorește determinarea poziției în timp real a unui vehicul autonom prin intermediul protocolului UWB. Tehnologia UWB (ultra wideband) se bazează pe utilizarea undelor radio cu o frecvență ce poate lua valori între 3.1 GHz și 10.6 GHz. (Fig 1.1)

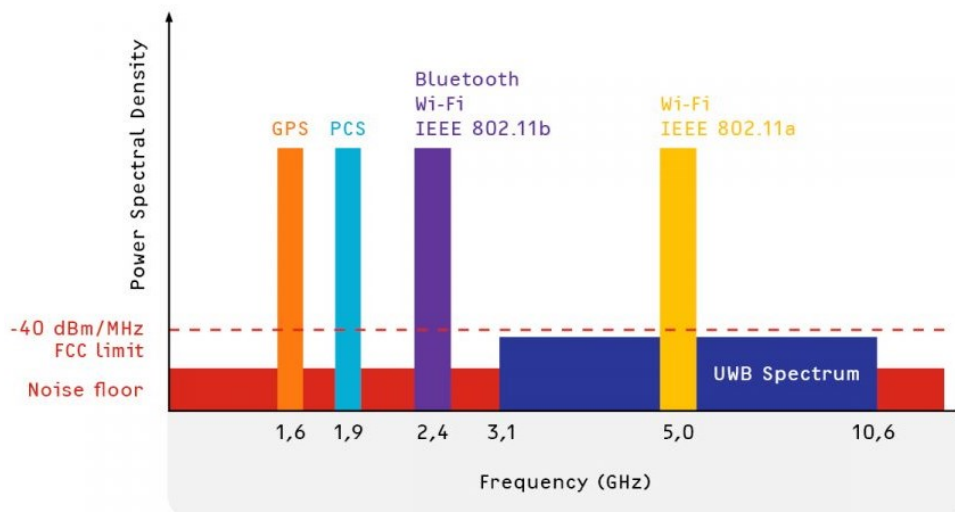


Fig 1.1 (Liisa Parv (2017), Eliko)

Un sistem de localizare UWB este alcătuit din două componente principale, utilizate în procesul de calcul al coordonatelor reperului: ancora și tagul. Ancorele sunt utilizate ca repere față de care este determinată poziția pe baza timpului de recepție a semnalului. Tag-ul este dispozitivul montat pe vehiculul autonom. Acesta are rolul de a transmite pachete de date către ancorele amplasate în interiorul incintei și de a calcula poziția în funcție de răspunsurile primite de la celelalte dispozitive.

1.1 Avantajele utilizării tehnologiei UWB

- Nivelul preciziei ridicat față de tehnologiile concurente
- Posibilitatea de penetrare a obstacolelor

2. Stadiul actual

Sistemul dezvoltat este alcătuit dintr-un tag și o ancoră controlate de două microcontrollere ESP8266 prin intermediul protocolului SPI. Conexiunile au fost făcute cu ajutorul unui breadboard și a unor fire jumper, iar alimentarea este asigurată prin două baterii externe. În Fig 1.1 este prezentată o poză a standului experimental realizat.

