





Universitatea POLITEHNICA din București
Facultatea Ingineria și Managementul Sistemelor
Tehnologice



Journal of Industrial Engineering and Robotics

2019, Volume 3, Issue 1

Comitetul Științific al Revistei de Inginerie Industrială

Prof.dr.ing.	BANU Alexandra
Prof.dr.ing.	DOBRESCU Tiberiu
Prof.dr.ing.	DUMITRESCU Andrei
Prof.dr.ing.	ENCIU George
Prof.dr.ing.	GHEORGHE Marian
Prof.dr.ing.	GHICULESCU Daniel
Prof.dr.ing.	IONESCU Nicolae
Prof.dr.ing.	MOHORA Cristina
Prof.dr.ing.	NICOLESCU Adrian
Prof.dr.ing.	PĂRĂUȘANU Ioan
Prof.dr.ing.	POPESCU Diana
Prof.dr.ing.	PUPĂZĂ Cristina
Prof.dr.ing.	SEVERIN Irina
Prof.dr.ing.	VELICU Stefan
Prof.dr.ing.	ZAPCIU Miron
Conf.dr.ing.	ABAZA Bogdan Felician
Conf.dr.ing.	ANANIA Dorel
Conf.dr.ing.	BĂLAN Emilia
Conf.dr.ing.	BORDA Claudia
Conf.dr.ing.	CHIVU Oana Roxana
Conf.dr.ing.	CROITORU Sorin
Conf.dr.ing.	GÂRLEANU Gabriel
Conf.dr.ing.	POPA Liliana
Conf.dr.ing.	ROȘU Maria Magdalena
Conf.dr.ing.	TABĂRĂ Iulian Alexandru
S.l.dr.ing.	UNGUREANU Liviu

Editori

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

Cuprins

Reducerea concentrărilor de tensiuni la asamblările prin suprapunere prin utilizarea adezivului dual IOLU Cristi-Emanuel, JIPA-DRĂGAN Vlad Costin, GEORGESCU Corrado-Cristian, PETRE Georgiana	1
Studiul stării de tensiune și deformație în structuri de tip sandwich solicitate la încovoiere în trei puncte BURTOIU Mircea-Gabriel, BADEA Andrei	7
Realizarea unei pagini html cu aplicații în teoria grafurilor SALAR Carmen-Șirin	16
Realizarea unei aplicații de reprezentare grafică a grafurilor neorientate și colorare prin metoda de numărare Polya MIHALACHE Andrei	22
Proiectarea și modelarea unui gripper utilizat pentru prelucrarea reperului suport – colțar PANAIT Iulian - Mihail, COVALIU Leon – Dumitru, GÎLCĂ Nicolae – Răzvan	28
Îmbunătățirea calității în industria auto DIACONU (VOICU) Carmen Maria	36
Modelarea unui sistem biomecanic pentru membrul superior. VIZIRU (ILIESCU) Mihaiela, FRENȚ (RADU) Gabriela Corina, RĂUCEA Mihai	44
Competitivitatea mediului de marketing pentru societatea DASIMO SOLUTION ISTRATE (GHEORGHE) Simona	52
Modelarea și simularea unei mâini mecanice DUMITRACHE Laura Ioana, ONCESCU Alina Andreea, CHIRIȚĂ Veronica	58
Sistem mecanic utilizat pentru recuperarea mobilității membrilor superioare și inferioare. DINU Aura, NEGESCU Ion Eusebiu, NEGULICI Eduard	66
Considerații privind implementarea INTERNET OF THINGS și extinderea folosirii roboților URSU Alexandru, RUGINĂ Denisa, OSTROVEANU Andrei	74
Proiectarea, modelarea și comanda unui braț robot POPARAD Dragoș - Ioan, SANDU Gabriel, LUPAȘCU Liviu – Marian	80
Modelarea unui mecanism planetar cu software specializat PARASCHIV Gabriel, VLAD George-Cosmin și BUCURA Adriana-Laura	86
Construcția și funcționarea roboților folosiți pentru dezamorsarea bombelor ILIE Elena Isabela, MEHEDIȚI Patricia Camelia, STAN Andreea Georgiana	92
Proiectarea și modelarea unor pantografe. CRISTEA Ioana – Bianca, IORDACHE Lidia – Andreea, MIRCEA Adriana – Ștefania și OȚEL Aghata – Maria	98
Construcția machetei mecanismului unei prese orizontale și analiza cinematică a acestuia utilizând aplicația MATHCAD BĂDESCU Marilena - Cristina, BURCEA Mălin, PREOTEASA Adela și RADU Valentina	104
Analiza structural – cinematică a unui mecanism utilizat în industria alimentară. BARBU Radu - Cristian, IONIȚĂ Anastasia – Ștefania, POPESCU Ioana Dana	110
Proiectarea și modelarea unui braț robotic ALEXANDRESCU Ana-Maria	116

REDUCEREA CONCENTRĂRILOR DE TENSIUNI LA ASAMBLĂRILE PRIN SUPRAPUNERE PRIN UTILIZAREA ADEZIVULUI DUAL

REDUCTION OF STRESS CONCENTRATION IN SINGLE-LAP JOINTS BY THE USE OF A DUAL ADHESIVE

IOLU Cristi-Emanuel, JIPA-DRĂGAN Vlad Costin,
GEORGESCU Corrado-Cristian, PETRE Georgiana
Facultatea de Inginerie Mecanică și Mecatronică, Anul IIIA, e-mail: iolu.ce2019@gmail.com

Conducător științific: Prof. dr. ing. **Adriana SANDU**

ABSTRACT: The paper explores the possibilities to reduce stress concentration in single-lap joints using dual adhesive. Distributions of stress, determined by finite element analysis, are compared for the following assembling cases: a) with a single rigid adhesive, b) with a single flexible adhesive, c) using both adhesives. In the latter case, each of the two adhesives is applied to a portion of the overlapping area. Finally, useful conclusions can be drawn for the rational design of overlapping assemblies.

CUVINTE CHEIE: adeziv rigid, adeziv flexibil, metoda elementelor finite, asamblare prin lipire

1. Introducere

Asamblările prin lipire cu adezivi structurali [1;2] sunt asamblări nedemontabile care prezintă mai multe avantaje: (a) posibilitatea asamblării a două piese confecționate din materiale diferite (de exemplu, metal și lemn sau material plastic); (b) lipsa concentratorilor de tensiune, o distribuție mai uniformă a tensiunilor și o creștere a greutateii structurii mai redusă decât în cazul asamblărilor mecanice, cu elemente metalice de fixare (nituri sau șuruburi); (c) posibilitatea de a se realiza îmbinări de calitate atât pe suprafețe mici cât și pe zone mari de suprapunere; (d) operațiunile de finisare, după întărirea adezivului, sunt simple și ușor de executat; (e) proiectarea adecvată poate asigura atât rezistență excelentă la oboseală cât și amortizarea vibrațiilor.

La proiectarea acestor asamblări trebuie însă să fie luate în considerare și unele aspecte care le limitează utilizarea: (i) temperaturile extreme în exploatare reduc rezistența îmbinărilor; (ii) rezistența la acțiunea factorilor de mediu este decisivă pentru păstrarea integrității adezivului pe durată mare; (iii) alegerea adezivului potrivit și pregătirea suprafețelor sunt esențiale pentru realizarea unor asamblări de calitate.

În această lucrare se studiază asamblări prin suprapunere (Fig.1), realizate prin lipire cu adezivi structurali.

2. Stadiul actual

În cazul îmbinărilor prin suprapunere, forțele care acționează asupra structurii nu sunt în planul median al adezivului. Prin urmare, asupra adezivului va apărea și un efect de încovoiere (Fig.1,b). Tensiunile principale la care este supus adezivul sunt cele de forfecare, τ_{xy} și cele de smulgere, σ_y . Soluțiile analitice pentru calculul acestor tensiuni [1-4] au la bază o serie de ipoteze simplificatoare. Astfel, solicitările sunt considerate elastice iar materialul din care sunt confecționate componentele ansamblului (aderenții și adezivii) se consideră izotrop și omogen. Se determină tensiunile din planul median al adezivului.

Schița structurii studiate este prezentată în figura 2. Pentru astfel de asamblări este cunoscută o soluție analitică, propusă de Goland și Reissner.

Reducerea concentrărilor de tensiuni la asamblările prin suprapunere prin utilizarea adezivului dual

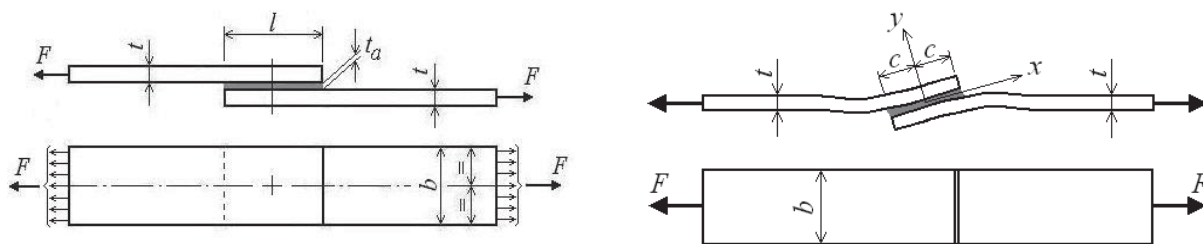


Fig. 1. a) Asamblare prin suprapunere cu adeziv; b) modul de deformare a zonei de suprapunere

Pentru calculul tensiunilor de forfecare se utilizează relația:

$$\tau_{xy}(x) = -\frac{1}{8} \cdot \frac{P}{c} \left[\frac{\beta c}{t} (1 + 3k) \cdot \frac{\cosh(\beta x/t)}{\sinh(\beta c/t)} + 3(1 - k) \right], \quad (1)$$

în care: $P = F/b$, $\beta = \sqrt{8 \cdot \frac{G_a}{E} \cdot \frac{t}{t_a}}$, $k = \frac{\cosh(\chi c)}{\cosh(\chi c) + 2\sqrt{2} \cdot \sinh(\chi c)}$, $\chi = \sqrt{\frac{3(1-\nu^2)}{2}} \cdot \frac{1}{t} \cdot \sqrt{\frac{P}{tE}}$.

Tensiunile de smulgere se calculează cu relația:

$$\sigma_y(x) = \frac{1}{\eta} \cdot \frac{Pt}{c^2} \cdot \left[\left(R_2 \lambda^2 \frac{k}{2} + \lambda k_1 \cosh \lambda \cos \lambda \right) \cdot \cosh \frac{\lambda x}{c} \cos \frac{\lambda x}{c} + \left(R_1 \lambda^2 \frac{k}{2} + \lambda k_1 \sinh \lambda \sin \lambda \right) \cdot \sinh \frac{\lambda x}{c} \sin \frac{\lambda x}{c} \right] \quad (2)$$

unde:

$$\lambda = \frac{c}{t} \cdot \sqrt[4]{6 \cdot \frac{E_a}{E} \cdot \frac{t}{t_a}}, \quad k_1 = \frac{kc}{t} \cdot \sqrt{3(1-\nu^2)} \cdot \frac{P}{tE}, \quad \eta = \frac{1}{2} (\sin(2\lambda) + \sinh(2\lambda)),$$

$$R_1 = \sinh \lambda \cos \lambda + \cosh \lambda \sin \lambda, \quad R_2 = \sinh \lambda \cos \lambda - \cosh \lambda \sin \lambda.$$

3. Rezultate obținute

3.1 Calcul analitic

În această lucrare se studiază distribuția tensiunilor în planul median al adezivului pentru următoarele valori ale parametrilor geometrici ai structurii din figura 2: $L=b=25 \text{ mm}$, $L_1=75 \text{ mm}$, $t_1=t_2=t=3 \text{ mm}$, $t_a=0,5 \text{ mm}$. Se compară valorile maxime ale tensiunilor în cazul utilizării a doi adezivi diferiți, unul rigid și altul flexibil. Aderenți sunt din același material. Proprietățile elastice ale adezivilor și ale aderenților sunt prezentate în tabelul 1.

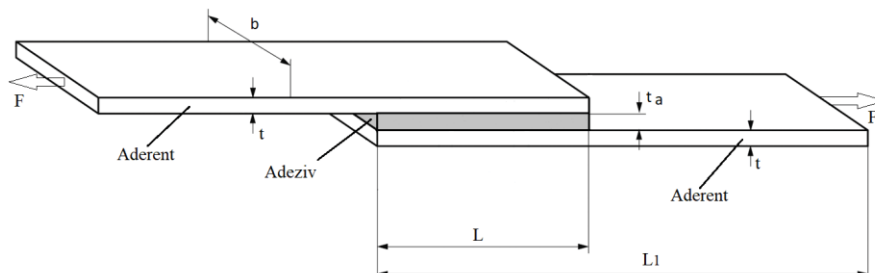


Fig. 2. Schița asamblării studiate

Reducerea concentrărilor de tensiuni la asamblările prin suprapunere prin utilizarea adezivului dual

Tabel 1. Proprietățile de material ale adezivilor și ale aderenților

Material	Adeziv flexibil	Adeziv rigid	Aderenți
	AW106	AV138	Duraluminiu
Modul de elasticitate, E [MPa]	1750	4000	73000
Coefficientul lui Poisson, ν	0,43	0,4	0,33

3.2 Simularea numerică

Simularea numerică s-a realizat cu metoda elementelor finite (MEF) [5]. S-a utilizat programul SolidWorks/CosmosM [6]. Structura a fost discretizată în elemente de stare plană de tensiune (PLANED2D). Pentru a putea studia influența unor parametri asupra distribuției tensiunilor, modelul a fost descris parametric. Utilizând metoda elementelor finite au fost calculate tensiunile de forfecare și cele de smulgere atât în planul median al adezivului cât și la interfața adeziv - aderent.

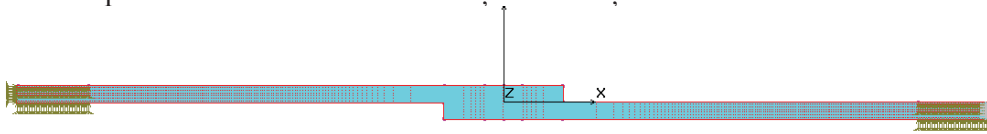


Fig. 3. Model de calcul numeric

3.3 Compararea rezultatelor obținute analitic și numeric

S-au comparat valorile tensiunilor de smulgere și de forfecare obținute prin calcul analitic și prin simulare numerică în planul median al adezivului. Rezultatele obținute sunt prezentate comparativ în figurile 4 (tensiuni de smulgere) și 5 (tensiuni tangențiale) pentru cele două tipuri de adeziv. S-au reprezentat și tensiunile la interfața cu aderenții, obținute cu MEF, deoarece aici apar tensiunile maxime.

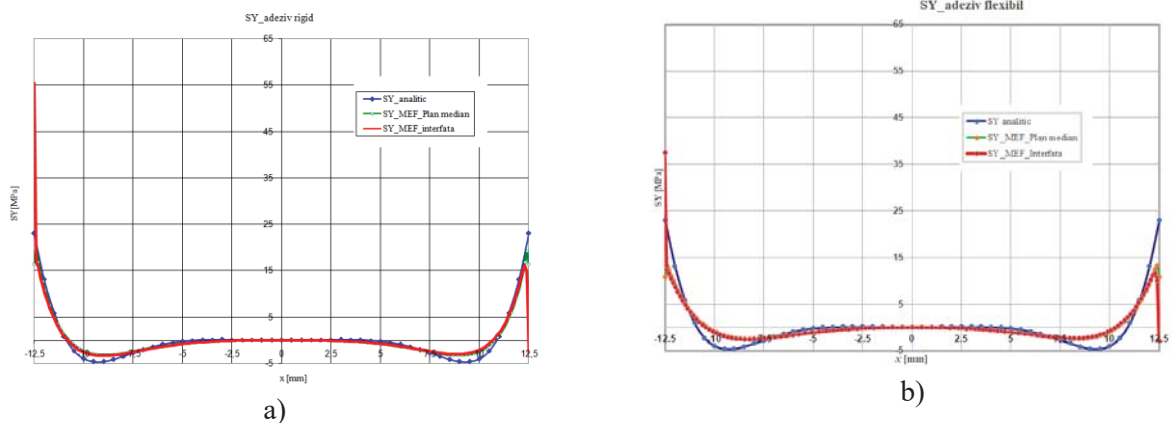


Fig.4 Distribuția tensiunilor de smulgere pentru cazul utilizării: a) adeziv rigid , b)adeziv flexibil

Pe baza graficelor se poate observa că atât tensiunile de smulgere cât și cele de forfecare au valori mult mai mari la capetele zonei de suprapunere decât în partea centrală. De asemenea, se poate observa că există o bună concordanță între rezultatele obținute analitic și cele obținute prin calcul numeric cu MEF, diferențe mai mari fiind la capete. Valorile maxime, atât ale tensiunilor de forfecare cât și cele de smulgere apar însă la interfața adeziv – aderent. Se poate constata că simularea numerică permite o evaluare mai corectă a concentrărilor de tensiune decât calculul analitic.

Graficele au aceeași alură, dar se poate observa o concentrare mai mare a tensiunilor în cazul utilizării unui adeziv rigid, când tensiunile de smulgere și cele de forfecare au valori mai mari, decât în cazul folosirii adezivului flexibil.

Reducerea concentrărilor de tensiuni la asamblările prin suprapunere prin utilizarea adezivului dual

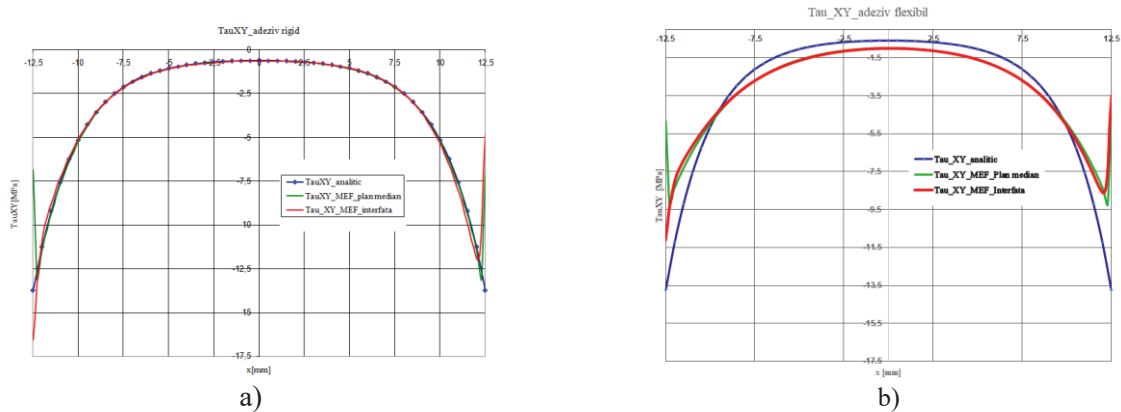


Fig.5 Distribuția tensiunilor de forfecare pentru cazul utilizării: a) adeziv rigid, b) adeziv flexibil

4. Reducerea tensiunilor prin utilizarea adezivului dual

În scopul uniformizării distribuției tensiunilor din adeziv (reducerea concentrărilor de tensiuni la capetele zonei de suprapunere), au fost propuse diferite soluții. De exemplu, proprietățile elastice ale adezivului pot fi controlate astfel încât să varieze gradual pe lungimea de suprapunere [7]. O altă soluție constă în folosirea unui adeziv dual [8], format din două componente, un adeziv rigid în zona centrală și unul flexibil, situat la capetele îmbinării.

În figura 6 este dată schița pentru această variantă, unde s-a notat cu lungimea a lungimea de suprapunere cu adezivul rigid și cu b lungimea, măsurată de la capete, pentru adezivul flexibil.

În lucrare se studiază influența raportului a/b asupra distribuției de tensiuni. Scopul este găsirea unui raport optim a/b , astfel încât să scadă valorile tensiunilor maxime de smulgere și de forfecare din adeziv iar distribuția acestora pe lungimea de suprapunere să fie cât mai uniformă.

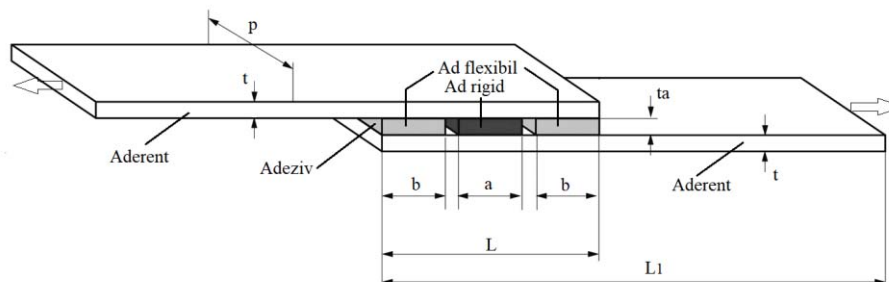


Fig. 6. Schița asamblării pentru asamblarea cu adeziv dual

Utilizând metoda elementelor finite au fost calculate tensiunile de smulgere și cele de forfecare la interfața cu aderentul. Rezultatele sunt prezentate în tabelul 2 și în graficele din figurile 7 și 8.

Au fost comparate valorile tensiunilor echivalente maxime în aderent și adeziv precum și valorile tensiunilor de forfecare și de smulgere la interfața cu aderentul, pentru diferite valori ale raportului a/b , cu valorile corespunzătoare, calculate în cazul utilizării unui singur adeziv, rigid sau flexibil.

Se poate constata o reducere a valorilor maxime ale tensiunilor (echivalente, de smulgere și de forfecare) în cazul utilizării adezivului dual comparativ cu cazul folosirii unui singur adeziv rigid. Varianta optimă se consideră cea pentru care se reduc tensiunile și față de cazul folosirii unui adeziv flexibil.

Pentru cazul studiat (dimensiuni ale elementelor componente ale structurii și pentru proprietățile elastice ale materialelor), raportul optim este $a/b=0.94$ ($a=8$ mm; $b=8,5$ mm).

Reducerea concentrațiilor de tensiuni la asamblările prin suprapunere prin utilizarea adezivului dual

Tabelul 3. Tensiunile maxime obținute în funcție de raportul a/b

Varianta	<i>Aderent</i>		<i>Adeziv, la interfața cu aderentul</i>	
	$\sigma_{ech\ max}$	$\sigma_{ech\ max}$	σ_y	τ_{xy}
Adeziv flexibil	100,13	38,15	37,46	11,13
Adeziv rigid	105,2	56,44	55,46	16,56
Adeziv dual a=9; b=8	99,86	34,76	32,73	11,27
Adeziv dual a=8; b=8.5	99,92	34,33	32,13	11,23
Adeziv dual a=10; b=7.5	99,8	35,18	33,36	11,24
Adeziv dual a=7; b=9	99,97	33,91	31,55	11,29

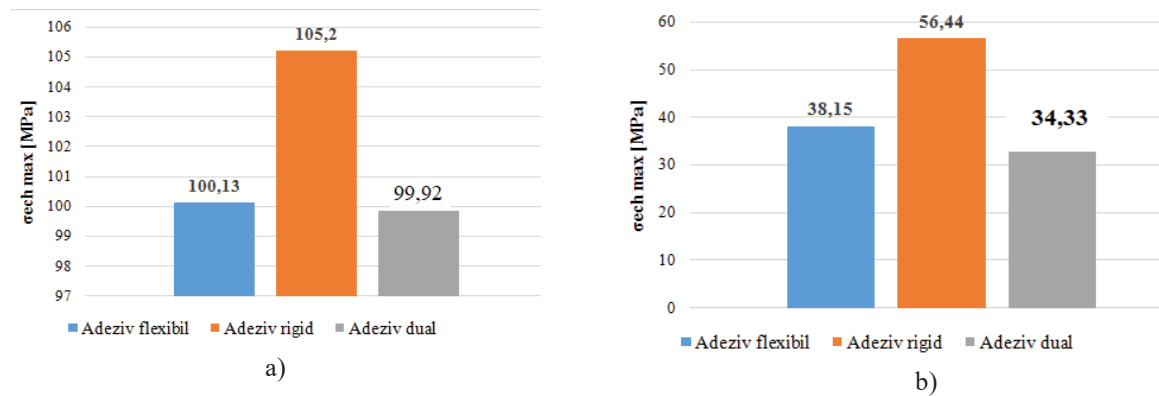


Fig. 7. Comparație între tensiunile echivalente maxime: (a) în aderent; (b) în adeziv

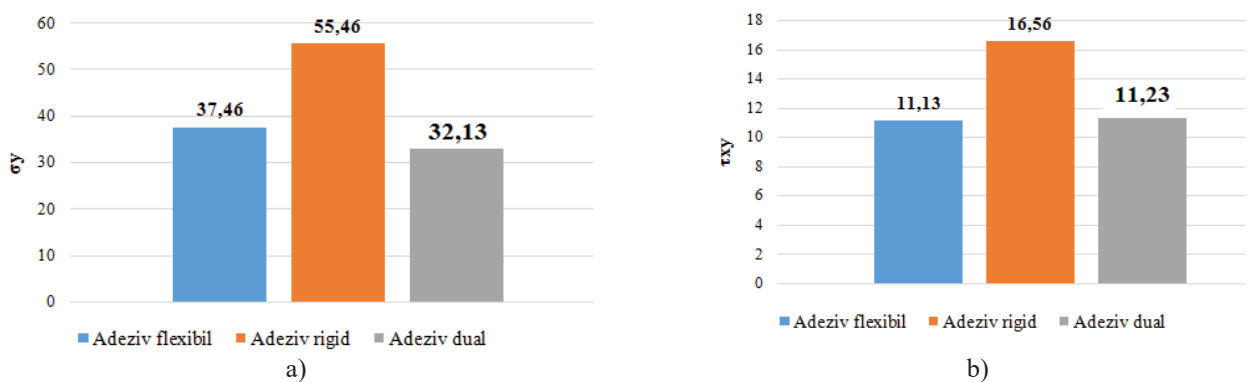


Fig. 8. Comparație între tensiunile maxime din adeziv: (a) de smulgere; (b) de forfecare

Rezultatele obținute cu MEF, în cazul utilizării adezivului dual, pentru varianta optimă, sunt prezentate în figura 9, în comparație cu cele corespunzătoare variantei clasice (utilizarea unui singur adeziv).

Reducerea concentrărilor de tensiuni la asamblările prin suprapunere prin utilizarea adezivului dual

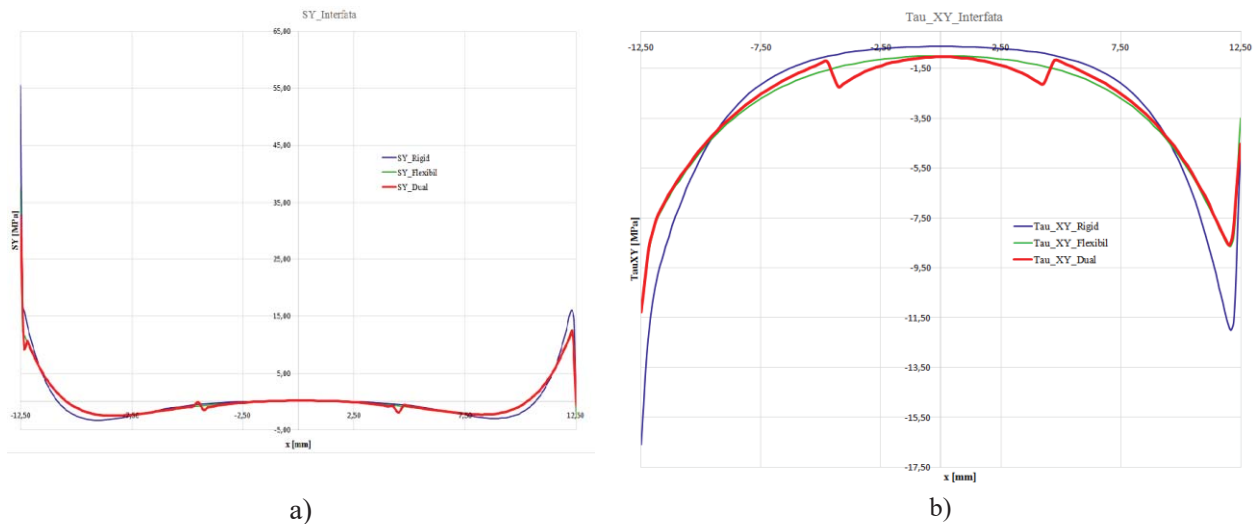


Fig. 9. Distribuția tensiunilor la interfața dintre adeziv și aderenț în cazul utilizării adezivului dual, pentru varianta optimă, comparativ cu cazul utilizării unui singur adeziv:
a) tensiuni de smulgere; b) tensiuni de forfecare

5. Concluzii

Se constată faptul că utilizarea unui adeziv dual are ca efect:

1. Uniformizarea distribuției tensiunilor în adeziv.
2. Reducerea tensiunilor de forfecare și de smulgere la capetele îmbinării, comparativ cu utilizarea unui singur adeziv. Efectul este semnificativ în special dacă se face comparație cu cazul utilizării unui adeziv rigid, când concentrarea tensiunilor la capetele lungimii de suprapunere este mult mai importantă decât în cazul asamblărilor cu adeziv flexibil.

6. Bibliografie

- [1]. Da Silva LFM, Das Neves PJC, Adams RD, Spelt JK. “Analytical models of adhesively bonded joints. Part I: Literature survey”, *Int J Adhes Adhes*, 2009; 29:319-30, ISSN: 0143-7496
- [2]. Tsai MY, Morton J. “An evaluation of analytical and numerical solutions to the single-lap joint”, *Int J Solids Struct* 1994;31(18): 2537-63, ISSN: 0020-7683
- [3]. Wang, Z.Y., Wang, L., Guo, W. , Deng, H., Tong, J.W. și Aymerich, F., “An investigation on strain/stress distribution around the overlap end of laminated composite single-lap joints”, *Compos. Struct.* 89 (2009), pp. 589-595, ISSN: 0263-8223
- [4] Sandu M., Sandu A., Nuțu E., *Rezistența materialelor*, Editura PRINTECH, București, 2019, ISBN 978-606-23-0953-4
- [5] Sorohan S., *Elemente finite în ingineria mecanică-curs introductiv*, Editura Politehnica Press, București, 2015, ISBN 978-606-515-604-3,
- [6]. *** *COSMOS/M – Finite Element System, User Guide*, 1995.
- [7]. Carbas, R.J.C., da Silva, L.F.M. și Critchlow, G.W., “Adhesively bonded functionally graded joints by induction heating”, *Int J Adhes Adhes*, 48(2014), pp. 110–118, ISSN: 0143-7496
- [8]. Bavi, O., Bavi, N. și Shishesaz M., “Geometrical optimization of the overlap in mixed adhesive lap joints”, *Journal of Adhesion*, 89 (2013), pp. 948-972, ISSN:0021-8464.

STUDIUL STĂRII DE TENSIUNE ȘI DEFORMAȚIE ÎN STRUCTURI DE TIP SANDWICH SOLICITATE LA ÎNCOVOIERE ÎN TREI PUNCTE

STRESS AND STRAIN STATE STUDY IN SANDWICH STRUCTURES SUBJECTED TO THREE POINT BENDING

BURTOIU¹ Mircea-Gabriel¹, BADEA² Andrei²,

¹Facultatea: I.M.S.T., Specializarea: Siguranța și Integritatea Structurilor, Anul de studii: Master I, e-mail: mircea.gabriel25@gmail.com

²Facultatea: IMST, Specializarea: Industrial Engineering, Anul de studii: II
Conducător științific: Prof.dr.ing. Gabriel JIGA

REZUMAT: Lucrarea prezintă un studiu comparativ pentru două structuri sandwich și anume, cu miez de tip fagure (honeycomb) și miez de tip ondulat (corrugated), realizate din PLA (acid polilactic) cu învelișuri din oțel. Rezultatele obținute experimental, în urma încovoierii în trei puncte, sunt validate atât printr-un calcul analitic, cât și numeric, printr-o analiză cu elemente finite (FEM) din modulul ANSYS Workbench. Ca rezultate, au fost comparate pentru fiecare tip de miez tensiunile din fețe și deformațiile maxime apărute în punctul de aplicare al forței valorile obținute fiind centralizate într-un tabel.

ABSTRACT: The paper presents a comparative study for two sandwich structures, namely, honeycomb core and corrugated core made of PLA (polylactic acid) with steel skins. The experimental results obtained after the three-point bending test are validated by both analytical and numerical calculation through a Finite Element Analysis (FEM) from the ANSYS Workbench module. As a result, for each type of core, the stresses in the faces and the maximum deformations in the point of force application were compared, the values obtained being centralized in a table.

CUVINTE CHEIE: structuri "sandwich", honeycomb, corrugated, încovoiere în trei puncte, PLA

1. Definiție. Informații generale despre o structură de tip sandwich

O structură compozită de tip sandwich reprezintă o clasă specială de materiale realizate prin atașarea a două fețe subțiri, dar rigide, la un miez ușor, dar gros, prin folosirea unui adeziv special.

Materialul fețelor are de obicei o rigiditate ridicată, în timp ce miezul are în mod obișnuit o rigiditate scăzută, dar cu o rezistență mare la compresiune și forfecare. Solidarizarea prin intermediul stratului de adeziv, conferă structurii sandwich un modul de încovoiere ridicat.

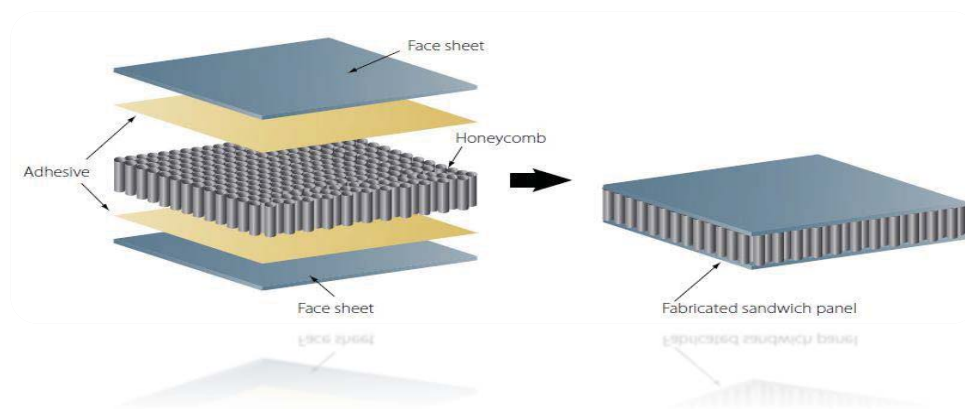


Fig. 1. Structură compozit de tip sandwich [1]

2. Stadiul actual

Aplicațiile unde este necesară folosirea unor structuri de tip sandwich s-au înmulțit foarte mult în domeniul aeronautic, militar, aerospațial, datorită raportului rezistență ridicată – greutate scăzută. Acest tip de structuri sunt formate din foi subțiri, metalice sau compozite cu rezistențe și rigidități foarte mari, separate de un strat gros median din materiale cu densități scăzute. Stratul median - miezul structurii, poate fi creat din spumă (ex: Nomex) sau poate fi metalic, de tip fagure sau de tip ondulat. Miezul este în general lipit de fețe printr-un strat de adeziv.

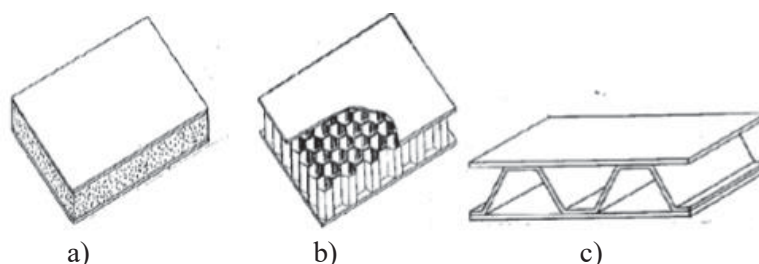


Fig. 2. Tipuri de miezuri (a-spumă, b-fagure, c-ondulat) [2]

O structură de acest tip are următoarele avantaje:

- rigiditate ridicată la încovoiere;
- rezistență ridicată la oboseală;
- bună amortizare în cazul unui șoc;
- izolare termică îmbunătățită;
- lipsa concentratorilor de tensiune datorită absenței organelor de asamblare (nituri, șuruburi ș.a.).

Totodată, regăsim și anumite dezavantaje:

- umiditate crescută din structură ce conferă acesteia un efect coroziv;
- necesitatea unui control amănunțit în urma fabricării pentru a scădea riscul de delaminare.

Astfel, o structură sandwich trebuie să satisfacă mai multe cerințe:

- fețele trebuie să prezinte o rigiditate bună pentru a putea prelua solicitări de întindere, compresiune, forfecare;
- miezul trebuie să fie suficient de rezistent la forfecare;
- materialul miezului trebuie să-și păstreze stabilitatea;
- fețele trebuie să reziste la posibila apariție a eventualelor cute.

3. Materiale utilizate în cadrul studiului

Fețele, realizate din tablă din oțel zincată, cu o grosime de 0,3 mm sunt lipite cu adeziv de tip rășină poliesterică nesaturată Nestrapol 450 de miez, pentru a obține un transfer de sarcini între componentele stratificatului.

În studiul realizat au fost utilizate două tipuri de miez:

- miez tip fagure (« honeycomb core »);
- miez ondulat (« corrugated core »).

Tabelul 1. Proprietățile mecanice ale materialelor folosite

Material	Densitate [kg/m ³]	Modulul de elasticitate longitudinal (E) [MPa]	Coefficientul lui Poisson (ν)
Oțel	7860	200000	0.30
PLA	1300	3500	0.36
Nestrapol	1190	3900	0.29

4. Realizarea miezurilor utilizând tehnica de printare 3D

Cea mai utilizată metoda pentru printarea 3D este FDM (Fusion Deposition Method), care s-a impus ca rezultat al costurilor mici ale imprimantelor/ consumabilelor. Aceasta metodă utilizează ca materie primă filamentul de PLA/ABS.

Filamentul din PLA este cel mai utilizat, acest lucru datorându-se în mare parte faptului că este ușor de tipărit, nu emite tot atâtea particule ca și alte materiale și este biodegradabil. [3]

Proprietăți chimice și mecanice ale PLA-ului:

- Denumire tehnică: Acid Polilactic (Polylactic Acid – PLA)
- Formula chimică: $(C_3H_4O_2)_n$
- Temperatură de topire ; 157 - 170 °C
- Rezistență la tracțiune: (61 – 66) MPa
- Rezistență la încovoiere: (48 – 110) MPa
- Modulul de elasticitate longitudinal E: 3500 MPa
- Modulul de forfecare G: 1287 MPa

Pentru printare s-a folosit programul Simplify 3D, în care au fost introduse modelele realizate în suita Catia V5 și exportate în format ‘.stl’, softul fiind conectat la imprimanta 3D Creality CR10 S4.

La o viteză de printare de până la 200 mm/s, procesul a durat aproximativ 12 ore.

Pentru miezul de tip fagure s-au ales următoarele dimensiuni de printare :

- Lungime totală: 300 mm
- Lățime totală: 30 mm
- Înălțime totală: 20 mm
- Forma celulei: hexagonală regulată
- Grosimea peretelui celulei: 1 mm
- Lungimea peretelui celulei: 5 mm



Fig. 3. Miezul de tip fagure real

Pentru miezul ondulat s-au ales următoarele dimensiuni de printare:

- Lungime totală: 300 mm;
- Lățime totală: 30 mm;
- Înălțime totală: 20 mm;
- Forma ondulației: trapezoidală;
- Grosime perete: 2 mm;
- Lungimea bazei mari: 12 mm;
- Lungimea bazei mici: 6 mm.



Fig. 4. Miezul de tip ondulat real

5. Realizarea epruvetelor și încercările efectuate

Pentru îmbinarea miezului cu fețele s-a folosit rășină poliestică NESTRAPOL 450. În urma aplicării acesteia, epruvetele au stat la uscat timp de aproximativ 24 de ore la temperatura camerei (20°C). După uscare, grosimea totală a stratului de rășină măsurată se situa în jurul valorii de 0.225 mm pentru epruveta cu miez de tip figure și în jurul valorii de 0.15 mm pentru epruveta cu miez ondulat.



Fig. 5. Vederi ortogonale ale modelului real al structurii sandwich de tip figure



Fig. 6. Vederi ortogonale ale modelului real al structurii sandwich cu miez ondulat

Încercarea s-a efectuat pe mașina INSTRON 8801. S-a recurs la încovoierea în trei puncte, unde au fost folosiți doi suporturi cilindrici pe care s-a realizat rezemarea, cu o încărcare aplicată în centrul epruvetei.

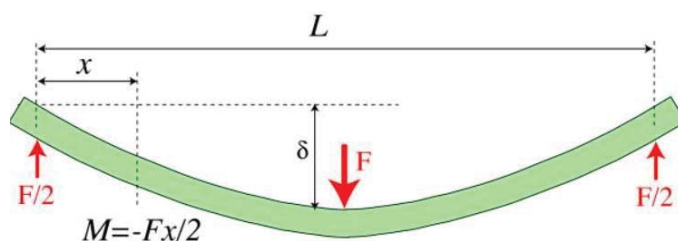


Fig. 7. Schema încercării de încovoiere în trei puncte [4]

Având în vedere dimensiunile de gabarit ale celor două epruvete, au fost respectate dimensiunile din standardul ASTM D790. Astfel, dimensiunea dintre reazeme L a fost aleasă de 180 mm pentru ambele cazurile. [5]

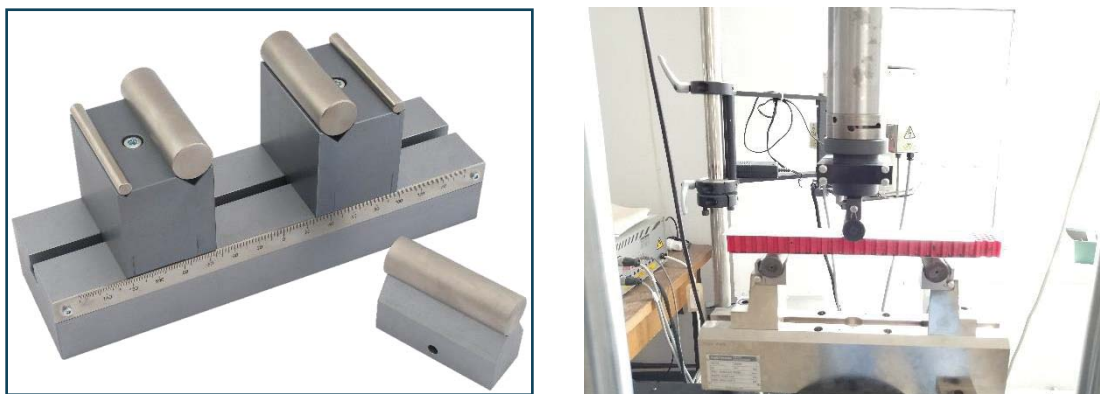


Fig. 8. Standul experimental pentru încercarea la încovoiere în trei puncta (stânga) și epruveta din structură de tip fagure montată pe dispozitivul de încercare (dreapta)

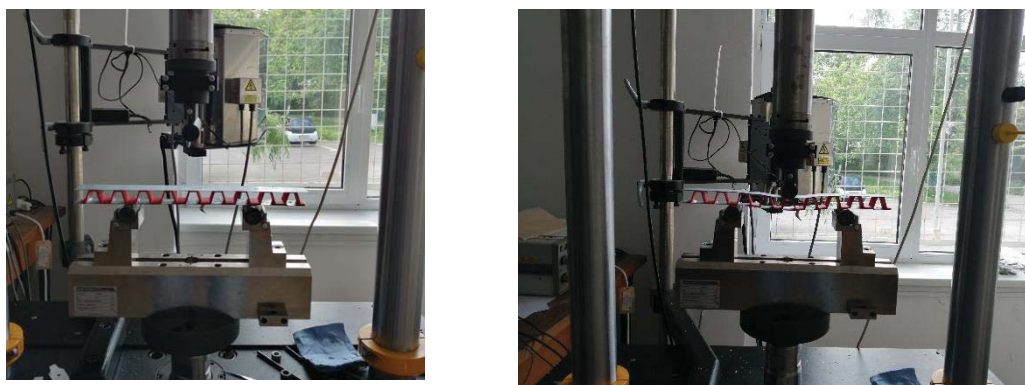


Fig. 9. Epruveta din structură de tip ondulat montată pe dispozitivul de încercare înainte și după deformare

6. Rezultate experimentale

În urma încercărilor experimentale au fost obținute două grafice care arată dependența deformației în funcție de forța aplicată:

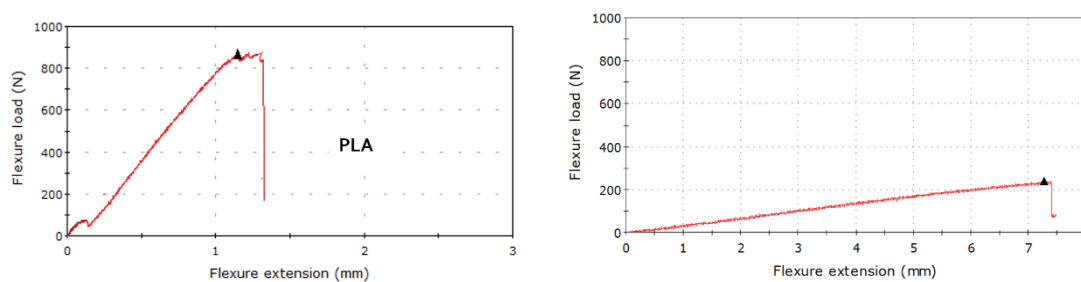


Fig. 10. Dependența deformației structurii sandwich cu miez tip figure (stânga) și miez de tip ondulat (dreapta) în funcție de forța aplicată

Astfel, se pot observa momentele în care s-au produs primele cedări majore în structură, momente în care forța are o cădere bruscă.

Pentru miezul de tip figure, la o forță maximă aplicată (F_{\max}) de 850 N, deformația maximă (δ_{\max}) înregistrată a fost de 1.125 mm, în timp ce pentru cel ondulat, la o forță maximă aplicată (F_{\max}) de 240 N, a corespuns o deformație (δ_{\max}) de 7.28 mm.

