

# TEZĂ DE ABILITARE

---

## CERCETĂRI PRIVITOARE LA PROIECTAREA OPTIMALĂ ROBUSTĂ ȘI ACȚIONAREA CU AJUTORUL MUȘCHILOR PNEUMATICI A SISTEMELOR

**Domeniul: Inginerie industrială**

**Prof.dr.ing. Andrea DEACONESCU**

# EDUCAȚIE ȘI FORMARE

---

## STUDII UNIVERSITARE 1980 - 1985

- Universitatea din Brașov
- Facultatea TCM
- Secția Mașini-unelte - **Inginer**

## STUDII POSTUNIVERSITARE 1998 - 2000

- University of Central England  
Birmingham, Anglia
- **Master of Arts** în Știința informării

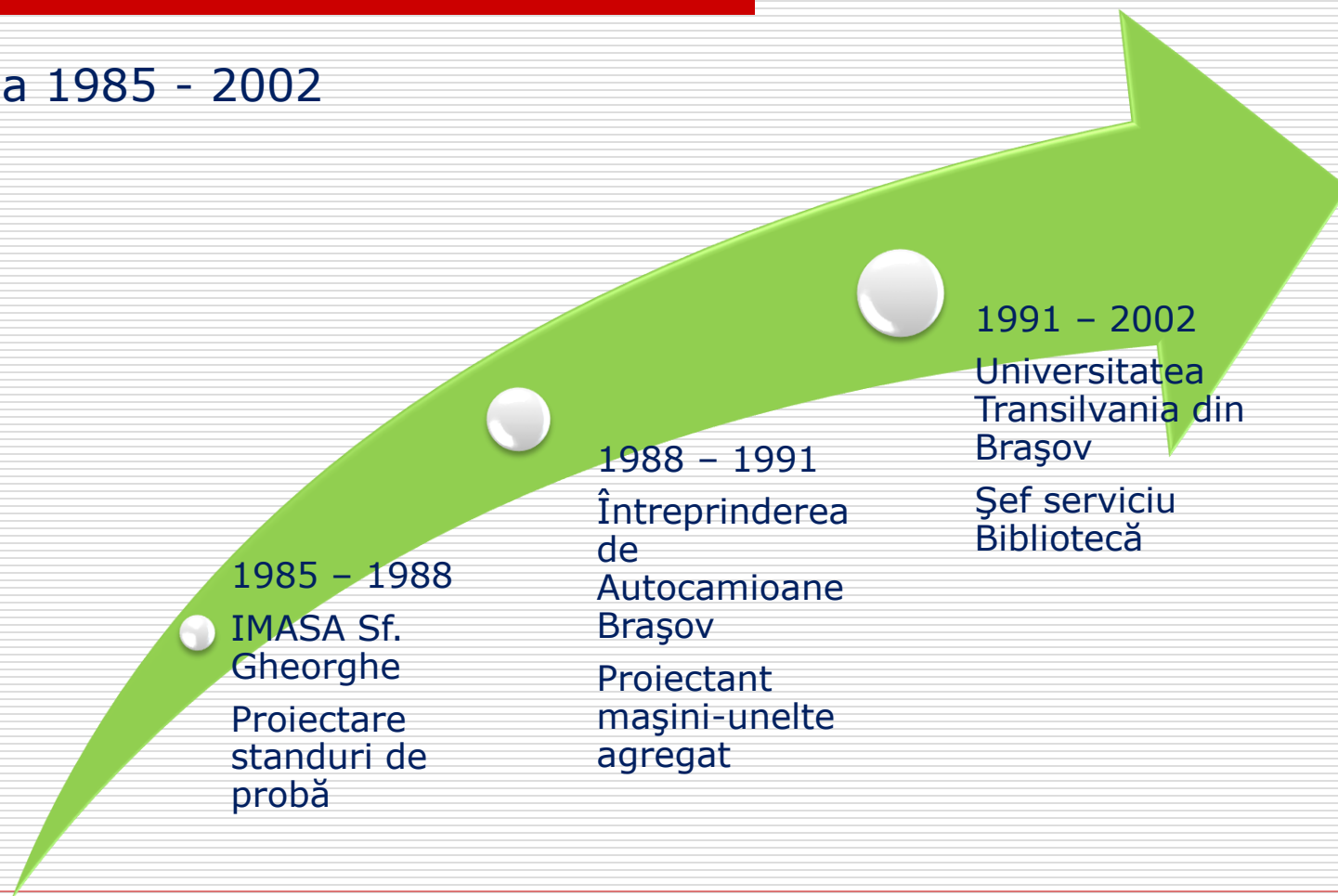
## STUDII DOCTORALE 2001 - 2005

- **Doctor inginer**