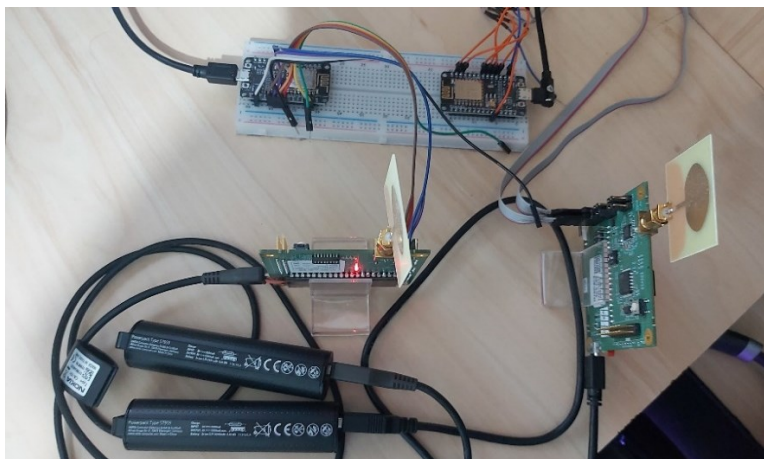


Fig 1.2 Stand experimental utilizat în testarea dispozitivelor

Pe parcursul ciclului de dezvoltare software din cadrul proiectului discutat au fost adăugate o serie de funcționalități precum posibilitatea configurării antenelor din punct de vedere al capacității și modului de transmitere și recepție a datelor, crearea unor rutine de scriere și citire a datelor în seria de regiștrii regăsiți în driverul antenelor prin intermediul protocolului SPI, posibilitatea de a trimite mesaje de tip frame prin intermediul unor serii de funcții. Au fost întâmpinate probleme în dezvoltarea sistemului de recepție și procesare a undelor radio, cauzate de lipsa semnalului logic primit prin intermediul pinului IRQ. Recepționarea mesajelor generează un semnal logic pe circuitul ce acționează respectivul pin, iar pentru utilizarea acestuia trebuie sudat un jumper pe rezistența R43 în Fig 1.3.



Fig 1.3 Port SPI

Motivul pentru care producătorul nu suportă utilizarea acestui pin este legat de compatibilitatea dintre portul folosit pentru comunicarea SPI și adaptorul SPI-USB Cheetah prin care dispozitivul se poate conecta la un calculator extern. Pentru detectarea momentului în care un semnalul a fost recepționat de către dispozitiv a fost dezvoltată o rutină ce interoghează registrul ce conține informații legate de eventuale modificări în sistem (Fig 1.4).

```

274 void checkForMessage ()
275 {
276     std::map<std::string, byte> event;
277     event = readSystemEvent ();
278     if(event["RXDFR"] == 1)
279     {
280         Serial.println("message received");
281         printMessage ();
282         delay(200);
283         received = true;
284     }
285 }

```

Fig 1.4 Rutina de verificarea a mesajelor recepționate

3. Comunicarea dintre microcontroller si dirver

Pentru controlul driverului utilizat în recepția și transmiterea semnalelor radio este necesară conectarea unui microcontroller extern. Protocolul utilizat pentru comunicarea dintre cele două dispozitive este SPI (Serial Peripheral Interface). Aceasta interfață presupune existența unui Master care comunică cu unul sau mai multe microcontrollere de tip Slave. Inițializarea procesului de comunicare și alegerea dispozitivului slave ce urmează a fi utilizat este realizată cu ajutorul pinului SS, iar transmiterea datelor este efectuată prin pinii MOSI și MISO. Totodată, SCK este folosit în transmiterea unui semnal digital utilizat în sincronizarea comunicării dintre dispozitive. Acest semnal este caracterizat de o polaritate și fază ce afectează ciclurile de eșantionare și cuantizare a datelor transmise. În Fig 1.5 este prezentată o schemă a procesului prezentat.

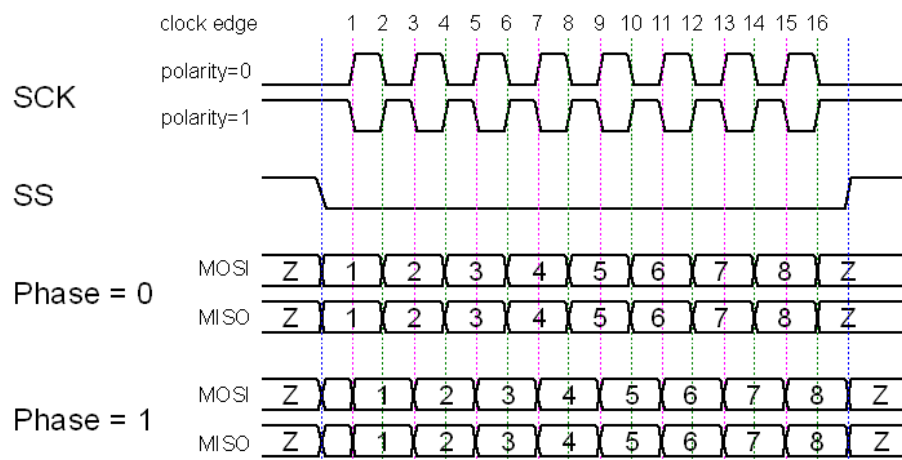


Fig 1.5 Schema de principiu SPI (***Quanser (2021), SPI-QPIDE Protocol)