7. Calculul analitic al structurii cu miez omogen din PLA

Pentru calculul analitic al unei structuri sandwich cu miez de tip figure, supusă la o încovoiere în trei puncte s-a calculat inițial rigiditatea structurii, considerând un miez omogen din PLA de dimensiuni 270 x 28,85 x 19,95 mm³. [6]

$$D = \frac{2 \cdot E_f \cdot b \cdot t_f^3}{12} + \frac{E_f \cdot b \cdot t_f \cdot h^2}{2} + \frac{E_c \cdot b \cdot t_c^3}{12} = \frac{2 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 28,85 \cdot 0,5^3}{12} + \frac{2 \cdot 10^5 \cdot 28,85 \cdot 0,5 \cdot 20,4^2}{2} + \frac{3500 \cdot 28,85 \cdot 19,9^3}{12} = 66674,3 \cdot 10^4 \text{ Nmm}^2 \quad (1)$$

$$S = b \cdot h \cdot G_c = 28,85 \cdot 20,4 \cdot 1287 = 75,745 \cdot 10^4 \text{ N} \quad (2)$$

$$\delta = \frac{k_b \cdot P \cdot \ell^3}{D} + \frac{k_s \cdot P \cdot \ell}{S} = \frac{850 \cdot 180^3}{48 \cdot 66674,3 \cdot 10^4} + \frac{850 \cdot 180}{4 \cdot 75,745 \cdot 10^4} = 0,205 \text{ mm} \quad (3)$$

$$\sigma = \frac{\frac{P \cdot \ell}{4} \cdot E_i}{\sum_i E_i I_i + \sum_i E_i A_i \cdot (z_i - z_G)^2} = 117,4 \text{ MPa} \quad (4)$$

$$\sigma_f = \frac{M}{h \cdot t_f \cdot b} = \frac{P \cdot \ell}{4 \cdot h \cdot t_f \cdot b} = \frac{850 \cdot 180}{4 \cdot 20,4 \cdot 0,5 \cdot 28,85} = 130 \text{ MPa} \quad (5)$$

$$\tau_c = \frac{P}{2 \cdot h \cdot b} = \frac{850}{2 \cdot 20,4 \cdot 28,85} = 0,72 \text{ MPa}$$

8. Calculul numeric al structurii cu miez omogen din PLA

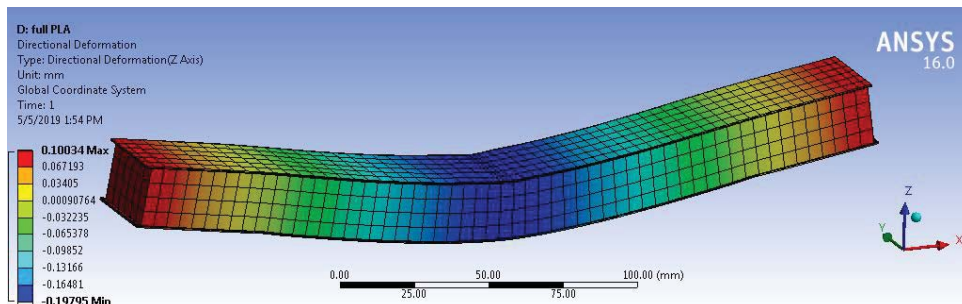


Fig. 12. Deformația maximă a structurii cu miez omogen din PLA

$$F_{\max} = 850 \text{ N}$$

$$\delta_{\max} = 0.19795 \text{ mm}$$

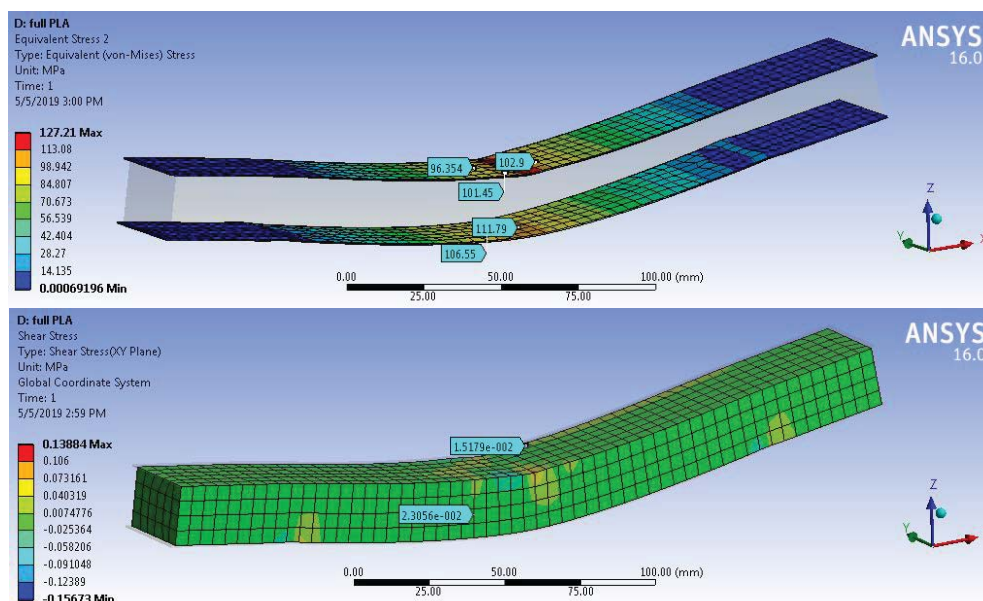


Fig. 13. Tensiunile din fețe (sus) și tensiunea de forfecare din miez (jos)

9. Calculul numeric al structurii cu miez de tip fagure din PLA

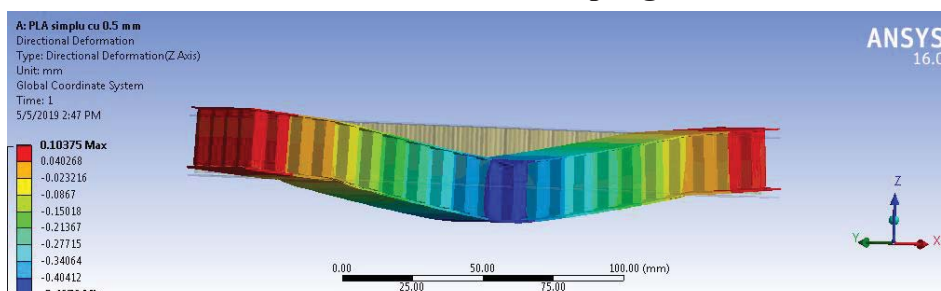


Fig. 14. Deformația maximă la structura cu miez fagure

$$\delta_{\max} = 0.4676 \text{ mm}$$

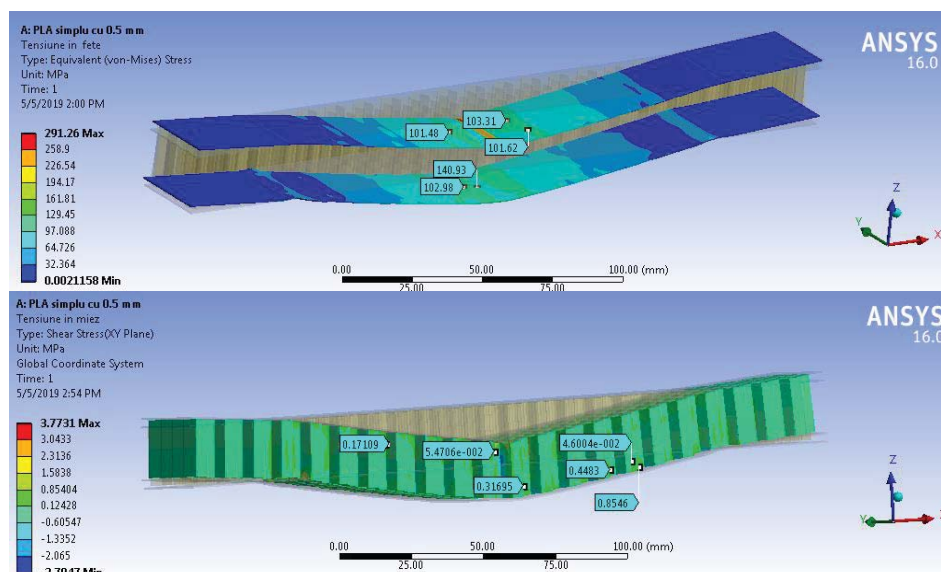


Fig. 15. Tensiunile din fețe și miez pentru structura cu miez de tip fagure

10. Calculul numeric al structurii cu miez ondulat din PLA

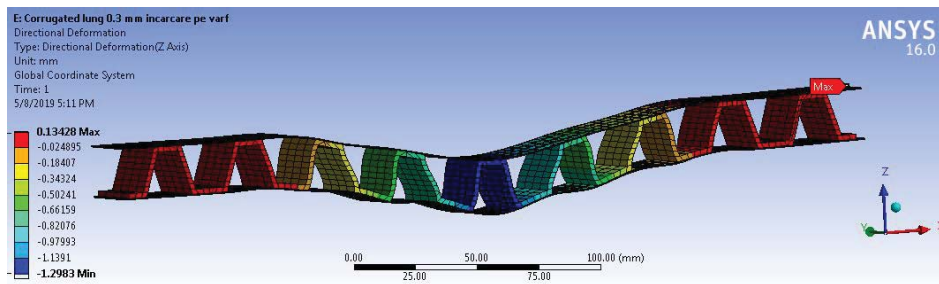


Fig. 16. Deformația maximă la structura cu miez ondulat

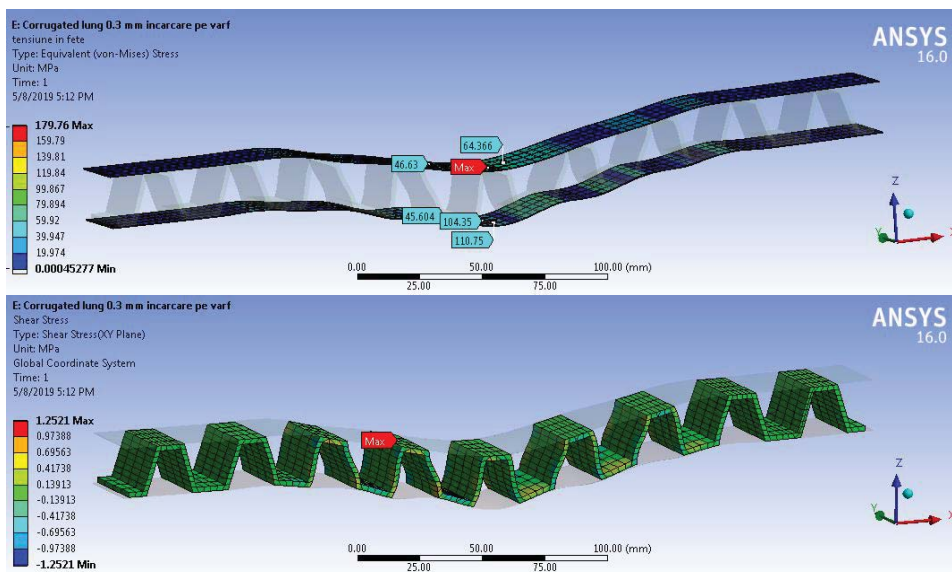


Fig. 17. Tensiunile din fețe și miez pentru structura cu miez ondulat

11. Rezultatele obținute

Tabelul 2. Studiul comparativ al deformațiilor maxime obținute prin cele trei metode

Tipul compozitului	Experimental	Analitic	Numeric
Oțel + PLA omogen	-	0.205 mm	0.198 mm
Oțel + PLA tip fagure	1.125 mm	-	0.467 mm
Oțel + PLA tip ondulat	7.28 mm	0.084 mm	1.298 mm

Tabelul 3. Studiul comparativ al tensiunilor obținute prin calcul numeric și cel analitic

Tipul compozitului	Tensiuni în fețe		Tensiuni în miez	
	Analitic	Numeric	Analitic	Numeric
Oțel + PLA omogen	117.4 MPa	111.79 MPa	0.04 MPa	0.023 MPa
Oțel + PLA tip fagure	130 MPa	140.93 MPa	0.72 MPa	0.854 MPa
Oțel + PLA tip ondulat	-	110.75 MPa	-	0.8 MPa

12. Concluzii

- Au fost studiate două tipuri de structuri sandwich – una cu miez fagure din PLA, iar cea de-a doua cu miez ondulat din PLA;
- În vederea validării modelului numeric în raport cu cel analitic s-a modelat o structură sandwich cu miez omogen din PLA. Rezultatele au fost extrem de apropiate;
- Pentru studiul structurii cu miez fagure s-au păstrat condițiile la limită (rezemare în capete cu o forță concentrată la mijlocul deschiderii);
- Pentru calculul tensiunilor, acestea s-au determinat atât în fețe cât și în miez. În acest sens, rezultatele numerice au fost validate prin calcul analitic, atât pentru grinda cu miez omogen din PLA cât și pentru grinda cu miez tip fagure.
- În privința structurii cu miez ondulat, rezultatele nu au putut fi validate analitic, din cauza formei complexe a miezului ondulat.
- În privința deformațiilor obținute în structura cu miez ondulat, calculate atât prin calcul analitic, prin încercări experimentale cât și prin modelare numerică se observă o neconcordanță între valorile obținute.
- În timpul încercării experimentale s-a constatat că, deși curba prezintă la prima vedere un comportament liniar, succesiunea de cedări din structura au dus la obținerea unei deformații mult mai mari decât în analiza numerică;
- Delaminarea produsă în structura ondulată a condus la o deformare mai mare a stratului superior din oțel (în vecinătatea aplicării forței);
- Din cauza reazemelor cilindrice, a existat un fenomen de lunecare treptată a platbandei inferioare din oțel pe reazeme, favorizând amplificarea săgeții maxime.
- Deoarece deformațiile reale obținute în structură au fost mari, rezultatele calculate analitic dau erori, deoarece contrazic ipoteza micilor deformații din Rezistența materialelor.

13. Bibliografie

- [1] *** http://www.admatis.com/eng/competencies_material_science_sandwich.html
- [2] Bucur, C., Bucur, A.M., *Survey of the state of the art composites and sandwich structures*, 2015, Cluj-Napoca
- [3] *** <https://store3d.ro/care-este-diferenta-intre-filamentele-abs-si-cele-pla/>
- [4] *** https://www.doitpoms.ac.uk/tlplib/beam_bending/3_point_bending.php
- [5] D790 - *Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials*
- [6] Davies, J.M., *Lightweight sandwich construction*, 2001, Manchester, U.K.

14. Notații

Următoarele simboluri sunt utilizate în cadrul lucrării:

P = forța aplicată = 850 [N];

D = modulul de rigiditate la încovoiere [Nmm^2];

S = modulul de rigiditate la forfecare [N];

t_f = grosimea fețelor = 0,5 [mm];

t_c = grosimea miezului = 19,9 [mm];

G_c = modulul de forfecare al miezului = 1287 [MPa];

E_f = modulul de elasticitate al fețelor = $2 \cdot 10^5$ [MPa];

b = lățimea epruvetei = 28,85 [mm];

l = distanța dintre suporturi = 180 [mm]

$h = t_c + t_f = 20,4$ [mm]

k_b = coeficientul săgeții datorate efectului de încovoiere = 1/48;

k_s = coeficientul săgeții datorate efectului de forfecare = 1/4;

REALIZAREA UNEI PAGINI HTML CU APLICAȚII ÎN TEORIA GRAFURILOR

MAKING A HTML PAGE WITH AN APPLICATION IN GRAPH THEORY

SALAR Carmen-Șirin

Facultatea: Ingineria și Managementul Sistemelor Tehnologice,
Specializarea: Modelarea și simularea sistemelor mecanice mobile, Anul de studii: I, e-mail: sirinsalar@yahoo.com

Conducător științific: Șl.dr. ing. **Ileana DUGĂEȘESCU**

ABSTRACT: The study paper presents graph theory, with definitions and examples. After completing the theoretical concepts can be put into practice knowledge acquired through the application from the website. For the project were used languages HTML / HTML5, CSS / CSS3, JavaScript, and imaging and graphic design software GIMP. It can also learn a brief history of graph theory in the History section graphs.

CUVINTE CHEIE: grafuri, model structural, pagină html.

1. Introducere

În această lucrare se va realiza o pagină web care va fi utilizată pentru a aprofunda noțiuni teoretice referitoare la grafuri, care pot fi orientate sau neorientate. De asemenea, se pot studia scurte noțiuni referitoare la istoria teoriei grafurilor. În final, această pagină web poate fi utilizată pentru desenarea unor scheme structurale și a grafurilor asociate.

2. Stadiul actual

Anul apariției grafurilor se consideră a fi 1736, an în care matematicianul Leonard Euler a publicat articolul despre problema celor șapte poduri din orașul Königsberg, situat în Rusia. Această ramură a matematicii cuprinde noțiuni de grafuri orientate și neorientate, care pot fi reprezentate prin matricea de adiacență, matricea de incidență, gradul vârfurilor și vecinii nodurilor.

3. Realizarea paginii web

Pagina web este structurată în patru secțiuni, și anume: 1. antet, 2. meniu, 3. corp, 4. subsol.

1. Secțiunea **Antetul** este de culoare galben-portocaliu, și are aplicate o ilustrație a unui calculator personal (PC-personal computer), în partea din stânga; în centru este situat titlul paginii web; iar în dreapta se află logo-ul personal (figura 1).



Fig. 1. Antetul paginii web

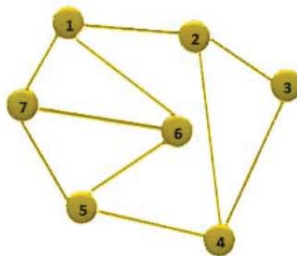
2. Secțiunea **Meniul** este împărțit în patru tab-uri, cu denumirile: 1) *Acasă*, 2) *Istoria*, 3) *Noțiuni generale*, 4) *Aplicație*.



Fig. 2. Bara de meniuri

În continuare vor fi descrise conținutul fiecărui tab din bara de meniuri.

1) Tab-ul “*Acasă*”, prezentat în figura 3, este pagina index și prezintă o scurtă introducere în teoria grafurilor.



Introducere in teoria grafurilor

Apărute din necesitatea de a modela diverse situații, relații sau fenomene în formă grafică, grafurile și-au găsit o multitudine de aplicații în cele mai diverse sfere ale activității umane: construcții și sociologie, electrotehnică și politologie, chimie și geografie ... acest șir poate fi continuat la nesfârșit.

Teoria grafurilor a luat naștere de la problema podurilor din Königsberg, cercetată de Euler și s-a dezvoltat ca un compartiment al matematicii clasice până la momentul apariției sistemelor electronice de calcul și a teoriei algoritmilor. În contextul rezolvării problemelor de calcul automat, grafurile s-au dovedit a fi un instrument universal și extrem de flexibil, devenind un compartiment al matematicii aplicate.

O adevărată revoluție a cunoscut-o teoria grafurilor în anii 60 – 80 ai secolului trecut, când a fost stabilită posibilitatea de utilizare a lor pentru rezolvarea problemelor de optimizare. Algoritmii pentru determinarea drumului minim, punctelor mediane, centrelor, de maximizare a fluxurilor, dar și multe altele au devenit componente vitale ale cercetărilor operaționale și a metodelor de optimizare.

În aspect informatic grafurile apar și în calitate de structuri eficiente de date, în special arborii, care permit realizarea optimă a algoritmilor de sortare și căutare.

Cu toate că numărul de lucrări, care studiază aspectele algoritmice ale teoriei grafurilor este unul impunător, majoritatea edițiilor se axează doar pe descrierea matematică a algoritmilor, fără a le suplini prin implementări într-un limbaj de programare sau altul, ori, tocmai implementarea algoritmului este componenta de importanță maximă pentru programatorii practicieni.

Fig. 3. Tab-ul “*Acasă*”

2) În tab-ul “*Istoria*”, prezentat în figura 4, se vorbește pe scurt despre apariția și începuturile istoriei teoriei grafurilor, precum și despre autorii care au fost implicați în crearea și dezvoltarea acestei ramuri din matematică.

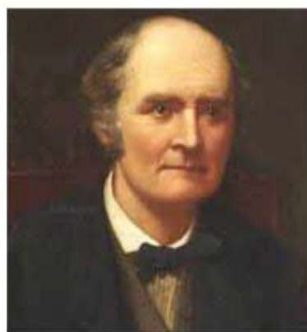
Istoria teoriei grafurilor

Graful este la origine un concept matematic a cărui părinte este considerat a fi Leonhard Euler. Teoria grafurilor are o vechime mult mai mare comparativ cu informatica. În informatică, graful este privit ca o structură de date.

Cei care desfășurată activități de cercetare asupra grafurilor au fost matematicienii Leonhard Euler, William Rowan Hamilton, Arthur Cayley, James Joseph Sylvester, George David Birkhoff.



Archibald Hamilton Rowan
1751 - 1834



Arthur Cayley
1821 - 1895



James Joseph Sylvester
1814 - 1897



George David Birkhoff
1884 - 1944

În anul 1736 Leonhard Euler a publicat articolul *Solutio problematis ad geometriam situs pertinentis* (Soluția unei probleme legate de geometria poziției) în revista *Commentarii Academiae Scientiarum Imperialis Petropolitanae*. În acest articol se prezintă metoda de rezolvare a problemelor similare celei întâlnite în Orașul Königsberg (problema celor șapte poduri).

Fig. 4. Tab-ul “*Istoria*”- partea 1



Leonhard Euler
1707 - 1783

Matematicianul maghiar Denes König a publicat prima carte de teoria grafurilor în anul 1936, la Leipzig. În această carte se întâlnesc noțiuni cum ar fi lanț (ciclu) eulerian, graf eulerian etc., datorită contribuțiilor pe care le-a avut matematicianul Euler în studiul grafurilor.

Matematicianul Carl Hierholzer și a publicat rezultatele cercetărilor sale în anul 1873. Acesta a demonstrat unele rezultate care lui Euler i se părua evidente.

Fizicianul Kirchoff a studiat la mijlocul secolului trecut rețelele electrice cu metode care aparțin astăzi teoriei grafurilor, contribuind la dezvoltarea acestei teorii.

Problema celor 7 poduri din Königsberg

Orasul Königsberg (Kalingrad, Rusia) era așezat pe coasta Marii Baltice, la gurile râului Pregel. Pe râu erau doua insule legate de țărmuri și între ele de șapte poduri.

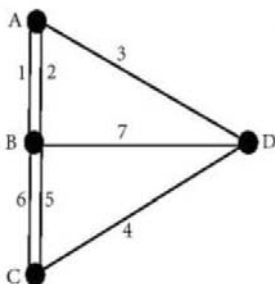
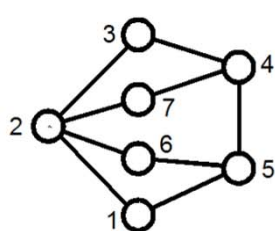


Fig. 5. Tab-ul "Istoria"- partea 2

3a) La submeniul "Grafuri" de la tab-ul "Noțiuni generale" se prezintă definiția grafurilor, a grafurilor euleriene și a grafurilor hamiltoniene (figura 6).



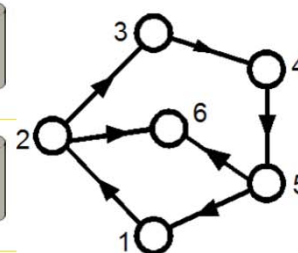
X=7

$U = \{(1,2), (1,5), (2,3), (2,6), (2,7), (3,4), (4,5), (4,7), (5,6)\}$

1. Numim graf o pereche ordonată de mulțimi, notată $G=(X,U)$, unde, X este o mulțime finită și nevidă de elemente numite noduri sau vârfuri, iar U este o mulțime de perechi de elemente din X numite muchii (dacă sunt perechi neordonate) sau arce (dacă sunt perechi ordonate).

2. Un lanț/drum/ciclu/circuit elementar se numește hamiltonian dacă el trece prin toate vârfurile grafului.

3. Un lanț/drum/ciclu/circuit elementar se numește eulerian dacă el trece prin fiecare muchie/arc al grafului o singură dată.



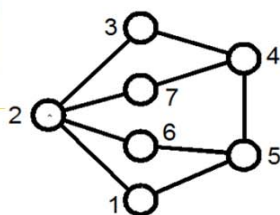
X=6

$U = \{(1,2), (2,3), (2,6), (3,4), (4,5), (5,6), (6,1)\}$

Fig. 6. Submeniul "Grafuri" - tab-ul "Noțiuni generale"

3b) La submeniul "Grafuri neorientate" de la tab-ul "Noțiuni generale" sunt prezentate definiții ale grafurilor neorientate, precum și exemple (figura 7, 8).

1. Se numește graf neorientat, o pereche ordonată de mulțimi (X,U), unde:
- X este o mulțime finită și nevidă de elemente numite vârfuri sau noduri;
- U este o mulțime de perechi neordonate de câte două elemente din X, numite muchii sau arce.

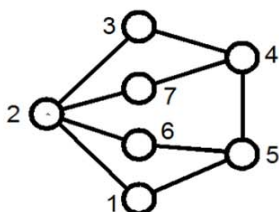


Mulțimea nodurilor:

$X = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$

Mulțimea muchiilor:

$U = \{(1,2), (1,5), (2,3), (2,6), (2,7), (3,4), (4,5), (4,7), (5,6)\}$



Gradul fiecărui nod:

nod- 1 2 3 4 5 6 7

grad- 2 4 2 3 3 2 2

Noduri terminale: 0

Noduri izolate: 0

1. Gradul unui vârf x, notat $d(x)$, reprezintă numărul muchiilor care trec prin nodul x (inidente cu nodul x).

2. Un vârf care are gradul 0, se numește vârf izolat.

3. Un vârf care are gradul 1, se numește vârf terminal.

Fig. 7. Submeniul "Grafuri neorientate" - tab-ul "Noțiuni generale"- partea 1

Se numește **lanț** în graful $G=(X,U)$, o succesiune de vârfuri $L=(z_1, z_2, \dots, z_k)$ care aparțin de X , cu proprietatea că oricare două vârfuri consecutive sunt adiacente, adică există muchiile $[z_1, z_2]$, $[z_2, z_3]$, ..., $[z_{k-1}, z_k]$ care aparțin de U .

Vârfurile z_1 și z_k se numesc extremitățile lanțului, iar numărul de muchii care intră în componența sa reprezintă lungimea lanțului. Dacă vârfurile z_1, z_2, \dots, z_k sunt distincte două câte două, lanțul se numește elementar. În caz contrar, lanțul este neelementar.

Se numește **ciclu** într-un graf, un lanț $L=(z_1, z_2, \dots, z_k)$ cu proprietatea că $z_1=z_k$ și muchiile $[z_1, z_2]$, $[z_2, z_3]$, ..., $[z_{k-1}, z_k]$ sunt distincte două câte două.

Dacă într-un ciclu toate vârfurile, cu excepția primului și a ultimului, sunt distincte două câte două, atunci ciclul se numește elementar. În caz contrar, el este neelementar.

Lanț elementar
 $L_1=(1,2,3,4)$

Lanț neelementar
 $L_2=(1,2,3,7,2)$

Ciclu elementar
 $C_1=(1,2,3,4,5,1)$

Ciclu neelementar
 $C_2=(1,2,3,4,7,2,1)$

Fig. 8. Submeniul “Grafuri neorientate” - tab-ul “Noțiuni generale”- partea 2

3c) Iar la ultimul submeniu din tab-ul “Noțiuni generale” se descrie prin definiții și exemple, grafurile orientate.

Se numește **graf orientat** o pereche ordonată de mulțimi notată $G=(X,U)$, unde:
 - X este o mulțime finită și nevidă, ale cărei elemente se numesc noduri sau vârfuri
 - U este o mulțime de perechi ordonate de elemente distincte din X , ale cărei elemente se numesc arce

Nodul 5 este succesor al nodului 4
 Nodul 5 este predecesor al nodului 1
 Nodurile 5 și 4 sunt adiacente.
 Arcul (5,4) și nodul 5 se numesc incidente.

Mulțimea nodurilor
 $X=\{1,2,3,4,5,6\}$

Mulțimea muchiilor
 $U=\{(1,2),(2,3),(2,6),(3,4),(4,5),(5,6),(5,1)\}$

Dacă (x,y) este un arc, nodul y se numește **succesor** al lui x , iar nodul x se numește **predecesor** al lui y .

Pentru un arc de forma $u=(x,y)$, nodurile x și y se numesc **adiacente**, iar arcul u și nodul x sunt **incidente**.

Fig. 9. Submeniul “Grafuri orientate” - tab-ul “Noțiuni generale”- partea 1

Un arc de forma (x,x) , care iese din nodul x și intră tot x , se numește **buclă**.

Gradul exterior al unui vârf x , notat $d^+(x)$, reprezintă numărul arcelor care ies din nodul x , adică numărul arcelor de forma $(x,y) \in U$.
Gradul interior al unui vârf x , notat $d^-(x)$, reprezintă numărul arcelor de forma $(y,x) \in U$.

$\Gamma^+(x) = \{y \in X \mid (x,y) \in U\}$ reprezintă mulțimea nodurilor ce constituie extremități finale ale arcelor care pleacă din nodul x . Pe scurt, mulțimea succesorilor lui x .
 $\Gamma^-(x) = \{y \in X \mid (y,x) \in U\}$ reprezintă mulțimea nodurilor ce constituie extremități inițiale ale arcelor care intră în nodul x . Pe scurt, mulțimea predecesorilor lui x .

$\omega^+(x) = \{u = (x,y) \mid u \in U\}$ reprezintă mulțimea arcelor care ies din nodul x .
 $\omega^-(x) = \{u = (y,x) \mid u \in U\}$ reprezintă mulțimea arcelor care intră în nodul x .

$d^+(5)=2$ - există două arce care ies din nodul 5, și anume $D=(5,1)$, $E=(5,6)$

$d^-(5)=1$ - în nodul 5 intră un singur arc, adică arcul $C=(4,5)$

$\Gamma^+(5) = \{1,6\}$ - urmare a faptului că muchiile care pleacă din nodul 5 sunt $(5,1)$ și $(5,6)$, putem spune că mulțimea succesorilor nodului 5 este $\{1,6\}$

$\Gamma^-(5) = \{4\}$ - în nodul 5 intră doar muchia $(4,5)$, deci mulțimea predecesorilor lui 5 conține doar nodul 4

$\omega^+(5) = \{(5,1), (5,6)\}$
 $\omega^-(5) = \{(4,5)\}$

Fig. 10. Submeniul “Grafuri orientate” - tab-ul “Noțiuni generale”- partea 2

4) Tag-ul “Aplicatie” reprezintă o aplicație ce permite punerea în aplicare a teoriei din secțiunile precedente. Aceasta este compusă din două părți. Prima, reprezintă un script random, ce afișează la

întâmplare, dintr-o librărie cu modele structurale și grafurile asociate fiecăruia. A doua parte, reprezintă un script ce permite rezolvarea problemelor de reprezentare direct pe pagina web

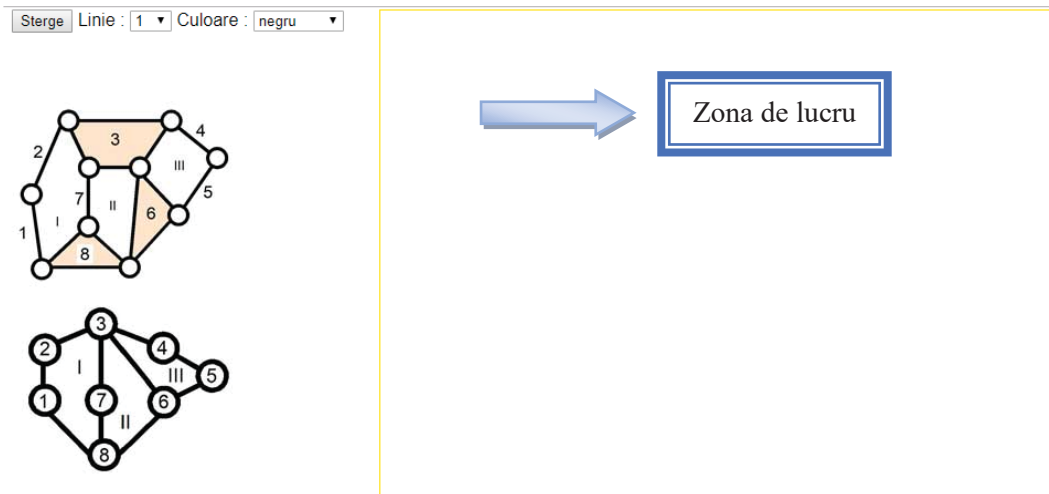


Fig. 11. Captură din tag-ul “Aplicatie”

În figura de mai jos este prezentată o captură de ecran din din tag-ul “Aplicatie”.

În partea stângă a ferestrei este reprezentat un model structural. Pe baza acestui model s-a elaborat grafurile asociate. Se poate observa în partea dreaptă (în zona de lucru) desenat grafurile asociate modelului structural.

Pentru modelul structural s-au calculat gradul de mobilitate (M) și numărul conturilor independente (N), iar pentru graf s-au evidențiat numărul nodurilor și cel al muchiilor.

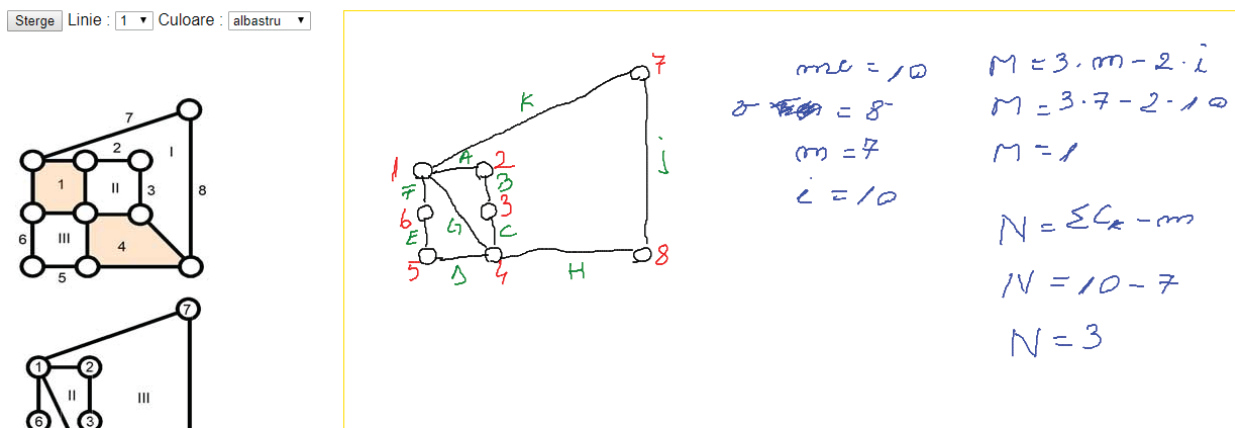


Fig. 12. Captură din tag-ul “Aplicatie” – Elaborarea grafurilor asociate modelului structural

3. În secțiunea **Corp** sunt afișate informațiile privind teoria grafurilor, respectiv tot ceea ce a fost trecut la secțiunea de la meniu.

4. Secțiunea **Subsol** este reprezentată printr-un banner de culoare galben-portocaliu, care este amplasat în partea de jos a paginii web (figura 13).



Fig. 13. Subsol

În figura 14 se observă ansamblul format din calculator / laptop, tabletă grafică și creionul aferent. Acestea sunt utilizate pentru putea folosi aplicația referitoare la grafuri. Desenarea grafurilor și rezolvarea aplicației se scrie cu ajutorul creionului pe tableta grafică, iar acestea vor fi afișate pe ecranul calculatorului / laptopului (în zona de lucru).

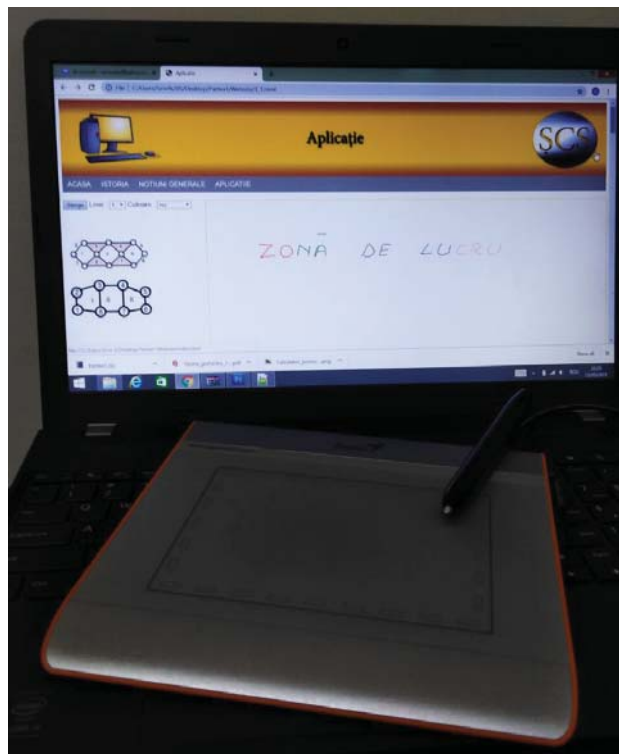


Fig. 14. Ansamblul calculator – tabletă grafică pentru utilizarea aplicației

4. Concluzii

În această lucrare s-a realizat un template al paginii web care să fie *responsive*, adică să se muleze în funcție de device-ul folosit. Iar aplicația a fost creată în scop educativ, cu dorința ca în viitor să se îmbunătățească / dezvolte pentru a deveni mai performantă.

5. Bibliografie

- [1] Berge C. (1969), *Teoria grafurilor și aplicațiile ei* (traducere din limba franceză), Editura Tehnică, București;
- [2] Comănescu A., Comănescu D.M., Dugășescu I. și Boureci A. (2010), *Bazele modelării mecanismelor*, POLITEHNICA Press, București, ISBN
- [3] Corlat, S., Corlat, A. (2012), *Grafuri. Noțiuni. Algoritmi, Implementări*, Chișinău – http://www.math.md/files/download/epublications/Teoria_grafurilor_110x170.pdf;
- [4] Mateescu, G., D., Moraru, P.F. (2002), *Informatică manual pentru clasa a XI-a varianta Pascal*, Editura Niculescu;
- [5] http://www.cursuri.flexform.ro/courses/L2/document/Cluj-apoca/grupa6/Contras_Diana/site/
- [6] http://ro.wikipedia.org/wiki/Leonhard_Euler

REALIZAREA UNEI APLICAȚII DE REPREZENTARE GRAFICĂ A GRAFURILOR NEORIENTATE ȘI COLORARE PRIN METODA DE NUMĂRARE PÒLYA

THE DEVELOPMENT OF AN APPLICATION THAT GRAPHICALLY REPRESENTS UNDIRECTED GRAPHS AND COLORS NODES USING PÒLYA'S COUNTING METHOD

MIHALACHE Andrei,

Facultatea: Ingineria și Managementul Sistemelor Tehnologice,
Specializarea: Modelarea și Simularea Sistemelor Mecanice Mobile,
Anul de studii: I, e-mail: andrei@mdata.ro

Conducător științific: Șl.dr.ing. **Ileana DUGĂEȘESCU**, Departamentul TMR

REZUMAT: Graphs are used successfully to model several types of specific problems like circuit analysis, finding the shortest route, optimizing production processes, analyzing project planning, criticism of literary texts, social networks, applications in chemistry and economics, but the objective of this paper is the modeling of mobile structures. This article uses conceptual and logical models to present theoretical aspects and presents a client-server application that can be accessed from any browser using PHP and JavaScript programming languages with data stored in a Maria DB database. The reason for choosing this implementation is determined by the interpreter that runs without previous compilation and do not emphasize on the physical model of data representation.

CUVINTE CHEIE: grafuri neorientate, reprezentare grafică, colorare

1. Introducere

În contextul ingineriei software definim un *model de date* ca fiind un model abstract care descrie modul în care datele sunt reprezentate și accesate. Într-un astfel de model sunt definite în mod formal datele și legăturile dintre acestea și se prezintă în mod explicit semnificația datelor, rezultând date structurate [2].

Un *model* este definit ca o abstractizare simplificată a unei realități complexe, punând în evidență elementele esențiale și ignorând detaliile.

2. Stadiul actual

Termenul de *dată* se referă la fapte care caracterizează obiecte sau evenimente ce pot fi înregistrate și stocate într-un sistem informatic și au semnificație și înțeles în mediul utilizatorilor.

Modelarea datelor constituie o metodă utilizată în definirea și analiza cerințelor datelor necesare în procesele de lucru ce sunt desfășurate în organizații. Atunci când aceste date sunt salvate, de cele mai multe ori este aleasă o bază de date relațională datorită performanțelor și accesibilității, întrucât datele sunt mai ușor de înțeles.

Modelul de date reprezintă organizarea logică a structurilor de date corespunzătoare obiectelor din realitate care prezintă un interes pentru aplicație. De asemenea acest model include și constrângerile din lumea reală și relațiile dintre obiecte.

Conform [1] modelele de date fac parte din unul din cele trei tipuri de modele de date: modele conceptuale, modele logice sau modele fizice.

Modelele *conceptuale* descriu semantica domeniului și conțin entități ale claselor care reprezintă elemente de interes pentru domeniu și afirmații despre asocierile existente între aceste entități. Acestea sunt reprezentate prin schema conceptuală.

Modelele *logice* descriu structura logică a datelor și pot conține descriptorii ai colecțiilor, atributelor, marcatorilor XML etc. Modelele logice sunt reprezentate conform cerințelor impuse de o anumită tehnologie de implementare sub forma unei scheme logice.

Modelele *fizice* descriu modul în care sunt stocate datele. Aceste modele conțin fișiere, partiții, spații de tabelă, indecși etc. și se reprezintă prin schema internă sau fizică.

Vom aborda tema folosind doar modelele *conceptual* și *logic*, explicând secvențele de cod folosite în programarea aplicației.

3. Definirea grafurilor

Un **graf** este o pereche ordonată de mulțimi $G=(X, U)$, unde Mulțimea $X=\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ este o mulțime nevidă și finită de elemente denumite **noduri** sau **vârfurile** grafului, iar Mulțimea U este o mulțime de perechi de vârfuri din graf [4].

În cazul grafurilor neorientate, perechile de vârfuri din mulțimea X sunt neordonate de forma $[x_i, x_j]$, unde $i \neq j$ și $x_i, x_j \in X$ și sunt denumite **muchii**. Vârfurile x_i și x_j se numesc **extremitățile muchiei** $[x_i, x_j]$ și sunt etichetate în aplicație cu numere naturale de la 0 la $n-1$ (unde cu n vom nota numărul de vârfuri din graf) [4].

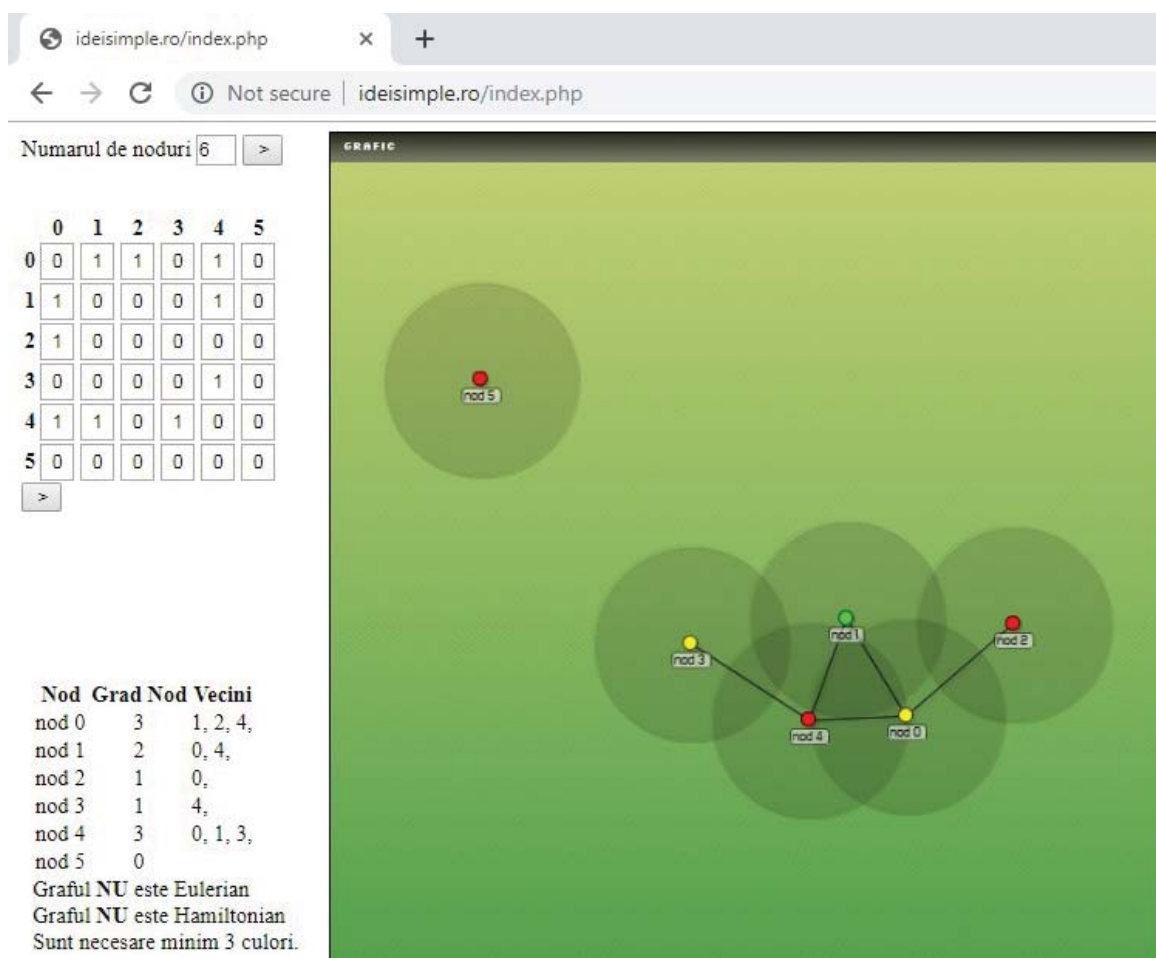


Fig. 1. Graf neorientat cu 6 noduri introdus prin matricea de adiacență

Dacă există un arc sau o muchie cu extremitățile x_i , $x_j \in X$, atunci vârfurile x_i și x_j sunt **adiacente**; fiecare extremitate a unei muchii/unui arc este considerată incidentă cu muchia/arcul respectiv[4].

4. Reprezentare grafică

Un graf neorientat poate fi reprezentat vizual sub forma unei figuri geometrice alcătuite din puncte care reprezintă **nodurile** sau **vârfurile** și linii drepte sau curbe care unesc aceste puncte, numite **muchii** sau **arce**. [4]

Dacă graful este neorientat, vom reprezenta fiecare muchie ca o linie (dreaptă sau curbă), care unește cele două extremități ale muchiei. [4]

Se numește **grad** al unui vârf x numărul de muchii incidente cu vârful respectiv. Gradul vârfului x se notează $d(x)$. [4, 5]

De exemplu, pentru graful din Fig. 2, am reprezentat în Tabelul 1 gradele vârfurilor.

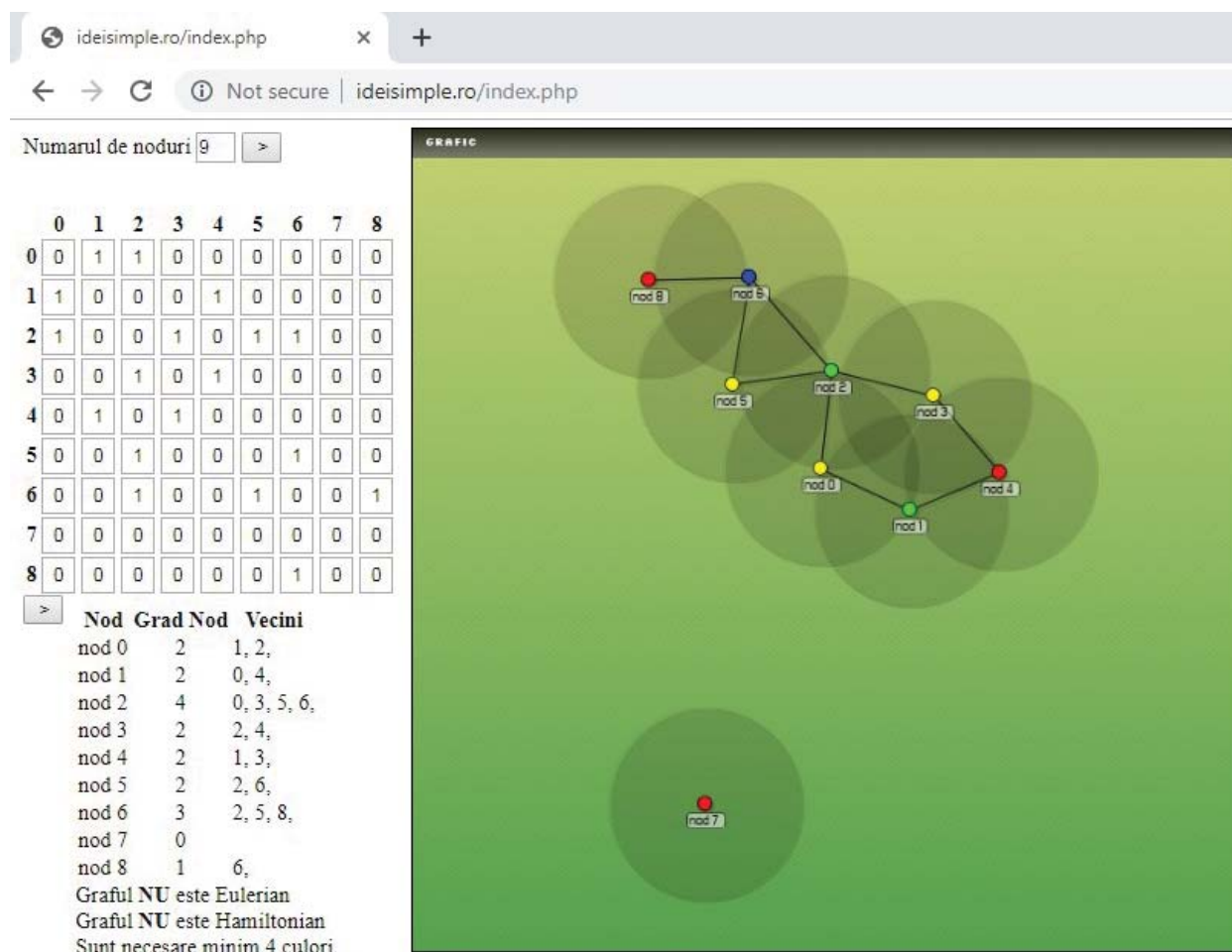


Fig. 2. Graf neorientat cu 9 noduri introdus prin matricea de adiacență

Tabelul 1. Gradul vârfurilor unui graf neorientat

x	0	1	2	3	4	5	6	7	8
$d(x)$	2	2	4	2	2	2	3	0	1

Suma gradelor unui graf neorientat este egală cu dublul numărului de muchii din graf.

Se numește **lanț** într-un graf neorientat, o secvență de vârfuri $\{x_1, x_2, \dots, x_p\}$, cu proprietatea că oricare două vârfuri consecutive din secvență sunt adiacente. [4]

Un lanț este *elementar* dacă el nu conține de mai multe ori același vârf. [4] Un lanț este *simplic* dacă el nu conține de mai multe ori aceeași muchie. [4] Se numește *ciclu* un lanț simplu pentru care extremitatea inițială coincide cu extremitatea finală. Ciclul se numește *elementar* dacă nu conține de mai multe ori același vârf (exceptând extremitățile sale). [5]

5. Implementarea aplicației

Pentru implementarea aplicației, la prima accesare s-a folosit un generator automat de graf care creează un graf cu minim 4, maxim 11 noduri.

Parametrii de intrare sunt numărul de noduri și matricea de adiacență.

Accesarea aplicației se face direct, în orice browser, pe numele de domeniu ideisimple.ro și permite salvarea imaginii, gradului, listei vecinilor pentru fiecare nod și verificarea dacă este sau nu Eulerian sau Hamiltonian.

Se numește *ciclu eulerian* într-un graf, un ciclu care conține toate muchiile grafului. Un graf este *eulerian* dacă conține un ciclu eulerian. Pentru a implementa în aplicație am folosit teorema: Un graf fără vârfuri izolate este *eulerian*, dacă și numai dacă este conex, și gradele tuturor vârfurilor sunt numere pare.

Se numește *ciclu hamiltonian* într-un graf, un ciclu elementar care conține toate vârfurile grafului. Un graf este *hamiltonian* dacă conține un ciclu hamiltonian. Se numește lanț hamiltonian într-un graf, un lanț elementar care conține toate vârfurile grafului. Pentru a implementa în aplicație am folosit teorema: Dacă într-un graf $G=(X,U)$ cu $n \geq 3$ vârfuri, gradul fiecărui vârf x verifică condiția $d(x) \geq n/2$, atunci graful este hamiltonian. [6]

Tabelul 2. Cod sursă pentru a verifica tipul de graf

```

$esteEulerian = 1;
$esteHamiltonian = 1;
$n2 = intval($n/2);

for ($i=0; $i<$n; $i++){
$grad = 0;
    for ($j=0; $j<$n; $j++){
        if ($adiacenta[$i][$j]==1) {
            $grad++;
        }
    }
if (($grad %2 != 0) || ($grad == 0))
    $esteEulerian = 0;
if ($grad < $n2)
    $esteHamiltonian = 0;
}

if ($esteEulerian)
    echo 'Graful este Eulerian<br/>';
else
    echo 'Graful NU este Eulerian<br/>';

if ($esteHamiltonian)
    echo 'Graful este Hamiltonian<br/>';
else

```

```
echo 'Graful NU este Hamiltonian<br/>';
```

Aplicația oferă posibilitatea modificării numărului de noduri, dar și a matricei de adiacență, asigurând restricția ca matricea să fie simetrică față de diagonala principală și valorile din matrice să fie reduse la 0 și 1, indiferent ce valoare introduce utilizatorul.

Pentru un prim test am introdus numărul ca date de intrare 7 noduri pentru care am obținut o soluție posibilă reprezentată în Fig. 3, dar și confirmarea faptului că este un graf eulerian.

Numarul de noduri >

	0	1	2	3	4	5	6
0	0	0	0	1	0	1	0
1	0	0	0	0	1	1	0
2	0	0	0	1	0	0	1
3	1	0	1	0	1	0	1
4	0	1	0	1	0	0	0
5	1	1	0	0	0	0	0
6	0	0	1	1	0	0	0

>

Nod	Grad	Nod	Vecini
nod 0	2	3, 5,	
nod 1	2	4, 5,	
nod 2	2	3, 6,	
nod 3	4	0, 2, 4, 6,	
nod 4	2	1, 3,	
nod 5	2	0, 1,	
nod 6	2	2, 3,	

Graful este Eulerian
 Graful NU este Hamiltonian
 Sunt necesare minim 3 culori.

Fig. 3. Verificarea tipului de graf Eulerian sau Hamiltonian

6. Colorarea nodurilor

Colorarea validă a nodurilor unui graf este validă dacă oricare două noduri vecine sunt colorate distinct. Formula de numărare a lui Pòlya determine numărul $a(n_1, n_2, \dots, n_m)$ de colorări distincte în raport cu permutările unui grup de simetrie G , dacă avem constrângeri și trebuie să folosim culoarea y_1 de exact n_1 ori, culoarea y_2 de exact n_2 ori, ..., și culoarea y_m de exact n_m ori, cu mențiunea că $n_1 + n_2 + \dots + n_m = n$. [7]

Pòlya a descoperit o formulă de calcul direct al polinomului [7]

$$F_G(y_1, y_2, \dots, y_m) = \sum_{n_1+n_2+\dots+n_m} a_{(n_1, n_2, \dots, n_m)} y_1^{n_1} y_2^{n_2} \dots y_m^{n_m} \quad (1)$$

Acest polinom se numește **inventar de metode de colorare**, iar formula de numărare a lui Pòlya este: [7]

$$F_G(y_1, y_2, \dots, y_m) = P_G\left(\sum_{i=1}^m y_i, \sum_{i=1}^m y_i^2, \dots, \sum_{i=1}^m y_i^m\right) \quad (2)$$

7. Concluzii

Contribuțiile originale din cadrul lucrării conținu în generarea dinamică a reprezentării graficelor neorientate, colorarea validă a grafului fără a repeta culoarea pe două noduri vecine, iar în cercetările viitoare vor fi aprofundate și generate toate grupurile de graficele colorate folosind numărarea echivalentă definită de Pòlya.