# EXPERIENȚA PROFESIONALĂ

---

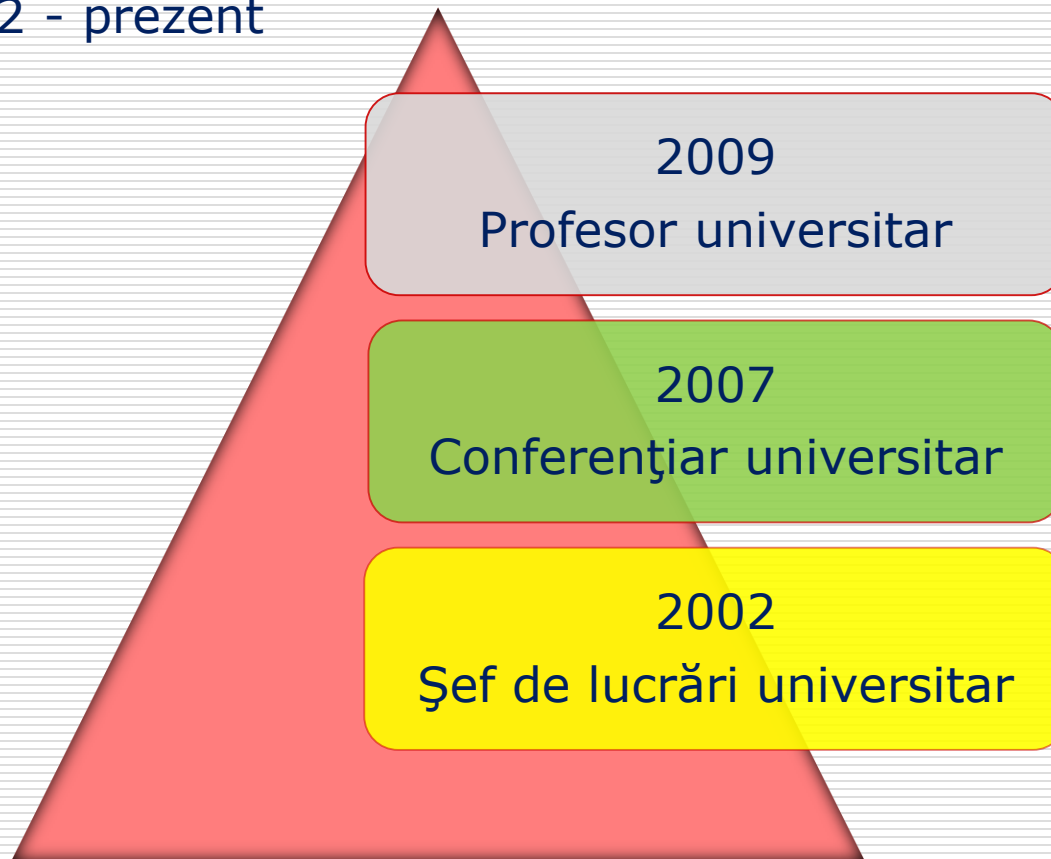
Perioada 1985 - 2002



# EXPERIENȚA PROFESIONALĂ

---

Perioada 2002 - prezent



# COMPETENȚE ACUMULATE

## Competențe profesionale:

- Metode de optimizare a proceselor productive.
- Acționări și automatizări pneumatice, Computer-aided engineering.
- Prelucrarea datelor, modelare matematică, simulare, testare.
- Competențe avansate de lucru cu diferite pachete software: Microsoft Office, MS Visual Basic, softuri specifice proiectării robuste (Qualitek 4, Design-Ease, WinRobust Lite).