4. Transmiterea mesajelor radio

4.1 Structura mesajelor

Mesajele utilizate în comunicarea prin protocolul UWB au o structură împărțită în patru câmpuri, prezentată în Fig 1.6. Preambulul este utilizat la detectarea mesajului. Acesta este alcătuit dintr-o serie de impulsuri unitare standardizate în protocol. Câmpul SFD este utilizat drept delimitator între preambulu și datele conținute în mesaj, iar PHR reprezintă antetul mesajului și este utilizat în corecția unor eventuale erori ce pot apărea în procesul de transmitere a datelor.

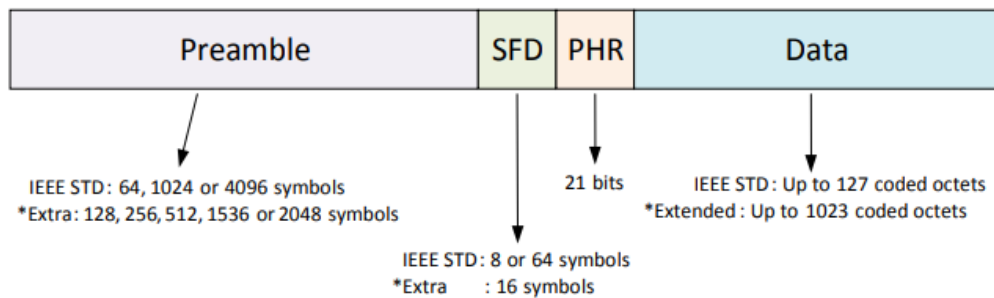


Fig 1.6 Structura unui mesaj frame (***) DECAWAVE - DW1000 USER MANUAL)

4.2 Recepționarea mesajelor

Pentru ca dispozitivul să poată recepționa și procesa mesajele transmise se dorește efectuarea unor serii de configurări la regiștrii de sistem din cadrul acestuia. În tabelul 1.1 este descris regiștrul de control al driverului.

Tabel 1.1 Maparea bitilor de configurare în regiștrul de control (***) DECAWAVE - DW1000 USER MANUAL)

Regiștrul de control								
24	9	8	7	6	3	2	1	0
HRBPT	RXDLYE	RXENAB	WAIT4RESP	TRXOFF	CANSFCS	TXDLYS	TXSTRT	SFCST

La inițializarea dispozitivului ca receptor trebuie activat bitul RXENAB din regiștrul de control.

4.3 Transmiterea mesajelor

Datele ce urmează a fi transmise de către antenă vor fi scrise într-un buffer localizat în memoria de regiștrii a sistemului. În urma acestei operații de scriere se va activa bitul TXSTRT din regiștrul de control al sistemului. Este important ca datele salvate în buffer să nu sufere operații de citire sau scriere în timpul transmiterii mesajului deoarece acest lucru poate duce la alterarea acestora.

5. Algoritmi

5.1 ToA (Time of arrival)

Prin intermediul acestei metode, distanța este calculată pe baza timpului la care a fost transmis semnalul, timpul recepționării și viteza de parcurgere a acestuia. (Brian O'Keefe (2017), Indoor Navigation for the Visually Impaired)

$$d = c * (t_{receptie} - t_{transmitere}) \quad (1)$$

$$d = \sqrt{(x_{referinta} - x)^2 + (y_{referinta} - y)^2} \quad (2)$$

5.2 DtoA (Time difference of Arrival)

Această metodă nu presupune utilizarea timpului de transmitere în calculul distanței. (Brian O'Keefe (2017), Indoor Navigation for the Visually Impaired)

$$d = c * \Delta t \quad (3)$$

$$d = \sqrt{(x_2 - x)^2 - (y_2 - y)^2} - \sqrt{(x_1 - x)^2 - (y_1 - y)^2} \quad (4)$$

Pentru determinarea distanței este utilizată diferența dintre timpii de sosire dintre două puncte luate drept referință.