8. Bibliografie

- [1] American National Standards Institute, *ANSI/X3/SPARC Study Group on Data Base Management Systems*; Interim Report. FDT, ACM SIGMOD bulletin. Volume 7, No. 2, 1975;
- [2] Lungu I., Bâră A., Bodea C., Botha I., Diaconița V., Florea A., Velicanu A., *Tratat de baze de date – Baze de date. Organizare. Proiectare. Implementare*, 2011, ISBN 978-606-505-481-3;
- [3] Comănescu A., Comănescu D.M., Dugășescu I. și Boureci A. — *Bazele modelării mecanismelor*, POLITEHNICA Press, București, 2010;
- [4] Berge C.: *Teoria grafurilor și aplicațiile ei* (traducere din limba franceză), Ed. Tehnică, București, 1969.
- [5] Mirescu P., Roșu Al.: *Teoria grafurilor*, Editura militară, București, 1968.
- [6] Dobrjanskyj L., Freudenstein F.: *Some applications of Graph Theory to the Structural Analysis of Mechnaisms*. In: Journal of Engineering for Industry, 89, Series B, ASME 1967, pp 153 - 158.
- [7] G. Chartrand, L. Lesniak, *Graphs and Digraphs*, 3rd Ed., Chapman and Hall, London, 1996.

PROIECTAREA ȘI MODELAREA UNUI GRIPPER UTILIZAT PENTRU PRELUCRAREA REPERULUI SUPORT – COLȚAR

THE DESIGN AND MODELLING OF A GRIPPER USED TO PROCESSES THE “CORNER-BRACE SUPPORT”

PANAIT Iulian - Mihail, COVALIU Leon – Dumitru, GÎLCĂ Nicolae – Răzvan
 Facultatea de Ingineria și Managementul Sistemelor Tehnologice,
 Master Modelarea și simularea sistemelor mecanice mobile, anul II, e-mail: iulyhariton@yahoo.com

Conducător științific: Șl.dr.ing. **Ileana DUGĂEȘESCU**

ABSTRACT: *The grippers are mechatronic systems used in industrial robots with the purpose of performing certain operations in technological processes. These operations can include: grabbing pieces for further manipulation, the transfer of an object or the assembly in a technological, robotized process. In this paper it will be discussed in more details the making of the prehensile system. The gripper will be used by an industrial robot with six degrees of freedom. It will also be taken into consideration the maximum load capacity, the workspace, the gauge and the possibilities of assembly.*

1. Introducere

Proiectarea dispozitivului de prehensiune a unui sistem robotizat este foarte importantă pentru reducerea erorilor și scăderea duratei ciclului procesului tehnologic. Acesta este partea robotului care interacționează fizic cu mediul extern.

Mecanismele de prehensiune contribuie la creșterea capacității de producție a robotului, la îmbunătățirea fiabilității sistemului și pot compensa inexactitatea robotului [2].

2. Analiza reperului „Suport colțar”

Materialul piesei analizate este C45 SR EN 10083-2:2007. Oțelurile carbon de calitate sunt nealiate, obținute printr-o elaborare îngrijită și cu un grad de purificare chimică ridicat. La aceste oțeluri se garantează atât compoziția chimică cât și caracteristicile mecanice. Ele se folosesc în mod obișnuit, tratate termic prin cementare sau îmbunătățire, în construcții mecanice supuse la solicitări mari.

Masa reperului este de 1,023 kg, calculată cu ajutorul unui software specializat și este indicată în figura 1. Masa semifabricatului laminat fiind de 1,45 kg.

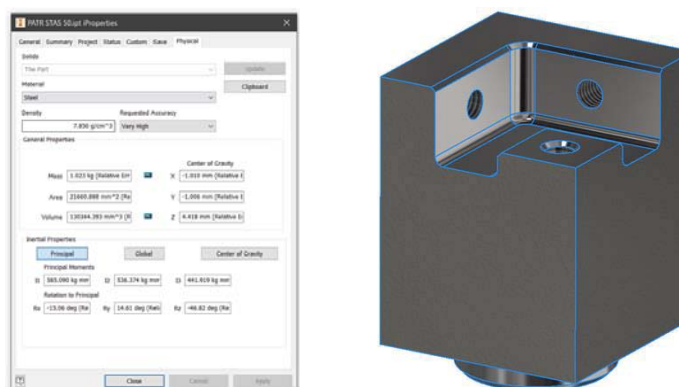


Fig. 1. Masa reperului „Suport colțar”

3. Modelarea elementelor componente ale gripperului

Baza gripperului o constituie un mecanism de prehensiune realizat de firma SCHUNK, modelul PWG-plus-125 (figura 2).



Fig. 2. PWG-plus-125

A fost aleasă această bază după studiul unor caracteristici tehnice: masa piesei manipulate, timpul de închidere / deschidere al degetelor, greutatea acestuia, unghiurile de închidere / deschidere ale degetelor etc. (tabelul 1)[3]. În Tabelul 1 sunt prezentate caracteristicile tehnice ale bazei PWG-plus-125.

Tabelul 1. Caracteristici ale gripperului PWG-plus 125

Specificații	Unitate de măsură	Valoare
Greutatea recomandată a piesei de manipulat	[kg]	2,78
Presiunea minimă de lucru	[bar]	2
Presiunea maximă de lucru	[bar]	8
Presiunea nominală de funcționare	[bar]	6
Greutate	[kg]	1,35
Unghi de deschidere	[°]	15
Unghi închis până la	[°]	3
Timpul de închidere / deschidere	[s]	0,14
Temperatura mediului ambiant min. – max.	[° C]	5 - 90
Precizia de repetare	[mm]	0,02
Dimensiuni L x l x Î	[mm]	125 x 60 x 80

Părțile componente ale gripperului au fost realizate cu ajutorul unui software specializat. Elementele au fost create individual, acestea fiind asamblate ulterior și animate pentru a demonstra funcționalitatea gripperului. Modelarea elementelor cinematice s-a realizat utilizând comenzile *extrude*, *revolve*, *hole*, *sweep*, *fillet*, *chamfer*, *thread*.

Modelarea pistonului. Pistonul echipat cu garniturile aferente și ghidaje divizează interiorul cilindrului în două camere, partea inferioară de presiune și partea superioară reprezentată de camera tijei cilindrului. Presiunea hidraulică generează mișcarea pistonului și a tijei într-o direcție liniară.[4]

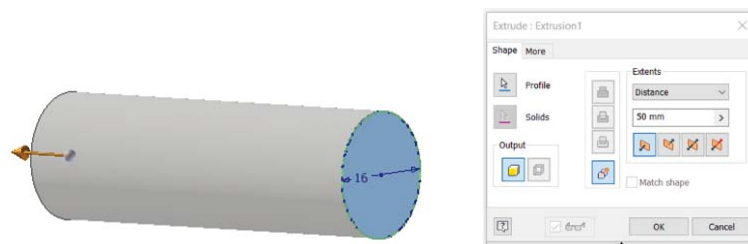


Fig. 3. Modelarea pistonului

În figurile de mai jos sunt prezentate etape de modelare ale pistonului.

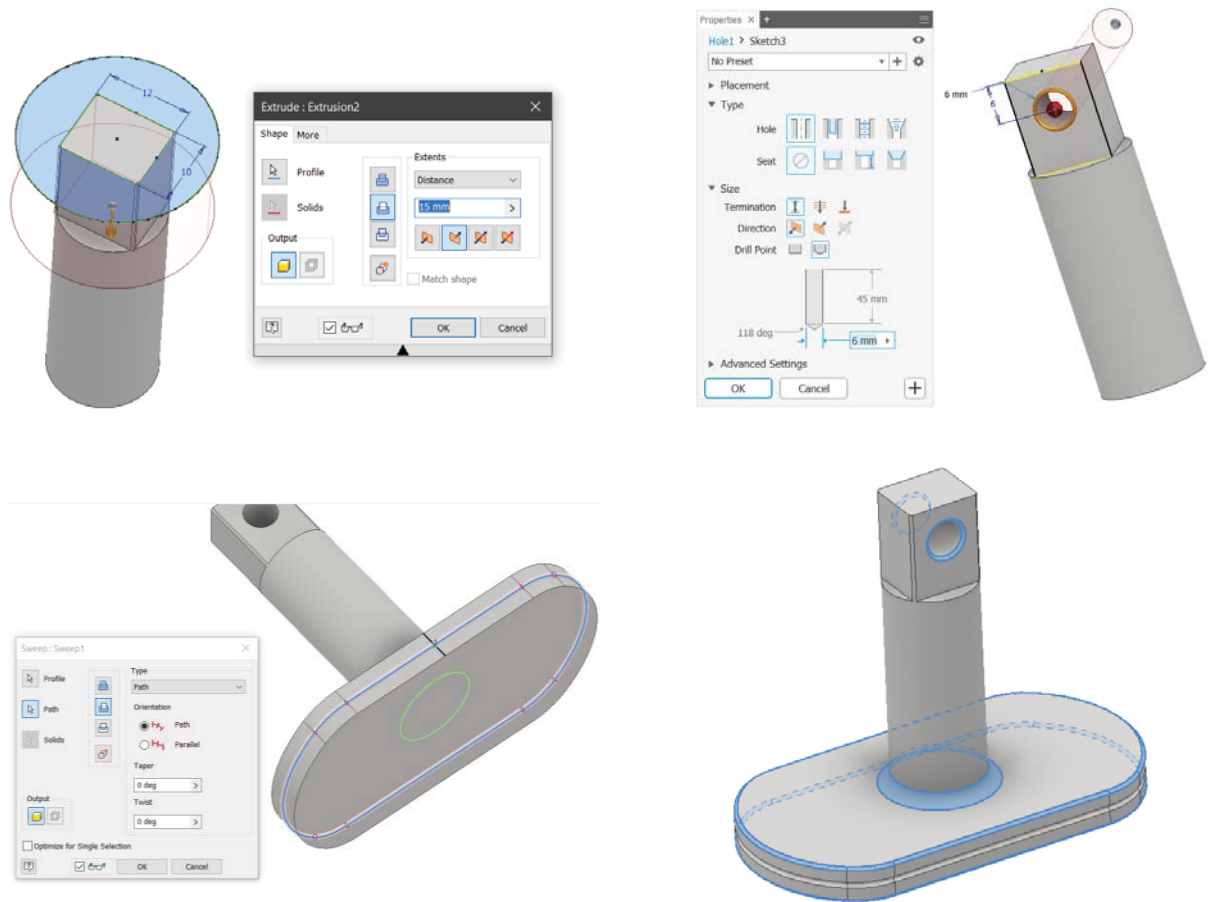


Fig. 4. Modelarea pistonului

Modelarea elementului de antrenare. Acesta face legătura dintre tija pistonului și degetele griperului modificând mișcarea liniară a tije în cea unghiulară a degetelor.

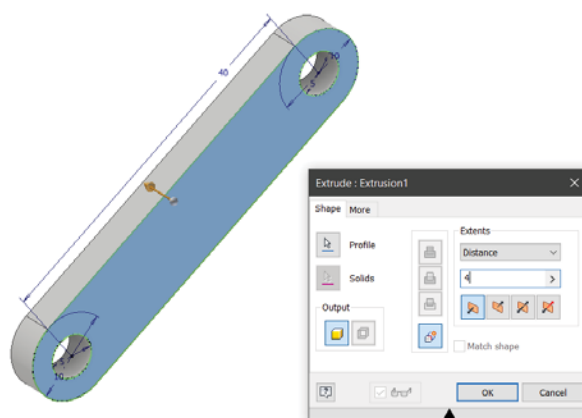


Fig. 5. Modelarea elementului de antrenare

Proiectarea și modelarea unui gripper utilizat pentru prelucrarea reperului suport – colțar

Modelarea degetelor. Acestea se deplasează într-o mișcare sincronă de deschidere și închidere spre axa centrală a corpului gripperului.

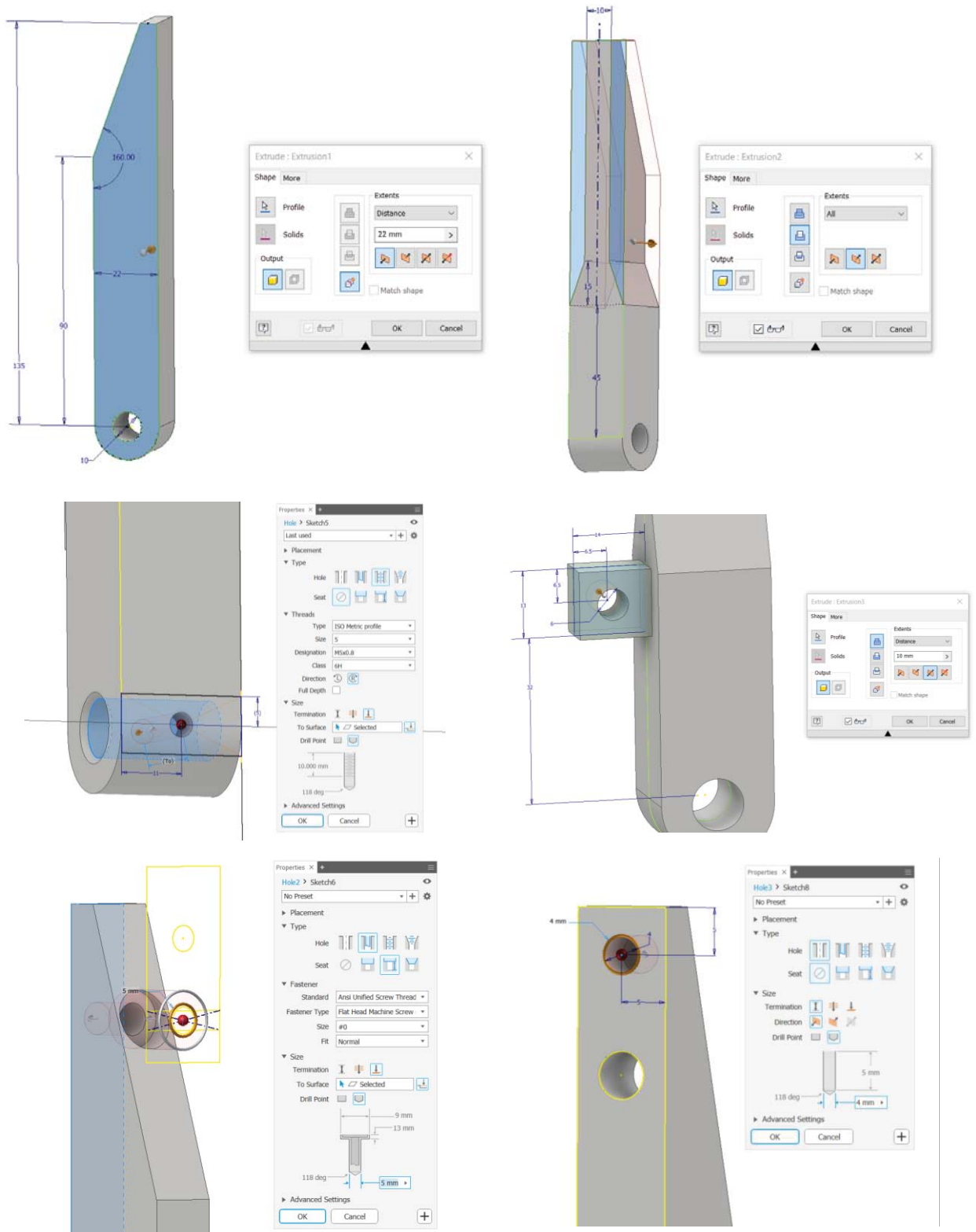


Fig. 6. Modelarea degetelor

4. Asamblarea gripperului

Asamblarea s-a început cu inserarea elementului fix. Aici s-au utilizat comenzi de bază cum ar fi: *Mate*, *Flush* (pentru suprafețele de tip plan – element pe element) și *Insert* (pentru suprafețele de tip cilindru – gaură; bolt – element; bolt – șaibă siguranță).

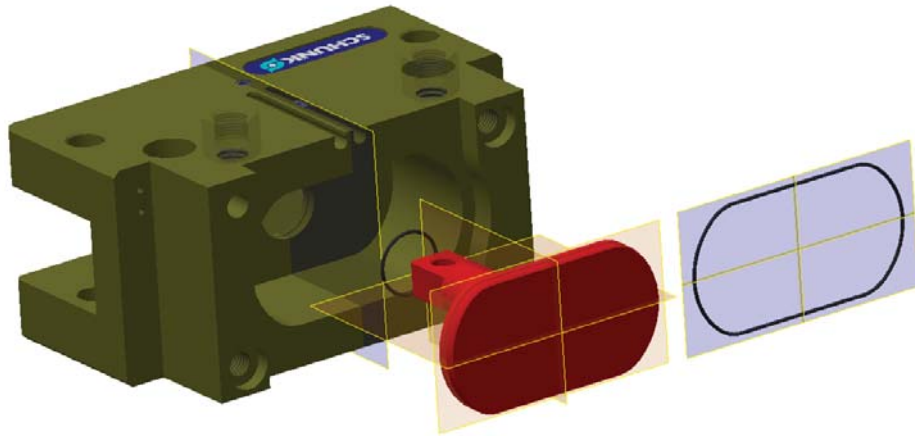


Fig. 9. Asamblarea pistonului și garniturilor

Asamblarea degetelor. În figurile de mai jos sunt prezentate etape de modelare ale degetelor.

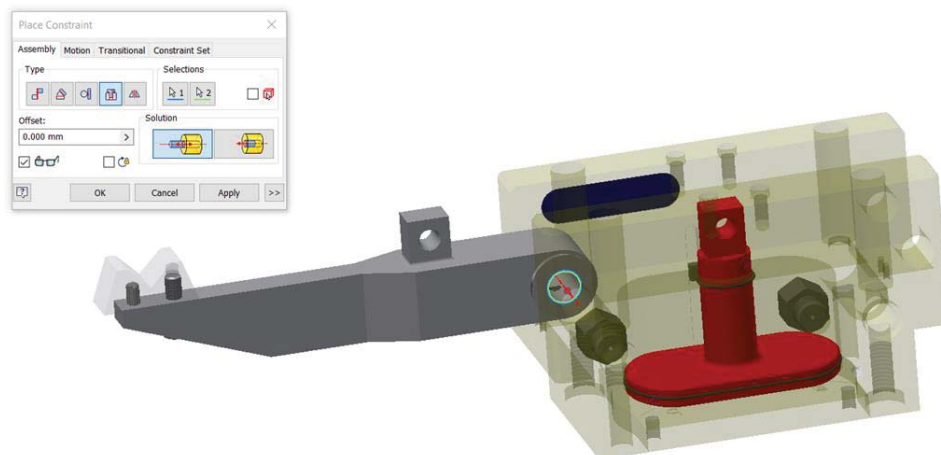


Fig. 10. Asamblarea degetelor

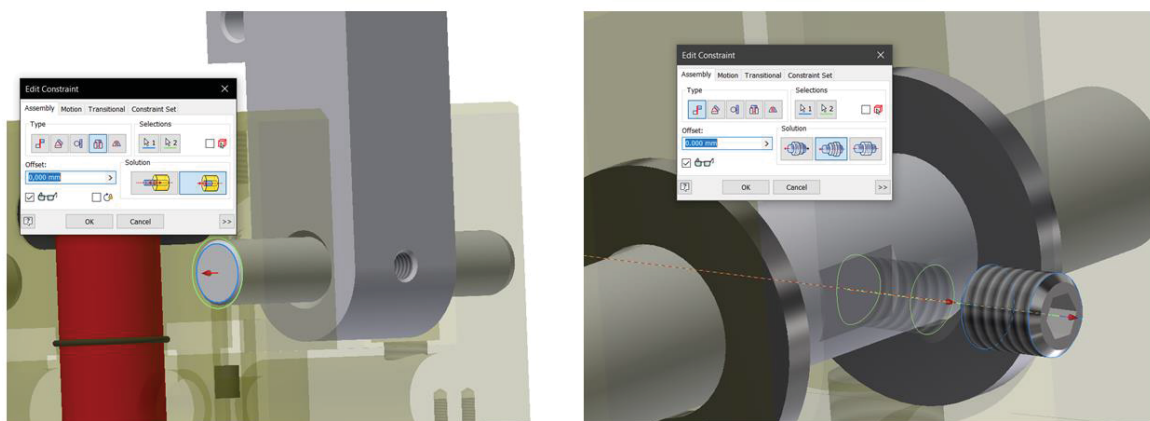


Fig. 11. Asamblarea degetelor

Proiectarea și modelarea unui gripper utilizat pentru prelucrarea reperului suport – colțar

În continuare este prezentată asamblarea elementelor de legătură și antrenare.

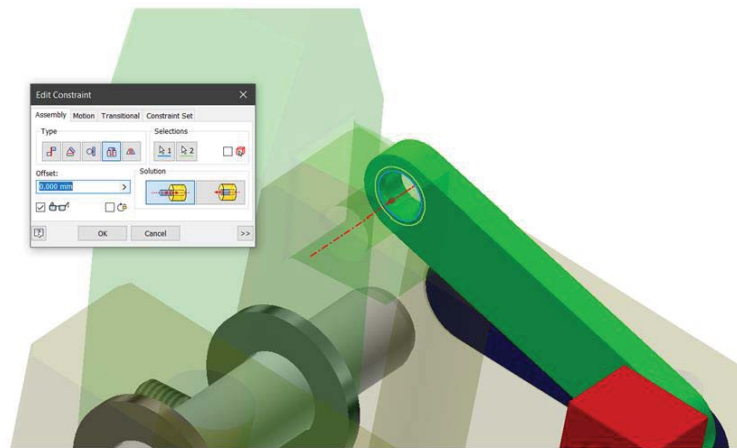


Fig. 12. Asamblarea elementelor de antrenare



Fig. 13. Asamblarea elementelor de legătură I

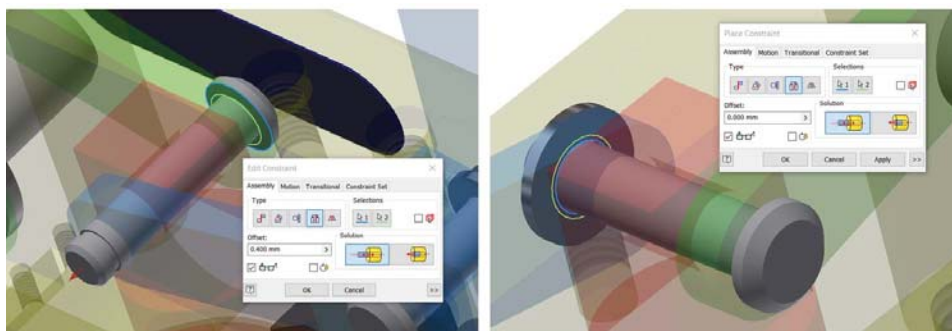


Fig. 14. Asamblarea elementelor de legătură II

Proiectarea și modelarea unui gripper utilizat pentru prelucrarea reperului suport – colțar

După parcurgerea tuturor etapelor de asamblare s-a obținut gripperul, care este prezentat în figura 15.

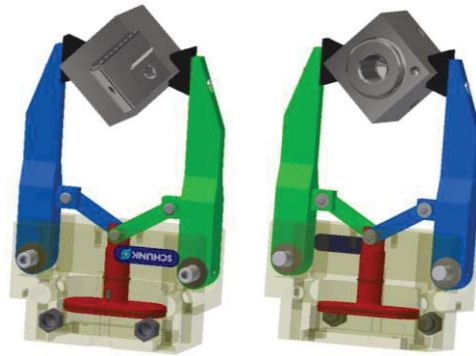


Fig. 15. Gripperul cu piesa

În figura 16 este prezentat gripperul modelat în două poziții de lucru: a) deschis, b) închis.



Fig. 16. Gripperul în fazele deschis și închis

5. Concluzii

Mecanismul de prindere este conceput pentru a înlocui mâna umană deoarece este foarte eficient în cicluri repetitive, poate manipula obiecte grele și poate funcționa în condiții extreme de mediu și temperaturi.

Tehnologia înregistrează progrese importante în dezvoltarea unui robot industrial mai flexibil, care necesită proiectarea unor clești mai flexibili pentru a manipula o mare varietate de piese.

O altă tendință în dezvoltarea robotică este de a crea un dispozitiv de prindere capabil să trimită o mulțime de informații de la obiect cum ar fi: greutatea, temperatura, presiunea de apucare etc.

6. Bibliografie

- [1].http://www.cmmi.tuiasi.ro/wpcontent/uploads/buletin/2016%20fasc%204/L6%20CM%204_2016.pdf
- [2].http://lab.fs.unilj.si/lasim/studenti/SEMINARJI_MONTAZA/Guidelines%20for%20the%20design%20of%20robotic%20gripping%20system_doc.pdf
- [3].https://schunk.com/de_en/gripping-systems/product/33550-0311650-pwg-plus-125/
- [4].<https://hidraulica-center.ro/biblioteca-tehnica/despre-cilindri/>
- [5].https://www.researchgate.net/publication/228737373_The_Current_State_of_Robotics_Post_or_Pre-Robotics
- [6].<https://www.appliedrobotics.com/technical/tutorials/>
- [7].Baza de date AUTODESK INVENTOR PROFESSIONAL 2019

ÎMBUNĂTĂȚIREA CALITĂȚII ÎN INDUSTRIA AUTO

IMPROVING QUALITY IN THE AUTOMOTIVE INDUSTRY

DIACONU (VOICU) Carmen Maria

¹Facultatea de Ingineria și Managementul Sistemelor Tehnologice

Specializarea: Consultanță în Proiectarea Sistemelor Mecanice

Anul de studii: II, e-mail: diaconucarmen_85@yahoo.com

Conducător științific: SI.Dr.Ing **Andrei DIMITRESCU**

REZUMAT: Achieving the organization's policy and objectives is only possible through a strategy leadership with a system management approach according to SR EN ISO 9001: 2008 reference to the concept of Total Quality based on motivation, ie involving people at all levels of leadership and execution. Quality is an essential part of products and services. According to ISO Standard 8402, quality is defined as: "Quality is the set of characteristics of an entity, which gives it the ability to meet expressed and implied needs." The Quality Management System at Dacia was first certified in 1998, in accordance with ISO 9001, 1994. The same standard was achieved in 2001 with recertification. Quality policy refers to the quality guidelines and intentions of an organization as formally formulated by management. DACIA's quality policy aims at: "Full customer satisfaction, offering products that meet its requirements and needs in terms of: performance, quality, reliability, services.

CUVINTE CHEIE: calitate, îmbunătățire, Dacia, rezolvare, industrie

1. Introducere

Realizarea politicii și obiectivelor organizației este posibilă numai printr-o strategie de leadership, cu o abordare sistemică a managementului conform referențialului SR EN ISO 9001: 2008 spre conceptul de Calitate Totală, având la bază motivarea, adică implicarea oamenilor la toate nivelurile de conducere și execuție.

Pentru mine această lucrare este o provocare deoarece îmi desfășor activitatea pe platforma Automobile Dacia din anul 1982, timp în care am observat și participat la evoluția Dacia, la transformările realizate odată cu privatizarea acesteia de către grupul Renault, în anul 1999.

Pot spune că fac parte din „familia Dacia” și de-a lungul parcursului meu profesional am participat activ la dezvoltarea proiectelor realizate pe platforma Dacia.

Confirmarea sistemului de management al calității Dacia și a eforturilor angajaților pentru aplicarea unor metode de lucru riguroase au dus la obținerea acreditărilor ISO 9000 și 9001.

Desfășurându-mi activitatea în cadrul Serviciului Calitate, am reușit în această perioadă să aplic instrumentele specifice S.C. Automobile Dacia SA la nivel de UEL (Unitate Elementară de Lucru), la standardizarea posturilor de lucru prin utilizarea instrumentelor specifice de analiză, în identificarea problemelor apărute urmărind eradicarea cauzelor rădăcină în analiza și rezolvarea problemelor. Prin activitatea desfășurată contribuim la aplicarea standardelor ridicate de calitate prin efectuarea cu responsabilitate a automenanței, având informații pertinente privind măsurătorile efectuate și o fiabilitate ridicată a mijloacelor de control.

2. Stadiul actual

Ținerea sub control a conformității geometrice în procesul de asamblare a caroseriilor tratează aproape toate aspectele care duc la realizarea caroseriilor autovehiculelor, începând de la materii prime, procedee de prelucrare ale acestora, procedee de asamblare a semifabricatelor și terminând cu modificările făcute la nivelul dispozitivelor de asamblare.

Pentru a dezbate problemele de geometrie apărute la nivelul caroseriei este necesar un sistem de coordonate tridimensional care își are originea la intersecția axelor XOYZ.

Pentru a considera o caroserie conformă este necesar ca aceasta să se încadreze în toleranțele impuse din faza de proiect. Încadrarea se face prin măsurarea caroseriei folosind tehnicile și aparatele metrologice.

Materia primă a caroseriei este în cele mai multe cazuri oțel sub formă de foi de tablă. Foile de tablă trebuie deformate plastic prin ambutisare prin presare la rece în matrițe cu poanson pentru a obține forma dorită pentru semifabricatele caroseriei.

Modul de asamblare a caroseriei cel mai uzual este sudura. Se preferă sudura prin rezistență electrică în puncte. Este cel mai întâlnit mod de asamblare la nivel mondial în industria auto.

SC Automobile Dacia SA prin biroul Geometrie din cadrul departamentului caroserii, asigură caroserii conforme din punct de vedere al încadrării în toleranțe

Urmărind datele culese în urma măsurărilor se pot realiza modificări la nivelul caroseriei pentru a asigura o geometrie cât mai apropiată de valori nominale.

Se urmărește jocul dintre panourile autovehiculului, posibilitatea de montare a echipamentelor prinse pe caroserie, suprafețe fără deformări în urma procesului de sudare etc.

Laboratorul 3D, din cadrul departamentului, asigură geometria caroseriilor prin realizarea unui plan de supraveghere zilnic. Astfel, se realizează măsurători pe eșantioane pentru toate tipurile de caroserii și elemente exterioare ale acestora (capote, aripi, portiere față și portiere spate)

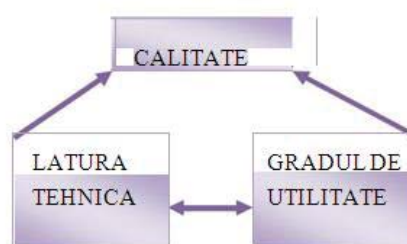
3. Definirea Calității

Calitatea reprezintă o latură esențială a produselor și serviciilor. Conform standardului ISO 8402 din 1995, calitatea este definită astfel: "Calitatea reprezintă ansamblul caracteristicilor unei entități, care îi conferă acesteia aptitudinea de a satisface necesități exprimate și implicite".

În ultima ediție a acestui standard SR EN ISO 9000/2008 calitatea este definită și mai concis "măsura în care un ansamblu de caracteristici intrinseci îndeplinește cerințele"(unde intrinsec, ca opus termenului atribuit semnifică prezența permanentă a unei caracteristici într-o entitate, iar cerința este o nevoie sau așteptare care este declarată, în general implicită sau obligatorie; "în general implicit" înseamnă că aceasta reprezintă o practică internă sau o obișnuința pentru organizație, iar "cerința declarată" înseamnă prezența acesteia într-un document).

Prin urmare calitatea unui produs sau serviciu nu este determinată numai de caracteristicile și proprietățile pe care le are ci și de măsura în care satisface necesitățile exprimate de către utilizator sau beneficiar, precum și alte necesități care nu sunt stipulate, dar trebuie îndeplinite.

Se constată astfel că definiția calității încorporează ambele laturi sau aspecte ale calității.



Schema 1 Corelarea definiției calității

Prin caracteristica de calitate se înțelege orice funcție sau proprietate a unui produs sau serviciu care este indispensabilă pentru a satisface necesitățile clientului sau care îi conferă aptitudinea de a fi util.

4. Prezentarea activității de control

Dacia pune în aplicare, în permanență un demers al Calității bazat pe progresul continuu. Aceasta necesită un Sistem de Management al Calității performant, verificat cu ocazia auditurilor de certificare.

Sistemul de Management al Calității se sprijină pe standarde care descriu organizarea și funcționarea în termen de calitate.

Aceste standarde pentru întreprindere cuprind:

- Manualul calității.
- Reguli, norme, proceduri și instrucțiuni
- Formulare necesare înregistrărilor (documente de planificare, de funcționare și de control eficace al proceselor).

Manualul Calității (MQ) formalizează organizarea și funcționarea calității întreprinderii și servește:

- ca standard de bune practici în materie de management al calității în cotidian,
- ca o țintă de atins,
- suport de audit la certificarea întreprinderii.

Obiectivul în sine al Automobile Dacia nu este acela de a produce pur și simplu automobile, ci de a răspunde, din ce în ce mai mult gusturilor și necesităților clienților. De aceea întreprinderea și-a propus să producă și să comercializeze automobile fiabile, robuste contemporane și accesibile ca preț.

Aceasta presupune investiții în tehnologie și în managementul întreprinderii și mai ales în gestionarea potențialului uman.

Grupul Dacia - Renault s-a angajat într-un proces ambițios de transformare, care trebuie să o aducă, în numai câțiva ani, la nivelul de competitivitate de pe piețele internaționale.

Ca o concluzie generală prin Sistemul de Management al Calității la Dacia se țintește EXCELENȚA.

5. Sistemul de Management

Sistemul de Management al Calității de la Dacia a fost certificat pentru prima dată în anul 1998, în concordanță cu ISO 9001, versiunea 1994. După același standard s-a obținut și în anul 2001 recertificarea.

În 2003 același sistem a fost evaluat după EAQF de către Direcția Calitate Renault când a dovedit conform și după cerințele acestui standard. Un an mai târziu, în 2004, Dacia a obținut certificatul ISO 9001, versiunea 2000 cu recertificare în 2007. Evoluția standardului din 2008 a fost adoptată și în Sistemul de Management al Calității, astfel încât Dacia a obținut în luna martie 2010, certificatul ISO 9001, versiunea 2008. Menținerea conformității Sistemului de Management al Calității este confirmată prin auditurile de supraveghere ale Organismului de Certificare.

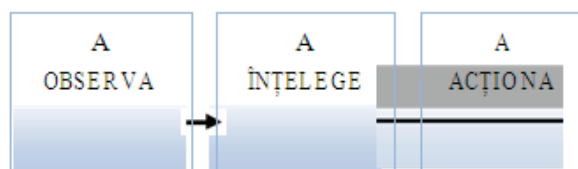
6. Metode de rezolvare a problemelor

Rezolvarea problemelor este considerată condiție sine-qua-non pentru a progresa în îndeplinirea obiectivelor rezumate în sintagma “calitate – costuri – termene”.

Identificarea și rezolvarea problemelor trebuie să constituie o preocupare permanentă într-o organizație, deoarece în acest mod se poate asigura îmbunătățirea continuă.

Creatorul “principiului îmbunătățirii continue”, Masaaki Imai, afirma: “Oamenii trebuie încurajați să vorbească deschis, fără teamă, de problemele lor...Fără probleme (care să fie rezolvate!) nu există îmbunătățire”.

Logica gândirii care asigură cele afirmate mai sus trebuie să urmeze un flux complet de forma:



Schema 2 Flux complet de informații

unde cele 3 etape presupun:

- *A observa* - a culege, pe teren, fapte și informații sau opinii.
- *A înțelege* – a raporta faptele la cauze; a valida ceea ce este pe teren; a clasifica faptele pentru identificarea celor mai probabile.
- *A acționa* – a iniția o soluție care să acționeze asupra cauzelor.

Frecvent, logica gândirii prezintă abateri față de schema de mai sus, cel mai adesea neglijându-se una din cele 3 etape.

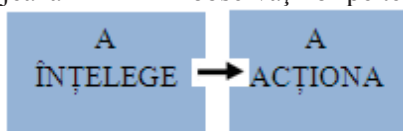
Astfel, pot exista următoarele variante: **ACTIVISMUL**: lipsa celei de-a doua verigi – etapa “a înțelege”.



Schema 3 Varianta de flux de informații

În acest caz, se trece de la observație la acțiune, fără înțelegerea completă a problemei și, ca urmare, cauza identificată poate să nu fie adevărata cauză a problemei.

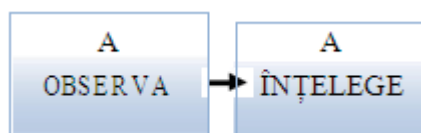
TEHNOCRATIA: se neglijează realizarea observațiilor pe teren.



Schema 4 Varianta de flux de informații

Deși se realizează o analiză satisfăcătoare, faptul că aceasta se bazează pe date incomplete sau eronate conduce la o eroare de diagnostic.

CONTEMPLAȚIA: incapacitate de a se trece la acțiune, fluxul se încheie după primele două faze.



Schema 5 Varianta de flux de informații

Pentru rezolvarea problemelor au fost puse la punct diverse metode, toate bazându-se pe munca în grup sau în echipă.

Ideea fundamentală pe care se bazează munca în grup este că grupul (constituit respectând regulile consacrate: este multidisciplinar, are un anumit număr de membri...) este mai puternic decât oricare dintre membri săi.

În plus, individul poate găsi în grup satisfacția unora dintre necesitățile fundamentale: siguranță, apartenență, stimă, autorealizare.

7. Proiectarea politicii în domeniul calității

Politica în domeniul calității se referă la orientările și intențiile generale ale unei organizații cu privire la calitate, așa cum sunt formulate oficial de către conducere.

Ea trebuie să permită să se asigure pentru clienții DACIA :

- O calitate conformă cu documentația vehiculelor.
- Stabilitate a calității pe toată durata de viață.
- Fiabilitate și o durabilitate la nivelul celor mai bune la categoria sa,
- O calitate și un service ireproșabil.

Planul 'Renault 2016–Drive the change' este construit pentru a atinge 2 obiective:

- creșterea volumelor de vânzări ale Grupului.
- generarea de free cash flow în mod constant, bazându-se pe șapte axe strategice.

Dezvoltarea și fabricarea și comercializarea produselor: vehicule sau organe se sprijină pe un demers de asigurare a calității care permite să dea încredere conducătorilor întreprinderii în opțiunea rezultatelor așteptate.

Acest demers de asigurare a calității este bazat pe :

- Standardizarea proceselor – Planificare – Do – Check – Act (SDCA),
- Identificarea riscurilor și rezolvarea problemelor descoperite,
- Ameliorarea permanentă a produselor și proceselor – Plan – Do – Check – Act (PDCA),
- Capitalizarea experienței câștigate.

Politica de calitate se exprimă concret printr-un **Plan al Calității** coerent cu **Planul Progres** al întreprinderii și este declinată în cadrul direcțiilor întreprinderii.

Nivelele obiectivelor calității vizate la nivel de întreprindere, ca și desfășurarea lor în direcțiile operaționale,

- Acțiunile de progres transversale din întreprindere ce trebuie angajate sau urmărite,
- Orientările Direcției Calitate și acțiunile specifice funcției calitate pentru a asigura suportul adecvat la meseriile și direcțiile din DACIA.

Comunicarea și desfășurarea politicii și obiectivelor calitate Plan Calitate și Plan Progres se sprijină pe ierarhie și pe organizarea funcției calitate prezentă la toate nivelele și în sânul tuturor meseriilor întreprinderii.

Pornind de la Planul Calității și Planul Progres, conducătorii pun în aplicare desfășurarea obiectivelor și a planurilor de acțiune, pe toată filiera ierarhică.

Astfel departamentele sau serviciile, atelierele, apoi UEL - urile definesc în același fel obiectivele lor, planurile lor de acțiune și orientările. Ele sunt comunicate întregului personal și analizate în mod regulat în cadrul entităților pentru a evalua stările de avansare.

Planele de acțiune calitate ale meseriilor și proiectelor sunt construite pornind de la obiectivele calitate și orientările din Planul Calității. Meseriile și proiectele au responsabilitatea de a pune în aplicare aceste acțiuni și de a le urmări. Eficacitatea proceselor din DACIA este măsurată prin indicatori în raport cu obiectivele de calitate definite.

În cadrul managementului vizual, orientările conducerii, precum și acțiunile de progres calitate proprii UEL - ului sunt făcute vizibile prin mijloace de comunicare specifice în spațiile de comunicare ale UEL - urilor.

Astfel, se dorește o îmbunătățire a activității prin:

- Mărirea capacității uzinei.

- Concentrarea pe lansarea noilor versiuni , care cuprind versiunile îmbunătățite și variantele diesel.
- Progres continuu privind Securitatea-Calitatea-Mediul-Costurile. Formarea de profesioniști ai altor uzine care vor fabrica Logan (ceea ce s-a și întâmplat cu echipe din Rusia, Columbia și Maroc).
- Asigurarea volumului de export care continuă să crească pentru uzinele din străinătate, atât pentru cele deja existente, cât și pentru cele care urmează să fie deschise
 - Asigurarea respectării cantităților și termenelor de livrare stabilite.

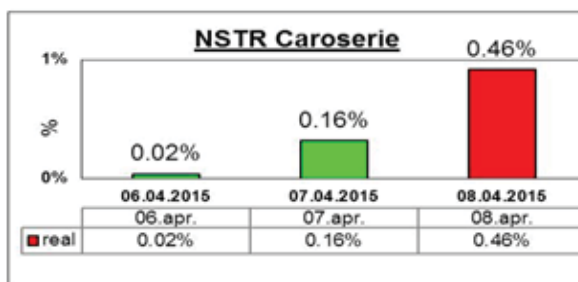
8. Geometrie multifuncțională

Optimizare: operație sudură piulițe întăritură aripă, gama Logan.

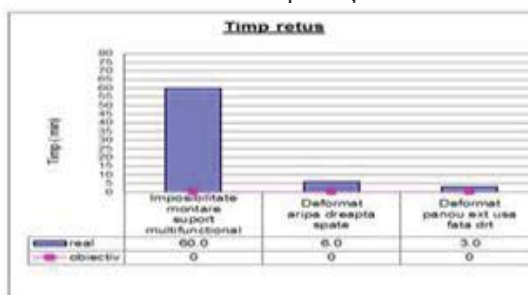
Diminuare defect "Imposibilitate montare suport multifuncțional" - defect apărut în SAVES (Alliance Vehicle Evaluation Standard) și cotelat V3 - de la 20 apariții în 08/04/2015 S15, la 3 apariții în S18.

Indicator impact: Q (NSTR – real 0,46 - obj 0) [nr auto cu EC * impact al NSTR 0.023] NSTR= număr de auto ce necesită rețuș. Timp rețuș = 3 min/veh; obj=0min

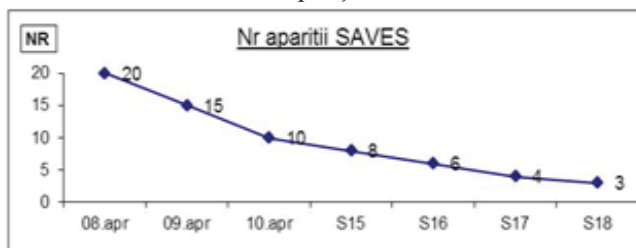
Grafic. 1. Indicator NSTR



Grafic. 2. Timp rețuș



Grafic. 3. Număr apariții defect în SAVES



Defectul, "Imposibilitate montare suport multifuncțional" - detectat în MG în ziua de 08/04/2015, pe auto cu Seria xxxxxxx , a generat defectul, "Piuliță fixare suport multifuncțional neconcentrică".

Concluzii intermediare:

Caroserie NOK (deplasată întăritura dreapta spre față X~2mm) apariție EC. A fost verificat suportul multifuncțional de pe auto cotelat pe caroserie: referința rezultat OK. Operația de asamblare a întăriturii stâlp față se efectuează 100% cu ajutorul dispozitivelor în postul BMB035.

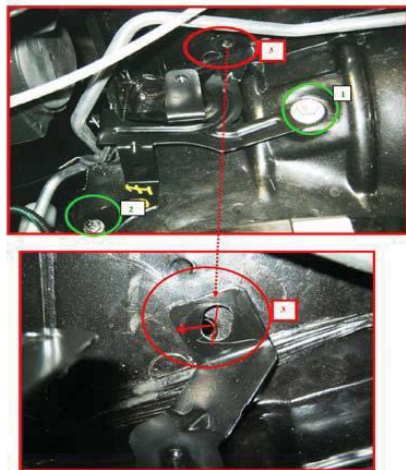


Fig. 1. Poziție neconformă (gaură opturată)



Fig. 2. Poziție conformă

8.1. Situația inițială

Optimizare operație sudură piulițe întăritură aripă, gama Logan

În postul DPD180 sudarea piulițelor pe "PARTE FATA DUBLURA STALP FATA" se realizează piuliță cu piuliță existând riscul de a promova pe flux piese fără piuliță, sau piulițe sudate neconform (deplasat).

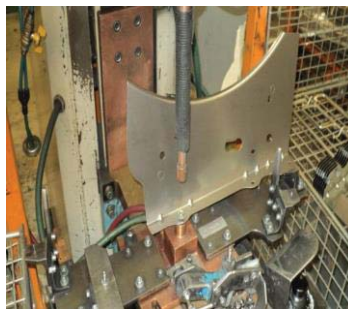


Fig. 3. Sudare 4 piulițe în plan Z



Fig. 4. Sudarea unei piulițe în plan Y

În departamentul Caroserie, în postul de sudură piulițe parte față dublura stâlp gama Logan, era următoarea situație:

- realizarea operației de sudură din mai multe prinderi și desprinderi ale piesei, sudarea celor 4 piulițe una câte una în planul Z. (Fig.3.).

La echipamentul de sudură DPD180 existând și un post suplimentar DPD180.1 (Fig.4.), unde se mută piesa pentru sudarea piuliței în plan Y. Din cauza deplasării piesei pentru sudarea piuliței în alt plan (punctul 20 fixare suport multifuncțional), geometria acestuia avea un ecart în X -4.92mm și în Z +3.78mm, rezultând imposibilitatea montării suportului multifuncțional.

8.2. Situația finală



Fig. 5. Post de sudură după modificare

Am realizat un stand KAIZEN pentru ameliorarea postului, astfel :

- modificare dispozitiv pentru sudura simultană a celor 5 piulițe (în două planuri pentru piesă), eliminarea postului suplimentar DPD 180.1.
- reducerea numărului de prinderi și desprinderi ale piesei.

Câștiguri :

- Indicator geometrie 100%
- Un post (operator distribuit pe alt post)
- $T_{cy} = 20 \text{ cm/min}$ (după modificare - 66%), unde: $T_{cy} = \text{Timp de ciclu}$

După modificarea echipamentului de sudură simultană a celor 5 piulițe se observă că nu mai sunt ecarteri pe punctele de măsurate 3D.

9. Concluzii

Controlul de calitate reprezintă, în esență, verificarea prin examinare, măsurare, încercare, analiză etc., a conformității unui produs cu prescripțiile tehnice, înscrise în documentația care a stat la baza fabricației.

Se poate vorbi și despre “calitatea controlului de calitate”, deoarece, în concepția modernă, controlul de calitate nu se reduce la rolul pasiv de depistare, constatare și înregistrare a defectelor calitative, ci are rolul activ de a influența producția, în sensul prevenirii defectelor.

MODELAREA UNUI SISTEM BIOMECHANIC PENTRU MEMBRUL SUPERIOR / MODELLING OF A BIOMECHANICAL SYSTEM FOR THE HUMAN ARM

VIZIRU (ILIESCU) Mihaiela, FRENȚ (RADU) Gabriela Corina și RĂUCEA Mihai
Facultatea: IMST, Specializarea: MSSMM, Anul de studii: I, e-mail: iliescumihaiela7@gmail.com

Conducători științifici: Ș.l.dr.ing. **Ovidiu ANTONESCU**, Ș.l.dr.ing. **Ileana DUGĂEȘESCU**

ABSTRACT: There are more than 60 years that has been carried on research on biomechanical system for the human arm. The purpose is to make an easier life for people who lack their arm. This study evidences main aspects related to: kinematic analysis of thumb; 3D modeling of the biomechanical system; hardware – software platform; FDM printing.

CUVINTE CHEIE: sistem biomecanic, membru superior, model cinematic, model fuzzy, printare 3D.

1. Introducere

Termenii "biomecanică" (1899) - substantiv și, "biomecanic" (1856) – adjectiv, își au originea în cuvintele grecești: βίος, "viață", și μηχανική, "mecanică" și se referă la studiul principiilor mecanice ale organismelor vii, în particular, la mișcarea și structura acestora [1]. Biomecanica are o istorie lungă și complicată, începând cu perioada lui Aristotel și a primilor filosofi. Acești oameni au căutat să înțeleagă forțele motrice din spatele vieții și, ca atare, au studiat modul în care animalele se deplasează și cauza acestor mișcări [2]. Gânditorii Renașterii au dezvoltat cunoștințele, astfel că Leonardo da Vinci, în lucrările sale de anatomie și fiziologie, elaborează unele dintre primele modele matematice din biomecanică. Teoria mecanicistă descrie modul în care omul se mișcă pe baza unor părți izolate individuale și nu a unui întreg integrat [3]. Conceptul de pârghii este și va constitui elementul de bază al cercetării în biomecanică (vezi figura 1).

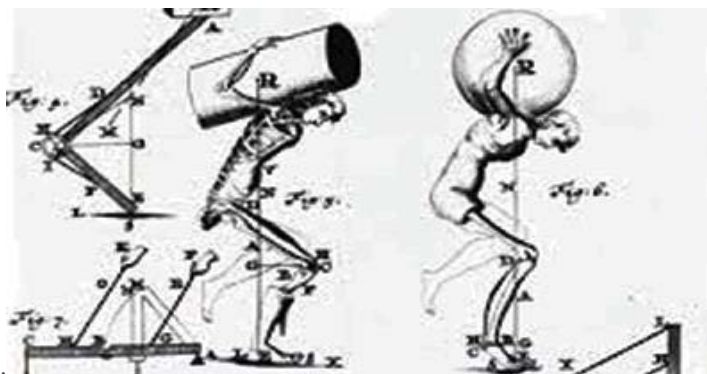


Fig. 1. Conceptul pârghiilor în biomecanică [3]

Biomecanica modernă are nenumărate avantaje față de perioada de pionierat. De exemplu, o înțelegere mai bună a impulsurilor nervoase a venit după inventarea EEG (test în care un computer monitorizează semnalele electrice care trec între celule). Progresele ulterioare în microbiologie și chimie au evidențiat structura microscopică internă a mușchilor. Noile progrese în biomecanică și biotehnologie permit tratamente noi cum ar fi implantarea de membre artificiale, sau transplant de organe [2]. În prezent, se pot produce organe prin printarea 3D a celulelor stem, iar aplicațiile și beneficiile biomecanicii se extind rapid (vezi figura 2).

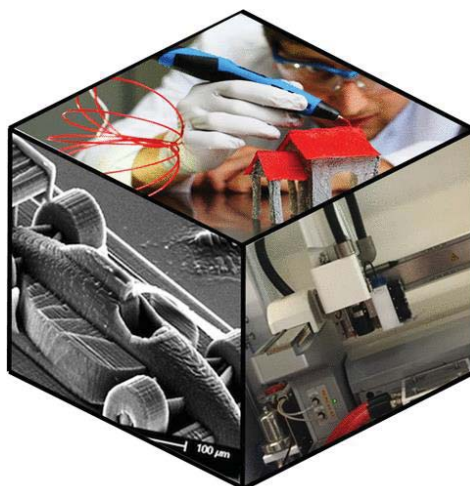


Fig. 2. Printare 3D și fabricarea aditivă individualizată [4]

Această lucrare prezintă aspecte ale cercetării și proiectării unui sistem biomecanic pentru membrul superior uman, mai exact, proteză bionică. Se intenționează ca aceasta să aibă masă redusă, precizie în mișcări, să fie ușor de acționat și, nu în ultimul rând, să implice costuri de fabricare și cheltuieli de întreținere, relativ, scăzute.

2. Stadiul actual

Din punct de vedere medical, se definește [5] proteza, ca fiind:

- înlocuirea unei părți lipsă, printr-un substituent artificial (ex. extremitate artificială);
- organ/parte artificială (ex. braț, palmă, articulație, valvă a inimii);
- dispozitiv care mărește performanțele sau funcțiile naturale (ex. dispozitiv auditiv)

Omul are un sentiment intuitiv referitor la poziția brațului și traiectoria acestuia – spre ce se îndreaptă și unde merge, în funcție de modul în care își simte mușchii și articulațiile. Acest simț al poziției corpului, cunoscut sub numele de kinestezie, s-a dovedit a fi dificil materializat în construcția brațelor protetice. În [6] se menționează faptul că s-a reușit crearea unui sentiment specific kinesteziei într-un braț protezat, prin transmiterea unor vibrații în pielea brațului și în umăr (vezi figura 3).

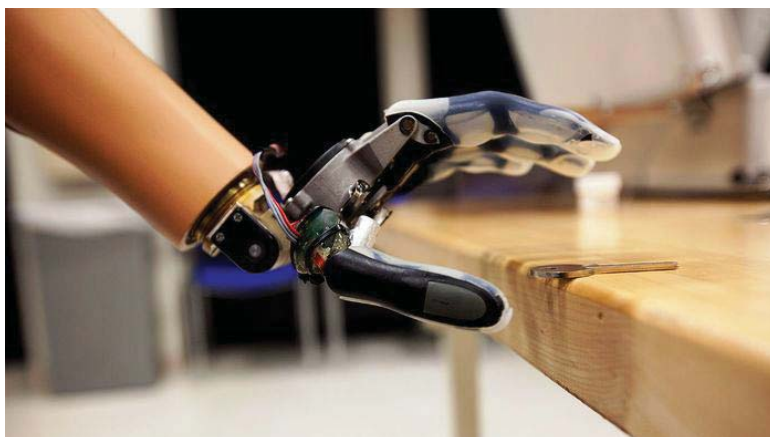


Fig. 3. Proteză mână bionică [6]

Mâna “RAPTOR” este proiectată astfel încât să permită o asamblare ușoară [7], fiind sub licența “Creative Commons-Attribution-Share Alike”. Fișierele asociate elementelor componente sunt accesibile online prin aplicația web e-NABLE’s. Accesând aplicația Handomatic, se generează fișierele STL, după

ce dimensiunile și/sau anumite elemente componente au fost modificate conform cu cerințele/nevoile utilizatorului. Câteva dintre modelele obținute prin printare 3D sunt prezentate în figura 4.

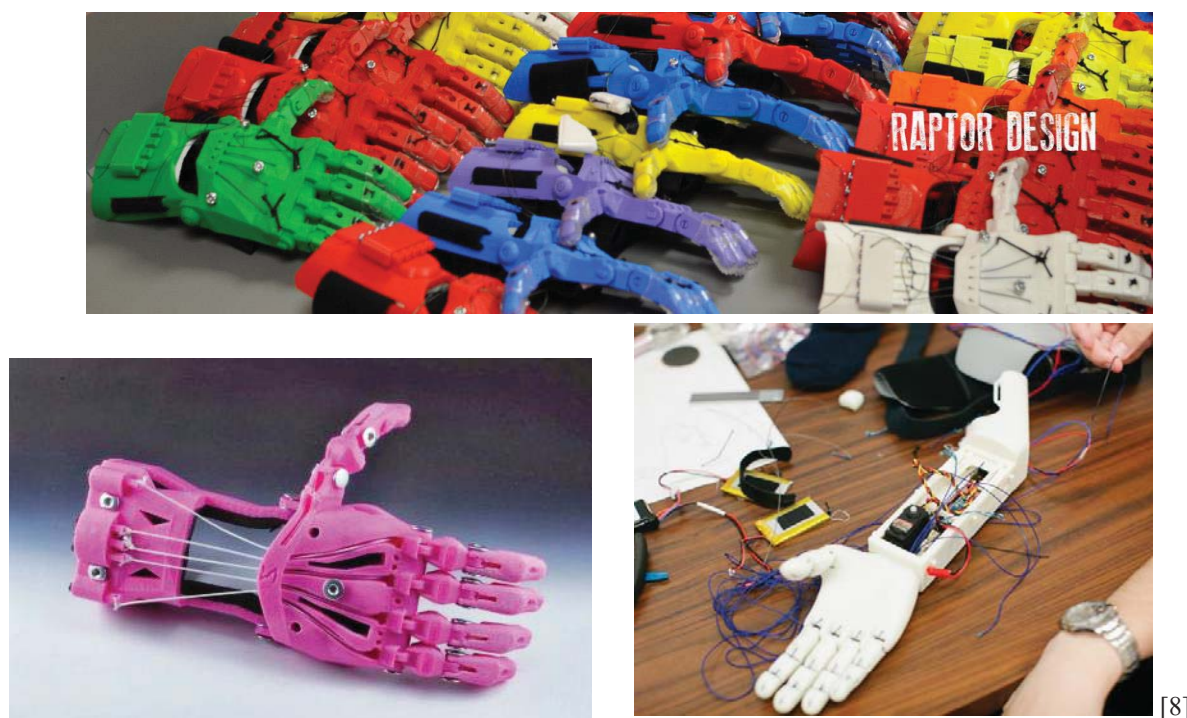


Fig. 4. Model 3D – prototip membru superior

3. Bazele analizei cinematice ale sistemului biomecanic pentru degetul mare

În limbaj formal, termenul *mână* se referă doar la porțiunea de la încheietură în jos, incluzând degetele, dar excluzând brațul și antebrațul. În anatomie termenii (substantivele) *mână*, *braț* și *membru superior* nu sunt sinonime. Colocvial însă, cei trei termeni sunt adesea interschimbabili [9]. Scheletul membrului superior liber este format din scheletul brațului (humerus), scheletul antebrațului (radius, ulna) și scheletul mâinii (oase carpiene, metacarpiene și falange) [10]. Sistemul osos al membrului superior uman este prezentat în figura 5.

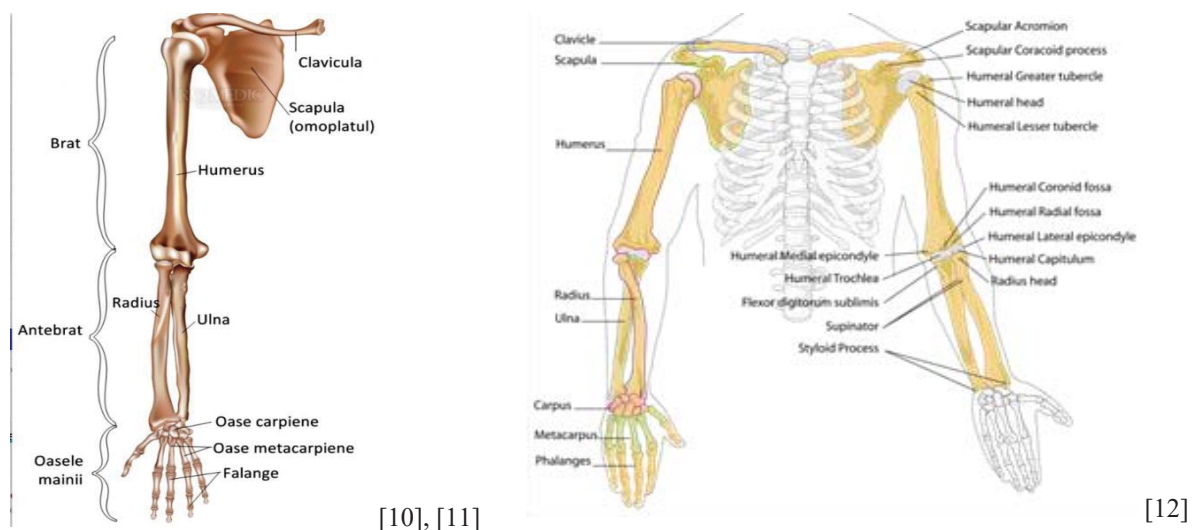
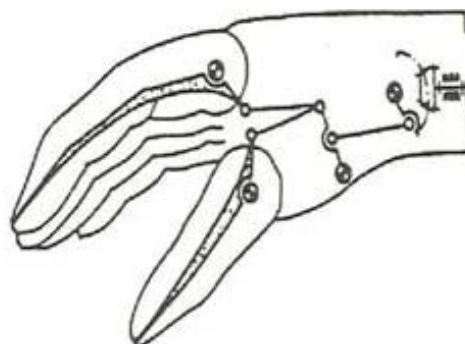


Fig. 5. Anatomie membru superior – sistemul osos

Având ca fundament elementele menționate anterior, o schemă cinematică de bază a sistemului de prindere – prin acționarea degetului mare și degetului arătător, este prezentată în figura 6 [13] fiind considerată utilă ca bază a acestei cercetări.



(Hufner, 1917)

Fig. 6. Schemă cinematică de bază a sistemului de prindere cu două degete [13]

Considerând schema cinematică de mai sus (Hufner, 1917), a fost realizată analiza cinematică a mișcării degetului mare (cu o falangă). Forma traiectoriei punctului superior (T), precum și viteza și accelerația asociate, s-au calculat și apoi s-au reprezentat grafic, utilizând software-ul Mathcad – versiune gratuită (vezi figura 7).

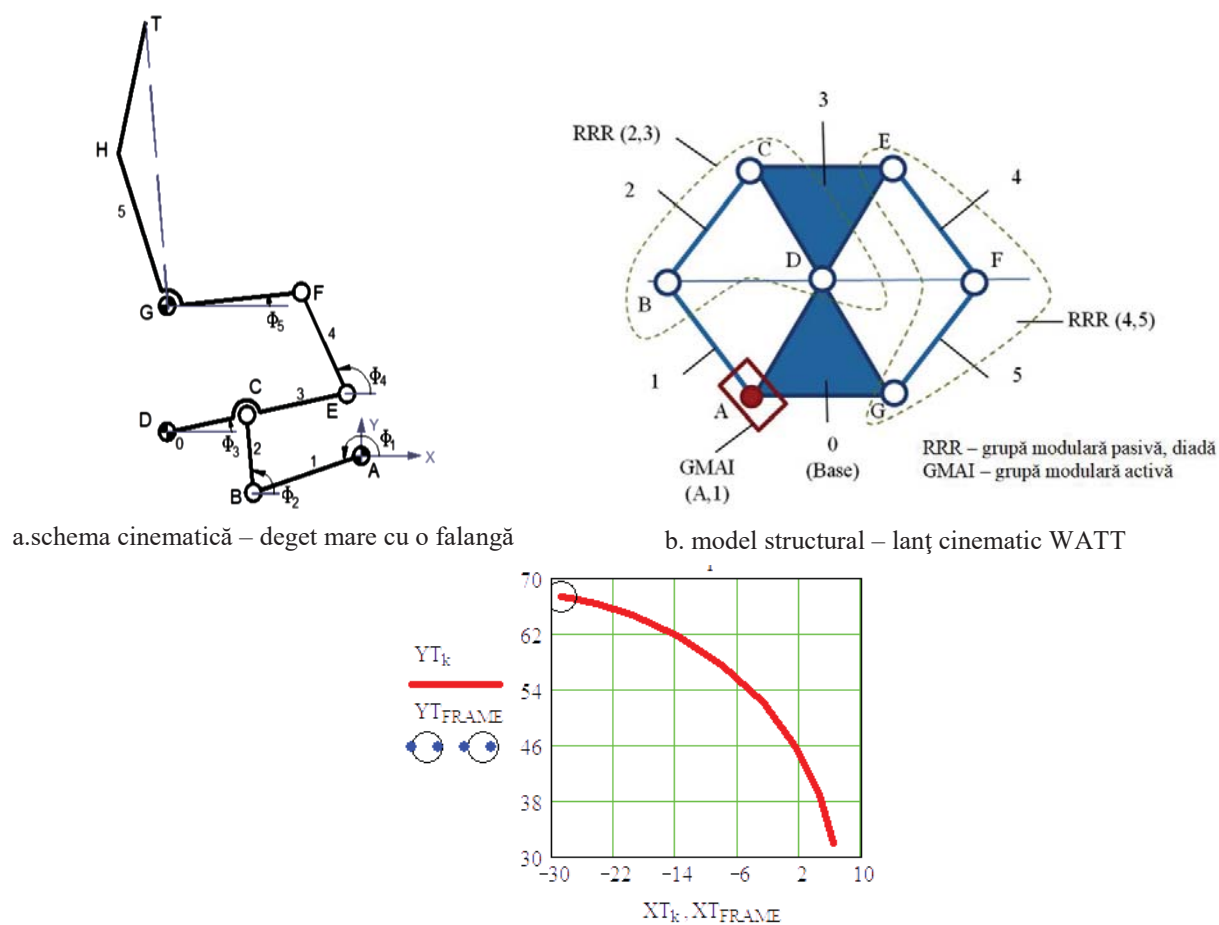


Fig. 7. Analiza cinematică pentru deget mare cu o falangă (model Hufner)

4. Modelare sistem biomecanic pentru membru superior

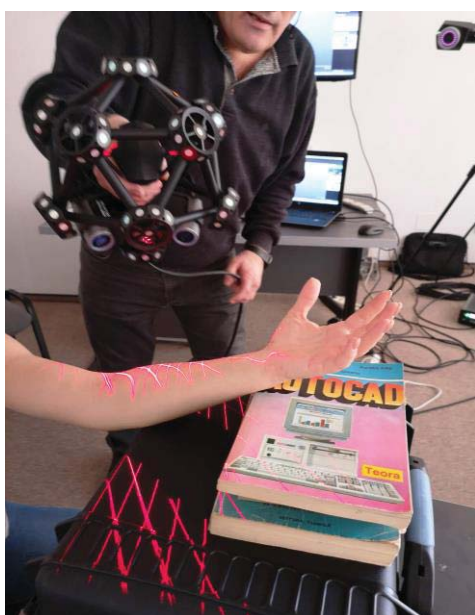
S-a realizat proiectarea preliminară a sistemului biomecanic pentru membrul superior, și anume: proteză pentru braț (montată pe bont), antebraț și mână.

Analiza cinematică a mișcărilor degetelor va fi continuată după ce va fi definitivată proiectarea tuturor elementelor componente. Alidarea sistemului se va face după imprimarea 3D și asamblarea componentelor mecanice; montarea senzorilor, actuatorilor și micro-motoarelor; configurarea și implementarea sistemului de comandă și control; testarea.

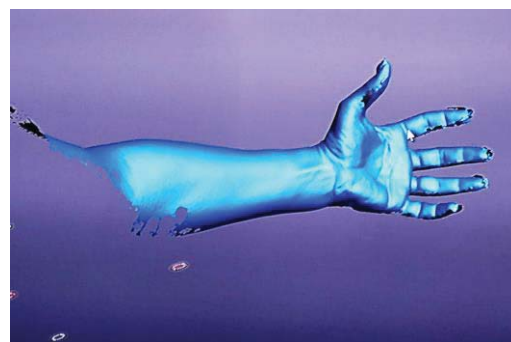
Modelul 3D a fost realizat pe baza dimensiunilor fizice ale membrului superior al persoanei fizice, obținut prin scanare laser (asistat de software-ul SolidWorks - versiune gratuită).

Caracteristicile acestui model sunt următoarele: fiecare deget are trei falange; patru, din cele cinci degete, are câte două mișcări de rotație independente, în jurul fiecărei axe OX și, respectiv, OZ; degetul mare (al cincilea) are numai mișcare de rotație, în jurul axei OX; antebrațul și mâna au, de asemenea, mișcări independente, ceea ce înseamnă rotații în jurul axelor OY și OZ.

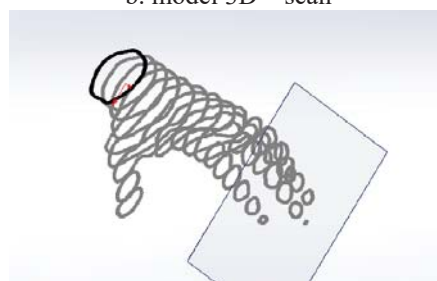
Imaginile modelului scanat și ale celui proiectat sunt prezentate în figura 8 și, respectiv, 9.



a. scanare 3D - cu laser



b. model 3D – scan

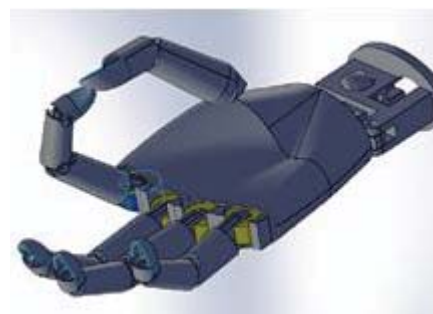


c. secționare (“slice”) – pentru determinare dimensiuni

Fig. 8. Scanare cu laser



model palmă – antebraț – braț



model palmă – simulare mișcări degete

Fig. 9. Model 3D – sistem biomecanic membru superior

Fiecare mișcare a componentelor sistemului biomecanic trebuie să aibă propria coordonare, realizată cu ajutorul mai multor tipuri de senzori, după cum urmează.

A. Senzorii EMG - sunt senzori care fac detecția potențialului electric al mușchilor. Acest semnal este preluat cu un electrod de suprafață, amplasat pe piele, perpendicular pe mușchi. Acest tip de senzor este folosit pentru coordonarea mișcării brațului și antebrățului.

B. Senzorii de măsurare a presiunii - sunt senzori potențiometrici, înglobați în sistemul falange. Aceștia, împreună cu actuatore și cabluri de tensiune, vor realiza funcția de strângere.

C. Senzorii de accelerare și girare - realizează funcția de poziționare a mâinii, antebrățului și brațului.

Platforma hardware-software care integrează tipurile, sus-menționate, de senzori are schema bloc evidențiată în figura 10.

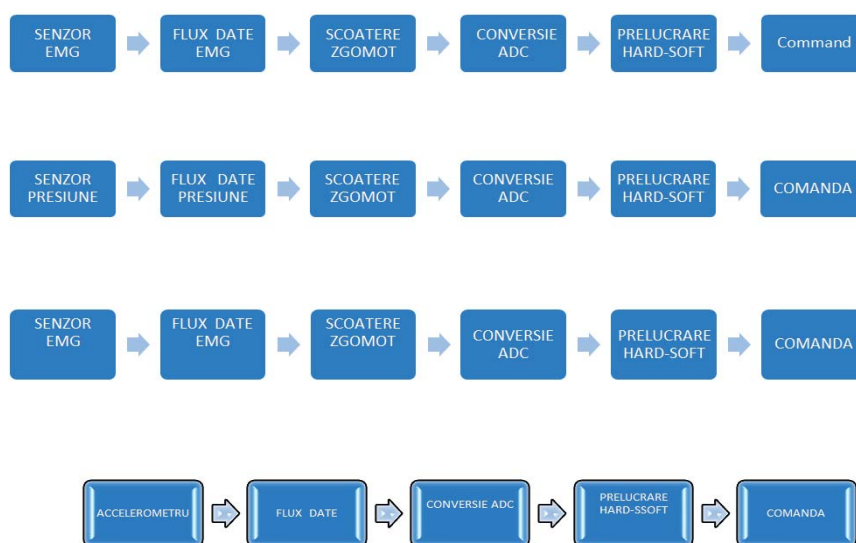


Fig. 10. Schema bloc a fluxurilor de date

5. Modelare fuzzy – comandă sistem biomecanic

Una dintre metodele studiate pentru realizarea controlului mișcării sistemului biomecanic este metoda fuzzy. Controlul mișcării de apropiere de un obiect, în vederea prinderii acestuia, a fost modelat, în MATLAB, aplicând logica Fuzzy. Variabilele de intrare considerate sunt: temperatura obiectului (ce trebuie prins), T [°C], și distanța, d [mm], până la acesta. Variabila de ieșire se consideră a fi accelerația mișcării de apropiere de obiect, a [mm/s²]. Exemplu ale modului de definire fuzzy este redat în figura 11.

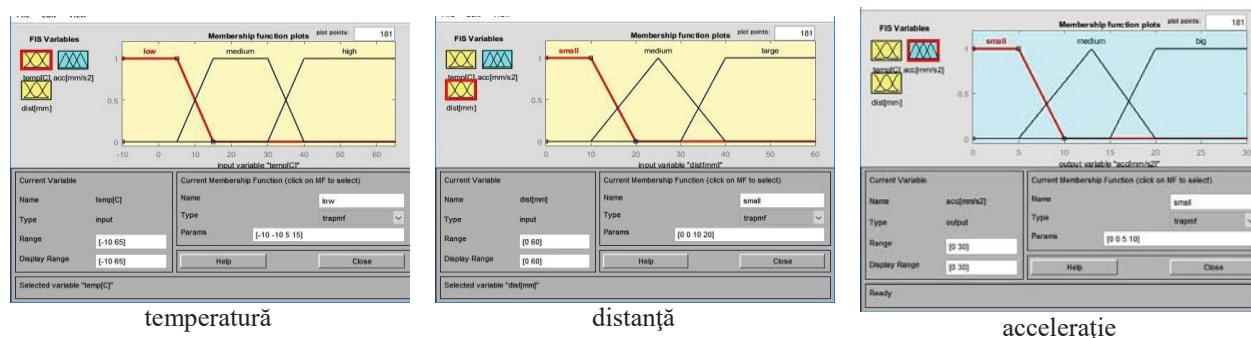


Fig. 11. Definiere variabile – logică fuzzy

Valorile mărimii de ieșire sunt prezentate în figura 12, pentru două dintre cazurile simulate.

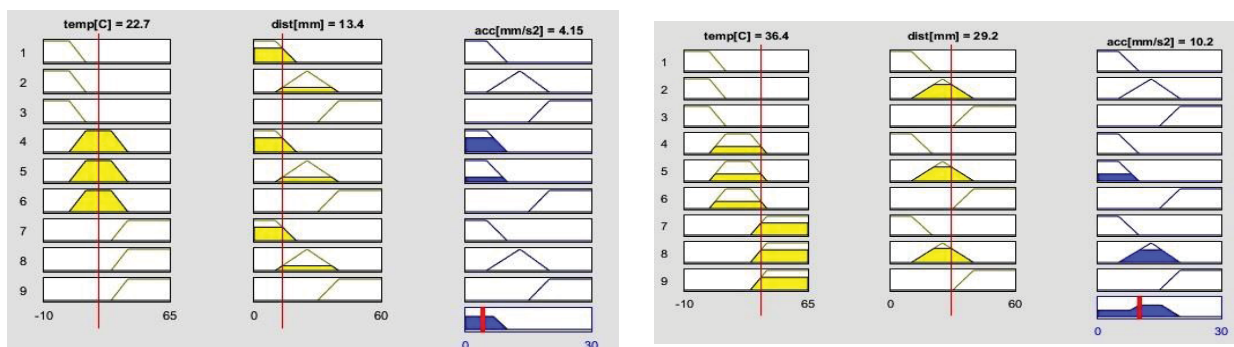


Fig. 12. Valori calculate ale mărimii de ieșire

6. Printare 3D – deget sistem biomecanic

În vederea realizării prototipului sistemului biomecanic pentru membrul superior, s-a realizat printarea 3D, prin tehnica FDM (Fused Deposition Modeling), a falangelor degetului arătător (vezi figura 13). Imprimarea s-a realizat pe echipament Creality ender 3-pro, materialul utilizat fiind PLA.

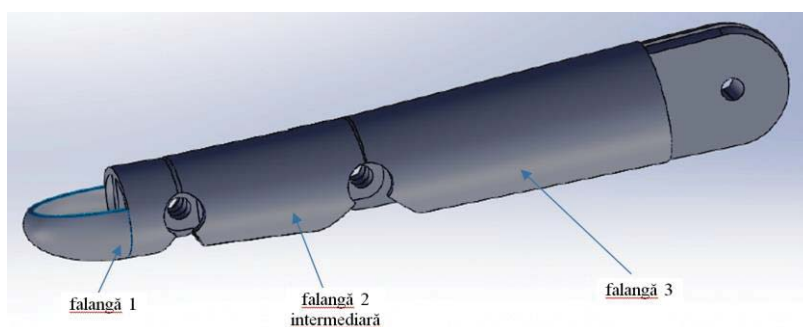


Fig. 13. Model 3D deget arătător

Simularea procesului de printare pentru falanga intermediară a degetului arătător, precum valorile parametrilor specifici procesului FDM sunt prezentate în figura 14.

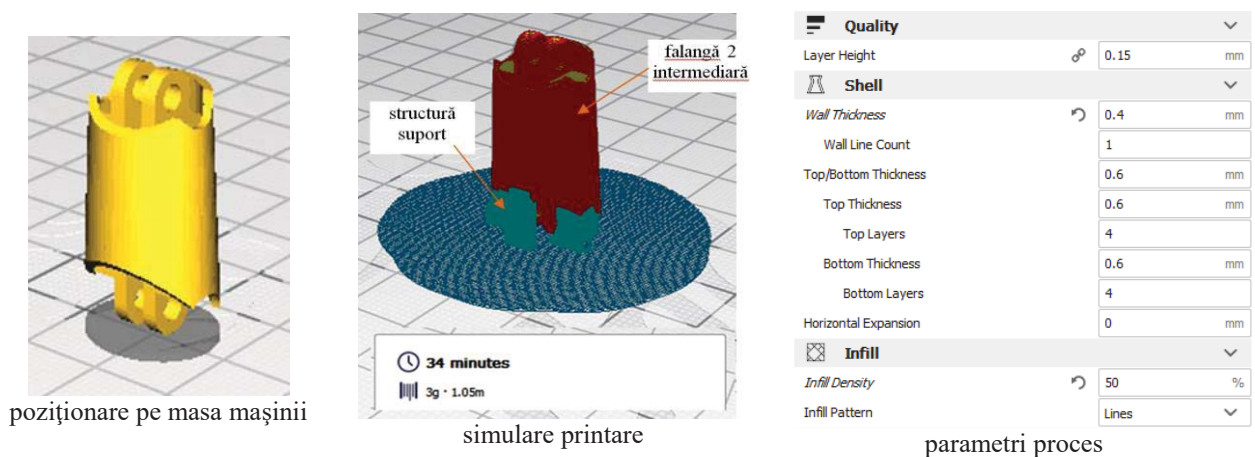


Fig. 14. Simulare proces FDM

Prototipul obținut, pentru falanga intermediară a degetului arătător este evidențiat în figura 15, iar prototipul întregului deget se remarcă în figura 16.

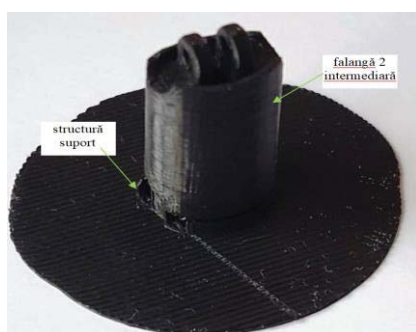


Fig. 15. Prototip falangă intermediară

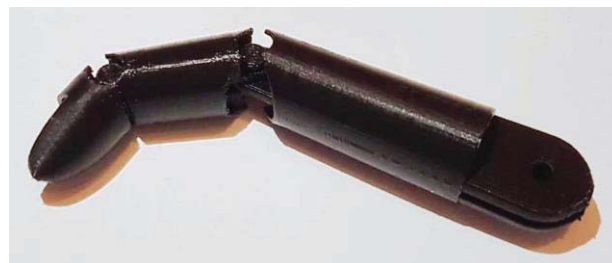


Fig. 16. Prototip deget arătător

7. Concluzii

Se prezintă aspecte ale cercetării și proiectării unui sistem biomecanic pentru membrul superior.

S-a realizat, în cadrul cercetării preliminare, analiza cinematică pentru degetul mare (model Hufner). S-a elaborat conceptul inovativ al sistemului biomecanic și s-au prezentat aspecte referitoare la: model 3D; platformă hard-software pentru mână bionică; modelare fuzzy în vederea optimizării mișcării; printare 3D – prin tehnica “Fused Deposition Modeling” (FDM).

Dezvoltarea ulterioară a cercetării va fi concentrată pe următoarele aspecte: definitivarea proiectului componentelor mecanice; identificarea și achiziționarea componentelor specifice sistemului de comandă și control pentru mișcări; realizarea întregului prototip; testarea și validarea acestuia.

8. Referințe bibliografice

- [1]. <https://en.wikipedia.org/wiki/Biomechanics>, accesat în 30 noiembrie, 2018;
- [2]. <https://biologydictionary.net/biomechanics/>, accesat în 30 noiembrie, 2018;
- [3]. <http://www.positivehealth.com/article/bodywork/the-changing-face-of-biomechanics>, accesat în 30 noiembrie, 2018;
- [4]. <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acs.chemrev.7b00074>
Samuel Clark Ligon Jr, Robert Liska, et al. (2017), “Polymers for 3D Printing and Customized Additive Manufacturing”, Chem. Rev., 2017, 117 (15), pp. 10212–10290, DOI: 10.1021/acs.chemrev.7b00074;
- [5]. <https://medical-dictionary.thefreedictionary.com/prosthesis>;
- [6]. Frankie Schembri (2018), “Prosthetic hands feel more real, thanks to some good vibrations“, Mar.14, <https://www.sciencemag.org/news/2018/03/prosthetic-hands-feel-more-real-thanks-some-good-vibrations>;
- [7]. <http://enablingthefuture.org/upper-limb-prosthetics/the-raptor-hand/>, accesat în 30 noiembrie, 2018;
- [8]. <https://ro.pinterest.com/pin/194288171410519370/>, accesat în 30 noiembrie, 2018;
- [9]. https://ro.wikipedia.org/wiki/Membru_superior, accesat în 30 noiembrie, 2018;
- [10]. <http://www.salabucuresti.ro/articole/scheletul-membrului-superior-liber.html>, accesat în 30 noiembrie, 2018;
- [11]. <https://anatomie.romedic.ro/membrele-superioare>, accesat în 30 noiembrie, 2018;
- [12]. [https://ro.wikipedia.org/wiki/Membru_\(anatomie\)/File:Human_arm_bones_diagram.svg](https://ro.wikipedia.org/wiki/Membru_(anatomie)/File:Human_arm_bones_diagram.svg), accesat în 30 noiembrie, 2018;
- [13]. Starețu, I. (1996), *Gripping Systems*, Editor Lux Libris, Brașov, ISBN 973-96308-6-3

COMPETITIVITATEA MEDIULUI DE MARKETING PENTRU SOCIETATEA DASIMO SOLUTION

THE COMPETITIVENESS OF THE MARKETING ENVIRONMENT FOR DASIMO SOLUTION SOCIETY

ISTRATE (GHEORGHE) Simona
Facultatea de Ingineria și Managementul Sistemelor Tehnologice
Specializarea C.P.S.M., Anul II
E-mail: ssimona_gheorghe@yahoo.com

Conducători științifici: S.L.dr.Ing. **Andrei DIMITRESCU**

REZUMAT: In this paper, the SWOT analysis of the marketing strategy of Dasimo Solutions will be carried out. In the SWOT analysis, we can see the following defining features: Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats. Following the analysis, we need to turn weak points into strengths and threats to opportunities. After identifying marketing issues, strategies will be developed that use the trump cards to take advantage of the following possibilities: expanding sales in rural areas; contracts with new suppliers, both internal and external, hiring more staff to respond more promptly to customer requests, daily web promotion, customer loyalty.

CUVINTE CHEIE: competitivitate, mediu de marketing, Dasimo Solutions

1. Introducere

Începând cu anul 2012, piața destinată articolelor pentru pescuit a cunoscut și în România o dezvoltare accelerată. Este foarte activă și încearcă să țină pasul cu piața europeană, chiar dacă bugetul alocat de pescarii români pentru hobby-ul lor rămâne cu mult în urma bugetelor alocate de restul pescarilor europeni. Prin intermediul magazinelor de specialitate, pescarul român are acces acum la ultimele tehnologii în domeniu.

Estimată la aproximativ 50 mil euro pe an, piața sculelor de pescuit din România are potențial de creștere foarte mare, existând posibilitatea dublării acestei valori în următorii ani. Una din direcțiile cu cel mai mare potențial de creștere este producția navomodelelor de nădit. Navomodelul de nădit tinde să devină unul din cele mai importante articole de pescuit din dotarea oricărui pescar.

Înființată în anul 2015 cu capital exclusiv privat, societatea Dasimo Solutions SRL are ca obiect de activitate producția de navomodele destinate pescuitului precum și piese de schimb pentru acestea. Încă de la înființare, societatea și-a propus o abordare diferită față de ceilalți jucători de pe această nișă. Având în prezent un număr de 10 angajați, organizarea internă a societății s-a bazat pe modelul de producție prezent în multe fabrici europene și nu numai: linie de producție și producția de serie. Fiecare dintre cei implicați în procesul de producție realizează doar anumite operații din produsul final, scopul fiind creșterea productivității pe fiecare angajat. Cu o activitate în continuă expansiune, societatea a reușit în anul 2017 construirea unui spațiu de producție modern, de aproximativ 350 m pătrați, ceea ce reprezintă în acest moment cea mai mare suprafață dedicată acestui domeniu de activitate.

În cadrul firmei, activitatea este împărțită pe mai multe departamente: departamentul de achiziție și importuri, departamentul de proiectare și matrițare, departamentul de termoformare carcase, departamentul de electronică și circuite electrice, departamentul de montare a sistemului de propulsie, departamentul de verificare, departamentul de vânzare și marketing. Acest lucru a dus la o îmbunătățire

constantă a calității produsului final, deoarece fiecare angajat face doar operația la care este foarte bine pregătit.

2. Analiza SWOT

Gestionarea oricărei companii nu este posibilă fără o strategie clară și precisă, respectiv fără realizarea unui plan strategic. Strategia este mult mai mult decât o sumă a obiectivelor și modalităților de realizare, iar pentru crearea și descompunerea acesteia este necesară pregătirea, respectiv analiza SWOT. Din acest motiv, se spune că analiza SWOT reprezintă baza oricărei planificări strategice de succes.

Analiza SWOT este un instrument în lumea afacerilor care ajută la reexaminarea condițiilor și a afacerilor, atât în cadrul companiei, cât și în afara acesteia. Aceasta este una dintre instrumentele de gestionare (marketing) care permite companiei să evite scurta vizibilitate și să fie pregătită pentru viitoarele provocări. Prin analiza SWOT a companiei se definesc factorii de bază care pot avea cea mai mare influență asupra afacerii companiei.

Aplicarea analizei este utilizată în mod incontestabil la crearea strategiei de prezentare a companiei pe piață. Totuși, această analiză se poate aplica și pentru orice altă decizie în afacere (decizia privind prezentarea de marketing, dezvoltarea noilor produse, a lua parte la noi parteneriate, plasarea noilor servicii etc.). Ea, pe de o parte, este un fel de ajutor pentru definirea și formularea misiunii și viziunii companiei, iar pe de altă parte, analiza poate contribui la determinarea acțiunilor prioritare ale companiei în afaceri. Datorită acestei activități analitice, companiile devin și rămân active pe piață și, în plus, definesc mai clar spațiul pieței în care acționează.

3. Elementele analizei SWOT

În esență, analiza SWOT este un concept prin intermediul căreia se divulgă părțile puternice și slabe ale companiei (caracteristicile interne și capacitățile afacerii), iar apoi se identifică șansele și riscurile acesteia în mediul înconjurător (factorii independenți de influență asupra organizației).

Matricea SWOT arata astfel:

S – STRENGTHS - Puncte forte

W – WEAKNESSES - Puncte slabe

O – OPPORTUNITIES - Oportunități

T – THREATS - Amenințări

4. Factorii interni și influența asupra afacerii

Primele două elemente ale analizei SWOT, respectiv punctele forte și punctele slabe, reprezintă factorii interni ai companiei. Ele se referă la resursele și experiențele existente într-o organizație de afaceri. Astfel, când se menționează factorii interni, care influențează definirea punctelor forte și celor slabe ale afacerii, se referă la: resurse financiare (surse de venit, investiții, finanțare); resurse fizice (locația companiei, încăperi, echipamente); resursele umane (angajații, voluntarii, grupul țintă de utilizatori); disponibilitatea resurselor naturale (marcă comercială, brevete, drepturi de autor); procesele curente (programele angajaților, ierarhia departamentelor și sistemele software).

Orice companie, organizație sau individ poate fi afectată de către factorii externi care se manifestă precum oportunități sau amenințări. În lumea afacerii, factorii externi pot include: tendințe pe piață (produse și tehnologii noi sau schimbări privind necesitățile grupului țintă); mișcări economice (tendințe financiare locale, naționale sau internaționale); finanțări (donații, surse legislative și alte); factori demografici (vârsta, rasa, sexul și cultura grupului țintă); relații cu furnizorii și colaboratorii; reglementări politice, economice, ecologice.

În urma analizei activității societății de la înființare până în prezent putem observa următoarele trăsături definitorii:

Tabelul 1 Elementele analizei SWOT

Puncte forte:	Puncte slabe :
➤ buna pregătire profesionala a tuturor celor angrenați în procesul de producție	➤ capacitatea de producție relativ redusa
➤ existenta unor utilaje de producție de înalta calitate	➤ resursele financiare limitate
➤ designul inovator al produselor vândute de societate	➤ timpii mari de așteptare in procesul de import, ceea ce poate duce la rupturi in procesul de aprovizionare
➤ gama variata de modele, care poate satisface toate categoriile de clienți	➤ neabordarea piețelor externe
➤ vânzarea anumitor modele prin intermediul unor mari magazine de profil	➤ lipsa unui brand bine cunoscut
➤ garanția extinsa a produselor vândute, care indica o calitate înalta	

Oportunități :	Amenințări :
➤ existenta unui serviciu de „buy back” benefic pentru retragerea din piața a navomodelelor învechite	➤ scăderea puterii de cumpărare a pieței
➤ existenta serviciului „navomodel de închiriat”	➤ interzicerea utilizării navomodelelor pe anumite lacuri
➤ sistem de vânzare in rate a produselor	➤ intrarea pe piața a altor producători care vând foarte ieftin dar cu o calitate îndoielnica
➤ creșterea numărului celor care doresc navomodele cu echipări brushless	

Fiecare analiză SWOT este diferită, așadar rezultatele nu sunt niciodată la fel. În analiza efectuată, este necesar să conectăm punctele forte și oportunitățile, și să încercăm ca punctele slabe detectate să se transforme în puncte forte. În conformitate cu listele realizate în cadrul factorilor interni (punctele forte și punctele slabe) sau externi (oportunități, amenințări), este posibil să se deducă unele concluzii de afaceri fundamentale, care vor corespunde, mai mult sau mai puțin.

5. Transformarea punctelor slabe in puncte forte

- Capacitatea de producție relativ redusă
Având o capacitate de producție de 3 unități pe zi, societatea oferă clienților posibilitatea să-și personalizeze navomodelul după bunul plac. Spre exemplu, înaintea procesului de termoformare al carcusei, pe matriță pot fi adăugate numele fiecărui client, logo-ul unui club sportiv sau de pescuit, etc
Deasemenea, prin procedee de aerografiere, fiecare client își poate adăuga pe carcasa navomodelului diverse desene sau forme abstracte astfel încât fiecare navomodel în parte poate fi unicat.

În cazul unui număr redus de unități produse pe zi, acestea pot fi testate individual, astfel încât se verifică buna funcționare a fiecărui navomodel, înlăturându-se posibilele probleme post vânzare.

➤ Resursele financiare limitate

Spre deosebire de alte firme producătoare de navomodele care au o cifra de afaceri mai mare, societatea noastră poate opta pentru accesarea unor fonduri de dezvoltare nerambursabile, destinate întreprinderilor mici și mijlocii, care o pot ajuta să micșoreze decalajul financiar față de concurenți.

Se pot eficientiza foarte mult dimensiunile stocurilor de piese, astfel încât să nu existe stocuri cu mișcare mai lentă.

În colaborarea cu firmele furnizoare se poate crea un grafic de aprovizionare care să implice comenzi mici dar cu o frecvență mai mare.

Având în vedere că firma are un istoric de colaborare de câțiva ani cu firmele producătoare de piese și materii prime, se pot negocia termene de plată.

Categoriile de piese care se produc în regie proprie, la un cost foarte bun, pot fi oferite în regim de barter sau schimb cu alte tipuri de piese, astfel încât alocarea fondurilor bănești în procesul de previzionare să nu mai fie obligatorie (societatea produce cârme, axe port elice, suporturi motor, piese și accesorii realizate prin proces de injecție)

➤ Timpii mari de așteptare în procesul de import, ceea ce poate duce la rupturi în procesul de aprovizionare

Timpii de așteptare se pot micșora prin alegerea unor modalități de transport mai rapide dar mai scumpe, cum ar fi cel pe calea aerului.

Având în vedere că principalii furnizori activează în China, putem alege angajarea unui agent forwarder, care să eficientizeze comenzile, timpii de livrare și de ce nu și costurile de achiziție.

Căutarea de soluții de aprovizionare alternative, spre exemplu firme producătoare din Europa. De la acest tip de furnizori se pot comanda cantități mult mai mici, pentru completarea stocurilor în timp util. Compromisul poate fi o eventuală calitate mai mică la unele piese, ceea ce înseamnă creșterea intervențiilor pe timpul perioadei de garanție. Avantajul este că putem testa mai multe modele de piese, de la mai mulți producători, iar timpul lor de livrare poate fi de câteva zile.

➤ Neabordarea piețelor externe

Participarea la diverse activități, cum ar fi târgurile și expozițiile de profil din diverse țări europene poate crea oportunități de creștere a vânzărilor. Navomodelele produse de societatea noastră au o calitate superioară celor produse în alte țări și pot intra cu ușurință pe alte piețe.

Se pot crea parteneriate cu diverși producători din țări europene prin care aceștia să vândă navomodelele noastre sub alte denumiri, incluzându-le practic în portofoliul lor de produse.

Un potențial de creștere foarte mare este dat de platformele Amazon, Ebay, marele avantaj fiind că activează în foarte multe țări, deschizând practic ușa către o piață de desfacere uriașă. În acest caz trebuie asumate anumite cheltuieli suplimentare, însă beneficiile pot fi pe măsura.

➤ Lipsa unui brand foarte cunoscut

Chiar dacă pentru orice produs importantă este calitatea lui, crearea unui brand bine ales ajută acel produs să reziste pe piața pe termen lung. Potențialii clienți trebuie să știe că cele mai bune navomodele sunt făcute de firma "x" și pot avea încredere în calitatea lor.

Este foarte importantă alegerea unui mesaj realist, care să păstreze un echilibru între promisiunea făcută în fața clientului și modul cum el evaluează calitatea produsului.

Participarea la târguri de profil, realizarea de sponsorizări în cadrul concursurilor de pescuit, teste făcute împreună cu persoane notorii din lumea pescuitului sunt măsuri care pot fi puse în practică în procesul de creare a unui brand.

6. Transformarea amenințărilor în oportunități

➤ Scăderea puterii de cumpărare a pieței

În situația unei piețe limitate din punct de vedere financiar, ne putem reorienta către noi produse, mai accesibile din punct de vedere al prețului.

Flexibilitatea mare a producției ne poate ajuta în găsirea unor noi nișe și produse, cum ar fi bărcuțe radiocomandate pentru agrement, drone și avioane, etc. Un mare avantaj îl constituie existența unor utilaje care nu sunt specializate pe o singură operație și pot fi adaptate pentru produse asemănătoare.

O alta soluție ar fi implementarea unui sistem prin care să retragă din piață produsele foarte vechi, eventual nefuncționale și în locul lor să vândă unele noi. Sistemul de „buy back” este benefic pentru clientul final, deoarece el cumpără un produs nou, cu garanție, la un preț mai mic iar societatea își crește vânzările pe un segment aproape neatacat de concurență.

Deasemenea poate fi introdusă vânzarea în rate, clientul fiind avantajat pentru că nu alocă o sumă de bani pe care nu și-o permite, însă poate plăti eșalonat sume mai mici pentru un produs (bun) de care este interesat.

În cazul unei piețe în scădere, putem aborda clienții și printr-un sistem de închiriere, ceea ce ar presupune plata unei sume modice pentru utilizarea produsului nostru. Existența unui număr relativ mare de clienți care sunt interesați de acest sistem poate constitui o modalitate de creștere a încasărilor.

➤ Interzicerea utilizării navomodelelor pe anumite lacuri

Si in acest caz este importanta flexibilitatea producției, acest lucru presupunând de exemplu eliminarea unor părți componente din navomodel, cum ar fi sistemul de cupare (cel cu care se cară nada și monturile), înlăturând astfel temerea administratorilor de lacuri ca se pot produce acțiuni de braconaj. De mare interes ar fi dezvoltarea și realizarea unor produse modulare.

În același timp se pot adăuga navomodelelor sonare, cu care să se facă strict localizarea peștilor.

Un avantaj mare fata de ceilalți concurenți l-ar constitui dezvoltarea unor categorii de produse noi, cum ar fi drone, care să ne ajute să ducem monturile în locurile dorite, fără a folosi navomodelul.

➤ Intrarea pe piața a altor producători, care vând foarte ieftin, dar cu o calitate îndoielnică.

Existența acestor concurenți poate fi nocivă pe termen scurt. Clientul final poate fi interesat inițial de plata unei sume mai mici pentru produsul dorit, însă de o importanță foarte mare este perioada post vânzare și mai ales serviciul de garanție. Cei care vând o calitate îndoielnică știu acest lucru și acordă o garanție mică sau deloc. Existența problemelor de funcționare într-o perioadă scurtă după momentul achiziției scade încrederea clientului în produs și în respectivul producător.

Practic lipsa competitivității al produsului duce la autoexcluderea din piață.

Putem folosi clienții ca un barometru al pieței și prin analizarea nemulțumirilor lor vis a vis de alte produse, putem aduce îmbunătățiri produselor noastre, putem ajusta politica de preț pe anumite perioade, etc.

7. Concluzii

Aceste probleme fiind identificate, vom putea stabili noi obiective și strategii, precum și planificarea acestora. Ideea este de a profita de combinația dintre atuuri și oportunități, evitând sau atenuând combinația punctelor slabe și amenințărilor.

Cea mai potrivită alternativă pe care o alege managerul firmei se situează în a intersecta punctele tari cu oportunitățile, adică va stabili strategii care utilizează atuurile pentru a profita de posibilități, iată câteva posibilități:

- extinderea vânzărilor în mediul rural;
- contracte cu furnizori noi, atât interni cât și externi;
- angajarea depersonal mai numeros pentru a putea raspunde mai prompt solicitarilor clienților;
- realizarea de sondaje pentru a vedea în ce măsură clientul este mulțumit de calitatea navomodelelor,
- menținerea unei pagini web la zi;
- posibilitatea de plată on-line;
- realizarea de promoții atât pentru noii clienți, dar și pentru clienții fideli.

8. Bibliografie

- [1]. Dimitrescu Andrei (2018), *Consultanță în Cercetare și Proiectare*, Editura Printech, București
- [2]. Dimitrescu Andrei (2016), *Marketing Industrial – note de curs*
- [3]. Abrudan Ion (1996), *Sisteme flexibile de fabricație – Concepte de proiectare și management*, Editura Dacia, Cluj – Napoca
- [4]. Ciobanu M. (1999), *Ingineria Calității*, Editura Printech, București
- [5]. Rață V., Rață D., Ciobanu M. (2002), *Calitatea produselor industriale*, Editura Bren, București
- [6]. Kovacs Fr., Țarcă R., Blaga Fl., Tripe V. A. (1999), *Sisteme de Fabricație Flexibilă*, Editura Universității din Oradea

MODELAREA ȘI SIMULAREA UNEI MÂINI MECANICE

MODELING AND SIMULATION OF A MECHANICAL ARM

DUMITRACHE Laura Ioana, ONCESCU Alina Andreea and CHIRIȚĂ Veronica

Facultatea: IMST, Specializarea:IMST, Anul de studii:2019, e-mail:dumitrache_laurab@yahoo.com

Conducător științific: Sl.Dr. Ing. **Liviu Marian UNGUREANU**

REZUMAT: The prosthetic hands presented by the specialized companies, have a limited functionality and a higher price. There is a need of a new design with a smaller price for materials witch have more required functions. The presented paper-work is about the design of a five individually finger hand. The grip force can be seen on a display LED for a summary of control. The proposed prosthetic hand contains a power battery and a micro-controller.

CUVINTE CHEIE: mână mecanică, costuri reduse, design eficient.

1. Introducere

Realitatea cu care ne confruntăm în ziua de azi este una dură. Creșterea numărului de conflicte politice cu orientul, a dus doar la creșterea numărului de persoane decedate și rănite. În rândul persoanelor rănite, un procentaj semnificativ îl reprezintă, acelea cu membre amputate. În cazul deceselor, nu putem face foarte multe, decât stoparea acestor războaie. Dar în cazul celor cu membre amputate, putem crea proteze ce le pot veni în ajutor.

Existența acestor tipuri de mâini antropometrice, nu este atât de cunoscută pe cât o prezintă media. În literatura de specialitate acestea sunt tratate ca și experimente de laborator.

Numărul persoanelor cu membre amputate este unul covârșitor, doar în SUA sunt estimate a fi 100.000 de persoane. Faptul că de multe ori cei ce au un handicap în acest fel, sunt marginalizați sau chiar 'luați peste picior' din cauza acestui lucru, reprezintă o realitate tristă a societății noastre. Multe dintre aceste persoane pot beneficia de un ajutor fizic dar și psihologic prin folosirea unei astfel de proteze.

În lume există un număr mic de companii care se ocupă de studierea, dezvoltarea și comercializarea acestor proteze, din cauza numărului limitat al pieței. Și poate din această cauză prețul unei astfel de proteze este destul de mare.