6. Sistem Mecanic

Pentru o bună funcționare a sistemului, se dorește ca antenele să fie poziționate la 15 cm depărtare de orice alt obstacol, iar orientarea acestora să fie paralelă una față de cealaltă. Totodată, având în vedere că sistemul descris în această lucrare va fi integrat cu un vehiculul autonom, poziționarea și orientarea dispozitivului de recepție și transmitere a semnalelor trebuie realizată astfel încât funcționarea senzorului LIDAR să nu fie perturbată. În Fig 1.8 este prezentată montarea componentelor pe vehiculul autonom.

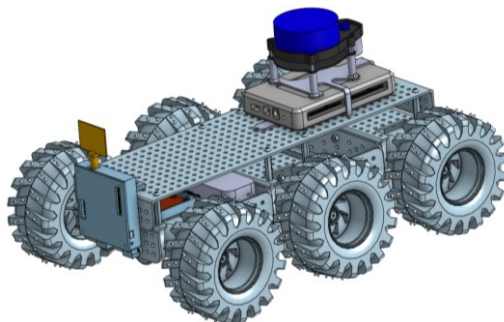


Fig 1.7 Montarea sistemului pe platforma mobilă
(Prof. Dr. Ing. Tom Savu (2021), Sisteme computerizate de măsurare și control)

7. Concluzii

Sistemul dezvoltat permite schimbarea mesajelor între două dispozitive de tip ancoră, respectiv tag. Pe viitor se dorește calcularea și inserția unui timestamp în pachetele de date transmise prin protocolul UWB pentru a putea calcula distanța dintre cele două repere cu ajutorul algoritmilor descriși în capitolul 7. Totodată, pentru a determina poziția reperului într-un sistem de coordonate carteziane se vor utiliza o serie de dispozitive de tip ancoră ce vor transmite pachete de date într-un mod sincronizat către tag. Sincronizarea va putea fi implementată prin defnirea stratului de adresare MAC la nivelul fiecărui dispozitiv prin asignarea unei adrese unice și dezvoltarea unei proceduri de filtrare a mesajelor receptate.

8. Bibliografie

- [1]. Brian O'Keefe (2017), Indoor Navigation for the Visually Impaired, Disponibil la: https://sites.tufts.edu/eeseniordesignhandbook/files/2017/05/FireBrick_OKeefe_F1.pdf
- [2]. Liisa Parv (2017), Eliko, The story behind UWB technology and indoor positioning(anul), Disponibil la: <https://www.eliko.ee/uwb-technology-indoor-positioning/>
- [3]. *** DECAWAVE - DW1000 USER MANUAL, Disponibil la: https://www.decawave.com/sites/default/files/resources/dw1000_user_manual_2.11.pdf
- [4]. ***Quanser (2021), SPI-QPIDE Protocol, Disponibil la: https://docs.quanser.com/quarc/documentation/spi_qpide_protocol.html
- [5]. Prof. Dr. Ing. Tom Savu (2021), Sisteme computerizate de masurare si control

9. Notății

Următoarele simboluri sunt utilizate în cadrul lucrării:

MOSI = Master Output Slave Input

MISO = Master Input Slave Output

SCK = System clock

SS = Slave select

SFD = Single frame delimiter

PHR = Process header

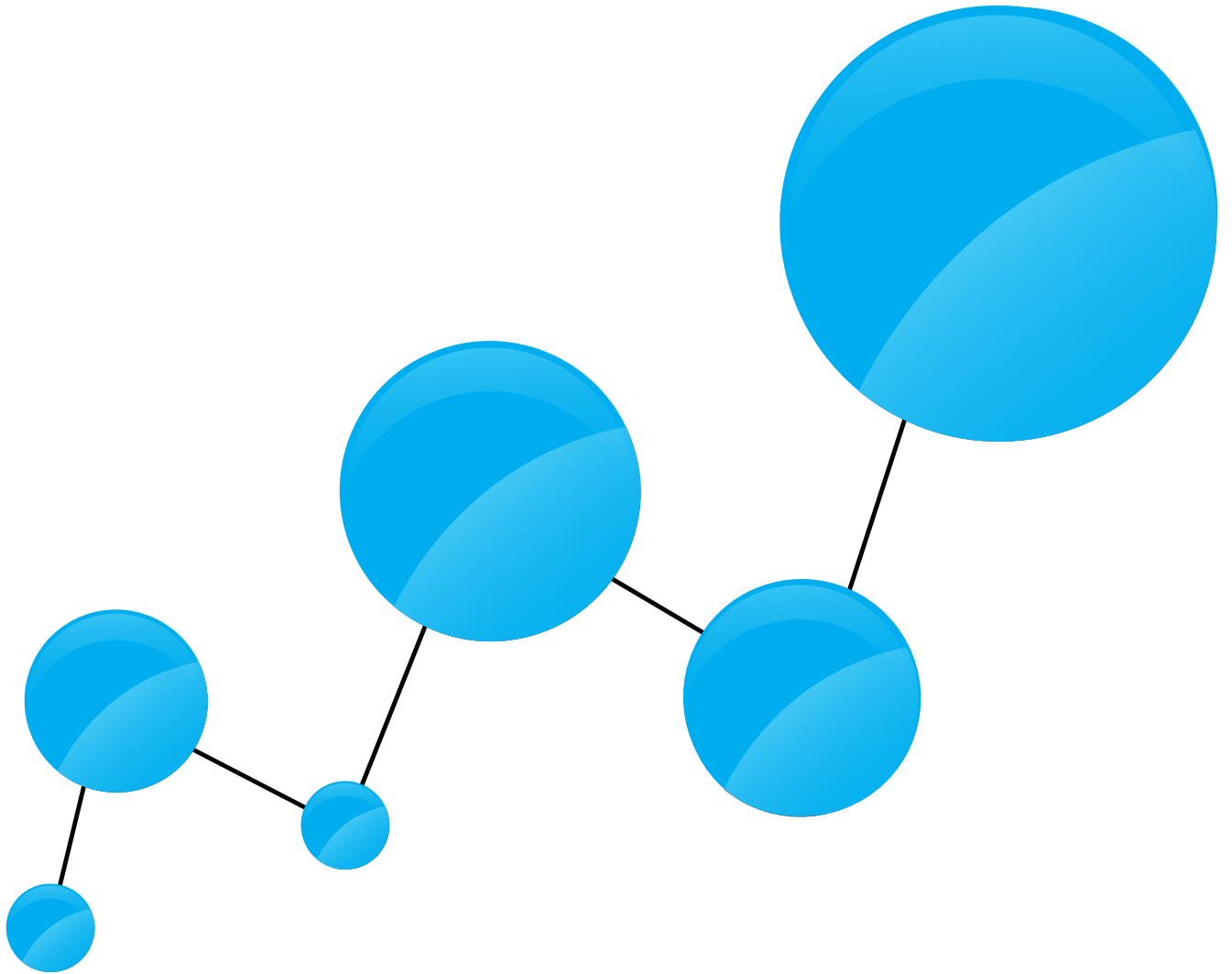
$t_{receptie}$ = timpul la care a fost receptat mesajul

$t_{transmitere}$ = timpul la care a fost transmis mesajul

d = distanta

$x_{referinta}$, x_1 , x_2 = punctul x de referință

$y_{referinta}$, y_1 , y_2 = punctul y de referință



www.imst.pub.ro