Lucrarea își are ca scop cercetarea stării curente a mâinilor și brațelor protetice și în final modelarea unui design nou ce deservește ca produs de mijloc între simplele cârlige protetice și mâinile robotice ce sunt foarte costisitoare.

2. Stadiul actual

În cazul de față pe piață nu există o proteză completă a brațului care să fie complet funcțională.

Sunt doar cateva companii ce produc proteze inferioare ale brațului chiar și a cotului, dar partea superioară nu a fost la fel de mult luată în considerare. În momentul de față, nu se pot comercializa brațe protetice complet funcționale din cauza costurilor prea ridicate pentru clienți.

Din 2007 armata SUA a început să prezinte un interes pentru astfel de proteze revoluționare pentru a le oferi soldaților răniți în misiune un înlocuitor. Sunt foarte mulți soldați ce au fost răniți pe câmpul de luptă din cauza terenurilor minate și a bombelor improvizate. De obicei aceste persoane își pierd instant diferite părți ale corpului sau este necesară o amputare ulterioară. Armata are fonduri pentru a ajuta acești soldați ce și-au pierdut o parte din ei pentru a servi țara. A fost foarte clar că protezele

parților inferioare existau deja și erau funcționale, mai rămâneau doar cele pentru părțile superioare. Majoritatea persoanelor ce trec prin acest lucru se descurcă cu ce au. Dar sunt și cazuri în care se pierd ambele membre, și în cazul acesta a fost necesar să se facă ceva.

DARPA, sau agenția de apărare și proiecte de cercetare avansată din SUA, a decis să facă o investiție uriașă în protezele extremităților superioare. Au decis să funcționeze pe două fronturi și au desemnat multiple contracte atât universității Johns Hopkins (Laboratorul de fizică aplicată), cât și DEKA, cercetare condusă de Dean Kamen.

În principiu, DARPA a rezolvat complet problema construirii celei mai avansate arme humanoide robotizate.

În figurile 1 și 2 sunt prezentate prototipurile funcționale ale brațului APL și Luke gata de testare.



Fig. 1. Braț APL (Universitatea John Hopkins)



Fig. 2. Brațul Luke (DEKA)

Brațele pot realiza în mare cam toate acțiunile pe care un braț uman le poate realiza. Singurul dezavantaj al protezei este costul. Brațul APL costă 100 milioane dolari. Iar cel de la DEKA costă 20 milioane dolari. În consecință s-au produs doar prototipuri. Aceste brațe nu au fost destinate producerii și vânzării în masă.

2.1. Proteze tip cârlig

În figura 3 este prezentată o proteză tip cârlig din timpul războiului civil din SUA. Protezele moderne de acest tip au rămas foarte similare cu aceasta și din această cauză este necesară o îmbunătățire a acestora.



Fig. 3. Proteză tip cârlig din timpul războiului civil din SUA

Protezele moderne tip cârlig au fost original create în anii 1900. S-au dovedit a fi foarte eficiente și de ajutor, în viața de zi cu zi, pentru cei ampuțați.

Deși sunt câteva variații ale acestor proteze cârlig, toate se comportă în general la fel. Există două bare de metal sub formă de cârlig care pivotează la secțiunea din spate. Cârligele sunt în mod normal, ținute împreună prin forța de elasticitate. În industrie aceste elastice se numesc "benzi de tensiune", în esență, benzi de cauciuc puternice. Utilizatorii pot decide cât de multă forță este necesară pentru o anumită sarcină și pot adăuga sau elimina manual benzile de tensiune, cu cealaltă mână. Cârligele sunt deschise printr-un cablu plasat sub tensiune. Cablul este tras de un ham purtat de utilizator constând dintr-o curea care trece prin trunchi și ambii umeri. Acest lucru înseamnă că un utilizator trebuie să flexeze spatele sau umerii pentru a realiza acțiunea de deschidere a cârligului terminal.

Figurile 4 și 5 prezintă modalitatea de prindere a acestora.

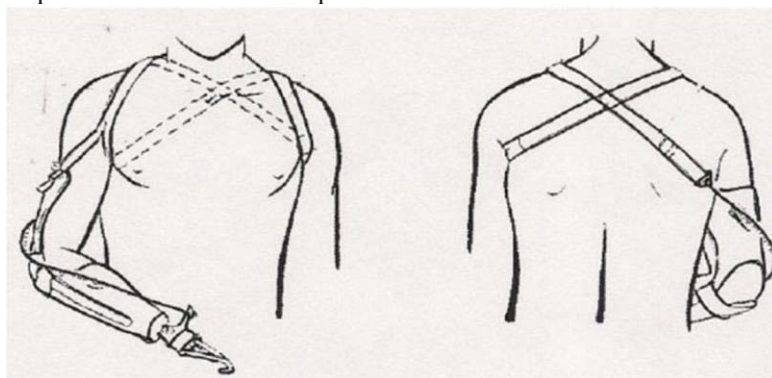


Fig. 4. Proteză tip cârlig și modalitatea de prindere

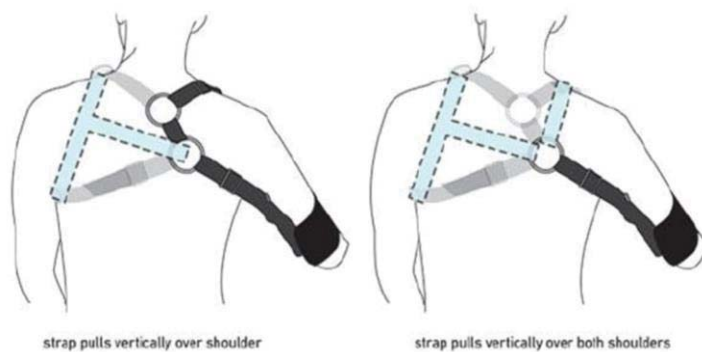


Fig. 5. Modalitate de adăugare a benzii de tensiune

Avantaje:

- Incredibil de fiabile;
- Există una sau două părți în mișcare în întregul sistem;
- Nu există baterii care se pot descărca sau alte componente electrice ce pot eșua;
- În cazul unei ajustări este suficient doar câteva chei de uz casnic;
- Sunt foarte utile în cazul în care este necesară ridicarea unei sarcini mari;
- O durată ridicată de viață.

Dezavantaje:

- Cost ridicat al mufei turnate personalizate (este făcută de obicei din fibra de carbon);
- Forța de prindere depinde de ajustarea manuală a benzii de tensionare;
- Oboseala și durerea musculară aparută din cauza utilizării îndelungate a prinderii;
- Necesitatea de a schimba tensiunea manual, pentru a regla forța de prindere.

2.2. Proteze comune ale mâinii

Există mâini mecanice comune care sunt disponibile pe piață dar sunt destul de limitate în funcționare. Toate aceste mâini oferă o acțiune: deschidere sau închidere. În general, ele au un blocaj foarte mare la aspect, de multe ori au 3 degete în loc de 5. Mâinile simple au fost mai ușor de proiectat și construit, dar nu pot executa multe sarcini necesare utilizatorului.



Fig. 6. Mâini protetice comune

2.3. Proteze electrice ale mâinii

Protezele electrice folosesc motoare electrice în terminalul dispozitivului, încheietura mâinii sau cotului, cât și o baterie reîncărcabilă. Sunt controlate fie prin servo-control, fie prin control gen comutator-buton. Dezavantajul este că sunt mai scumpe și, dacă sunt expuse la un mediu umed se vor strica, cât și că au o greutate destul de mare.



Fig. 7. Mână protetică electrică

3. Soluție proprie

După efectuarea cercetării pieței mâinilor protetice s-a ajuns la concluzia că este necesară construirea unei întregi mâini protetice. O mână protetică ar trebui să fie mult mai realistă pentru a fi proiectată într-un interval de timp limitat.

Pentru a realiza această idee, s-au luat în calcul varii domenii de inovare potențială. Din punct de vedere mecanic s-au inclus metode noi de acționare, cum ar fi sistemele hidraulice și pneumatice sau motoarele liniare, centrale, transmisii cu cuplaje variabile, apoi tehnici de stocare pe bază de elastice. Conceptele mecanice de legare variind de la cabluri și scripeți până la angrenaje și mecanisme tip patruleter.

În cele din urmă, sa decis că principala noutate a acestui design să fie mișcarea rotativă a degetului mare, articulație activă. Niciuna dintre mâinile protetice curente de pe piață nu au incluse o rotire a degetului mare. În plus, pentru comenzi, a fost determinată includerea unei reacții vizuale a forței către utilizator prin luminozitatea variabilă LED.

În cele din urmă, o temă generală de reducere a costurilor ar pune această mână protetică într-o piață mult mai largă.

S-a formulat o serie de cerințe de proiectare de respectat, și mai apoi s-au pus în aplicare printr-o proiectare asistată de softul CAD Solidworks.

Câteva cerințe de proiectat:

Interfața cu utilizatorul:

- Mâinile vor fi în siguranță și vor fi utilizate în timpul funcționării;
- Vor exista capace sau o carcasă peste toate componentele pentru protecție împotriva impactului;
- Bateriile vor fi ușor de schimbat sau reîncărcabile cu o mână și fără unelte suplimentare.

Forma umană:

- Se va asemăna formei generale a mâinii umane adulte;
- Mâna va cântări 450g incluzând componentele pentru alimentare și control autonom;
- Mâna va consta în 5 degete acționate individual, plus rola degetului mare.

Puterea mecanică / Viteza:

- Mânerul va avea o forță de prindere "cilindrică" de 6,8 kg;
- Buricele degetului vor avea o forță de 0,68 kg în timp ce sunt extinse;
- Degetele se vor deplasa de la poziția complet deschis până la închis complet în 1 secundă sau mai puțin;
- Durata de funcționare a sistemului să fie de cel puțin 2 ore în condiții de utilizare continuă și de 12 ore în stare inactivă.

Controlul și integrarea senzorilor:

- Degetele vor conține cel puțin un senzor analogic de forță pe deget;
- Fiecare cuplă va avea feedback-ul poziției analogice pe întreaga gamă de mișcare (potențiomtru rotativ sau encoder);
- Va fi un microprocesor standard, disponibil în mod obișnuit, care să poată manipula intrările senzorilor, de exemplu un Arduino Mega sau un echivalent.

Producție:

- Costul de finalizare pentru fabricarea și asamblarea unei mâini complete va fi mai mic de 3.000 \$ la cantitate (1x) și mai puțin de 2.000 \$ la cantitate (100x).

Condiții de siguranță:

- În cazul pierderii semnalului de comandă, toate servomotoarele și mișcarea se vor opri;
- Dacă bateria este descărcată, LED-urile vor semnaliza utilizatorul pentru reîncărcare;
- Mâna nu va fi capabilă să se distrugă singură, toate servomotoarele vor avea software și limite mecanice pentru a împiedica mișcarea nedorită până la limitele fizice.

Transmisia melc - roată melcată combinată este inima acestui design protetic. Aceasta este aspectul unic cel mai nou, și ceea ce stabilește designul în afară de alte produse curente de pe piață. Figurile 8 și 9 arată aspectul foarte timpuriu al designului mâinii cu degetul mare adăugat.



Fig.8. Desen preliminar cu prinderea cu ajutorul degetului mare și arătătorului

Procesul de proiectare CAD a articulației degetului mare a constat în plasarea unei transmisii duplicat în ansamblul de mână și înlocuirea a două cuple cu un singur tip de articulație. Plasarea inițială a subliniat dificultatea asamblării mai multor motoare și piese în mișcare într-o zonă atât de limitată, fiind necesară o examinare a mai multor poziții ale degetului mare: o poziție de strângere aliniată cu degetul arătător, un pumn cu degetele suprapuse și degetul mare rotit în sus într-o poziție de prindere.

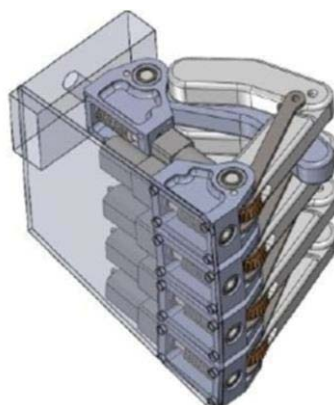


Fig.9. Desen preliminar cu închiderea mâinii

Din poziționarea CAD preliminară prezentată în figurile 8 și 9, a fost clar că axa de rotire a degetului mare ar trebui să fie înclinată de la placa-suport principală aproape de 15 grade pentru a se obține locația potrivită a degetului mare în timpul unei deschideri. Un scop al degetului mare este de a se opune degetului arătător în timpul unei prinderi de precizie, în acest caz trebuind să rămână într-o locație cunoscută și nici măcar să nu fie acționat.

În timpul unei prinderi “cilindrice”, degetul mare ar trebui să se închidă între arătător și degetul mijlociu pentru a asigura o forță suplimentară de strângere și suport pe obiectul capturat. Acest lucru este diferit de mâinile protetice actuale, care nu permit ca degetul mare și alte degete să se suprapună reciproc.

Degetul mare ar trebui să fie de asemenea din policarbonat și să fie suficient de flexibil pentru a acționa ca un arc pentru a aplica o forță de menținere constantă față de puterea activă cerută.

Degetul ar fi foarte util pentru a ține o lingură sau o furculiță atunci când împinge în jos pe laterală un deget arătător parțial închis. Prin urmare, degetul mare trebuie să fie capabil să satisfacă cele trei condițiile principale.

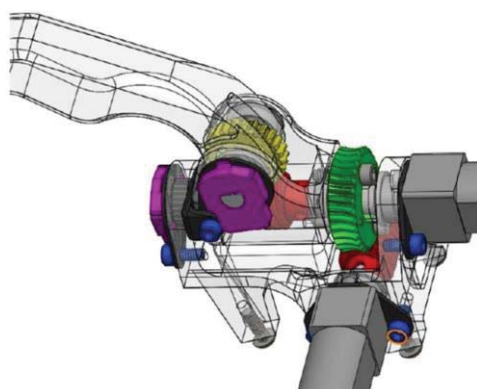


Fig.10. Soluția finală pentru articulația degetului mare

Roata melcată (verde) de 30 de dinți din alamă este utilizată pentru a asigura mișcarea de rotație a degetului mare. Echipamentul este fixat cu știfturi din oțel aliat pentru a transfera cuplul la carcasa transmisiei de tip reductor, și este atașat la acest corp cu două șuruburi. Roata dințată (galbenă) este atașată de arborele din aluminiu. Pentru a citi unghiul de rotație al roții degetului mare, a fost proiectat un adaptor care deservește atât ca lagăr simplu pentru capătul arborelui de aluminiu, cât și ca un arbore ce are o ureche cu orificiu pentru montarea pe partea laterală a transmisiei. Adaptorul pentru oală are profilul necesar al arborelui pentru proiectarea potențiometrului. Această piesă este separată de transmisia melc-roata melcată pentru a face posibilă asamblarea întregului sistem. Motoarele pentru degetul mare au fost poziționate astfel încât să nu interfereze cu nici o altă componentă din interiorul zonei de palmier a mâinii. Carcasa mai mare a transmisiei a necesitat o așezare în unghi pentru a atinge unghiul optim de poziționare a degetelor. Această carcasă se înșurubează la o placă-suport din fibră de carbon principală cu aceleași elemente de fixare ca celelalte carcase.

4. Concluzie

Am studiat mai multe variante de mâini mecanice, și astfel am ajuns la o variantă de sistem ce este foarte apropiat de sistemul mâinii reale. Realizarea acestuia nu este una costisitoare, și reprezintă cea mai ieftină alternativă prezentă pe piață ce deține aceste funcții.

Consider că această ramură a ingineriei se poate dezvolta și mai mult și se pot crea și alte alternative mai ieftine și mai aproape de mâna umană. Astfel, cei ce au nevoie de o astfel de proteză, să nu simtă lipsa mâinii foarte tare.

5. Bibliografie

- [1]. Adee,S.(2008,2), Dean Kamen's,'Luke Arm'Prosthesis Readies for Clinical Trials. Retrieved from IEEE Spectrum:
<http://spectrum.ieee.org/biomedical/bionics/dean-kamens-luke-arm-prosthesis-readies-for-clinical-trials>
- [2]. Advanced Arm Dynamics. (2012). BeBionic V2. Retrieved from Advanced Arm Dynamics:
<http://www.armdynamics.com/caffeine/uploads/files/BB2.jpg>
- [3]. Amputee Supplies, Inc. (2010). Hosmer Model 5X - Adult Size Prosthetic Hook. Retrieved from Amputee Supplies:
<http://amputeesupplies.com/images/5xa-prosthetic-hook.gif>
- [4]. Arthur Finnieston Prosthetics + Orthotics. (2012). Arms/Hands. Retrieved from Arthur Finnieston Prosthetics + Orthotics:
http://www.extremeprosthesis.com/images/comp_hand.png

- [5]. Bradford, G. M. (n.d.). Limb Prosthetics Services and Devices Critical Unmet Need: Market Analysis. Bioengineering Institute Center for Neuroprosthetics.
- [6]. Cowan, W. (2012). Cowan's Auctions. Retrieved from Cowan's Auctions:
<http://www.cowanauctions.com/itemImages/p4135.jpg>
- [7]. DEKA Research. (2009). The DEKA Arm. Retrieved from DEKA Research:
http://www.dekaresearch.com/deka_arm.shtml
- [8]. Dillow, C. (2011, 2 10). DARPA's Brain-Controlled Robotic Arm Fast-Tracked, Could Be Available in Just Four Years. Retrieved from PopSci:
<http://www.popsci.com/science/article/2011-02/darpar-brain-controlled-robotic-arm-could-be-available-just-four-years>
- [9]. Fingertech Robotics. (2012). Motor Controllers. Retrieved from Fingertech Robotics:
<http://www.fingertechrobotics.com/prodimages/electronics/tinyESCv2.jpg>
- [10]. Kulley, M. (2003). Retrieved from
http://biomed.brown.edu/Courses/BI108/BI108_2003_Groups/Hand_Prosthetics/stats.html
- [11]. Mchugh, S. (2012). Profile Pictures. Retrieved from Facebook.
- [12]. MIGUELEZ, J. (2009). Upper Extremity Prosthetics. In Care of the Combat Amputee (pp. 611-613).
- [13]. New Launches. (2010). Mind-controlled prosthetic arm all set to be tested. Retrieved from New Launches:
http://www.newlaunches.com/archives/mindcontrolled_prosthetic_arm_all_set_to_be_tested.php
- [14]. Phillipe, T. (2012). Advancing prosthetic limb technology with robotics. Retrieved from Electronic Products:58
http://www2.electronicproducts.com/Advancing_prosthetic_limb_technology_with_robotics-article-fabd_alion_aug2011-html.aspxAutor, A. și Autor, B. (anul), "Titlul articolului", în: A.

SISTEM MECANIC UTILIZAT PENTRU RECUPERAREA MOBILITĂȚII MEMBRELOR SUPERIOARE ȘI INFERIOARE

THE MECHANICAL SYSTEM USED TO RECOVER THE MOBILITY OF THE SUPERIOR AND INFERIOR LIMBS

DINU Aura, NEGESCU Ion Eusebiu, NEGULICI Eduard
Facultatea: IMST, Specializarea: Master CPSM, Anul de studii: II, e-mail:
auradinu20@yahoo.com

Conducător științific: Șl. dr. ing. **Ileana DUGĂEȘESCU**

ABSTRACT: For the mechanical system designed to recover the mobility of both the superior and inferior limbs it was performed a structural and kinematic analysis, on which the movements it can perform were simulated. The modelling of the kinematic elements was realised using a specialized software followed by the assembly and the simulation of the system's movements.

CUVINTE CHEIE: recuperare, membre, sistem mecanic, modelare, simulare

1. Introducere

Sistemul mecanic utilizat pentru recuperarea mobilității membrelor superioare și inferioare este gândit pentru a veni în întâmpinarea nevoilor persoanelor greu transportabile și a facilita accesul acestora la un echipament destinat recuperării mobilității membrelor superioare și inferioare afectate în urma unor traume sau boli de natură ortopedică și nu numai. Acest echipament poate fi utilizat și de către pacienții cărora le este indicat să practice exerciții fizice ușoare la membrele inferioare și superioare. El este construit pentru a fi utilizat la domiciliul persoanelor care au nevoie de un astfel de echipament.

2. Stadiul actual

Recuperarea funcțională a membrelor superioare și inferioare se aplică prin intermediul unor echipamente sau dispozitive specializate care pot fi grupate astfel:

- *echipamente clasice de mișcare continuă* pasivă capabile să permită realizarea unei game controlabile de mișcare unghiulară, în cursul căreia forțele aplicate sunt limitate;
- *echipamente dinamice* (ortoze dinamice), care permit aplicarea de forțe variabile asupra articulațiilor simulând prin aceasta terapia de întindere aplicată manual de către personalul specializat;
- *echipamente de terapie asistată*, cu control computerizat, care permit monitorizarea rezistenței de la nivelul țesuturilor asupra cărora se acționează realizând prin aceasta o adaptare continuă și o protecție permanentă a persoanelor supuse actului medical.

3. Analiza structurală

Analiza structurală a sistemului mecanic utilizat pentru recuperarea mobilității are ca scop elaborarea modelului structural. Se efectuează analiza structurală^[1] a sistemului din fig. 1.

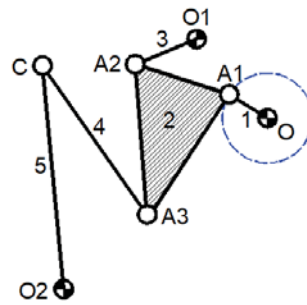


Fig. 1 Schema cinematică a sistemului mecanic utilizat la recuperarea mobilității

Sistemul mecanic este format din cinci elemente cinematice mobile: 1-manivelă, 2-bielă, 3-balansier, 4-bielă, 5-balansier ($m = 5$) și un element fix. Sistemul mecanic are în componența sa șapte cuple cinematice inferioare: O, O1, A1, A2, A3, C, O2 ($i=7$), cuple de rotație.

În cazul mecanismelor plane relația de calcul a gradului de mobilitate este:

$$M = 3 \cdot m - 2 \cdot i - s = 3 \cdot 5 - 2 \cdot 7 - 0 = 15 - 14 = 1 \quad (1)$$

Gradul de mobilitate al mecanismului este 1 și reprezintă numărul de elemente conducătoare. Rezultă că sistemul mecanic este desmodrom, adică, dacă se cunoaște poziția elementului motor, atunci se poate determina exact poziția celorlalte elemente din componența mecanismului.

Elementul 1 și cupla cinematică O formează grupa modulară activă inițială (GMAI).

Numărul de contururi independente (N) se calculează cu formula:

$$N = i + s - m \quad (2)$$

$N = 7 + 0 - 5 = 2$ (sunt puse în evidență în fig. 2: conturul I și conturul II)

Modelul structural este o reprezentare simbolică a sistemelor mecanice care ține seama de clasa elementelor cinematice și de modul de legătură al elementelor cinematice prin intermediul cuplelor cinematice.

Modelul structural asociat schemei cinematice din fig. 1 este prezentat în fig. 2.

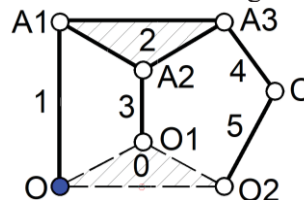


Fig. 2 Modelul structural asociat schemei cinematice din fig. 1

Pentru a se identifica grupele modulare din componența unei scheme structurale se pun în evidență cuplele cunoscute din punct de vedere cinematic. Dacă se cunosc pozițiile unor puncte aparținând unui sistem mecanic, prin derivare se pot obține vitezele, apoi accelerațiile punctelor respective. Astfel sunt cunoscute pozițiile următoarelor cuple:

- cupla O: în punctul O se consideră originea sistemului de axe ($XO=0, YO=0$);
- cupla A1: aparține elementului cinematic 1, respectiv grupei modulare active inițiale (GMAI);
- cupla O1: este considerată fixă (se cunosc coordonatele $XO1$ și $YO1$);
- cupla O2: este considerată fixă (se cunosc coordonatele $XO2$ și $YO2$).

Se obține astfel împărțirea în grupe structurale (fig. 3) a modelului structural din fig. 2.

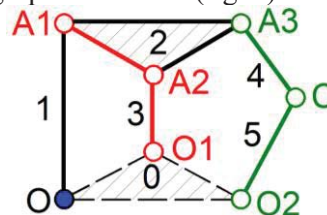


Fig. 3 - Împărțirea în grupe structurale a modelului structural

Pe baza modelului structural se elaborează schema de conexiuni (fig. 4).

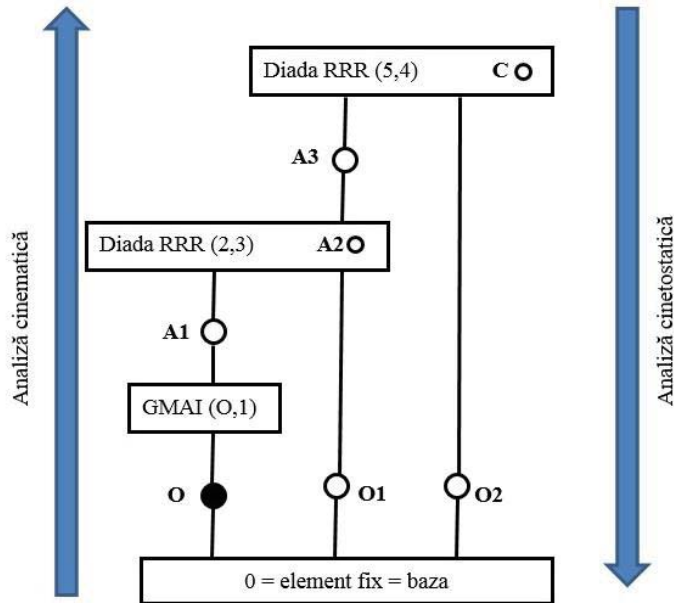


Fig. 4 Schema de conexiuni corespunzătoare modelului din fig. 2

4. Analiza cinematică

Analiza cinematică^[2] se efectuează parcurgând schema de conexiuni începând cu grupa modulară activă (GMAI) și terminând cu ultima grupă modulară pasivă.

În acest caz, pentru a efectua analiza cinematică a sistemului mecanic, se parcurge schema de conexiuni din fig. 4 astfel:

- | | |
|---------------------|---------------------|
| 1. GMAI (O,1); | 5. BPT (A3); |
| 2. BPT (A1); | 6. Diada RRR (4,5); |
| 3. Diada RRR (2,3); | 7. BPT (C); |
| 4. BPT (A2); | |

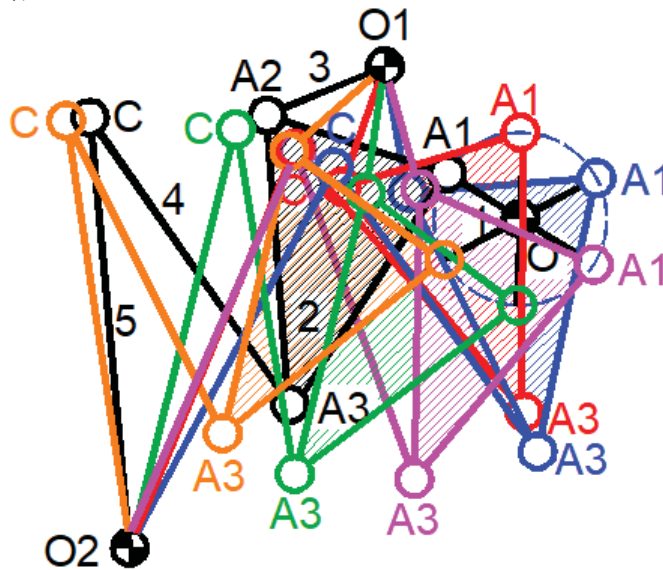


Fig. 5 Schema cinematică a sistemului mecanic în șase poziții echidistante

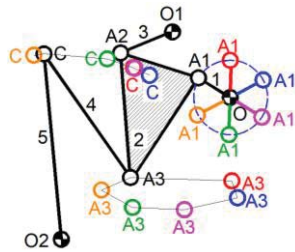


Fig. 6 Trajectoriile descrise de punctele A3 și C

În fig. 7 este prezentată schema cinematică a sistemului de recuperare a mobilității membrilor superioare și inferioare.

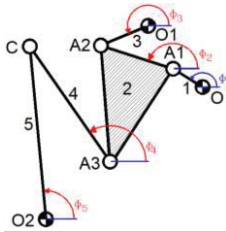


Fig. 7 Schema cinematică a sistemului mecanic

Analiza cinematica a mecanismului R-RRR-RRR presupune parcurgerea următoarelor etape^[3]:

Modelarea cinematică a grupei modulare active $GMAI(O,1)$

Grupa modulară din fig. 8 este alcătuită din elementul cinematic 1 și o cuplă activă de rotație notată cu litera O. Gradul de mobilitate al $GMAI$ este:

$$M_3 = 3 \cdot 1 - 2 = 1$$

astfel că numărul parametrilor independenți în raport cu un sistem de referință arbitrar este 1.



Fig. 8 Grupa modulară activă inițială $GMAI(O,1)$

Bipeta de translație $BPT(A1)$

În urma efectuării calculului se reprezintă grafic:

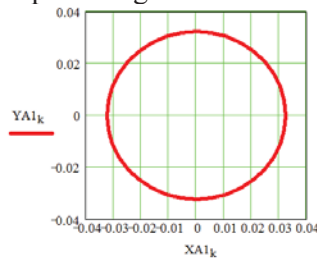


Fig. 9 Traectoria punctului A1

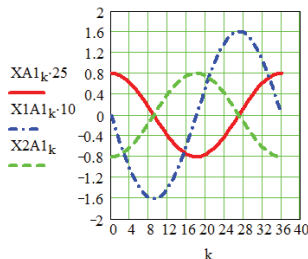


Fig. 10 Variația parametrilor dependenți de poziție, viteză și accelerație pentru punctul A1

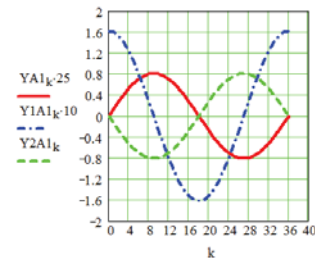


Fig. 11 Variația parametrilor dependenți de poziție, viteză și accelerație pentru punctul A1

Grupa modulară pasivă RRR(2,3)

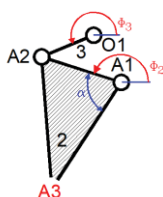


Fig. 12 Grupa modulară pasivă RRR(2,3)

Se face calculul parametrilor dependenți ai diadei RRR(2,3) cu ajutorul unui soft specializat. Pentru calculul parametrilor dependenți se utilizează noțiuni teoretice de la grupa modulară pasivă tip diadă RRR. În urma efectuării calculului se reprezintă grafic:

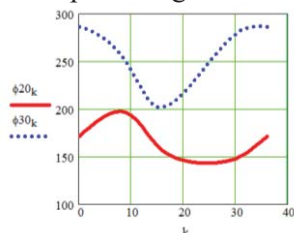


Fig. 13 Variația parametrilor dependenți de poziții ai diadei RRR(2,3)

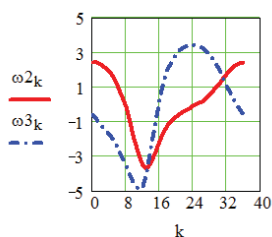


Fig. 14 Variația parametrilor dependenți de viteze ai diadei RRR(2,3)

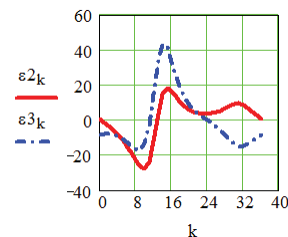


Fig. 15 Variația parametrilor dependenți de accelerații ai diadei RRR(2,3)

Bipeta de translație BPT(A2)

Pentru calculul parametrilor dependenți ai punctului A2 se vor utiliza noțiunile teoretice de la bipeta de translație. În urma efectuării calculului se va reprezenta traiectoria descrisă de punctul A2 și hodografele de viteze și accelerații. Hodografele obținute sunt curbe închise.

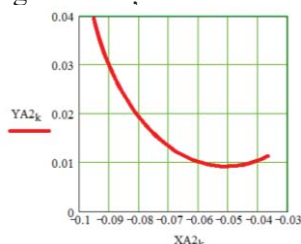


Fig. 16 Traiectoria punctului A2

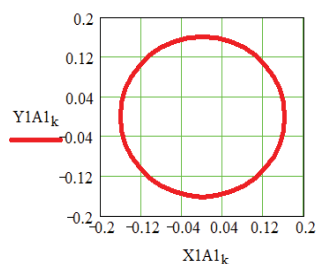


Fig. 17 Hodograful de viteze al punctului A2

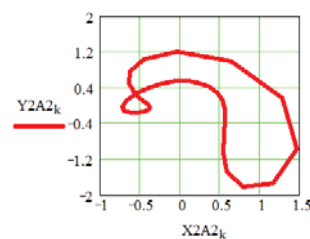


Fig. 18 Hodograful de accelerații al punctului A2

Bipeta de translație BPT(A3)

Pentru calculul parametrilor dependenți ai punctului A3 se vor utiliza noțiunile teoretice de la bipeta de translație. În urma efectuării calculului se reprezintă grafic traiectoria descrisă de punctul A3.

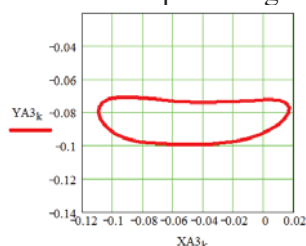


Fig. 19 Traiectoria punctului A3

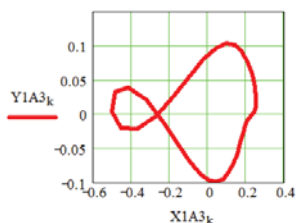


Fig. 20 Hodograful de viteze al punctului A3

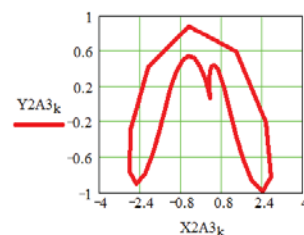


Fig. 21 Hodograful de accelerații al punctului A3

Grupa modulară pasivă RRR(4,5)

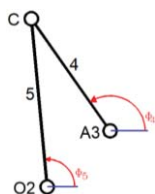


Fig. 22 Grupa modulară pasivă RRR(4,5)

Se face calculul parametrilor dependenți ai diadei RRR(4,5) cu ajutorul unui soft specializat. Pentru calculul parametrilor dependenți se utilizează noțiuni teoretice de la grupa modulară pasivă tip diadă RRR.

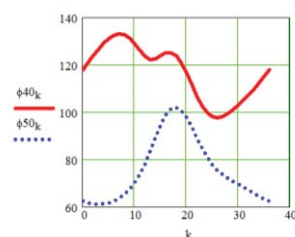


Fig. 23 Variația parametrilor dependenți de poziții ai diadei RRR(4,5)

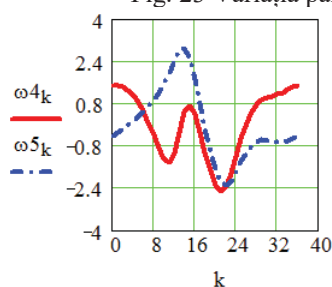


Fig. 24 Variația parametrilor dependenți de viteze ai diadei RRR(4,5)

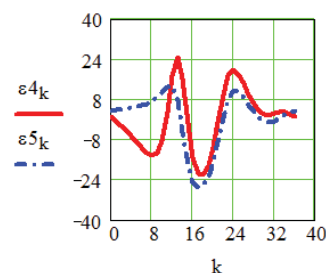


Fig. 25 Variația parametrilor dependenți de accelerații ai diadei RRR(4,5)

Bipeta de translație BPT(C)

Pentru calculul parametrilor dependenți ai punctului C se vor utiliza noțiunile teoretice de la bipeta de translație.

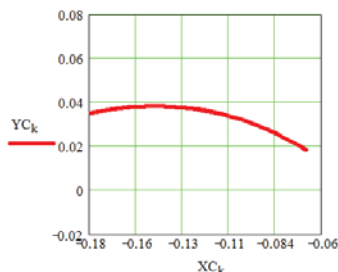


Fig. 26 Traiectoria punctului C

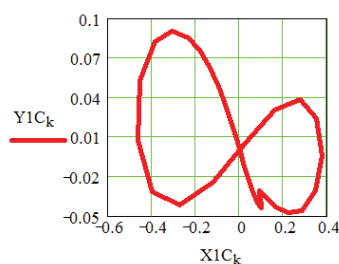


Fig. 27 Hodograful de viteze al punctului C

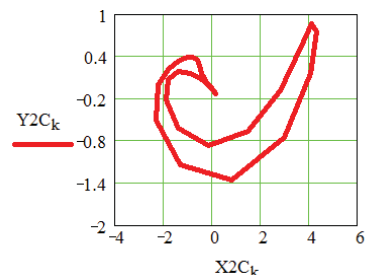


Fig. 28 Hodograful de accelerații al punctului C

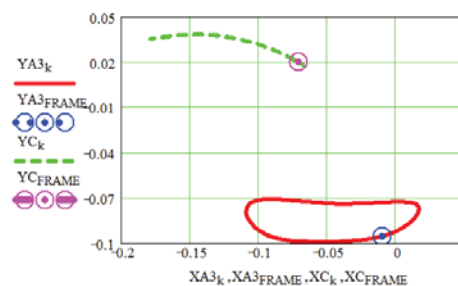


Fig. 29 Traiectoria punctelor A3 și C

5. Modelarea





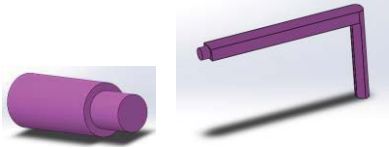

Modelarea elementelor cinematice se efectuează utilizând software specializat. Inițial se execută modelarea 2D a fiecărui element cinematic în parte. Aceasta se poate obține utilizând opțiunea *Part*. Pentru aceasta se alege planul de lucru (în acest caz s-a ales ca plan de referință planul frontal). Obținerea elementului cinematic 3D se face prin extrudare^[4].

Etapele realizării elementelor cinematice sunt:

- alegerea planului - *Front Plane*;
- alegerea formei predefinite necesare (*Line*, *StraightSlot*, *Circle* etc.) funcție de ceea ce avem de desenat;
- dimensionarea elementelor cinematice. Acest lucru este posibil utilizând opțiunea *Smart Dimension*;
- obținerea modelului 3D utilizând opțiunea *Extruded Boss/Base*.

În tabelul 1 sunt prezentate elementele cinematice conform tabelului cuplurilor realizat în cadrul analizei structurale.

Tabelul 1. Elemente cinematice modelate

Baza 0 Elementele 1, 2		Elementele 3, 4, 5	
Bucșele 5, 8		Boțurile 6, 11, 14	
Suportii mână faza 1, 2		Element de legătură Suport picior	

Pentru a realiza sistemul mecanic se alege din fereastra *New* opțiunea *Assembly*. Un ansamblu este format din mai multe piese (elemente cinematice). Fiecare piesă componentă proiectată individual este inserată în ansamblu (*Insert Components*), apoi se creează legăturile (restricțiile) pentru a le preciza exact poziția acestora. Constrângerile sunt de concentricitate pentru cercuri, coincidențe pentru suprafețe, distanțe etc. Restricțiile sau relațiile de legătură se introduc cu ajutorul opțiunii *Mate*.

Prima piesă inserată într-un ansamblu este fixă. În acest caz Baza 0 este elementul fix. Apoi *Insert Components*. Se vor insera pe rând toate elementele cinematice până se va obține sistemul mecanic.

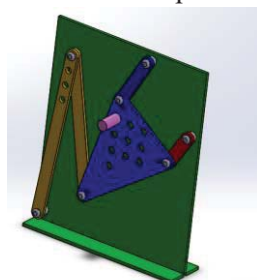


Fig. 30 Sistem recuperare mobilitate mână

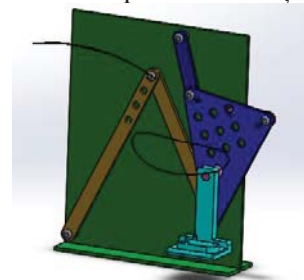


Fig. 31 Sistem recuperare mobilitate picior

6. Concluzii

Sistemul studiat a fost analizat din punct de vedere structural și cinematic, după care a fost modelat și s-au simulat mișcările pe care le poate efectua. Acesta se poate utiliza pentru recuperarea mobilității membrilor superioare și inferioare pentru mai multe categorii de pacienți (vârstă, înălțime etc.), deoarece are posibilitatea reglării pozițiilor elementelor effectoare.

Ca dezvoltare a acestei teme se poate supune studiului schimbarea/adaptarea fixării sistemului mecanic pentru a putea fi ușor de utilizat la domiciliul pacientului.

7. Bibliografie

- [1] Comănescu, A., Comănescu, D., Dugășescu I., Boureci, A. (2010), *Bazele modelării mecanismelor*, Editura Politehnica Press, București;
- [2] Pelecudi, C., Comănescu, A., s.a. (1985), *Analiza cinematica a mecanismelor - probleme*, UPB, București;
- [3] Tempea, I., Dugășescu, I., Neacșa, M. (2006), *Mecanisme*, Editura Printech, București;
- [4] Maican, E. (2006), *Solid Works modelare 3D pentru ingineri*, Editura Printech, București.

CONSIDERAȚII PRIVIND IMPLEMENTAREA INTERNET OF THINGS ȘI EXTINDEREA FOLOSIRII ROBOȚILOR

CONSIDERATIONS ON THE IMPLEMENTATION OF INTERNET OF THINGS AND THE EXTENSION OF ROBOTS USING

URSU Alexandru, RUGINĂ Denisa și OSTROVEANU Andrei

Facultatea: Transporturi, Specializarea: Ingineria Transporturilor și a Traficului, Anul de studii: II,
e-mail:denisa.rugina97@gmail.com

Conducători științifici: Conf. dr. ing. **Iulian Alexandru TABĂRĂ**, As. dr. ing. **Alexandra ROTARU**

ABSTRACT: Internet of Things is defined by the International Telecommunication Union as a global infrastructure for specialized companies. It allows the usage of advanced services through physical and virtual connections, based on new and up-to-date communication and informatics technologies. They also define the difference between what is a thing and a device. When speaking about a device it is said it should be capable to communicate with other devices and should ensure at least one of the following: detection, acquisition, control or data processing. On the other hand, the thing is an object, virtual or physical, which can be connected to the Internet and can communicate with another. The present paper presents some basic aspects related to Internet of Things, which will highlight its role in our day to day life, and also prove the importance of its applications in modern society.

CUVINTE CHEIE: Internet of Things, conexiune, dispozitiv, interoperabilitate.

1. Introducere

Internet of Things, sau IoT, se referă la miliardele de dispozitive fizice din întreaga lume, care sunt acum conectate la internet, care colectează și schimbă date. Datorită procesoarelor ieftine și rețelelor wireless este posibil de a transforma orice, de la o pastilă la un avion sau o mașină, într-o parte a IoT. Acesta adaugă astfel un nivel de inteligență digital dispozitivelor permițându-le să comunice date în timp real, fără ca un om să fie implicat [1].

Internet of Things nu se bazează numai pe calculatoare ca să existe. Fiecare obiect, chiar și corpul uman, poate deveni o parte din Internetul lucrurilor dacă este echipat cu anumite componente electronice. Aproape orice obiect fizic poate fi transformat într-un dispozitiv care să funcționeze pe baza IoT, în cazul în care acesta poate fi conectat la internet și controlat în acest fel. Un bec care poate fi activat folosind o aplicație smartphone este un dispozitiv reprezentativ pentru IoT, la fel cum este un senzor de mișcare sau un termostat inteligent în birou sau un felinar conectat. Prin urmare, orice obiect, indiferent de caracteristicile sale, funcționează pe baza IoT, dacă îndeplinește condițiile menționate anterior. Un dispozitiv IoT ar putea avea un aspect prietenos, ca jucăria unui copil, dar poate fi la fel de complicat ca un motor cu reacție care conține mii de senzori care colectează și transmit date. La o scară mai mare, proiectele pentru mediul includ introducerea de senzori în multe zone, pentru a facilita înțelegerea și controlul mediului înconjurător. Este un întreg sistem format atât din dispozitive simple cât și complicate ce comunică între ele. Internetul nu reprezintă fundația acestui tip de comunicare, Internetul este numai un mijloc. Pe baza Internet of Things pot fi construiți roboți care să comunice între ei, astfel că gama de domenii de utilizare a roboților este în continuă expansiune [2].

Interoperabilitatea este unul dintre aspectele cheie ale IoT, care contribuie la popularitatea sa în creștere. Dispozitivele inteligente au capacitatea de a aduna și partaja date din mediile lor cu alte dispozitive și rețele. Prin analiza și prelucrarea datelor dispozitivele pot îndeplini funcțiile lor, cu puțin sau deloc nevoie de interacțiune umană. Importanța deosebită a interoperabilității este evidențiată în tabelul 1, în care este prezentat un studiu realizat de McKinsey Global Institute.

IoT a devenit unul din cele mai provocatoare subiecte de cercetare în prezent și va avea implicații profunde asupra tuturor nivelurilor operațiunilor de afaceri, indiferent de tipul industriei. Problemele cu care întreprinderile se confruntă de zeci de ani se vor diminua în mod semnificativ și, în multe cazuri, vor dispărea.

Această lucrare urmărește prezentarea rolului important al Internet of Things în viața de zi cu zi prin enumerarea unor domenii în care se aplică. De asemenea, vor fi prezentate principalele idei referitoare la modul de funcționare al IoT și la componentele principale ale acestuia. Pentru a contura mai bine aceste idei vor fi introduse figuri și un tabel, care vor oferi informații suplimentare despre subiect.

2. Stadiul actual

Internet of Things este încă în primele stadii de dezvoltare. În fiecare zi, multe mașini, containere de transport maritim, elemente de infrastructură, vehicule și persoane sunt echipate cu senzori de rețea pentru a raporta starea lor, să primească instrucțiuni, și chiar să ia măsuri pe baza informațiilor pe care le primesc. Se estimează că există mai mult de nouă miliarde de dispozitive conectate în întreaga lume, inclusiv smartphone-uri și computere. În următorii zece ani acest număr este de așteptat să crească dramatic, estimările variind de la 25 miliarde la 50 de miliarde de dispozitive în 2025 [4].

Avantajele IoT sunt numeroase. Printre acestea se numără facilitarea operațiunilor, lucrărilor, prin folosirea de dispozitive interconectate, astfel că informația se transmite în timp util, iar rezultatul final este semnificativ îmbunătățit. Timpul de lucru este mai mic, în cazul folosirii IoT, eficiența crește iar costurile se reduc. De asemenea, mentenanța se poate realiza în timp util, prin folosirea de dispozitive care să comunice eventualele defecțiuni.

Un principal dezavantaj al Internet of Things, în ziua de astăzi, este existența problemelor legate de securitate și dificultatea rezolvării acestora. Tot ceea ce este conectat la internet poate fi țintă pentru hackeri, iar produsele IoT nu fac excepție de la această regulă nescrisă. Sistemele IoT nesecurizate au condus la pierderi de informații, clipuri video și fotografii pentru unele dispozitive. Există, de asemenea, problema monitorizării. În cazul în care fiecare produs devine conectat, atunci există potențialul de observare a comportamentului utilizatorilor. Dispozitivul poate obține astfel informații despre utilizator și le poate utiliza fără înștiințarea acestuia [5].

3. Aspecte de bază

Arhitectura IoT este relativ simplă, aceasta fiind constituită din trei componente principale, și anume dispozitivele, calea de comunicație și cloud. Dispozitivele (figura 1) includ obiectele conectate la internet, cum ar fi senzorii conectați la echipamente. Dispozitivele funcționează în cadrul IoT prin intermediul căilor de comunicație.



Fig. 1. Exemple de dispozitive folosite în cadrul IoT [8]

Calea de comunicație (figura 2) este un sistem de baze de date care oferă funcționalitate, cum ar fi pre-procesarea datelor sau securizarea informațiilor pentru a fi trimise către cloud.

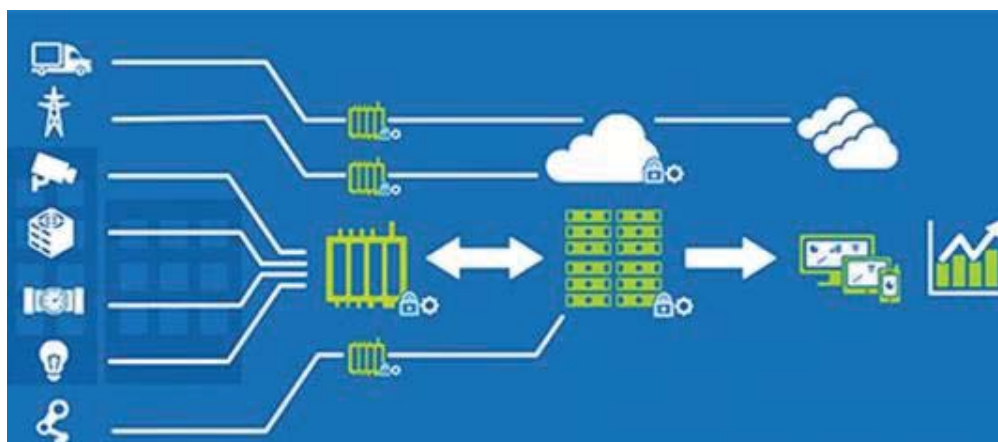


Fig. 2. Exemplu de cale de comunicație [9]

Calea de comunicație este practic intermediarul dintre dispozitive și cloud, deoarece prin intermediul acesteia se transmite informația. Ultimul nivel în cadrul arhitecturii IoT este constituit de cloud, care în traducere liberă înseamnă “nor”.

Cloud (figura 3) este elementul care stochează informațiile și le prelucrează, pentru a fi transmise ulterior dispozitivelor. Aceste informații pot fi transmise imediat, în cazul în care se dorește acest lucru, sau pot fi stocate pentru a fi folosite ulterior.

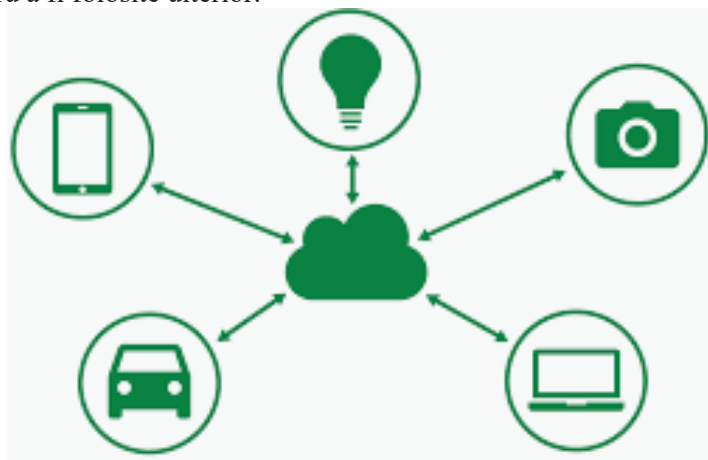


Fig. 3. Cloud [10]

Internet of Things necesită o memorie foarte mare în spațiul de rețea, pentru a putea să se ocupe de creșterea bruscă a dispozitivelor. Cu miliarde de dispozitive fiind adăugate în sfera internetului, va fi necesară utilizarea altor sisteme, capabile să poată manevra cantitatea uriașă de informație provenită de la dispozitivele, al căror număr crește foarte mult. Pentru a adresa aceste probleme, pe viitor se va folosi conceptul de fog computing, în cadrul Internet of Things [3].

Conceptul de fog computing poate fi perceput atât în sistemele cloud mari, cât și în structuri mari de date, făcând referire la dificultățile în creștere în accesarea informațiilor în mod obiectiv. Acest lucru are ca rezultat o lipsă de calitate a conținutului obținut. Efectele de fog computing pot varia. Cu toate acestea, un aspect comun, față de cloud computing, cel utilizat în prezent, este o limitare a distribuției corecte de conținut, o problemă care a fost abordată cu crearea de valori care încearcă să îmbunătățească precizia [7].

Pentru rețele există conceptul de *fog networking*. Acesta este compus dintr-un plan de control și un plan de date. De exemplu, pe planul de date, fog computing permite serviciilor de calcul de a se situa la marginea rețelei, spre deosebire de serverele într-un centru de date. Comparativ cu cloud computing, fog computing subliniază proximitatea utilizatorilor efectivi și obiectivele clientului, distribuția geografică densă și punerea în comun a resurselor locale, reducerea latenței și economisirea lățimii de bandă pentru a obține o mai bună calitate a serviciului.



Fig. 4. Principiul de funcționare al fog computing [12]

Fog computing este găzduit, în general, în servere locale, însă în viitor acesta ar putea fi găzduit chiar în calculatoarele utilizatorilor. Modul de funcționare al fog computing este ilustrat în figura 4, iar în figura 5 este prezentată integrarea fog computing în sistemul IoT, fapt care ar asigura prelucrarea datelor mai aproape de utilizatori, rezultatul fiind scurtarea timpului de procesare și posibilitatea de a oferi accesul mai multor dispozitive în rețea, fără a o suprasolicita [7].

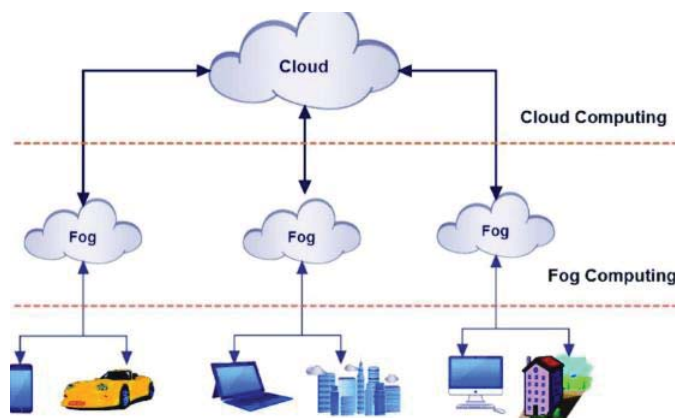


Fig. 5. Integrarea fog computing în cadrul IoT [11]

Internet of Things va fi întotdeauna considerat și analizat sub forma unui sistem complex datorită numărului ridicat de legături, interacțiuni între diferite obiecte, precum și a capacității de integrare de noi obiecte în sistem. Din acest motiv sistemul va fi considerat haotic, adică este imprevizibil și deci este imposibil să se prevadă modul de funcționare pe o perioadă lungă de timp.

Tabelul 1. Impactul economic al interoperabilității sistemelor din cadrul IoT

Sistem	Impact economic (trilioane \$)	Procent din valoarea totală (%)
Fabrici	1,3	36
Orașe	0,7	43

Tabelul 2. Impactul economic al interoperabilității sistemelor din cadrul IoT (continuare)

Sistem	Impact economic (trilioane \$)	Procent din valoarea totală (%)
Medii de vânzare	0,7	57
Șantiere	0,5	56
Vehicule	0,4	44
Agricultură	0,3	20
Afară	0,3	29
Acasă	0,1	17
Birouri	Mai puțin de 100 de miliarde	30

Tabelul de mai sus prezintă un studiu realizat de McKinsey Global Institute în anul 2015, care subliniază impactul economic semnificativ al sistemelor care se bazează pe Internet of Things și care au proprietatea de interoperabilitate. Studiul pune în evidență faptul că interoperabilitatea este necesară în cadrul IoT.

Fabricile ar putea să se folosească de interoperabilitate între echipamente pentru a transmite date de diferite tipuri între acestea și pentru a spori producția și eficiența. În cazul orașelor, interoperabilitatea se poate folosi pentru a fluidiza traficul și pentru a-l monitoriza, pe baza formatelor video, ale datelor de pe telefoanele mobile și ale datelor provenite de la senzorii vehiculelor. În mediile de vânzări interoperabilitatea ajută mai ales în cazul scanării obiectelor, pentru a fi detectate și pentru a putea fi plătite mult mai ușor. Pe șantiere este utilă la detectarea tuturor echipamentelor de pe terenul în lucru, astfel încât poziția lor este cunoscută, iar accidentele sau expunerile la chimicale vor fi evitate. În cazul vehiculelor se pot folosi informații legate de asigurare și mentenanță, pentru ca utilizatorul să beneficieze de acestea din timp. Un exemplu de utilizare al interoperabilității în agricultură este folosirea de senzori, care ar ajuta la îmbunătățirea funcționării echipamentelor unei ferme. Pentru birouri și pentru birouri și pentru locuințele utilizatorilor se pot folosi echipamente care să comunice între ele, pentru a îmbunătăți siguranța și confortul, prin înregistrarea de date referitoare la consumul de energie și prin limitarea funcționării acestora, în cazul în care este necesar. Se constată faptul că impactul economic în cazul birourilor este mare, dar mai mic în comparație cu celelalte sisteme. Acestea au fost doar câteva exemple ale utilității interoperabilității și al impactului economic pe care această proprietate îl are, însă concluzia este că indiferent de domeniu, această proprietate, caracteristică dispozitivelor din cadrul IoT, sporește valoarea totală a serviciilor prestate de sistemele care o folosesc. De asemenea, tot acest studiu denotă faptul că potențialul economic al interoperabilității sistemelor Internet of Thing este imens, acesta având un impact economic de 38%, adică aproximativ 40% [6].

4. Concluzii

Internet of Things are potențialul de a schimba fundamental modul în care interacționăm cu mediul nostru. Capacitatea de a monitoriza și de a gestiona obiecte din lumea fizică face electronic posibilă luarea deciziilor bazate pe date, economisind timp pentru oameni și întreprinderi, și îmbunătățind, per total, calitatea vieții. Cu dispozitive ușor de purtat și monitoare portabile, Internet of Things are potențialul de a îmbunătăți în mod dramatic rezultatele din multe domenii, de exemplu în domeniul sănătății, în special în tratamentul bolilor cronice.

În timp ce conceptul de a combina calculatoare, senzori, rețele de monitorizare și dispozitive de control există de mult timp, recenta evoluție a tehnologiilor-cheie și a tendințelor pieței scoate în evidență ideea de IoT. Acest sistem promite să formeze fundamentul noilor produse, procese și modele de afaceri, și poate afecta în mod fundamental atât piețele, precum și modul în care se produc bunuri. În timp ce domeniile de dezvoltare sunt foarte probabil semnificative, o serie de provocări potențiale pot împiedica această viziune, în special în zonele de securitate, confidențialitate, interoperabilitate, standarde, precum și aspecte juridice, de reglementare.

În scopul de a structura mai bine amploarea și domeniul de aplicare al IoT, această lucrare a oferit o imagine de ansamblu introductivă și pe scurt a ilustrat ideile de bază conceptuale ale Internet of

Things. În această lucrare, accentul a fost pus pe modul de funcționare, dar și pe aplicațiile numeroase ale IoT, care sunt în continuă creștere în prezent.

5. Bibliografie

- [1]. Hassan, qusay f. (2018). Internet of Things A to Z: Technologies and Applications;
- [2]. McKinsey Global Institute (2015). The Internet Of Things: Mapping The Value Beyond The Hype;
- [3]. https://en.wikipedia.org/wiki/Internet_of_things;
- [4]. <https://www.trendmicro.com/vinfo/us/security/definition/internet-of-things>;
- [5]. <https://www.wired.co.uk/article/internet-of-things-what-is-explained-iot>;
- [6]. <https://www.zdnet.com/article/what-is-the-internet-of-things-everything-you-need-to-know-about-the-iot-right-now/>;
- [7]. https://en.wikipedia.org/wiki/Fog_computing.
- [8]. https://images.techhive.com/images/article/2016/05/internet_of_things_graphic-100663213-primary.idge.jpg
- [9]. <https://technewsvalue.files.wordpress.com/2015/10/dell-edge-gateway-5000-series-disrupts-internet-of-things-marketplace.jpg>
- [10]. <https://www.ctl.io/assets/images/solutions/iot/iot-diagram.png>
- [11]. https://www.researchgate.net/profile/Hany_Atlam/publication/324280213/figure/fig1/AS:613074042097665@1523179650358/Fog-computing-is-an-extension-of-the-cloud-but-closer-to-end-devices.png
- [12]. https://miro.medium.com/max/1265/1*7690UoC6KXFD7JWaH3ZB2Q.png

6. Notății

Următoarele notații sunt utilizate în cadrul lucrării:
IoT = Internet of Things;

PROIECTAREA, MODELAREA ȘI COMANDA UNUI BRAȚ ROBOT

THE DESIGN, MODELLING AND COMMAND OF A ROBOTIC ARM

POPARAD Dragoș - Ioan, SANDU Gabriel, LUPAȘCU Liviu – Marian
și CATRINA Cosmin – Gabriel

Facultatea: Ingineria și Managementul Sistemelor Tehnologice, Specializarea: Inginerie Economică
Industrială, Anul de studii: IIAC, e-mail: dragos97ro@gmail.com

Conducători științifici: Șl.dr.ing. **Ileana DUGĂEȘESCU**, As.dr.ing. **Elisabeta NICULAE**

ABSTRACT: In this project it has been envisaged, during the first stage, the design and modelling of two robotic arms, the first one called master and the second one called slave. The second stage consists in the assembling of the two arms. Afterwards, the previously mentioned arms will be commanded in such a manner that, based on a learning algorithm, the slave arm will be able to perform the commands.

CUVINTE CHEIE: braț robot, învățare, modelare, comandă.

1. Introducere

Obiectivul acestei lucrări constă în proiectarea și modelarea a două brațe de robot, unul conducător (*master*) și unul condus (*slave*). Pentru realizarea primului obiectiv al lucrării s-au proiectat elementele cinematice și s-au modelat. După modelarea acestora s-au salvat cu extensia *.STL* și s-au imprimat cu ajutorul unei imprimante 3D. După realizarea practică a brațelor de robot s-a elaborat un algoritm care să permită o mișcare simultană a brațelor.

2. Stadiul actual

Acest fel de roboți se întâlnesc în domeniul industrial la producția în masă. Aceștia reduc munca monotonă și repetitivă a operatorului uman, simplificând și grăbind procesul de fabricație cu o eficiență sporită. Se pot utiliza roboți colaborativi pe liniile de asamblare de capace de sticle sau peturi, la sigilarea unor ambalaje, în vopsitorie, la decupare sau gravare, pot fi folosiți la teste de fiabilitate și durabilitate, pe liniile de asamblare în domeniul automobilelor. Aici se poate aduce în discuție testul de durabilitate al portierelor mașinilor, pentru a calcula la câte închideri poate rezista și cum evoluează parametrii de funcționare ai produsului.

3. Proiectarea și printarea 3D a unor elemente cinematice

Etaple de proiectare/modelare a elementului 1 sunt următoarele [3]:

- 1 S-a ales un plan de lucru;
- 2 S-a schitat elementul 1 - s-a desenat un cerc utilizând funcția *Circle* și s-a cotate;
- 3 S-a extrudat cercul;

4

S-a selectat o nouă suprafață de lucru și pe aceasta s-au desenat două dreptunghiuri utilizând funcția *Corner rectangle* și s-au cota;

5

S-au rotunjit colțurile dreptunghiului exterior cu ajutorul funcției *Fillet*;

6

S-a extrudat dreptunghiul. În final s-a obținut elementul cinematic dorit.

În figura de mai jos este prezentat primul element obținut.

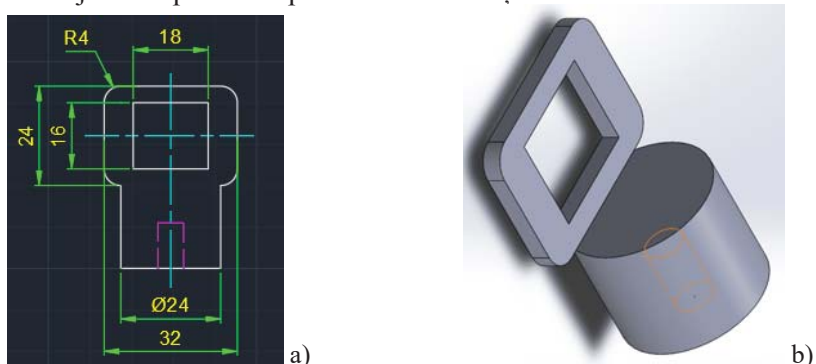


Fig 1. a) Proiectarea elementului 1 în format 2D, b) Elementul 1

Etapele de proiectare/modelare ale elementului 2 sunt următoarele [3]:

1

S-a ales un plan de lucru;

2

S-a schițat elementul 2 - s-a utilizat forma *Corner rectangle* și s-au desenat trei dreptunghiuri, apoi s-au cota;

3

S-au rotunjit colțurile dreptunghiului cu ajutorul funcției *Fillet*;

4

S-a extrudat elementul 2 și s-a obținut forma dorită.

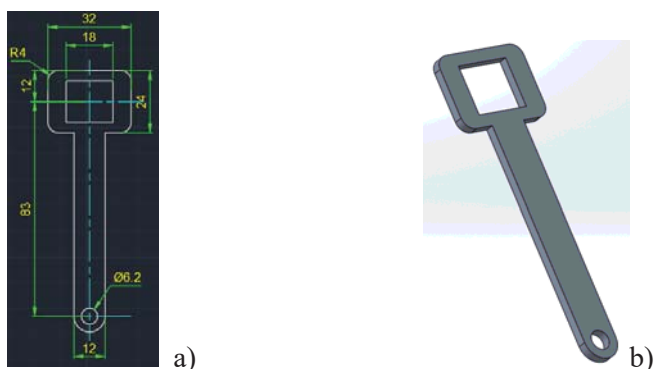


Fig 2. a) Proiectarea elementului 2 în format 2D, b) Elementul 2

Similar au fost proiectate și modelate elementele cinematice 3 și 4, prezentate în figura 3 a), b) c) și d).

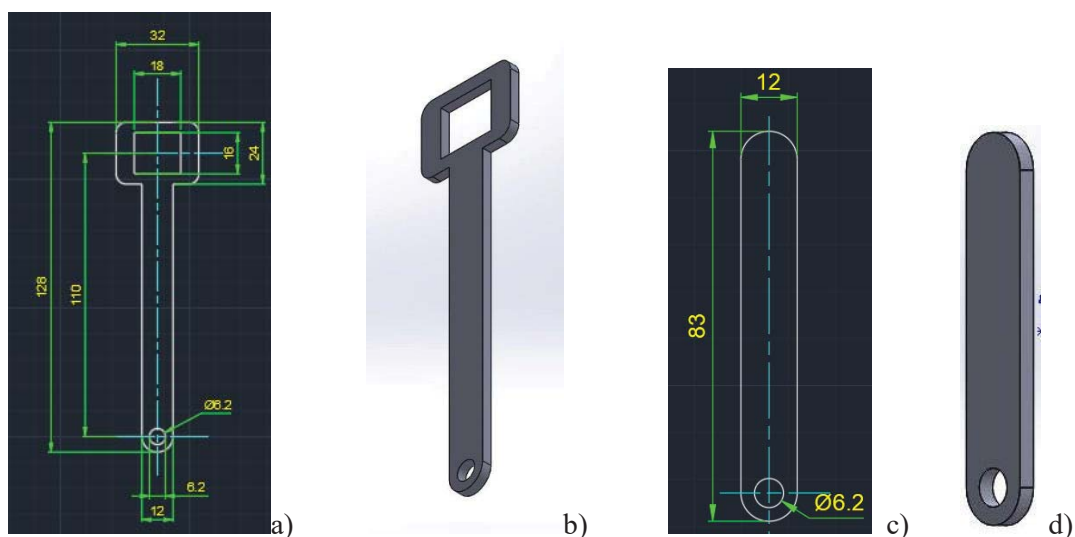


Fig. 3 a) Proiectarea elementului 3 în format 2D, b) Elementul 3, c) Proiectarea elementului 4 în format 2D, d) Elementul 4

Apoi aceste elemente modelate au fost salvate cu extensia *.STL* și au fost imprimate cu ajutorul unei imprimante 3D. Aceste elemente sunt reprezentate în figura 4.

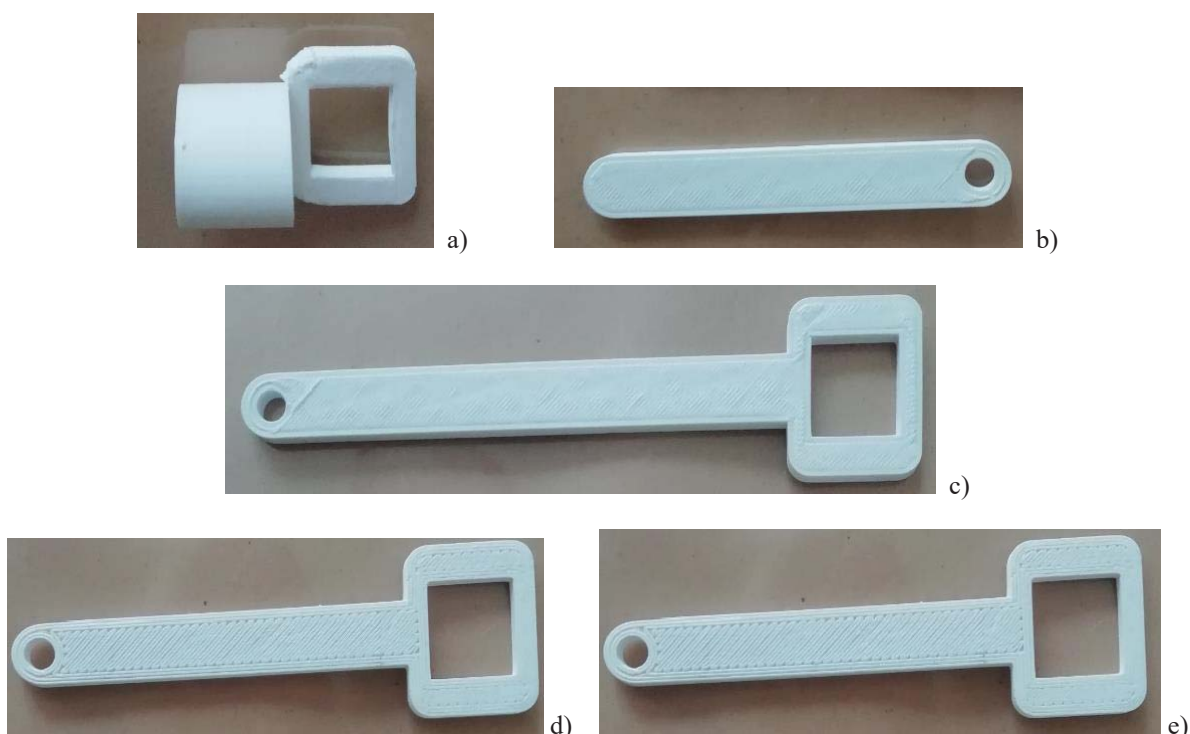


Fig. 4 Elemente cinematice printate 3D

4. Asamblarea elementelor componentelor ale brațelor de robot

Elementele utilizate în construcția brațelor de robot, pe lângă elementele cinematice prezentate în figura 4, sunt prezentate în tabelul 1.

Tabelul 1. Elemente componente ale brațelor de robot

Nr. crt.	Denumire	Număr bucăți	Reprezentare
1	placă Arduino Uno	1	
2	servo motoare SG90	4	
3	potențiometre 22k	4	
4	placa de test	1	
5	baterie 9V	1	
6	cabluri		
7	butoane	1	

Braț robot conducător (master): pentru a construi acest braț s-au utilizat patru potențiometre conectate la breadboard și la placa Arduino.

Braț robot condus (slave): pentru a construi acest braț de robot s-au utilizat următoarele componente: patru motoare servo SG90, elementele printate 3D (figura 4) și bandă dublu adezivă. S-au efectuat conectările la placa de test și la placa Arduino cu ajutorul cablurilor.

În figura 5 sunt prezentate cele două brațe de robot.

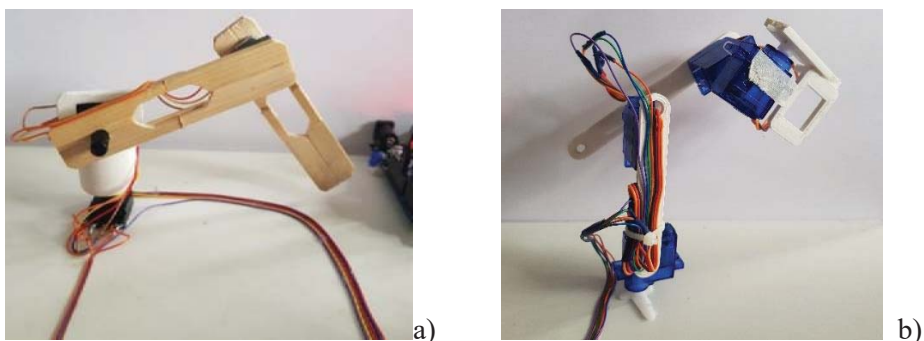


Fig. 5 a) Braț robot conducător (*master*), b) Braț robot condus (*slave*)

În figurile de mai jos sunt prezentate unele dintre etapele asamblării elementelor în vederea obținerii brațelor de robot.

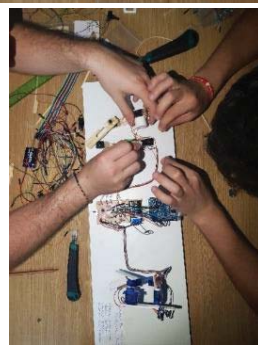
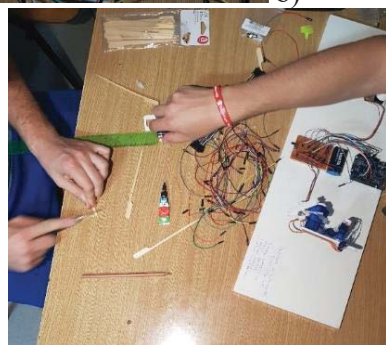
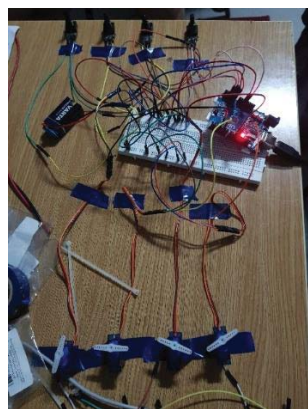
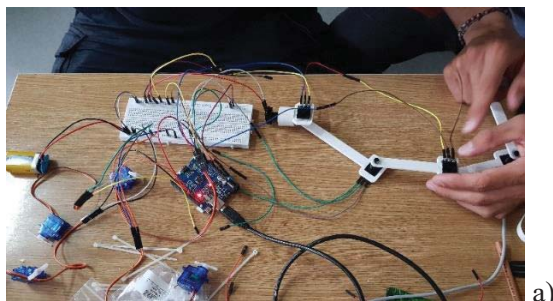


Fig. 6 a) Etapa I: Montarea potențimetrelor în cuple, b) Conectarea cablurilor la breadboard, c) Lipirea cablurilor în vederea conectării brațului conducător la placa de test, d) Debitarea elementelor din lemn în vederea construirii elementelor brațului conducător, e) Finalizarea asamblării și testarea circuitului

În final s-a obținut următorul ansamblu final:

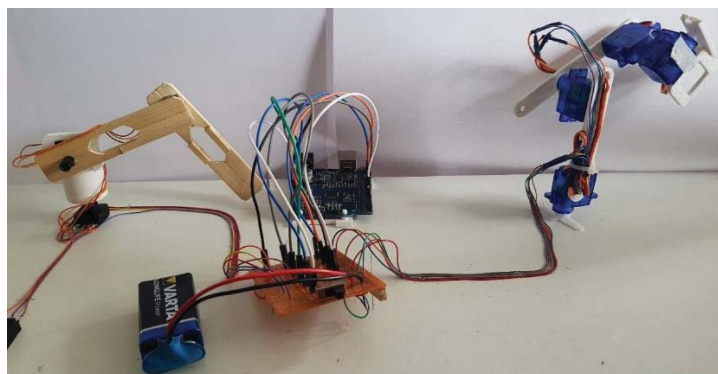


Fig. 7 Ansamblul final

5. Comanda brațului condus

Limbajul de programare utilizat pentru comandarea brațelor a fost Java [4]. Acesta a fost ales datorită simplității și fiabilității sale. În algoritm a fost introdusă o funcție principală, o funcție de imitare care permite mișcarea motoarelor odată cu mișcarea potențioanelor [1, 2].

Pentru a încărca algoritmul creat în placa Arduino Uno s-a utilizat aplicația Arduino IDE [1, 2]. Programul [1, 2] transmite semnalul de la fiecare potențiomtru în parte către motorul corespunzător permițând astfel mișcarea acestora simultan. În algoritm este o funcție secundară care conferă brațului robot condus (*slave*) posibilitatea de a repeta ultima mișcare efectuată prin simpla apăsare a unui buton.

6. Concluzii

În această lucrare s-au realizat practic două brațe robotice, unul conducător și altul condus, în vederea executării unui algoritm de învățare. Brațele robotice au fost acționate cu ajutorul a patru servo motoare SG90, care cu ajutorul unui algoritm permit mișcarea acestuia în patru axe în corespondență cu brațul conducător compus din patru potențioanete.

7. Bibliografie

- [1]. Maik Schmidt (2007), “Il manuale di Arduino“, © Apogeo s.r.l. - socio unico Giangiacomo Feltrinelli Editore s.r.l
- [2]. Mirco Segatello (2010), “Conoscere ar usare Arduino”, Elettronica IN
- [3]. Maican, Edmond (2006), “SolidWorks – modelare 3D pentru ingineri”, PRINTECH Publishing House, Bucharest
- [4]. Henry Poon (2011), “Serial Communication in Java with Example Program”, http://www.idc-online.com/technical_references/pdfs/information_technology/Serial_Communication_in_Java_with_Example_Program.pdf
- [5]. Dragos Ionel Cosma (2009), “Circuite Electrice”, Editura CD PRESS

MODELAREA UNUI MECANISM PLANETAR CU SOFTWARE SPECIALIZAT

THE MODELLING OF A PLANETARY MECHANISM WITH SPECIALIZED SOFTWARE

PARASCHIV Gabriel, VLAD George-Cosmin și BUCURA Adriana-Laura
Facultatea: Ingineria și Managementul Sistemelor Tehnologice, Specializarea: TCM,
Anul de studii: IIA, e-mail: gabi.paraschiv15@gmail.com

Conducători științifici: Prof.dr.ing. **Constantin OCNĂRESCU**,
Șl.dr.ing **Ileana DUGĂEȘESCU**, Șl.dr.ing **Liviu UNGUREANU**

ABSTRACT: In this paper we plan to create a program capable of calculating some parameters of gears, to model a planetary mechanism consisting of four gears (two sun gears and one double planetary gear) and a planetary carrier.

CUVINTE CHEIE: program de calcul, roți dințate, modelare, mecanism.

1. Introducere

Un prim scop al acestei lucrări este acela de a elabora un program utilizând un software specializat pentru a calcula anumiți parametrii geometrici ai roților dințate, valori ce vor fi centralizate într-un tabel. Pe baza rezultatelor obținute elementele componente ale mecanismului planetar se vor modela și se vor asambla. Toate acestea vor fi realizate prin folosirea programului de modelare Inventor, aplicând funcțiile și constrângerile necesare. Pentru calculul parametrilor roților dințate cu axe mobile se va utiliza metoda lui Willis.

2. Stadiul actual

Mecanismul planetar se caracterizează prin prezența unei roți centrale fixe, gradul de mobilitate al acestuia fiind 1. Axele roților sunt mobile și poartă denumirea de sateliți, acestea prezentând o mișcare de rotație în jurul propriei axe și o mișcare de rotație în jurul axei centrale. Pot exista mai mulți sateliți, dar din punct de vedere structural numai unul este activ, restul fiind pasivi. Pentru calculul raportului de transmitere se aplică principiul lui Willis.

3. Calculul unor parametri geometrici ai roților dințate ale mecanismului planetar

În figura 1 este prezentat un mecanism planetar.



Fig. 1. Mecanism planetar

Pentru calculul parametrilor geometrici a mecanismului din figura 1 s-a elaborat un program de calcul. Datele de intrare sunt raportul de transmitere (iR), modulul (m) și unghiul de angrenare (α). Se va defini condiția ca numărul de dinți ai roților dințate să fie cuprins în intervalul [17, 100]. Cu ajutorul structurilor *WHILE* și *FOR* se vor stabili aleator valori ale numerelor de dinți ai roților 1 și 2, celorlalte două roți revenindu-le valori din condiția de montaj [5].

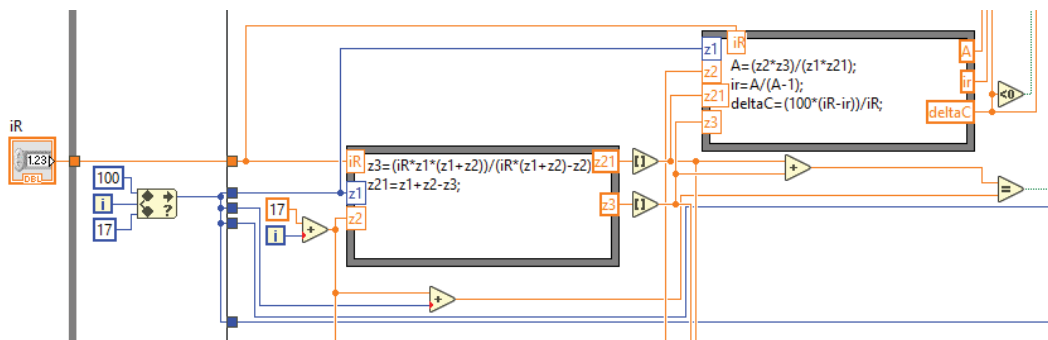


Fig. 2. Secvență din programul de calcul

Pentru calcul parametrilor geometrici ai roților dințate s-a utilizat o fereastră *FORMULA NODE* în care s-au definit formulele de calcul specifice mecanismului studiat (figura 3).

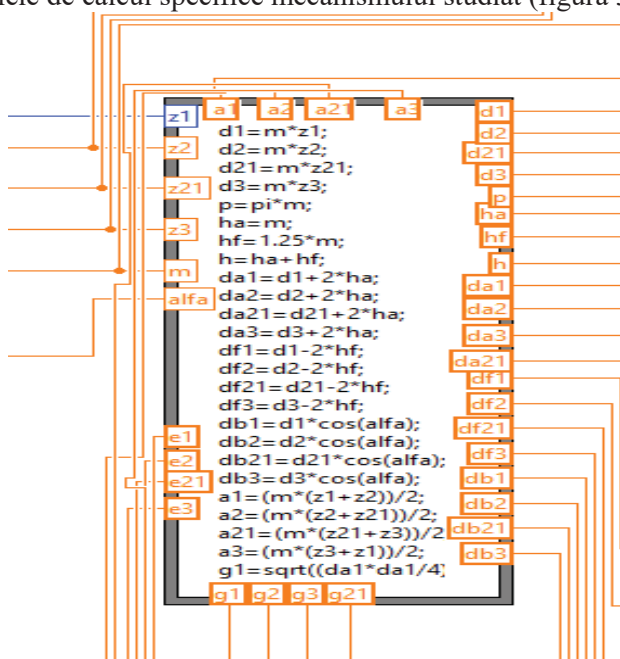


Fig. 3. Fereastra *NODE* și relațiile de calcul

Ultimul pas a fost afișarea rezultatelor într-un tabel, acesta fiind introdus într-o structură *CASE* pentru afișarea valorilor doar atunci când condiția de montaj a fost îndeplinită (figura 4). S-au utilizat o funcție de timp pentru încetinirea programului și un buton de stop pentru a opri programul la valoarea ce pare potrivită pentru mecanismul dorit.

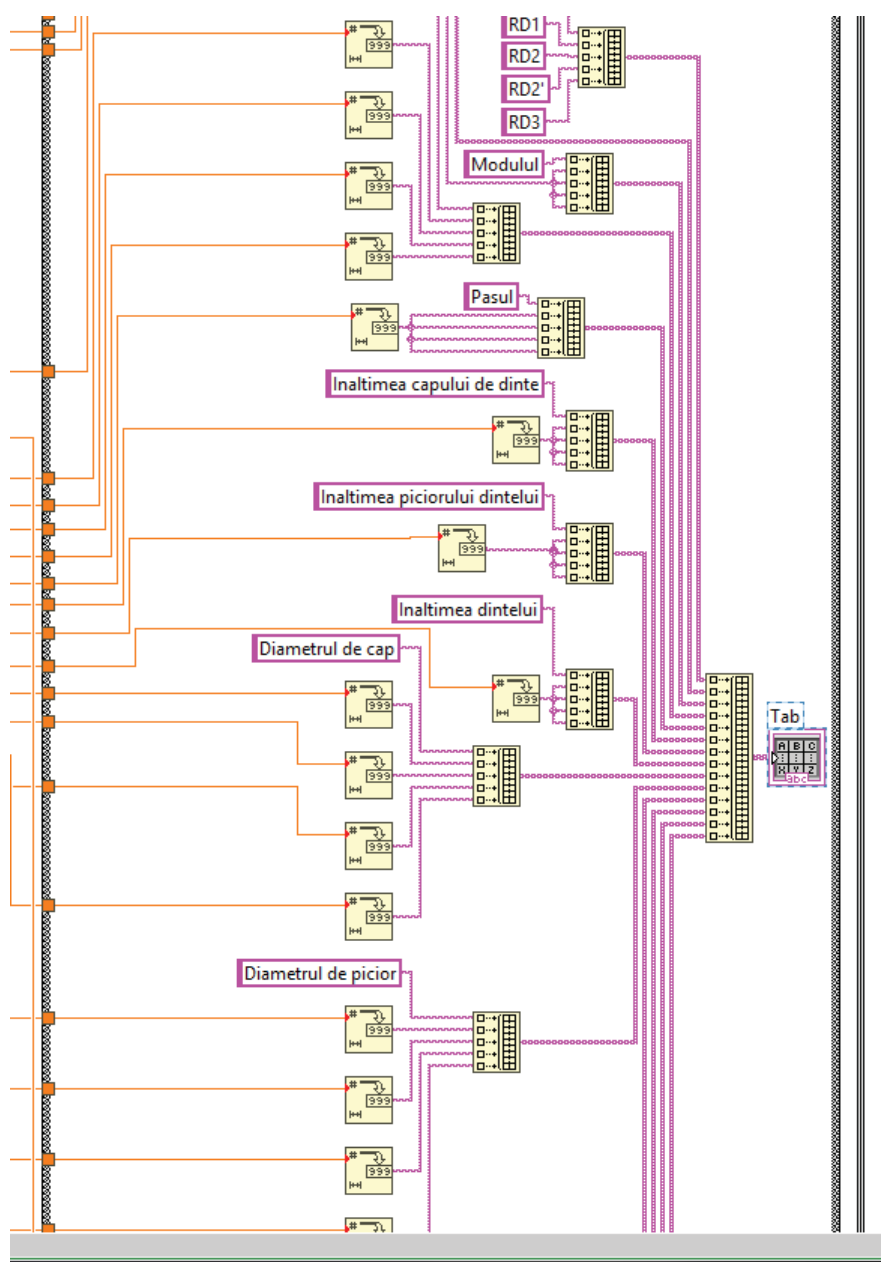


Fig. 4. Secvență din programul de calcul (structura CASE)

Relațiile de calcul ale parametrilor geometrici sunt prezentați în tabelul 1 [2, 3].

Tabel 1. Relații de calcul ale parametrilor geometrici

Nr.crt.	Denumire	Unitate de măsură	Relații de calcul
1	Diametru divizare	[mm]	$d = m * z$
2	Pasul	[mm]	$p = \pi * m$
3	Înălțimea capului dintelui	[mm]	$h_a = m$

4	Înălțimea piciorului dintelui	[mm]	$h_f = 1.25 * m$
5	Înălțimea dintelui	[mm]	$h = h_a + h_f$
6	Diametrul de picior	[mm]	$d_f = d - 2 * h_f$

Tabel 1. Relații de calcul ale parametrilor geometrici (continuare)

7	Diametrul de bază	[mm]	$d_b = d * \cos \alpha_0$
8	Distanța dintre axe	[mm]	$a_{12} = \frac{m}{2}(z_1 + z_2)$
9	Segmentul de angrenare	[mm]	$g = \sqrt{Ra_1^2 - Rb_1^2} + \sqrt{Ra_2^2 - Rb_2^2} - a * \sin \alpha_0$
10	Gradul de acoperire		$\varepsilon = \frac{g}{p * \cos \alpha_0}$

Interfața pe care utilizatorul o folosește atât pentru a defini parametrii de intrare cât și pentru a se afișa rezultatele obținute este prezentată în figura 5.

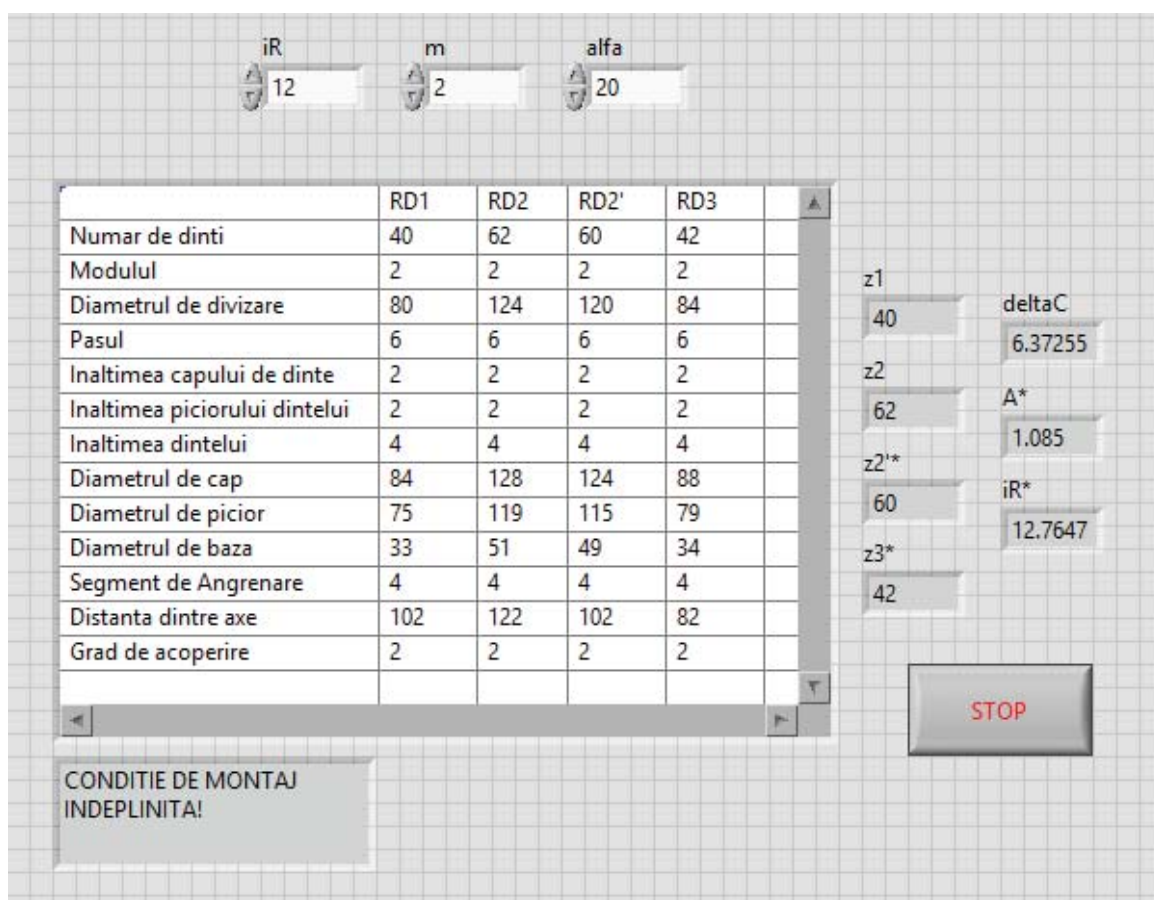


Fig. 5. Interfața programului de calcul

4. Modelarea și asamblarea mecanismului

Această etapă a lucrării s-a realizat cu ajutorul unui software specializat. Pentru început au fost proiectate roțile dințate, apoi brațul port - satelit și mânerul de acționare. Următoarea etapă a constat din modelarea elementului fix.

După ce se deschide fereastra de lucru se alege un plan de lucru pentru a efectua schița 2D a cercuri concentrice cu centrul în originea sistemului de axe, cercuri ce corespund cercurilor de cap, de bază și de divizare. Următorul pas a constat din proiectarea unui dinte. Pentru aceasta se trasează cinci linii verticale paralele și echidistante. Cu ajutorul comenzii *ARC* se trasează două arce de cerc pentru crearea profilului dintelui. Trebuie avut în vedere ca schița să aibă toate cotele necesare, să se păstreze doar profilul roții, celelalte linii fiind linii de construcție.

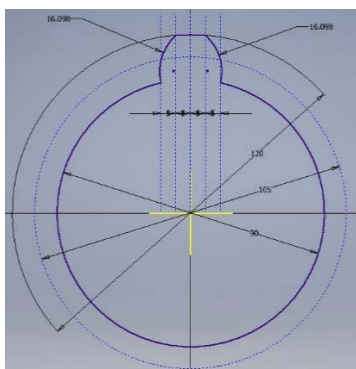


Fig. 6. Trasarea profilului dintelui

După terminarea schiței se va utiliza comanda *EXTRUDE* din meniul programului, se va selecta schița 2D și se va specifica grosimea roții [4].

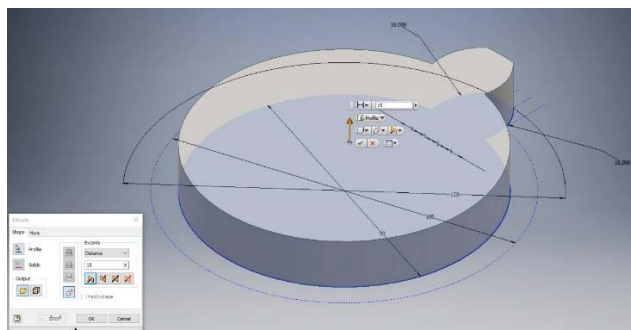


Fig. 7. Extrudarea roții

Pentru a obține roata dințată se utilizează comanda *CIRCULAR*, se selectează profilul acesteia și se specifică numărul dorit de dinți (figura 8) [4].

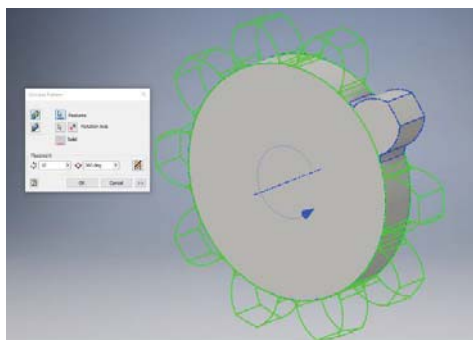


Fig. 8. Obținerea roții dințate



Fig. 9. Roata dințată

Apoi se selectează una din fețele roții pentru realizarea schiței 2D în vederea executării unei găuri. Acest pas se execută tot cu ajutorul comenzii *EXTRUDE*, doar că de această dată se va decupa din material. Această gaură are drept rol montarea roții pe ax, fiind prevăzută cu un canal de pană pentru fixare. Se vor urma pașii descriși anterior pentru realizarea celorlalte roți dințate.

În figura 10 sunt prezentate elemente cinematice modelate.

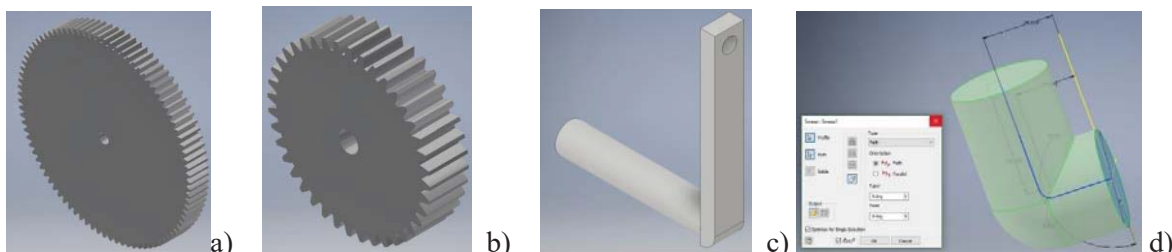


Fig. 10. a) Roată dințată, b) Roată dințată, c) manivelă, d) Utilizarea funcției *Sweep*

Alte părți componente ale mecanismului planetar au fost construite cu ajutorul unor cilindri direcționați pe un traseu stabilit cu ajutorul funcției *SWEEP* și stabilind dimensiunile necesare.

Asamblare a fost realizată după ce toate componentele au fost modelate la dimensiunile necesare. S-a deschis un fișier nou, s-au importat toate elementele modelate, după care s-au impus constrângerile necesare astfel încât toate elementele să aibă o mișcare desmodromă.

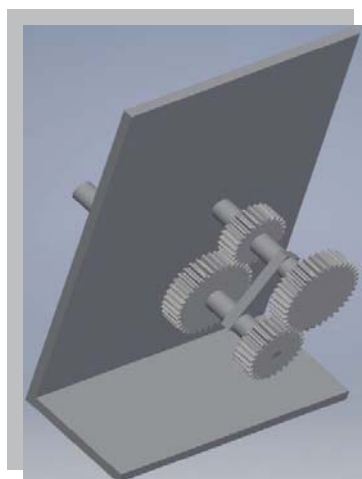


Fig. 11. Mecanismul planetar modelat

5. Concluzie

Într-o primă etapă, în această lucrare, s-a elaborat un program pentru calculul parametrilor geometrici ai roților dințate componente ale mecanismului planetar, program ce are o interfață foarte prietenoasă pentru utilizator. În cea de-a doua etapă s-au modelat toate elementele componente ale mecanismului, s-au asamblat și s-a obținut standul din figura 11.

6. Bibliografie

- [1] Ocnărescu, C. - Mecanisme și manipuloare. Partea I, Partea II Editura BREN, București, 2001, ISBN 973- 8141-09-8.
- [2] Ocnărescu, C. - Teoria mecanismelor. Editura BREN, București, 2002, ISBN 973-648-090-9.
- [3] Ocnărescu C., Ocnărescu M., Mecanisme, Editura BREN, 2006, ISBN 973-648-383-5;
- [4] Stăncescu, C., http://www.fastgrup.ro/ro/Curs_initiere_Inventor_Ed_03
- [5] Savu, T., <http://www.ctanm.pub.ro/academic/labview/L1/Index%20L1.htm>

CONSTRUCȚIA ȘI FUNCȚIONAREA ROBOȚILOR FOLOSIȚI PENTRU DEZAMORSAREA BOMBELOR

THE CONSTRUCTION AND OPERATION OF ROBOTS USED TO DEFUSE BOMBS

ILIE Elena Isabela, MEHEDINȚI Patricia Camelia, STAN Andreea Georgiana
Facultatea: TRANSPORTURI, Specializarea: TTL, Anul de studii: licență I, e-mail: isabela.ilie@yahoo.com

Conducător științific: Conf. dr. ing. **Iulian Alexandru TABĂRĂ**, As. dr. ing. **Alexandra Rotaru**

ABSTRACT: The robots used in military missions have a particularly important role in the matters of each country's security and the defence of military forces. It's not just the fact that creating these devices meant a lot to human mankind's development, but this branch of science, the development of new robots, is in full ascension. There is a multitude of mechanisms of this kind and people should acknowledge their potential and get to know their course of action through time.

CUVINTE CHEIE: robot, bombă, invenție, securitate, ascensiune

1. Introducere

Roboții au fost creați pentru a executa sarcini pe care oamenii fie nu vor, fie nu pot să le ducă la bun sfârșit. Dezamorsarea și îndepărtarea bombelor este una din cele mai periculoase activități profesionale existente și lucrurile devin mult mai complicate atunci când se lucrează sub presiune, pe câmpul de luptă. În anul 1970 s-a început proiectarea unor drone care să mute cât mai departe rămășițele posibil periculoase, ceea ce a însemnat un mare pas în evoluția apărării forțelor militare.



Fig. 1. Dispozitivul Wheelbarrow operat de la distanță de către o echipă de specialiști [10]

Roboții pentru dezamorsarea bombelor au fost inventați pentru prima oară de Peter Miller, un locotenent colonel al armatei britanice care a venit cu ideea, după ce opt ofițeri tehnici aparținând Arsenalului Regal al Armatei și-au pierdut viețile din cauza detonării spontane a unor dispozitive explozive improvizate

(improvised explosive devices-IED), în perioada conflictului din Irlanda de Nord 1971. Bazându-se pe o modificare pe care Miller a făcut-o la mașina lui de tuns iarba, "Wheelbarrow" (vezi figura 1) a fost asamblat din șasiul unei roabe cu motor electric. Nu după mult timp au apărut și alte mecanisme, precum "Pigstick"(vezi figura 2). [1]

Dezamorsarea bombelor s-a regăsit printre primele aplicații ale roboticii, și de la implementarea lor de acum 50 de ani, roboții care dezamorsează bombe au trecut prin transformări uimitoare- de la unitățile aproape „primitive” construite dintr-o roabă și sfori la unități moderne care se bazează pe realitatea virtuală și pe feedbackul unor senzori inteligenți. Directorul de inginerie aplicată al Ultralife Corporation Jonathan DiGiacomandrea, consideră că „Rata cu care acești roboți se dezvoltă a crescut semnificativ. Este un domeniu care se dezvoltă foarte rapid. Roboții în general devin din ce în ce mai preciși și de încredere”. [2]



Fig. 2. Robotul Pigstick [9]

Cuvântul "robot" este un termen impropriu, ce ne induce în eroare. Conform dicționarului englez Oxford, un robot este "o mașinărie capabilă să execute o serie de acțiuni automate, complexe." Roboții specializați în dezamorsarea bombelor nu pot lua decizii proprii. Acești roboți pot fi definiți drept niște drone, deoarece sunt controlați de către genști experți. Roboții le permit să examineze de aproape dispozitivele, fără a se expune însă la pericole. Odată ce dispozitivul a fost examinat, robotul poate să dezamorseze bomba. Totuși, pe lângă bombe, există și alte dispozitive pe care roboții le pot detona, de la mine terestre până la muniții neexplodate.

2. Modele de roboți

2.1. ANDROS

ANDROS este o serie de roboți militari controlați de la depărtare, creați de REMOTEC - o filială a Northrup Grumman. Seria ANDROS este creată în special pentru forțele militare, eliminarea dispozitivelor explozive (*Explosive Ordnance Disposal*- EOD), aplicarea legii și pentru misiuni SWAT. Dispozitivele ANDROS au căpătat vizibilitate în anul 2016 când au fost implicate în primul caz de ucidere a unui om cu ajutorul unui robot. Micah Xavier Johnson a pornit focul de armă împotriva unor polițiști din Dallas vătămând nouă ofițeri și omorând alți cinci. Roboții ANDROS vin sub forma mai multor dispozitive. [3]

F6-A (fig. 3) este varianta de bază. Are dimensiunile de 52" x 29" x 56.5" (L X W X H), cântărește 220 kg, are 4 camere și un braț manipulator reușind să ridice până la 11 kg în extensie maximă. O variantă precedentă, F-5 a fost folosită pentru a-l ucide pe criminalul implicat în focurile de armă din Dallas în 2016.



Fig. 3. F6-A [8]

2.1. Panama Remotely Operated Vehicle (ROV)

Acest robot este format dintr-un vehicul Snatch Land Rover modificat pentru a fi controlat de la distanță, cu un echipament voluminos de detectare a minelor fixat chiar în față. A fost creat de către organizația de echipamente pentru apărare, aparținând Ministerului de Apărare, în parteneriat cu PA Consultin Group, ca o soluție necostisitoare pentru detectarea bombelor în războiul din Afghanistan. Înainte ca acest robot să fie creat, în medie o persoană era săptămânal ucisă și alte cinci sau șase fiind grav accidentate. Vehiculul Panama este tractat în spatele unui alt vehicul, de obicei un Buffalo MRAP (vezi figura 4). Vehiculul Panama poate fi detașat de vehiculul ce îl tractează fără ca membrii echipajului să fie expuși unor riscuri și de asemenea, poate fi controlat de la distanță pentru a căuta dispozitive explozibile.

Proiectul a durat 11 luni pentru a putea fi dat în folosință, costând £50m în total, cu £9m mai puțin decât a fost estimat la început. Utilizarea Snatch Land Rover-ului salvează peste £8m pe tot parcursul contractului.



Fig. 4. Tanc Mastiff tractând vehiculul Panama care la rândul lui poartă un radar folosit pentru operațiile de eliberare a rutei [5]

2.2. BDRP (cunoscut drept Robo Sally)

Robotul pentru dezamorsarea bombelor, ce a luat naștere în laboratorul de fizică aplicată al Universității Johns Hopkins, reduce diferențele dintre protezele medicale avansate și robotică (vezi figura 5).

Decât să se construiască brațe și mâini de la zero pentru robot, Platforma Bimanuală Ambidextră Robotică (*Bimanual Dextrous Robotics Platform - BDRP*) este echipată cu brațe artificiale pentru invalizi. Acest robot a fost dintotdeauna echipat cu o pereche de camere pentru capul și mâinile artificiale, dar a trecut prin diferite transformări de la prima inaugurare din 2008.



Fig. 5. Robo Sally [11]

2.6.1. Sistemul de operare

SUPER-PLUS este un robot EOD. Baza mobilă este construită în așa fel încât să aibă o adaptabilitate mare la terenul neuniform folosind roți împreunate, și un braț manipulator este montat pe baza mobilă. Un sensor de proximitate laser este montat pe încheietura manipulatorului. Datele despre mediul înconjurător sunt adunate de către laserul de proximitate, camere, senzori ultrasonici și codificatoare rotative. Manipulatorul include rotația brațului superior, antebrațului și a încheieturii. Poziția ultimului element este dependentă de pozițiile brațului și a antebrațului.

Rotația încheieturii influențează poziția de final a efectorului. Brațul manipulator (vezi figura 6) al robotului SUPER-PLUS se poate mișca doar în plan. Adăugarea mai multor grade de libertate pentru un astfel de dispozitiv ar însemna complicarea mecanismului și scăderea fiabilității întregului sistem.

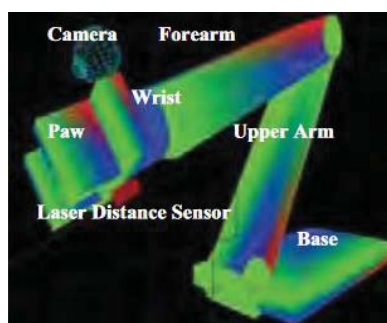


Fig. 6. Simplificare a brațului manipulator [12]

Figura 7 ne arată așa-zisa “arhitectură” a sistemului de control al SUPER-PLUS, care este organizat în trei subdiviziuni: stratul de control al procesării semnalului digital – DSP - (stratul inferior), slave PC layer (stratul median) și master PC layer (stratul superior). DSP este responsabil pentru senzorul de intrare a semnalului, acționarea motorului și controlul în regim închis. DSP trimite informații către slave PC prin

intermediul unei interfețe USB. Slave PC se focusează pe calea de planificare a algoritmului și pe colectarea semnalelor de la camere cu ajutorul unui LAN wireless.

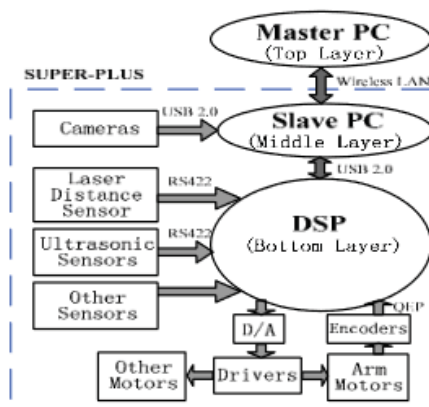


Fig. 7. Controlul robotului SUPER-PLUS [12]

2.6.2. Procedura operațională

Modul de operare este următorul:

Pasul 1 - operatorul mișcă baza mobilă pentru a se apropia de bombă și ajustează baza mobilă și manipulatorul pentru a plasa laserul pe suprafața bombei. Acest lucru se face pentru a fi siguri că bomba se află în planul de acțiune al dispozitivului.

- ∅ **Pasul 2** - operatorul pornește laserul de proximitate pentru a măsura distanța până la bombă.
- ∅ **Pasul 3** - operatorul pornește un program pentru scanarea laserului. Operatorul mișcă manipulatorul pentru a scana obiectele manual iar mișcarea obstacolului va fi proiectată în timp real pe un ecran.
- ∅ **Pasul 4** - computerul pornește un subprogram pentru calcularea spațiilor de configurare așa cum putem observa în figura 8. Zona neagră reprezintă spațiul de coliziune iar restul este spațiul liber.
- ∅ **Pasul 5** - computerul pornește un program de planificare a rutei de acțiune. Dacă reușește, calea va fi reprezentată după cum observăm în figura 9. Dacă nu reușește însă, operatorul va fi nevoit să revină asupra pasului 1 și să încerce să acceseze bomba dintr-o altă direcție.
- ∅ **Pasul 6** - computerul conduce automat manipulatorul pentru a aduce bomba conform rutei planificate.

Pe parcursul operației, operatorul poate să distingă diferența dintre obstacole și bombă, ceea ce este o acțiune mult prea dificilă pentru computer. Recunoașterea bombei este sarcina operatorului. De asemenea, scanarea mediului înconjurător este atribuția operatorului, întrucât este o sarcină în plus pentru computer. Totuși, acționarea unui manipulator cu încheieturi multiple într-un mediu dificil este epuizant pentru operator, fapt ce face ca această acțiune să îi revină calculatorului.

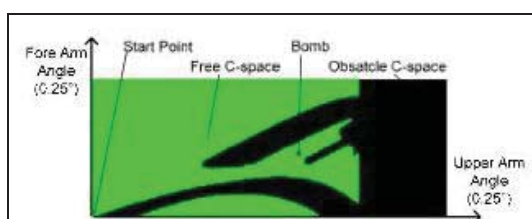


Fig. 8. Harta spațiilor de configurare [12]

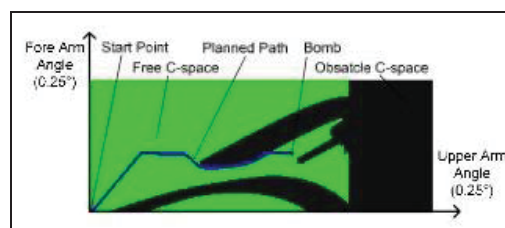


Fig. 9. Planificarea rutei de acțiune [12]

3. Avantajele utilizării roboților pentru dezamorsarea bombelor

Experții genști nu mai sunt nevoiți să își pună viața în pericol de fiecare dată când trebuie să dezamorseze un exploziv. Aceste dispozitive salvează oamenii ținându-i la distanță de orice explozie. În locul unui genist, singurul lucru afectat de explozie va fi robotul. Acești roboți pot asigura suprafețe mari de teren care au explozibili și mine ascunse. Acest procedeu de asigurare este efectuat de la distanțe mari, care minimizează riscul ca cineva să fie rănit. Roboții se pliază cu ușurință pe nevoile genștilor, ale forțelor militare, ale polițiștilor și sunt folosiți de personalul care manipulează materiale radioactive. Aceste dispozitive au aplicații nenumărate și pot fi folosite într-o multitudine de medii și scenarii. Scopul principal al robotului este să ofere siguranță genștilor, prin punerea la dispoziție a unei linii suplimentare de apărare.

4. Concluzii

Suntem de părere că roboții au de oferit în mare parte numai lucruri pozitive, însă trebuie să fim conștienți de pericolele care ne pândesc, de modurile negative în care acești roboți pot fi manipulați și întorși împotriva noastră.

5. Bibliografie

- [1]. <http://www.bbc.com/future/story/20160714-what-does-a-bomb-disposal-robot-actually-do>
- [2]. <https://www.army-technology.com/features/bomb-disposal-robots-the-new-frontier/>
- [3]. <https://en.wikipedia.org/wiki/ANDROS> accesat 24/04/2019
- [4]. <https://www.northropgrumman.com/Capabilities/Remotec/Products/Pages/Mark5A1.aspx>
- [5]. https://en.wikipedia.org/wiki/Panama_remote_controlled_vehicle accesat 27/04/2019
- [6]. <https://www.online-sciences.com/robotics/wireless-bomb-disposal-robots-or-explosive-ordnance-disposal-eod-uses-types-features-design/>
- [7]. <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.5772/5689> accesat 03/05/2019
- [8]. <https://www.theengineer.co.uk/robots-and-ethics-a-complex-question/>
- [9]. <https://www.alamy.com/stock-photo-eod-robot-firing-water-jet-disruptor-training-for-dearming-roadside-33814791.html>
- [10]. https://en.wikipedia.org/wiki/Improvised_explosive_device
- [11]. <https://www.youtube.com/watch?v=pKwiBp5lmu0>
- [12]. <file:///D:/Downloads/research-on-semi-automatic-bomb-fetching-for-an-eod-robot.pdf>

PROIECTAREA ȘI MODELAREA UNOR PANTOGRAFE

THE DESIGN AND MODELING OF PANTOGRAPHES

CRISTEA Ioana – Bianca, IORDACHE Lidia – Andreea,
MIRCEA Adriana – Ștefania și OȚEL Aghata – Maria

Facultatea: Ingineria și Managementul Sistemelor Tehnologice, Specializarea: Inginerie Economică Industrială, Anul de studii: IIAC, e-mail: cristea409@gmail.com

Conducători științifici: Șl.dr.ing. **Ileana DUGĂEȘESCU**, As.dr.ing. **Elisabeta NICULAE**

ABSTRACT: In this paper we will structurally analyze a series of pantograph mechanisms, meaning that we will highlight the kinematic elements and couplings, we will calculate the degree of mobility and we will elaborate the connection diagrams. The next step will be to design each kinematic component of the kinematic scheme, shape and assemble them. Lastly, the final stage will consist of the practical accomplishment of three types of pantograph mechanisms.

CUVINTE CHEIE: proiectare, modelare, mecanism, pantograf

1. Introducere

În această lucrare se efectuează analiza structurală și proiectarea unor mecanisme tip pantograf. Un pantograf este un mecanism utilizat pentru trasarea unor schițe / desene la aceeași scară sau la scară mărită. Caracteristic acestor mecanisme este faptul că elementele cinematice sunt paralele două câte două. Aceste tipuri de mecanisme se utilizează pentru gravare, frezare, multiplicare, sculptură etc.

2. Stadiul actual

În anul 1603 Christoph Scheiner a construit un pantograf. În anul 1631 a scris despre acesta în lucrarea *Pantographice seu Ars delineandi res quaslibet per parallelogrammum lineare seu cavum*. [6]. Pantograful este un sistem mecanic utilizat fie pentru copierea unui desen la o anumită scară, fie pentru alimentarea cu energie electrică a tramvaielor, a trenurilor electrice etc.

În figura de mai jos este prezentat un pantograf.



Fig. 1 Pantograf

3. Analiza structurală a mecanismului tip pantograf

Se efectuează analiza structurală [1, 2, 4] a mecanismelor tip pantograf prezentate în figura 2.

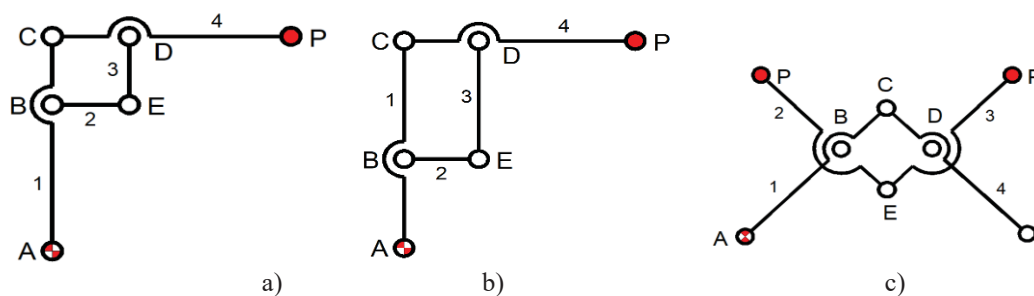


Fig. 2 a), b), c) Schemele cinematice a trei mecanisme

Schemele cinematice prezentate în figura 2 sunt compuse din patru elemente cinematice mobile ($m = 4$) și cinci cuple inferioare de rotație ($i = 5$).

Gradul de mobilitate (M) este egal cu doi, deci mecanismele studiate au două grupe modulare active.

În figura 3 este prezentată schema de conexiuni corespunzătoare schemelor cinematice prezentate în figura 2 a) și b).

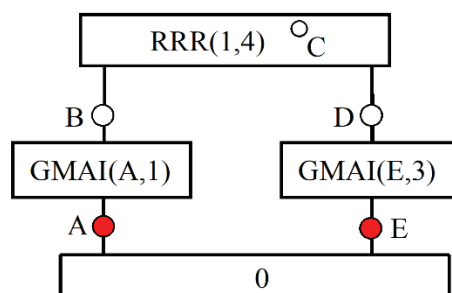


Fig. 3 Schema de conexiuni corespunzătoare schemelor cinematice din fig. 2 a) și b)

Se observă din schema prezentată în figura 3 că pantografele din figura 2 a) și b) sunt compuse din două grupe modulare active și o grupă modulară pasivă. Prima grupă activă este formată din cupla A și elementul 1, iar cea de-a doua este compusă din cupla E și elementul cinematic 3. Grupa modulară pasivă este de tip diadă RRR formată din elementele cinematice 1 și 4, cuplele de rotație fiind B, C și D. Relația structurală este: GMAI(A,1) – GMAI(E,3) – cupla B – cupla D – diada RRR(1,4) – cupla C.

În figura 4 este prezentată schema de conexiuni corespunzătoare schemei cinematice din figura 2c).

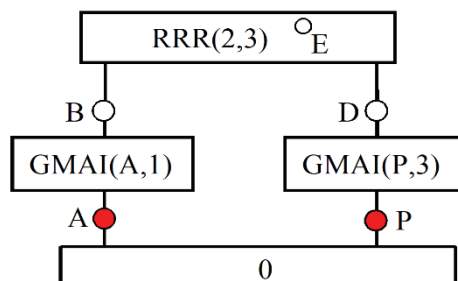


Fig. 4 Schema de conexiuni corespunzătoare schemei cinematice din figura 2c)

Din schema de mai sus se observă că sunt două grupe modulare active și o grupă modulară pasivă formată din elementele 2, 3 și trei cuple de rotație B, E și D. Relația structurală este: GMAI(A,1) – GMAI(P,3) – cupla B – cupla D – diada RRR(2,3) – cupla E.

4. Proiectarea și modelarea pantografelor

Pentru modelarea elementelor cinematice ale pantografelor se parcurg următoarele etape [3]:

- se deschide un fișier tip *Part*,
- se alege planul de lucru dintre cele trei plane deja predefinite,
- în fereastra *Sketch* se aleg figurile geometrice *Straight slot* și *Circle*,
- se stabilesc cotele corecte,
- se salvează elementul obținut.

Acești pași vor fi urmați pentru modelarea fiecărui element cinematic în parte. În figurile de mai jos sunt prezentate diverse etape de proiectare / modelare ale unor elemente cinematice.

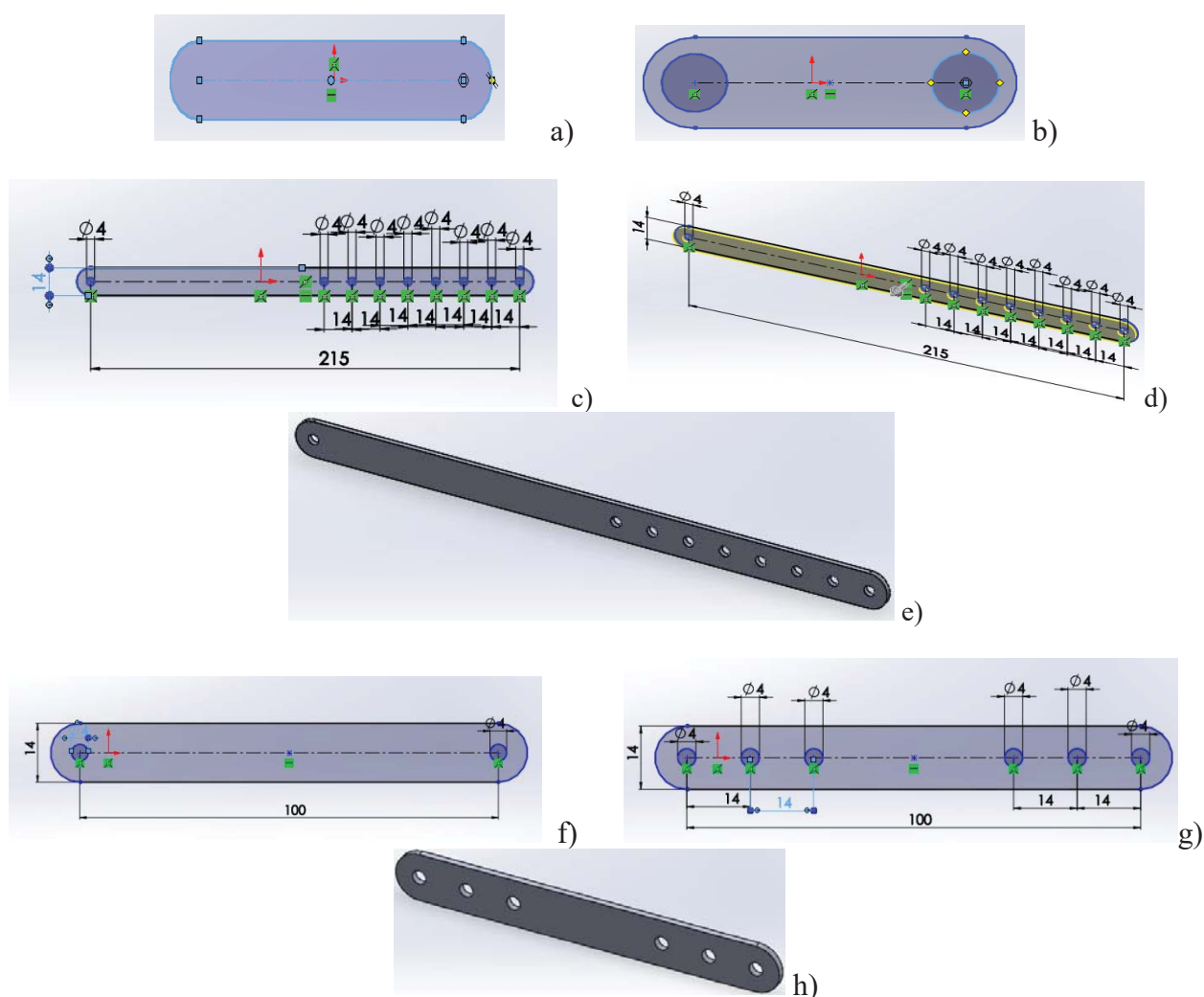


Fig. 5 a) Definirea formei elementului cinematic, b) Trasarea cercurilor corespunzătoare cuplelor cinematice, c) Trasarea găurilor și stabilirea exactă a cotelor, d) Extrudarea elementului din figura 5c), e) Elementul cinematic final, f) Stabilirea formei și cotelor unui element cinematic, g) Trasarea cercurilor și cotarea acestora, h) Elementul cinematic final

Pentru a obține un element în format 3D se va deschide fereastra *Features* și acesta se va extruda în funcție de grosimea dorită [3].

Pentru asamblarea tuturor elementelor se va deschide un fișier nou și se alege *Assembly* [3]. Se inserează primul element, care va reprezenta elementul fix. Apoi se vor insera toate elementele pe rând. Se

stabilesc două tipuri de condiții de legătură și anume: condiții de concentricitate între cercuri (figura 6a), condiții de coincidențe între suprafețe (figura 6b) [3].

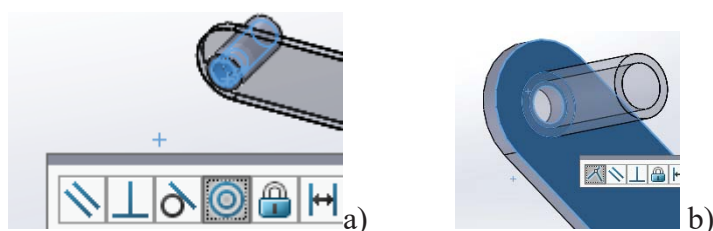


Fig. 6 a) Condiția de concentricitate, b) Condiția de coincidență

În continuare se vor prezenta unele etape de asamblare ale elementelor cinematice corespunzătoare schemei din figura 2a).

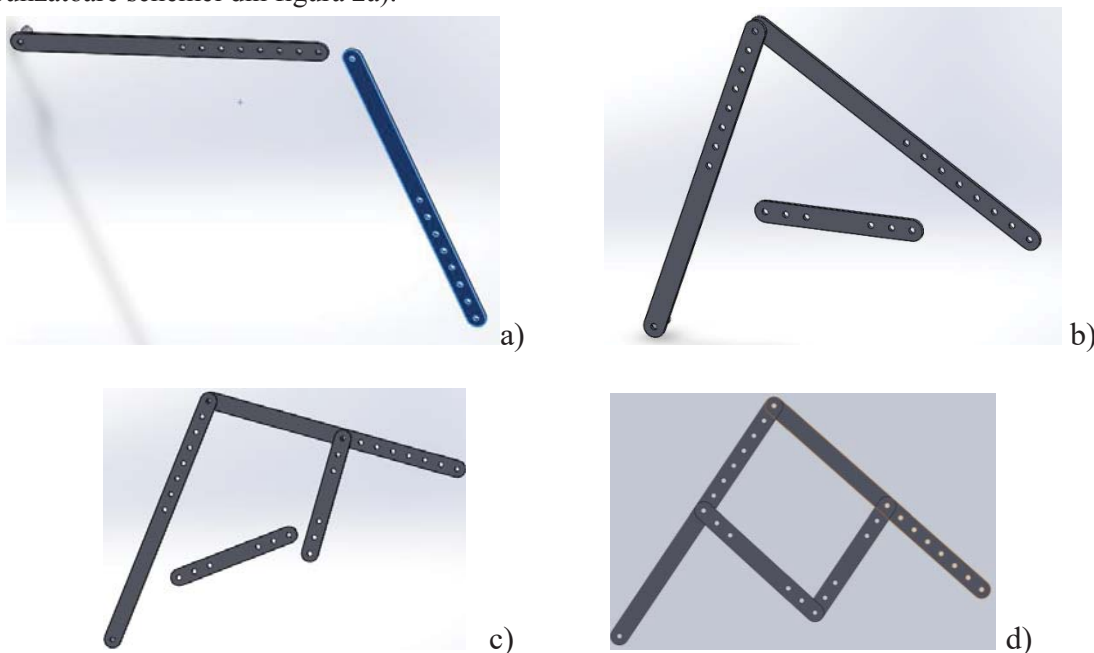


Fig. 7 a) Inserarea elementelor 1 și 4, b) Inserarea elementului cinematic 2, c) Inserarea elementului cinematic 3 și stabilirea legăturilor corespunzătoare cuplei D, d) Ansamblul corespunzător schemei cinematice din figura 2 a)

Pentru obținerea pantografului a cărui schemă cinematică este prezentată în figura 2 b) se utilizează elementele cinematice prezentate în figura 7b) – elementele cinematice 1, 4 și 3. Cel de-al patrulea element utilizat la asamblare este cel prezentat în figura 8a.

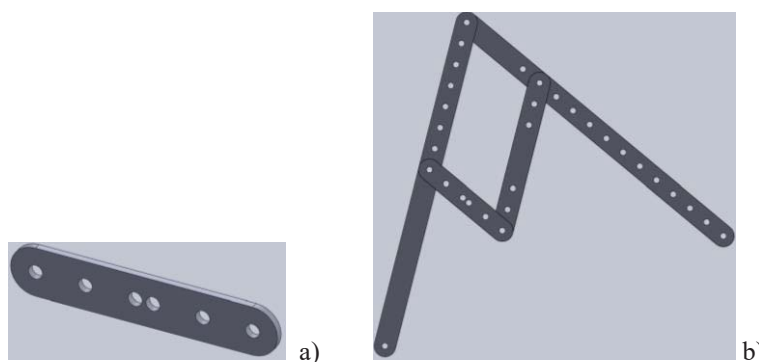


Fig. 8 a) Elementul cinematic 2, b) Ansamblul corespunzător schemei cinematice din figura 2 b)

Pentru obținerea ansamblului celui de-al treilea mecanism a cărei schemă cinematică este prezentată în figura 2c) se vor utiliza elementele cinematice 1, 4 din figura 7a) și elementul din figura 9a).

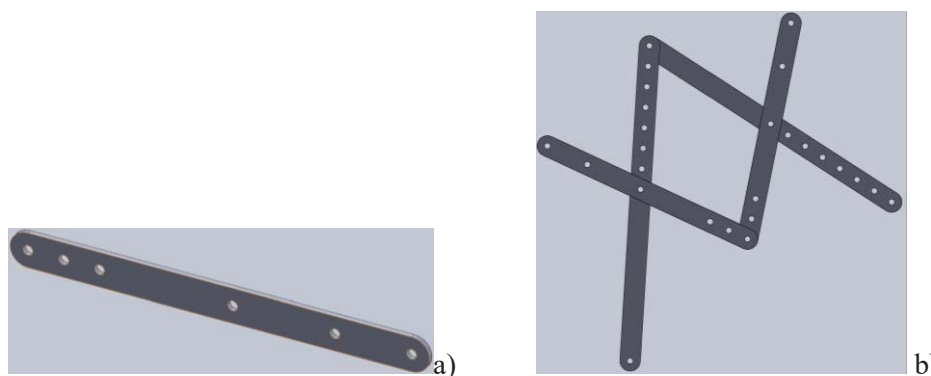


Fig. 9 a) Elementul cinematic 2 (3), b) Ansamblul corespunzător schemei cinematice din figura 2 c)

5. Realizarea practică a celor trei mecanisme

În acest subcapitol sunt prezentate diverse etape din realizarea practică a celor trei mecanisme modelate anterior.

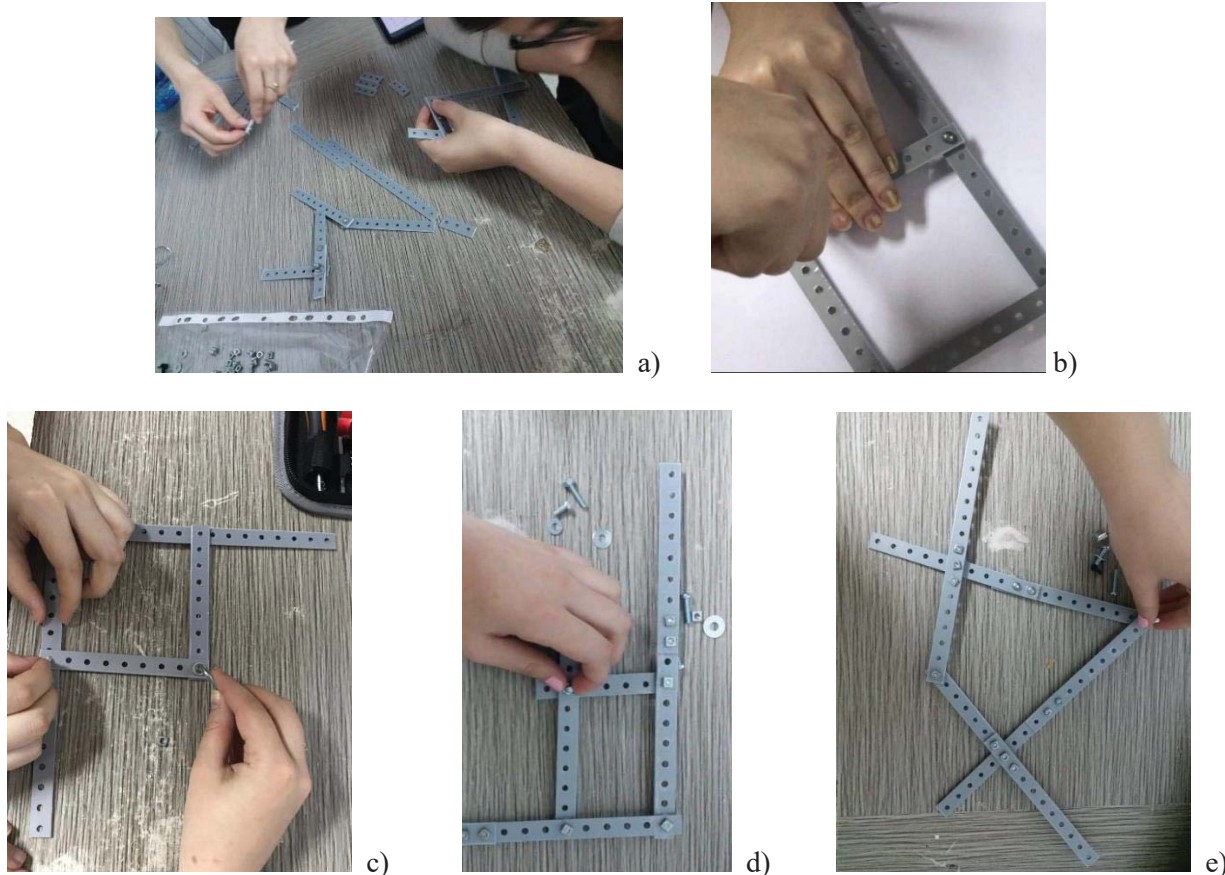


Fig. 9 a) Asamblarea unor elemente cinematice, b) Strângerea șurubului corespunzător cuple E, c) Asamblarea elementelor mecanismului corespunzător schemei cinematice din figura 2a, d) Asamblarea elementelor mecanismului corespunzător schemei cinematice din figura 2b, e) Asamblarea elementelor mecanismului corespunzător schemei cinematice din figura 2c

În figura de mai jos este prezentat unul din pantografe. Se poate observa că pixul roșu trasează curba impusă în punctul în care este așezat pixul verde.

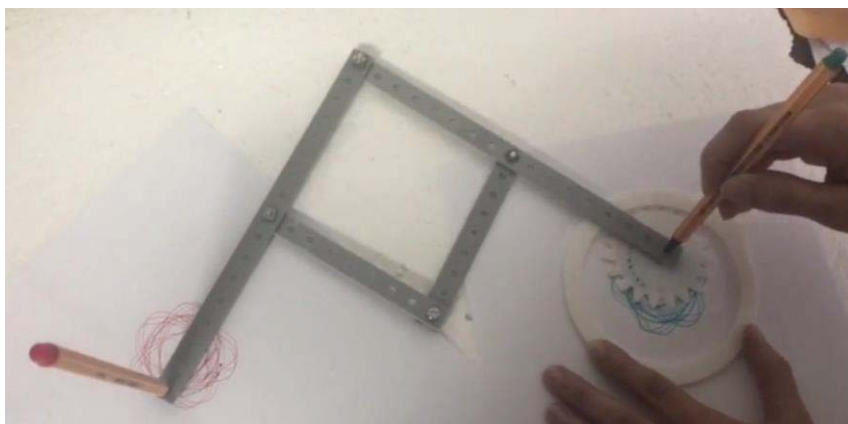


Fig. 10 Ansamblul pantograf

6. Concluzii

În această lucrare s-a efectuat analiza, proiectarea și modelarea a trei pantografe, fiecare mecanism fiind alcătuit din patru elemente cinematice mobile și cinci cuple inferioare de rotație. Apoi, pe baza schemelor cinematice studiate s-au realizat practic cele trei pantografe. Aceste pantografe pot fi utilizate pentru obținerea la scară mai mare a desenului / schiței / modelului dorit.

7. Bibliografie

- [1]. Comănescu, A., Comănescu, D., Dugășescu, I., și Boureci, A. (2010), *Bazele modelării mecanismelor*, Editura Politehnica Press, București, ISBN 978-606-515-114-7;
- [2]. Crețu, S.M. (2010), *Mecanisme. Analiză structurală. Teorie și aplicații*, Editura SITECH Craiova;
- [3]. Maican, E. (2006), *Solidworks, modelare 3D pentru ingineri*, Editura Printech, București, ISBN 973-718-544-7, 978-973-718-544-0;
- [4]. Pelecudi, C. (1967), *Bazele analizei mecanismelor*, Editura Academiei Republicii Socialiste Romania;
- [5]. Tempea, I., Dugășescu, I. și Neacșa, M. (2006), *Mecanisme*, Editura Printech, ISBN (10) 973-718-560-9;
- [6]. <https://en.wikipedia.org/wiki/Pantograph>

CONSTRUCȚIA MACHETEI MECANISMULUI UNEI PRESE ORIZONTALE ȘI ANALIZA CINEMATICĂ A ACESTUIA UTILIZÂND APLICAȚIA MATHCAD

THE CONSTRUCTION OF THE MODEL OF A HORIZONTAL PRESS MECHANISM AND ITS KINEMATIC ANALYSIS USING MATHCAD

BĂDESCU Marilena - Cristina, BURCEA Mălin, PREOTEASA Adela și RADU Valentina
Facultatea: Transporturi, Specializarea: Ingineria Transporturilor și a Traficului, Anul de studii: II, e-mail:
valentina.radu21@yahoo.com

Conducător științific: Conf. dr. ing. **Iulian Alexandru TABĂRĂ**

ABSTRACT: Plastic deformation represents one of the widely applied operations in the industry. Therefore, the study aims to describe the mechanism of a horizontal press from multiple points of view. By using the MathCAD software application, we carried out the kinematic analysis of the press, also obtaining some diagrams which illustrate the variation of the kinematic parameters according to the position of the ram (slider). Furthermore, after accomplishing a model representing this mechanism, we presented the assembly process and the kinematic elements.

CUVINTE CHEIE: presă orizontală, analiză cinematică, machetă, mecanism, MathCAD.

1. Introducere

Presele mecanice cu acționare simplă sunt folosite pentru realizarea operații de presare, mai ales pentru operații de ștanțare, forjare, decupare și balotare. Acestea au un singur element executor numit culisor, de care se atașează o parte a matriței sau a ștanței.

În cadrul acestei lucrări, este descris modul în care a fost realizată macheta unei prese orizontale, mecanism a cărui analiză cinematică este realizată folosind aplicația MathCAD. Obiectivul principal îl constituie calculul parametrilor cinematici ai culisorului și ilustrarea variației acestora în funcție de poziția elementului conducător.

2. Stadiul actual

În procesul de fabricație a părților ce alcătuiesc diversele mașini și utilaje sau de execuție a unor piese cu destinație specială, prelucrărilor mecanice prin deformare plastică le revine un important. Larga utilizare a acestor prelucrări și tendința ce se manifestă în prezent de a se aplica tot mai mult în industrie sunt justificate de avantajele tehnico-economice pe care le oferă.

Principalele avantaje ale prelucrărilor mecanice prin deformare sunt: posibilitatea executării cu mașini simple a unor piese complexe, greu sau chiar imposibil de obținut prin alte procedee de prelucrare, obținerea unor piese cu precizie ridicată, care în multe cazuri nu mai necesită și alte prelucrări, executarea unor piese rezistente în condițiile unui consum mic de material cu 60-70% mai mic comparativ cu așchieria, cu pierderi minime de material sau chiar fără deșeuri, productivitate mare, cost mic al produsului.

În prezent jumătate din piesele cu precizie ridicată se execută prin deformare plastică. În țările cu industrie dezvoltată se prevede ca mașinile de prelucrat prin deformare să reprezinte peste o treime din totalul mașinilor unelte.

Tendențele care se manifestă în dezvoltarea sistemelor de presare sunt orientate în următoarele direcții: mărirea productivității, reducerea consumului de energie, extinderea tipodimensiunilor sistemelor de presare și tăiere de precizie, micșorarea greutateii, rezolvarea eficientă a problemelor legate de securitatea muncii și îmbunătățirea condițiilor de lucru.

3. Analiza cinematică a mecanismului unei prese orizontale

Cinematica se ocupă cu studiul caracteristicilor mișcării mecanismelor fără a ține cont de masele elementelor cinematice și de forțele și momentele care acționează asupra acestora.

Mecanismul unei prese orizontale este un mecanism plan, bicontur, iar analiza acestuia se poate realiza prin metoda conturilor deformabile independente, care presupune înlocuirea conturului real al mecanismului cu contururi vectoriale în care vectorii sunt lungimile elementelor mecanice sau distanțele dintre cuple [1]. Schema cinematică este prezentată în figura 1.

În scopul realizării calculului am folosit dimensiuni care corespund dimensiunilor reale ale machetei preseii construite de noi în cadrul acestei lucrări. Datele de intrare sunt reprezentate de:

Lungimile elementelor: $l_1 = 0,6$ m; $l_2 = 0,2$ m; $l_3 = 0,154$ m; $l_3' = 0,096$ m; $l_4 = 0,19$ m;

Poziția cuplelor elementului fix: $x_A = 0$; $y_A = 0$; $x_D = 0,17$; $y_D = -0,039$; $y_F = 0$;

Turația elementului conducător (în cazul vitezei I a motorului care antrenează elementul): $n_1 = 37$ rot/min.

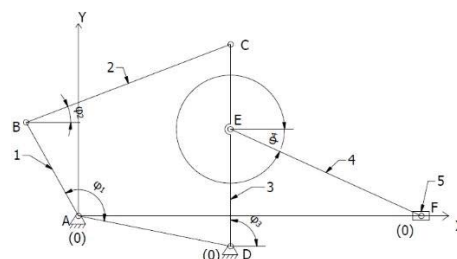


Fig. 1 Schema cinematică a mecanismului plan, bicontur

Etapile parcurse pentru calcularea parametrilor cinematici constau în: scrierea conturului vectorial convenabil, scrierea ecuației vectoriale corespunzătoare conturilor, proiectarea ecuației vectoriale pe axele sistemului de coordonate convenabil ales, derivarea în raport cu timpul a funcției de transmitere a pozițiilor (funcția de transmitere de ordinul 0) și obținerea funcției de transmitere a vitezelor (funcția de transmitere de ordinul 1), derivarea în raport cu timpul a funcției de transmitere de ordinul 1 și obținerea funcției de transmitere a accelerației (funcția de transmitere de ordinul 2).

Funcția de transmitere de ordinul 0 este o funcție neliniară și necesită metode numerice pentru rezolvare, tocmai de aceea, pentru rezolvarea mai rapidă a calculului, am folosit aplicația MathCAD.

3.1. Conturul I

În fig. 2, de mai jos este evidențiat conturul I pe schema cinematică:

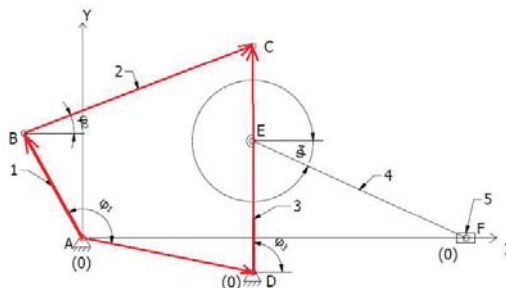


Fig. 2. Evidențierea conturului I pe schema cinematică

Ecuția vectorială:

$$\overline{AB} + \overline{BC} = \overline{AD} + \overline{DC} \quad (1)$$

$$l_1 + l_2 = l_0 + l_3 \quad (2)$$

Construcția machetei mecanismului unei prese orizontale și analiza cinematică a acestuia utilizând aplicația Mathcad

Proiectând ec. (2) în sistemul xOy, rezultă sist. de ec. pentru det. poz. elementelor 2 și 3 (φ_2 și φ_3):

$$l_1 \cos \varphi_1 + l_2 \cos \varphi_2 = x_D + l_3 \cos \varphi_3 \quad (3)$$

$$l_1 \sin \varphi_1 + l_2 \sin \varphi_2 = y_D + l_3 \sin \varphi_3 \quad (4)$$

Derivând expresiilor (3) și (4) în raport cu timpul, se obține sist. de ecuații pentru det. vitezelor (ω_2 și ω_3):

$$-\omega_1 l_1 \sin \varphi_1 - \omega_2 l_2 \sin \varphi_2 = -\omega_3 l_3 \sin \varphi_3 \quad (5)$$

$$\omega_1 l_1 \cos \varphi_1 + \omega_2 l_2 \cos \varphi_2 = \omega_3 l_3 \cos \varphi_3 \quad (6)$$

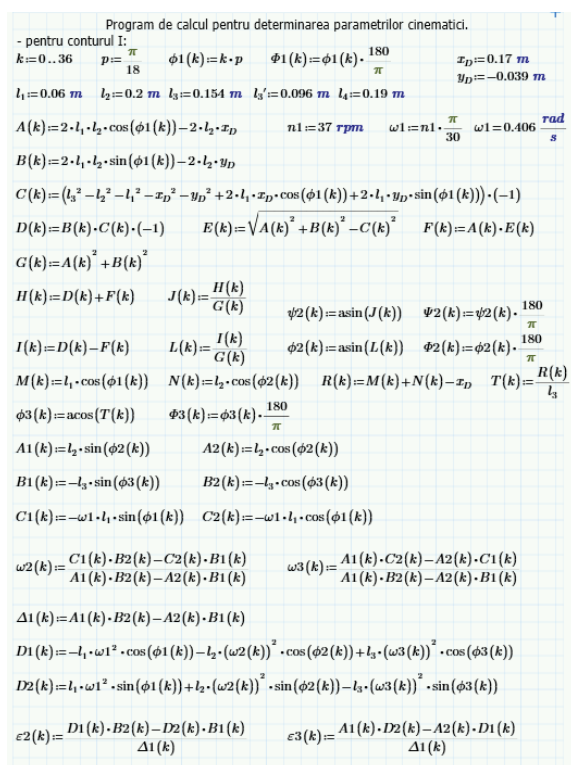


Fig. 3. Programul de calcul pentru determinarea parametrilor cinematici corespunzători conturului I

Derivând din nou exp. (3) și (4) în raport cu timpul, se obține sist. de ecuații pentru det. acceler. (ε_2 și ε_3):

$$-\varepsilon_2 l_2 \sin \varphi_2 + \varepsilon_3 l_3 \sin \varphi_3 = \omega_1^2 l_1 \cos \varphi_1 + \omega_2^2 l_2 \cos \varphi_2 - \omega_3^2 l_3 \cos \varphi_3 \quad (7)$$

$$\varepsilon_2 l_2 \cos \varphi_2 - \varepsilon_3 l_3 \cos \varphi_3 = \omega_1^2 l_1 \sin \varphi_1 + \omega_2^2 l_2 \sin \varphi_2 - \omega_3^2 l_3 \sin \varphi_3 \quad (8)$$

Sistemele de ecuații anterioare au fost rezolvate cu ajutorul aplicației MathCAD (fig. 3). S-au realizat diagr. pentru a arăta cum variază par. cinematici det. ai elem. 2 și 3 în funcție de poziția elementului 1 (fig. 4).

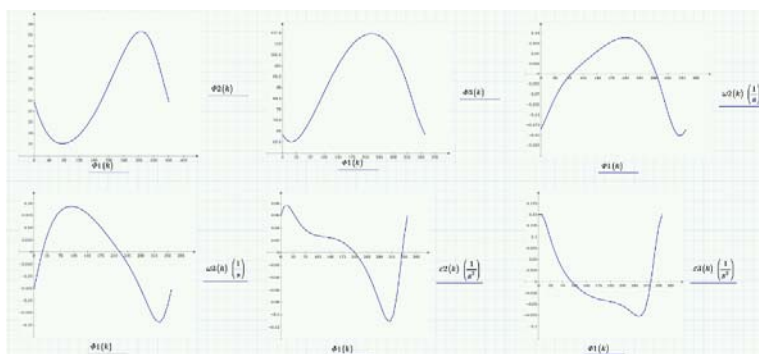


Fig. 4. Dependența parametrilor cinematici ai bielei 2 și balansierului 3 în funcție de poziția elementului conducător

3.2. Conturul II

În figura 5, de mai jos este evidențiat conturul II al mecanismului:

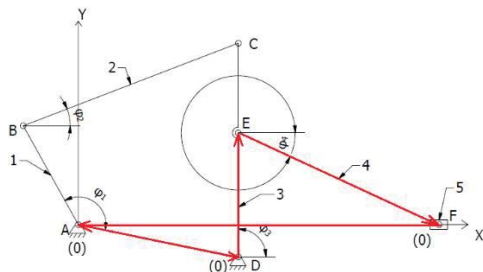


Fig. 5. Evidențierea conturului II pe schema cinematică

Ecuția vectorială:

$$\overline{AD} + \overline{DE} + \overline{EF} = \overline{AF} \quad (1)$$

$$\overline{l_0} + \overline{l'_3} + \overline{l_4} = \overline{AF} \quad (2)$$

Proiecția rel. (2) pe axele sist. xOy, conduce la sistemul de ec. pentru det. pozițiilor elem. 4 și 5 (φ_4 și x_F):

$$x_D + l'_3 \cos \varphi_3 + l_4 \cos \varphi_4 = x_F \quad (3)$$

$$y_D + l'_3 \sin \varphi_3 + l_4 \sin \varphi_4 = y_F \quad (4)$$

Derivând exp. (3) și (4) în raport cu timpul, se obține sist. de ec. pentru determinarea vitezelor (ω_4 și ω_5):

$$-\omega_3 l'_3 \sin \varphi_3 - \omega_4 l_4 \sin \varphi_4 = v_F \quad (5)$$

$$\omega_3 l'_3 \cos \varphi_3 + \omega_4 l_4 \cos \varphi_4 = 0 \quad (6)$$

Derivând expresiile (3), (4) în raport cu timpul, se obține sist. de ec. pentru det. accelerațiilor (ε_4 și a_F):

$$-\varepsilon_3 l'_3 \sin \varphi_3 - \omega_3^2 l'_3 \cos \varphi_3 - \varepsilon_4 l_4 \sin \varphi_4 - \omega_4^2 l_4 \cos \varphi_4 = a_F \quad (8)$$

$$\varepsilon_3 l'_3 \cos \varphi_3 - \omega_3^2 l'_3 \sin \varphi_3 + \varepsilon_4 l_4 \cos \varphi_4 - \omega_4^2 l_4 \sin \varphi_4 = 0 \quad (9)$$

```

- pentru conturul II:
A3(k):=l3'·sin(phi3(k))
B3(k):=l3'·cos(phi3(k))

phi4(k):=asin((-yD-A3(k))/l4)      Phi4(k):=phi4(k)·180/pi

A4(k):=l4·sin(phi4(k))
B4(k):=l4·cos(phi4(k))

xF(k):=xD+B3(k)+B4(k)

omega4(k):=-omega3(k)·B3(k)/B4(k)

vF(k):=-omega3(k)·A3(k)-omega4(k)·A4(k)

e4(k):=(omega3(k)^2·A3(k)-e3(k)·B3(k)+omega4(k)^2·A4(k))/B4(k)

aF(k):=-e3(k)·A3(k)-omega3(k)^2·B3(k)-e4(k)·A4(k)-omega4(k)^2·B4(k)
    
```

Fig. 7. Secțiunea aplicației Mathcad în care au fost calculați parametrii cinematici ai elementelor conturului II

Construcția machetei mecanismului unei prese orizontale și analiza cinematică a acestuia utilizând aplicația Mathcad

Partea de aplicație în care sunt calculați parametrii cinematici ai bielei 4 și culisorului 5 este prezentată în fig. 7, rezultatele putându-se observa în fig. 8, iar diagramele de variație ale acestora în figura 9.

$\phi_4(k)$	$\omega_4(k)$	$x_p(k)$	$v_p(k)$	$\varepsilon_4(k)$	$a_p(k)$
-14.9	0.029	0.392	0.014	-0.023	-0.015
-14.324	0.017	0.397	0.007	-0.032	-0.015
-14.081	0.003	0.398	0.001	-0.032	-0.013
-14.171	-0.01	0.398	-0.004	-0.025	-0.011
-14.524	-0.018	0.395	-0.008	-0.016	-0.008
-15.045	-0.023	0.391	-0.011	-0.007	-0.006
-15.639	-0.024	0.386	-0.014	0.001	-0.005
-16.223	-0.023	0.38	-0.015	0.007	-0.003
-16.733	-0.019	0.373	-0.016	0.011	-0.002
-17.125	-0.013	0.366	-0.017	0.014	0
-17.369	-0.007	0.359	-0.016	0.015	0.001
-17.457	0	0.352	-0.016	0.015	0.002
-17.392	0.006	0.345	-0.015	0.013	0.002
-17.191	0.011	0.339	-0.014	0.011	0.003
-16.879	0.015	0.333	-0.013	0.008	0.003
-16.487	0.017	0.328	-0.011	0.004	0.003
-16.05	0.018	0.324	-0.01	0.001	0.004
-15.602	0.018	0.32	-0.008	-0.002	0.004
-15.175	0.017	0.317	-0.007	-0.005	0.003
-14.797	0.014	0.314	-0.007	-0.007	0.003
-14.491	0.011	0.312	-0.004	-0.009	0.003
-14.277	0.007	0.311	-0.002	-0.01	0.003
-14.169	0.002	0.311	-0.001	-0.011	0.003
-14.175	-0.003	0.311	0.001	-0.011	0.004
-14.302	-0.008	0.311	0.002	-0.012	0.004
-14.55	-0.013	0.313	0.004	-0.011	0.004
-14.915	-0.017	0.315	0.006	-0.01	0.005
-15.382	-0.021	0.318	0.009	-0.007	0.006
-15.924	-0.023	0.323	0.011	-0.003	0.007
-16.491	-0.023	0.328	0.015	0.005	0.008
-17.006	-0.019	0.335	0.018	0.015	0.009
-17.364	-0.01	0.344	0.022	0.026	0.008
-17.447	0.004	0.354	0.025	0.035	0.005
-17.168	0.019	0.365	0.026	0.034	0
-16.54	0.031	0.376	0.024	0.02	-0.007
-15.708	0.035	0.385	0.02	-0.003	-0.013
-14.9	0.029	0.392	0.014	-0.023	-0.015

Fig. 8. Rezultatele obținute în urma calculului parametrilor conturului II

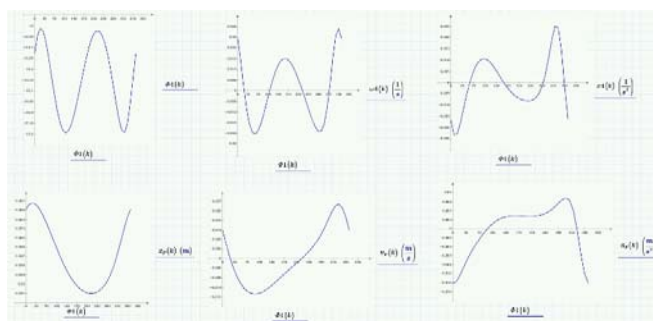


Fig. 9. Variația parametrilor cinem. ai elementelor 4 și 5 în funcție de poziția elementului de intrare

4. . Procesul de construcție al machetei unei prese orizontale

4.1. Părți componente

Mecanismul a fost realizat pe o placă suport din lemn, de dimensiuni 25×250×600 mm. Pentru realizarea pârghiilor s-a folosit platbandă din oțel de dimensiune 20×4 mm, aceste pârghii fiind conectate între ele prin intermediul unor șuruburi cu cap hexagonal M8, cu piulițe auto blocante.

O parte importantă a acestei prese o reprezintă motorul de curent alternativ de 12 V, care acționează cupla motoare. Acest motor a fost fixat pe un suport de tablă de 2 mm grosime cu ajutorul unor șuruburi cu cap hexagonal M6, la motor fiind conectat un comutator cu trei poziții, una neutră, celelalte reprezentând două viteze diferite. (fig.10)

O altă componentă este culisorul, care translatează pe o bară pătrată de dimensiune 20×20 mm; acest element de ghidare este îmbinat cu alte platbande suport pentru a fi fixat pe placa de lemn.



Fig. 10. Motorul de curent alternativ montat pe suportul de tablă

4.2. Prelucrarea și asamblarea materialelor

Suportul motorului este realizat din tablă cu grosime de 2 mm, debitată, îndoită, sudată și găurită astfel încât motorul să fie fixat la înălțimea cuplei motoare. Din cauza vibrațiilor produse de motor, unghiul poate varia, deci a fost necesară o solidarizare prin sudarea de-a lungul creștăturii. În continuare, s-au realizat găuri atât pe „talpa” acestui element, în scopul fixării pe placa de lemn, cât și pe partea verticală, pentru asamblarea motorului. Pentru prel. celorlalte comp., exceptând culisorului, s-au procedat identic, cu mențiunea că pentru elementele 2, 3 și 4 nu s-a utilizat sudarea. Elementul 5 reprezintă o țevă pătrată debitată, pe care a fost fixat, prin sudare pe o parte laterală, un șurub M8 filetat total, folosit pentru a lega elem. 4 și culisorul. Din cauza jocului care ar putea apărea am consolidat elem. 3, prin adăugarea unei platbande, paralelă cu cea inițială. Pentru evitarea blocării culisorului pe elem. de ghidare și pentru a minimiza frecarea dintre acestea, am îndepărtat neregularitățile de pe ambele componente prin șlefuire, și prin gresarea elementelor.

Asamblând piesele a fost obținută macheta mecanismului unei prese orizontale. (fig. 11).



Fig. 11. Macheta mecanismului unei prese orizontale

5. Concluzii

Se constată că metoda conturilor independente și utilizarea soft-ului Mathcad permite determinarea optimă a parametrilor cinematici ai culisorului și realizarea facilă a diagramelor de variație ale acestora în funcție de parametrii cinematici ai elementului conducător.

Luând în considerare diagramele de variație ale acestor parametri ai culisorului, se poate observa care este operația care se realizează optim pe mașina de deformare plastică considerată. Totodată, se constată că proiectarea și realizarea parametrilor constructivi ai preseii impune să se aibă în vedere caracteristicile tehnologice specifice ale operației de deformare plastică care trebuie realizată pe mașina respectivă.

8. Bibliografie

- [1]. Tabără, I. și Ghionea, I. (2004), *Analiza structurala și cinematică a mecanismelor plane cu bare: probleme rezolvate*. Editura BREN, București, ISBN 973-648-269-3.

ANALIZA STRUCTURAL – CINEMATICĂ A UNUI MECANISM UTILIZAT ÎN INDUSTRIA ALIMENTARĂ

THE STRUCTURAL AND CINEMATIC ANALYSIS OF A MECHANISM USED IN THE FOOD INDUSTRY

BARBU Radu - Cristian, IONIȚĂ Anastasia – Ștefania și POPESCU Ioana Dana

Facultatea: Ingineria și Managementul Sistemelor Tehnologice, Specializarea: Inginerie Economică Industrială, Anul de studii: IIAC, e-mail: radubarbu0@gmail.com

Conducători științifici: Șl.dr.ing. **Ileana DUGĂEȘESCU**, As.dr.ing. **Elisabeta NICULAE**

ABSTRACT: The mechanism used in the food industry will be analyzed structurally and cinematically. The table of joints, links, structural model and connection scheme will be elaborated. Afterwards we will determine the dependent kinematic parameters and graphically represent them. Each kinematic link will be individually designed, 3D printed and finally assembled.

CUVINTE CHEIE: mecanism, analiză structurală, analiză cinematică, modelare

1. Introducere

În această lucrare se efectuează analiza structurală și cinematică a unui mecanism utilizat în industria alimentară. În urma analizei structurale se obțin grupele modulare componente ale schemei structurale, relația structurală și schema de conexiuni.

În urma analizei cinemactice se obțin parametrii dependenți de poziții, viteze și accelerații. Următorul pas este acela de a modela mecanismul și de a simula mișcarea acestuia. Apoi se vor printa elementele cinemactice modelate și se vor asambla obținându-se ansamblul final.

2. Stadiul actual

În industria alimentară se întâlnesc diverse sisteme mecanice utilizate în procesul de producție. În prima etapă s-a efectuat un studiu asupra unor utilaje întâlnite în industria alimentară. De-a lungul timpului aceasta a evoluat considerabil diversificându-se metodele de obținere a compozițiilor omogene.

3. Analiza structurală a mecanismului utilizat în industria alimentară

În figura 1 este prezentată schema cinematică a mecanismului [6].

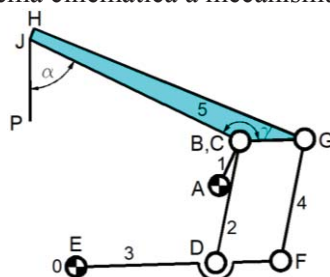


Fig. 1. Schema cinematică

Acesta este compus din cinci elemente cinematische mobile: 1 – manivelă, 2, 4 – biele, 3 – balansier și 5 – efector final, un element fix și șapte cuple inferioare.

Gradul de mobilitate este unitar, adică are un element motor sau o grupă modulară activă.

Modelul structural prezentat în figura 2 provine din lanțul cinematic Watt. Relația structurală este: Grupa Modulară Activă (A,1) - Diada RRR(2,3) - Diada RRR(4,5).

Schema de conexiuni se obține din modelul structural (figura 3).

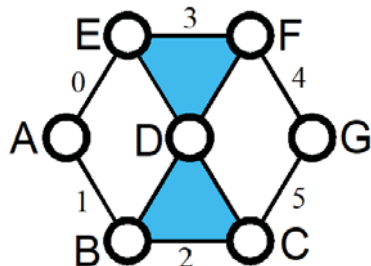


Fig. 2. Modelul structural

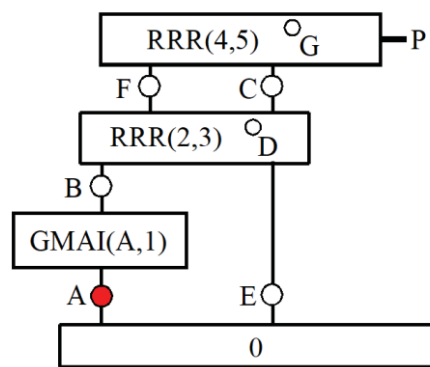


Fig. 3. b) Schema de conexiuni

4. Analiza cinematică a mecanismului studiat

Se vor calcula parametrii cinematici [1, 3, 4, 5] ai grupeii modulare active și ai celor două grupe modulare pasive. Etapele de calcul cinematic rezultă din “citirea” de jos în sus a schemei de conexiuni. Aceste etape sunt: 1 – GMAI(A,1), 2 – cupla B, 3 – diada RRR(2,3), 4 – cupla D, 5 – cupla F, 6 – diada RRR(4,5), 7 – cupla G, 9 – punctul trasor P.

A. Grupa modulară activă notată GMAI(A,1)

În figura 4 este prezentată grupa modulară activă. Pentru această grupă modulară se cunosc lungimea elementului AB și unghiul Φ_1 .

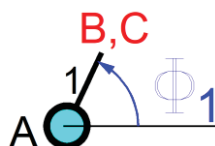


Fig. 4. Grupa modulară activă

B. Grupa modulară pasivă - diada RRR(2,3)

În figura 5 este prezentată grupa modulară pasivă formată din elementele cinematische 2 și 3.

Sunt cunoscute lungimile elementelor BC, DC, coordonatele cuplelor, vitezelor și accelerațiilor cuplelor B și E. În prima etapă se calculează parametrii poziționali Φ_2 , Φ_3 , apoi se determină parametrii de viteze (ω_2 , ω_3) și accelerații (ϵ_2 , ϵ_3) [1, 3, 4, 5].

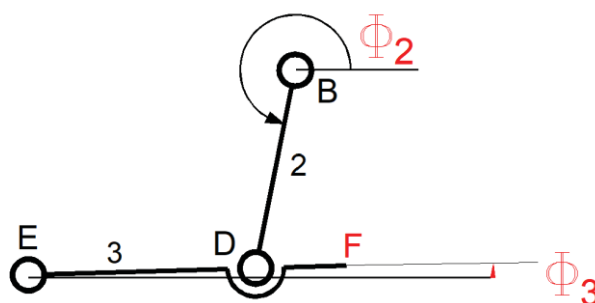


Fig. 5. Grupa modulară pasivă I

În figura 6 sunt prezentate graficele parametrilor cinematici dependenți ai diadei I.

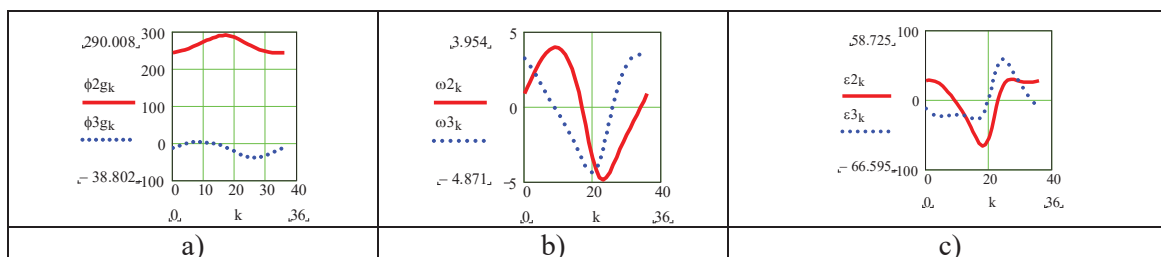


Fig. 6. Variația parametrilor dependenți de: a) poziții, b) viteze, c) accelerații

C. Cuplele D și F

Aceste cuple cinematice aparțin balansierului 3. Se efectuează calculele parametrilor de poziții (X_D, Y_D, X_F, Y_F), viteze ($X_{1D}, Y_{1D}, X_{1F}, Y_{1F}$) și accelerații ($X_{2D}, Y_{2D}, X_{2F}, Y_{2F}$) [1, 3, 4, 5] și se reprezintă grafic în figura 7.

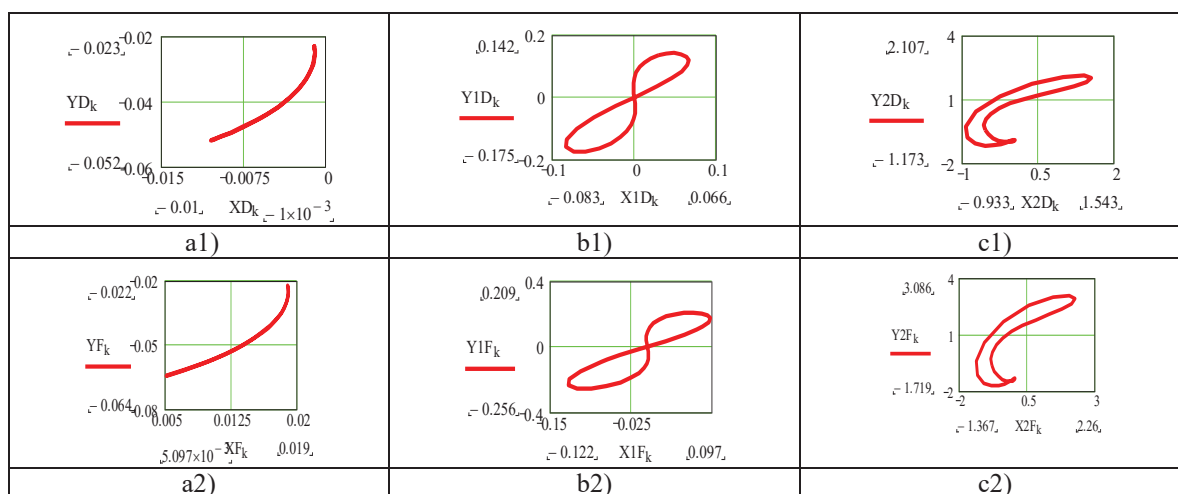


Fig. 7. a1) Traiectoria descrisă de cupla D, a2) Traiectoria descrisă de cupla F, b1), b2) Hodografe de viteze, c1), c2) Hodografe de accelerații

D. Grupa modulară pasivă - diada RRR(4,5)

În figura 8 este prezentată grupa modulară pasivă formată din elementele cinematice 4 și 5. Sunt cunoscute lungimile elementelor FG, CG, coordonatele cuplelor, vitezele și accelerațiilor cuplelor F și C. În prima etapă se calculează parametrii poziționali Φ_4, Φ_5 , apoi se determină parametrii de viteze (ω_4, ω_5) și accelerații (ϵ_4, ϵ_5) [1, 3, 4, 5].

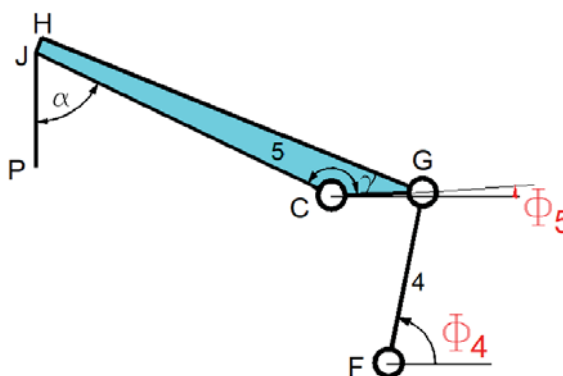


Fig. 8. Grupa modulară pasivă II

În figura 9 sunt prezentate graficele parametrilor cinematici dependenți ai diadei II.

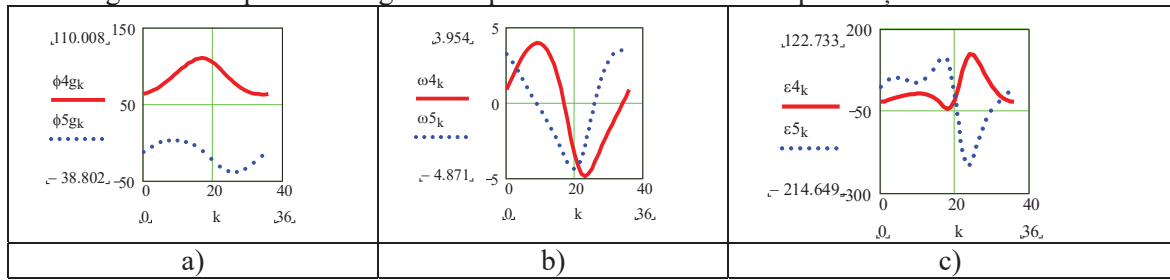


Fig. 9. Variația parametrilor dependenți de: a) poziții, b) viteze, c) accelerații

E. Cuplele G și P

Aceste cuple cinematice aparțin eforului 5. Se efectuează calculele parametrilor de poziții (XG, YG, XP, YP), viteze ($X1G, Y1G, X1P, Y1P$) și accelerații ($X2G, Y2G, X2P, Y2P$) [1, 3, 4, 5] și se reprezintă grafic în figura 10.

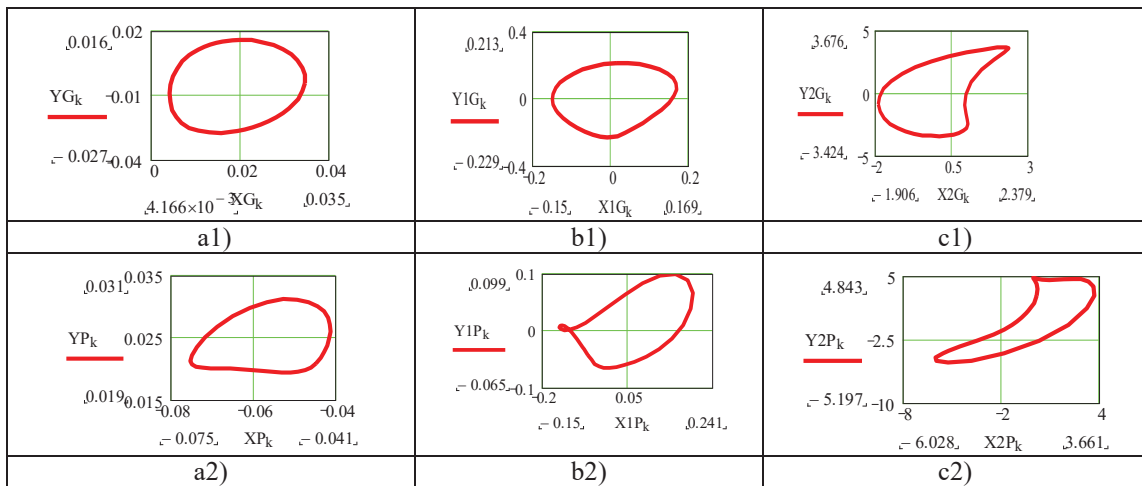


Fig. 10. a1) Traiectoria descrisă de cupla G, a2) Traiectoria descrisă de cupla P, b1), b2) Hodografe de viteze, c1), c2) Hodografe de accelerații

5. Modelarea mecanismului studiat

Se vor modela toate elementele cinematice [2]. Acestea sunt prezentate în figura 11.

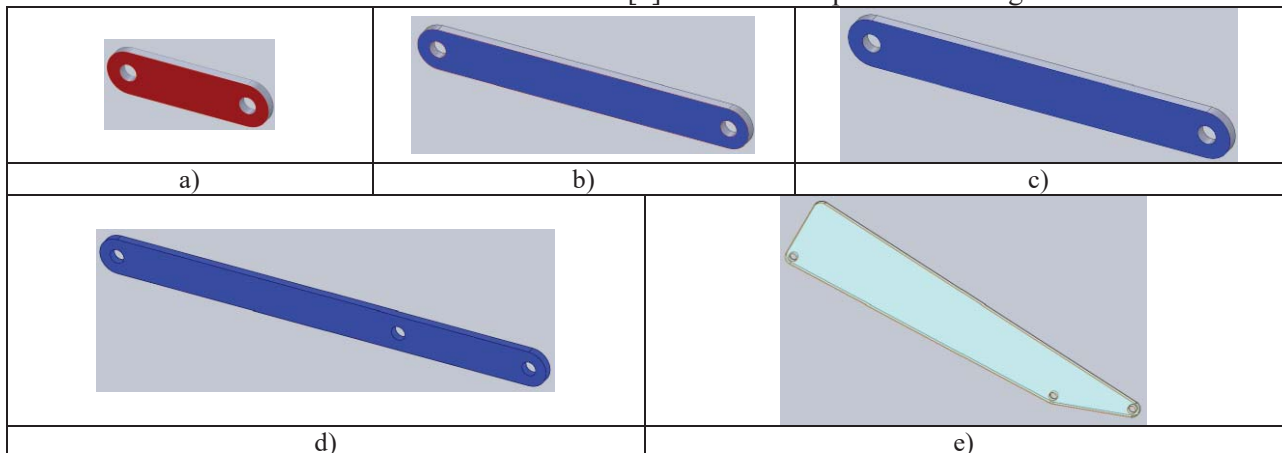


Fig. 11. Elemente cinematice modelate: a) manivelă, b) bielă, c) bielă, d) balansier, e) end-effector

Apoi se assemblează elementele cinematice modelate. Primul element inserat va fi placa de bază. Al doilea element inserat va fi manivela 1. Pentru asamblare se efectuează constrângerile dintre elemente, și anume: pentru două cercuri se pune condiția de concentricitate a acestora, iar pentru suprafețe de coincidență [2]. Ansamblul obținut este prezentat în figura 12.

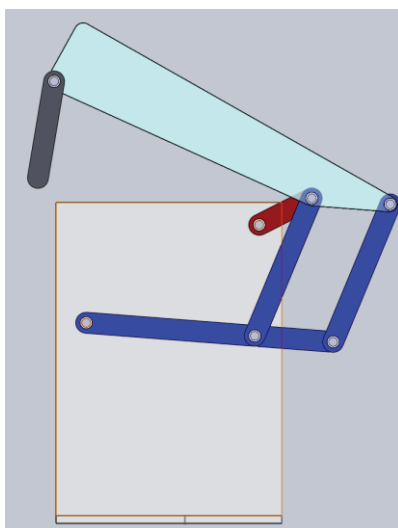


Fig. 12. Ansamblul mecanismului studiat

6 . Realizarea practică a mecanismului

După ce s-au modelat elementele componente ale mecanismului studiat s-au printat (figura 13 a). După aceea toate elementele au fost montate. În figura 13 b) se poate observa asamblarea a două elemente. În figura 13 c) este prezentat ansamblul format din elementele cinematice mobile, iar în figura 13 d) este prezentat elementul fix (baza).

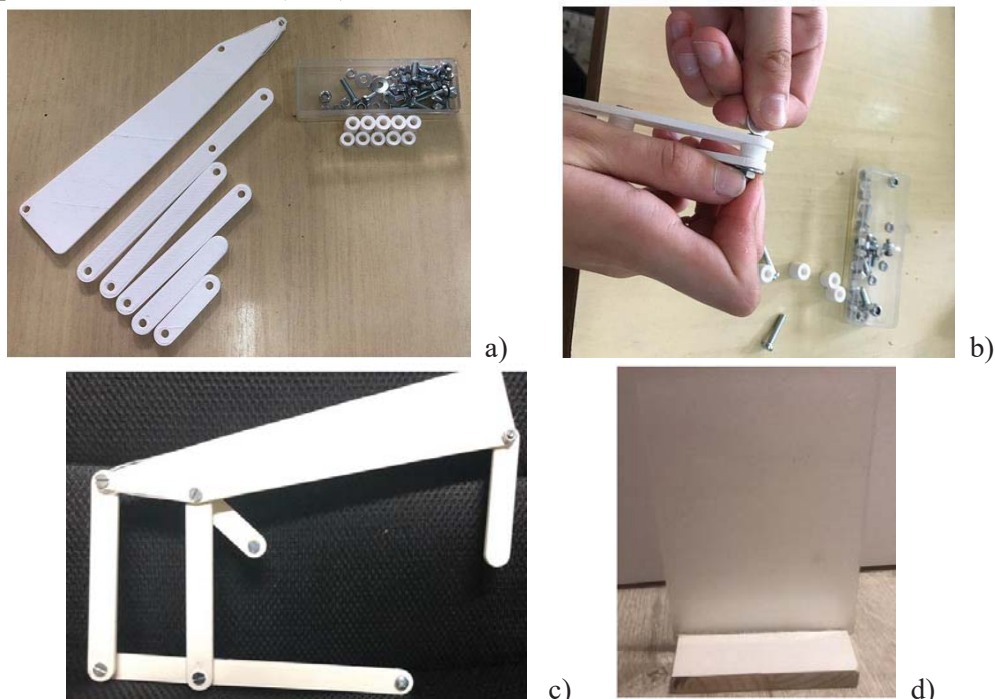


Fig. 13. a) Elementele cinematice printate, b) o etapă de asamblare, c) elementele cinematice mobile asamblate, d) baza (elementul fix)

În figura 14 este prezentat ansamblul obținut în urma montării ansamblului prezentat în figura 13 c) pe suport (figura 13 d).



Fig. 14. Ansamblul mecanismului studiat

7. Concluzii

În această lucrare s-a efectuat analiza structural – cinematică a unui mecanism utilizat în industria alimentară. S-au elaborat modelul structural, schema de conexiuni și s-au aflat etapele de calcul cinematic. S-au calculat parametrii cinematici dependenți și s-a reprezentat grafic. La final s-au modelat, s-au printat 3D și s-au asamblat elementele cinematice obținându-se ansamblul final. Schema cinematică studiată poate fi utilizată la realizarea unor mecanisme utilizate în construcții, spre exemplu la omogenizarea diverselor materiale.

Acest mecanism ajută la munca depusă de operatorii umani în domeniul industriei alimentare, ceea ce are ca efect eficientizarea muncii și creșterea productivității.

8. Bibliografie

- [1]. Comănescu, A., Comănescu, D., Dugășescu, I., și Boureci, A. (2010), *Bazele modelării mecanismelor*, Editura Politehnica Press, București, ISBN 978-606-515-114-7;
- [2]. Maican, E. (2006), *Solidworks, modelare 3D pentru ingineri*, Editura Printech, București, ISBN 973-718-544-7, 978-973-718-544-0;
- [3]. Manolescu, N.I., *Teoria mecanismelor și a mașinilor (Note de curs)*, 4 volume, Litografia Institutului de Căi Ferate, București, 1955-1956;
- [4]. Pelecudă, C. (1967), *Bazele analizei mecanismelor*, Editura Academiei Republicii Socialiste România;
- [5]. Tempea, I., Dugășescu, I. și Neacșa, M. (2006), *Mecanisme*, Ed. Printech, ISBN (10) 973-718-560-9;
- [6]. <https://www.youtube.com/watch?v=mnEaex-XTOM>

PROIECTAREA ȘI MODELAREA UNUI BRAȚ ROBOTIC

THE DESIGN AND MODELLING OF A ROBOTIC ARM

ALEXANDRESCU Ana-Maria

Facultatea: Ingineria și Managementul Sistemelor Tehnologice, Specializarea: TCM,
Anul de studii: IIA, e-mail: alexandrescuana98@yahoo.com

Conducători științifici: Prof.dr.ing. **Constantin OCNĂRESCU**, Șl.dr.ing **Ileana DUGĂEȘESCU**

ABSTRACT The manipulation robot is the technological system designed for gripping objects and the control of movement. The machine is characterized by the fact that it can be directly controlled by the operator. The robotic arm that is going to be presented has 3 rotational movements. Its role is the grip, lift and detach an object by means of two claws powered by two gears, each one having 48 teeth. On the robotic arm we can find an ON/OFF switch which allows opening and closing of the electric circuit. The control part operates via a remote control with six buttons and three switches which allow the changing of direction, one for each motor.

CUVINTE CHEIE: modelare, braț robotic, realizare practică.

1. Introducere

Lucrarea are ca scop proiectarea și modelarea unui braț robotic capabil să prindă, să ridice și să deplaseze un obiect. Acționarea acestuia se va face cu ajutorul a trei motoare de curent continuu Arduino.

Brațul robotic este un sistem compus din mai multe elemente: structura mecanică, actuatori, senzori, precum și un mecanism de orientare. Structura mecanică permite buna funcționare. Actuatorii sunt întrebuințați la acționarea elementelor și interacțiunea cu mediul sistemului. Mecanismul de orientare are grijă ca robotul să își îndeplinească obiectivul cu succes. Calculatorul comandă motoarele și planifică mișcările care trebuiesc efectuate [3].

2. Stadiul actual

Roboții industriali se utilizează în multe domenii. Spre exemplu aceștia se folosesc în uzine la procesele tehnologice de sudare, vopsire, la ambalare.

Din punct de vedere al performanței, brațul robotic manipulator funcționează după un program rigid prestabilit. Poziția obiectului este stabilită după coordonate fixe. Este condus direct de operator, comandat direct sau de la distanță (în cazul substanțelor radioactive). Ca și aplicații, în domeniul terestru aceștia efectuează atât operații principale (de control, sudură, vopsire, ambalare), cât și operații auxiliare (transport, stocare).[1]

3. Proiectarea și modelarea brațului robotic

Proiectarea și modelarea brațului robotic s-a realizat cu ajutorul unui software specializat.

Având în vedere masele componentelor brațului robot, s-au calculat forțele cu care acționează primele două motoare, atât fără sarcină (Tabel 1) cât și cu sarcină (Tabel 2).

Tabelul 1. Calculul forțelor fără sarcină

Nr. crt.	Denumire	Formulă de calcul	Valoare
1	Forță motor 1	$F_1 = m_1 \cdot g$ [N]	$F_1 = 0.118 \cdot 9.81$, $F_1 = 1.16$ N

2	Forță motor 2	$F_2 = m_2 * g [N]$	$F_2 = 0.066 * 9.81, F_2 = 0.65 [N]$
---	---------------	---------------------	--------------------------------------

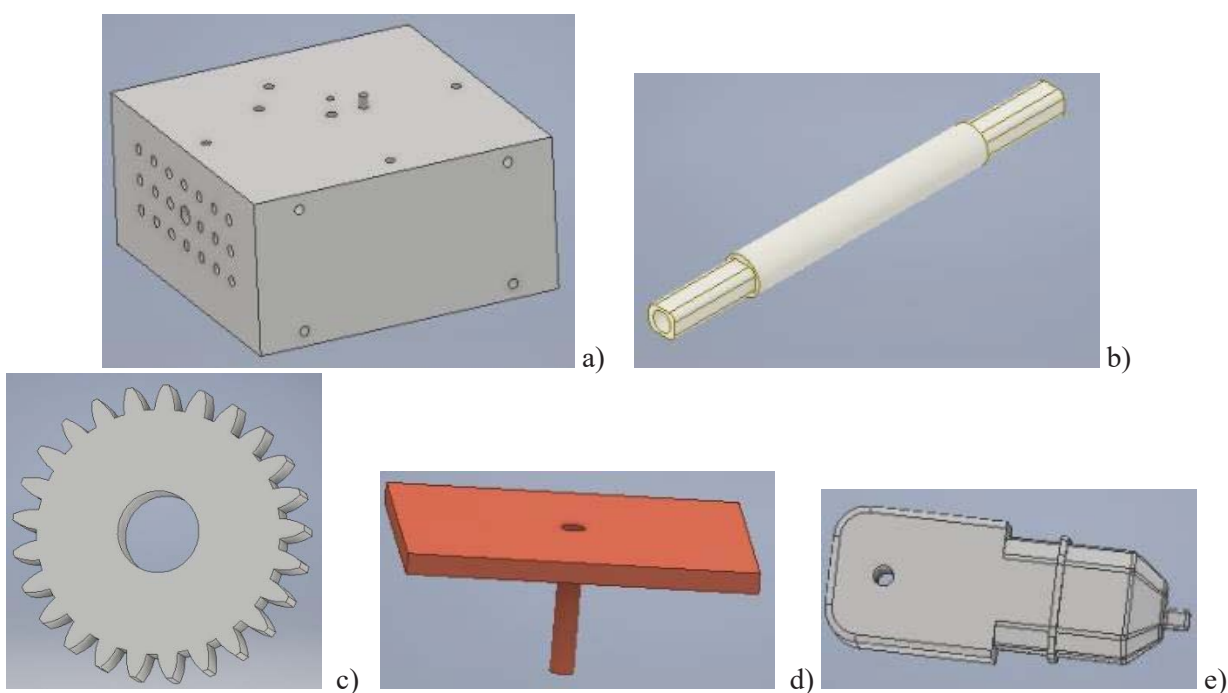
Tabelul 2. Calculul forțelor cu sarcină

Nr. crt.	Denumire	Formulă de calcul	Valoare
1	Forță motor 1	$F_{t_1} = m_{t_1} * g [N]$	$F_{t_1} = 0.138 * 9.81$ $F_{t_1} = 1.35 [N]$
2	Forță motor 2	$F_{t_2} = m_{t_2} * g [N]$	$F_{t_2} = 0.086 * 9.81$ $F_{t_2} = 0.84 [N]$

Pentru proiectarea și modelarea suportului brațului robotic s-au parcurs mai multe etape, și anume:

- Alegerea planului de lucru,
- Alegerea sistemului de axe,
- Desenarea unui patrulater cu centrul în origine,
- Cotarea patrulaterului,
- Extrudarea patrulaterului,
- Revenirea în schiță și desenarea cercurilor pentru găuri,
- Cotarea cercurilor,
- Găurirea,
- Introducerea șuruburilor,
- Salvarea piesei.

În figura 1 sunt prezentate elemente cinematice modelate.



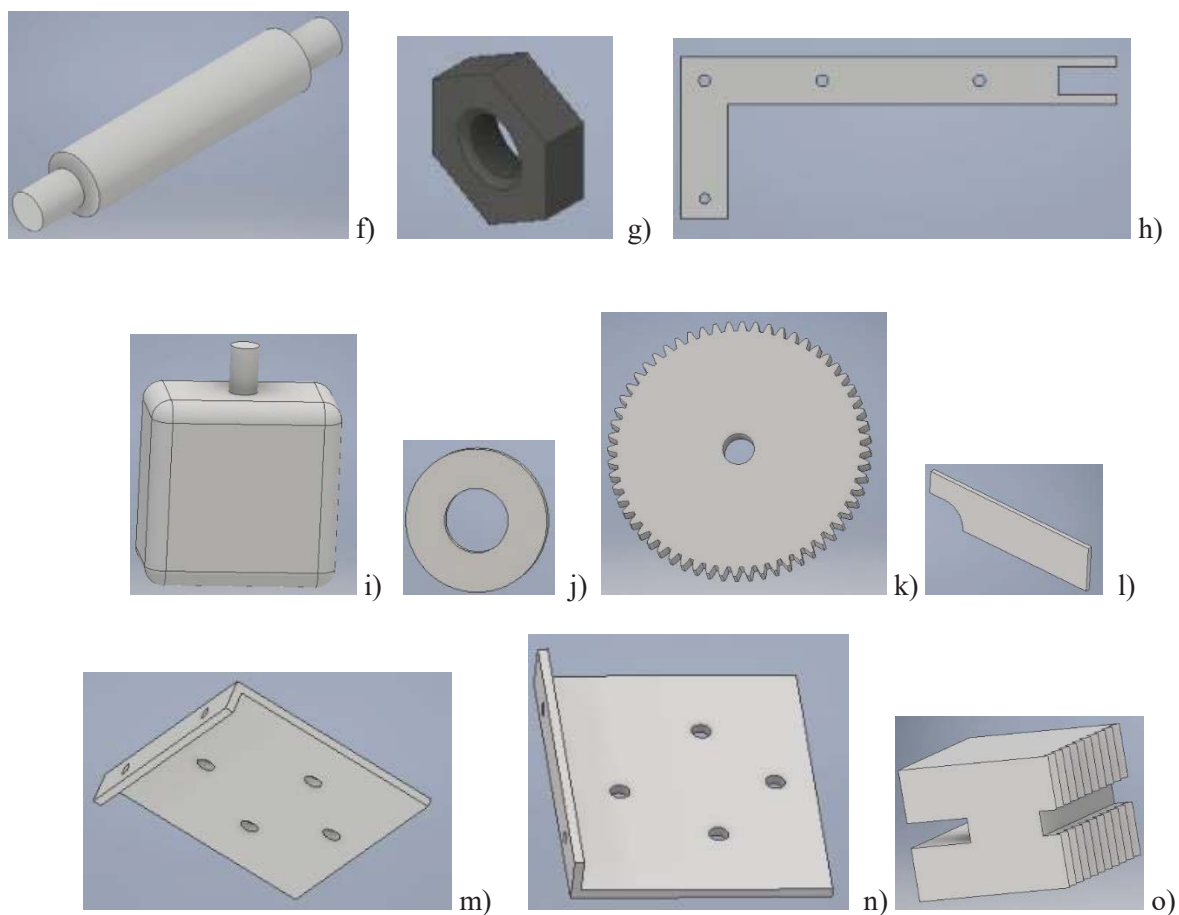


Fig. 1. a) suport, b) ax, c) roată dințată, d) suport, e) motor, f) distanțier, g) piuliță, h) braț, i) motor, j) șaibă, k) roată dințată, l) element prindere, m) capac 1, n) capac 2, o) element

În figura 2 este prezentat ansamblul format din elementele cinematice prezentate anterior.

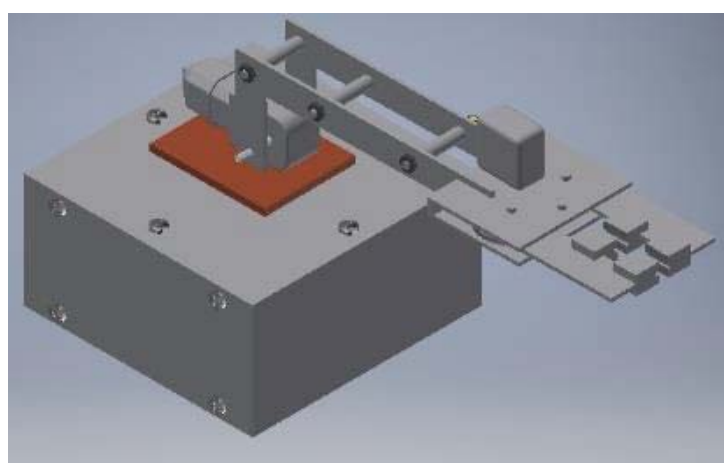


Fig. 2. Braț robotic

4. Realizarea practică a brațului robotic

După ce s-au modelat toate elementele cinematice s-a realizat practic brațul robotic cunoscându-se toate dimensiunile și toate cotele necesare.

În figurile de mai jos se vor pune în evidență părțile componente ale brațului robotic.

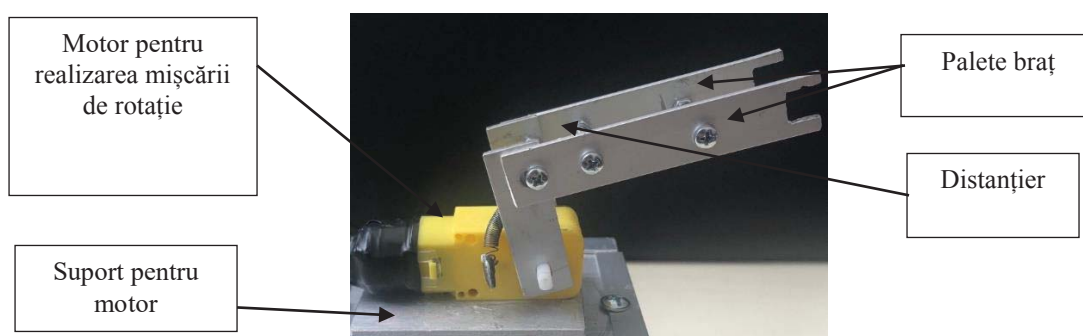
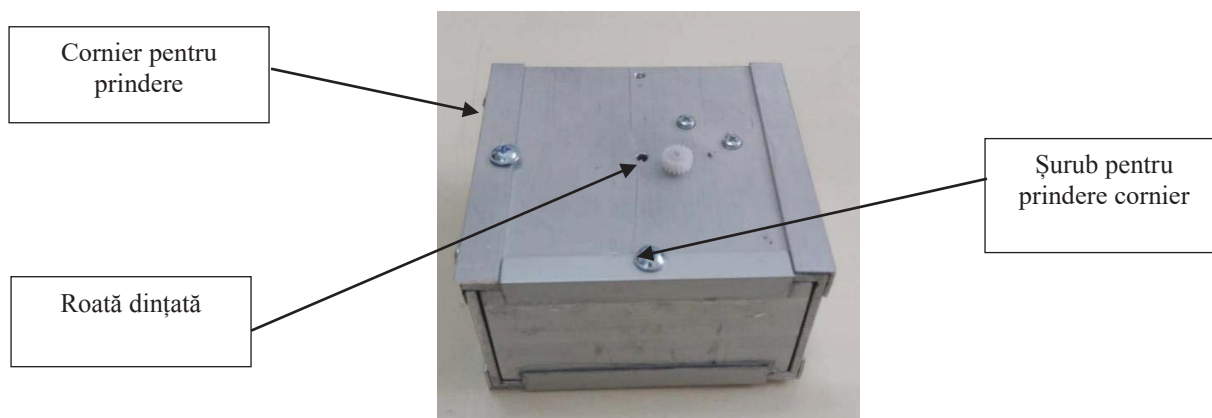




Fig. 6. Telecomandă

Pentru a se efectua comenzile descrise mai sus se prezintă schema electrică care stă la baza funcționării telecomenzii din figura 6.

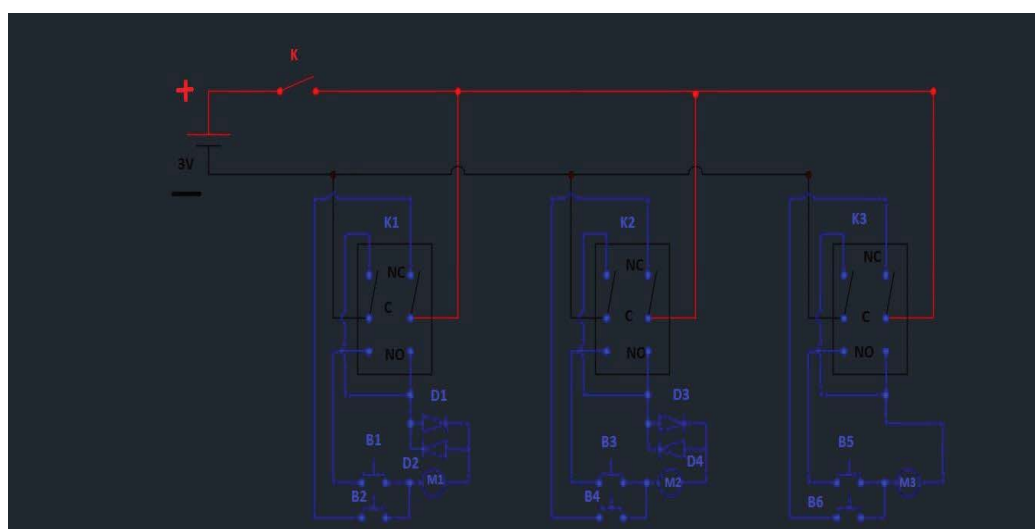


Fig. 7. Schema electrică

În figura de mai sus este prezentată schema electrică a brațului robotic. Cu roșu este desenat sensul pozitiv, cu negru sensul negativ, iar cu albastru restul conexiunilor. Sursa de curent o reprezintă două baterii alcaline a câte 1.5V fiecare. În momentul în care întrerupătorul K se află pe poziția ON, acesta dă voie curentului electric să circule. Cele trei comutatoare (K1, K2, K3) a câte două poziții fiecare au rolul de a schimba sensul celor trei motoare de rotație. Astfel, comutatorul K1 acționează asupra butoanelor B1, B2 care au rolul de a realiza mișcarea de rotație a motorului 1 în partea dreaptă, respectiv stânga; comutatorul K2 acționează asupra butoanelor B3, B4 dependente de motorul 2, iar comutatorul K3 este legat de butoanele B5 și B6 care acționează asupra motorului 3. Diodele D1, D2 sunt diode 1N4007 și reduc tensiunea cu 0.7V pe motorul 1. Aceleași caracteristici le au și D3, D4, însă acestea acționează asupra motorului 2.

Ansamblul final este prezentat în figura 8.

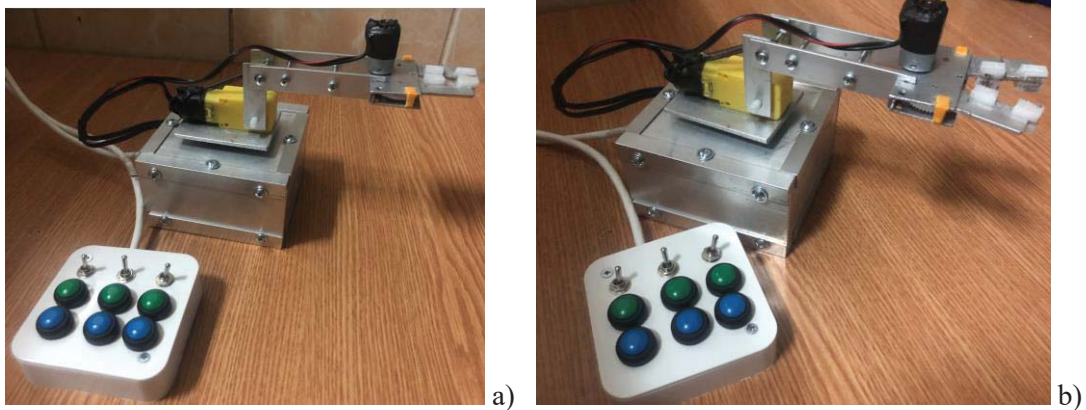


Fig. 8. Braț robotic manipulator: a) gripper în poziția închis, b) gripper în poziția deschis

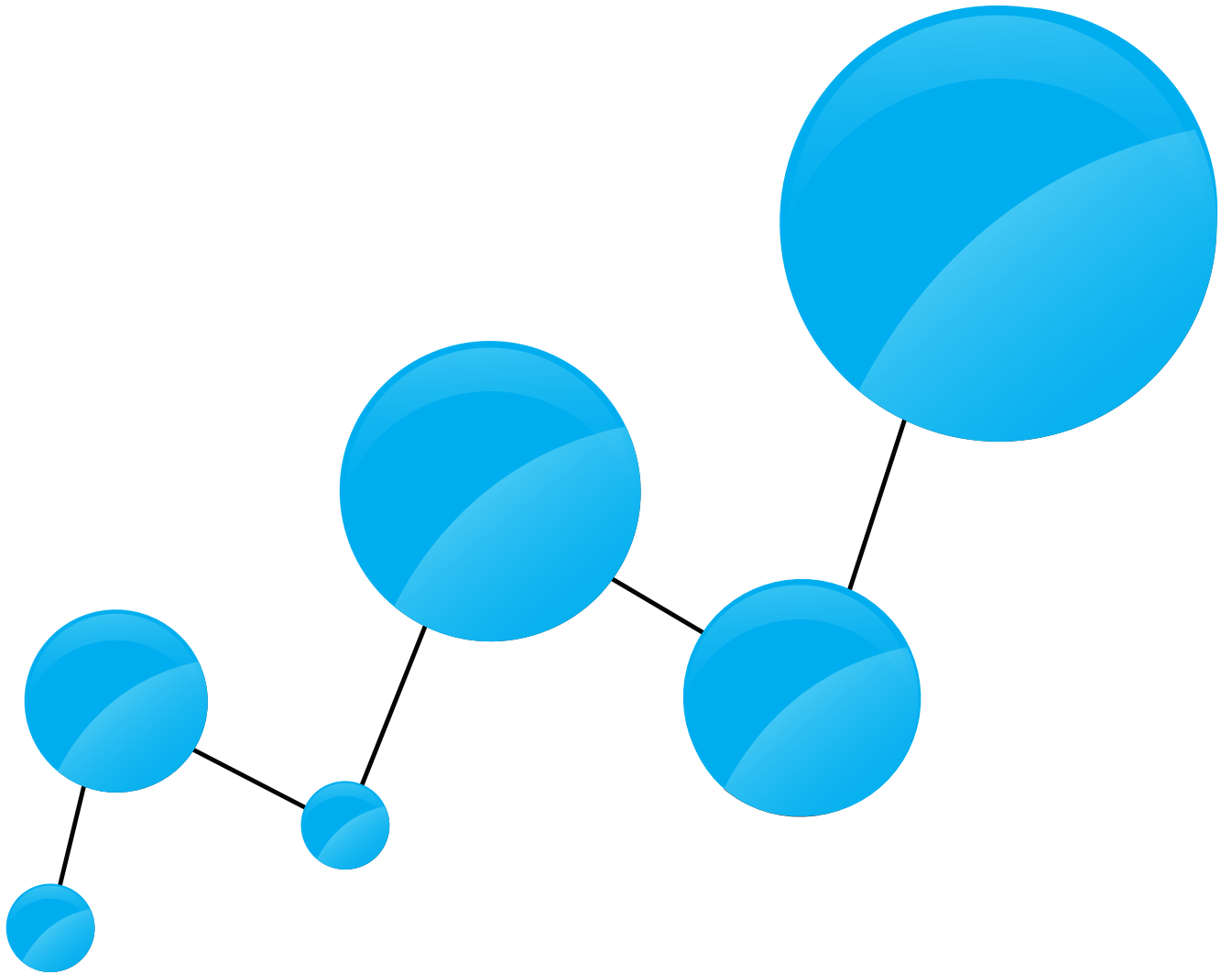
5. Concluzii

În această lucrare s-au avut în vedere mai multe etape de lucru:

- În prima etapă am efectuat un studiu asupra roboților utilizați în industrie.
- A doua etapă a constat în calculul forțelor celor două motoare în două cazuri (cu și fără sarcină).
- A treia etapă a constat din modelarea brațului robotic, iar în final s-a realizat practic.

6. Bibliografie

- [1]. Ocnărescu, C., Bazele mecatronicii – note de curs, 2019
- [2]. Ascent, 2018, The Autodesk(R) Inventor(R) 2018: Introduction to Solid Modeling, vol. 1, 592 pag., ISBN 1946571202
- [3]. <https://ro.wikipedia.org/wiki/Robot>



www.imst.pub.ro