## Competențe transversale:

- Managementul comunicării și cel al resurselor umane.
- Managementul proiectelor.

# ACTIVITATEA DIDACTICĂ

---

*Proiectarea robustă  
a sistemelor  
avansate de  
producție*

*Robust System  
Design*

*Design of the Lean  
Enterprise*

*Prelucrarea datelor*

*Comunicare și  
negociere în afaceri*

*Comunicare  
organizațională*

# ACTIVITATEA DIDACTICĂ ÎN STRĂINĂTATE

---

## Programul european Erasmus

Universitatea din Bremen (2002, 2005, 2006, 2007)

Odense University College of Engineering, Danemarca (2003)

ENSAM Cluny, Franța (2008, 2010)

Activitatea de predare a constat în prezentarea unor aspecte legate de Robust System Design (The "Quality Loss" Function, The Signal-to-Noise Ratio, Introduction to Design of Experiments).

# ACTIVITATEA DE CERCETARE

---

22 de  
contracte de  
cercetare  
științifică,  
din care:

Prin  
conpetiție

- 2 în calitate de director,
- 1 în calitate de responsabil științific (FP 6),
- 13 în calitate de membru în echipa de cercetare

Alte contracte

- 2 în calitate de director,
- 4 în calitate de membru în echipa de cercetare



# REALIZĂRI ȘTIINȚIFICE ȘI DIDACTICE

---



Număr cărți publicate în edituri naționale și internaționale: 10 + 2 (Springer și American Institute of Physics)



Număr lucrări indexate ISI: 19

Număr lucrări indexate BDI: 21 (după 2006)

Număr lucrări în Reviste/Proceedings naționale/internaționale neindexate: 15 (după 2006)



Număr brevete (cereri): 2

# ALTE REALIZĂRI/ACTIVITĂȚI

---

- Citări în reviste indexate ISI: 3
- Citări în reviste indexate în BDI: 37
- Prezentări invitate în plenul unor manifestări științifice internaționale: 1 (2015) + 1 (2016)
- Membru în colectivele de redacție sau comitete științifice al revistelor și manifestărilor științifice:
  - Revista RECENT,
  - Bulletin of the Transilvania University of Brașov,
  - Conferință OPTIM (2002),
  - Conferința ICEEMS (2003, 2005, 2007, 2009, 2011, 2013)
  - The 2<sup>nd</sup> International Conference on Manufacturing and Industrial Technologies (ICMIT 2015 Pattaya, Thailanda)

# ALTE REALIZĂRI/ACTIVITĂȚI

---

- Coordonator al Biroului de Marketing și Imagine al Universității Transilvania din Brașov
- Expert evaluator UEFISCDI
- Membru în organizații, asociații profesionale de prestigiu, naționale și internaționale:
  - International Association of Engineers Hong Kong (IAENG)
  - International Association of Computer Science and Information Technology Singapore (IACSIT)
  - Science and Engineering Institute (SCIEI)
  - International Economics Development Research Center (IEDRC) Hong Kong
  - Asociația Română de Tehnologii Neconvenționale

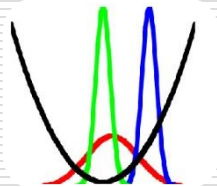
# ÎNDEPLINIREA STANDARDELOR MINIMALE PENTRU ABILITARE

| Domeniul activităților                                   | Condiții minime profesor  | Realizat   |
|--|---|--|
| <b>A1.</b><br>ACTIVITATEA DIDACTICĂ<br>ȘI PROFESIONALĂ   | <b>Minim 130 puncte</b>   | <b>163.2175 puncte</b>   |
|  | Cărți și capitole: Profesor <u>minim 2 prim autor</u>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 cărți (unic autor)</li> <li>• o carte coautor</li> <li>• 2 capitole de carte edituri internaționale (1 prim autor)</li> </ul> |
|  | Material didactic/Lucrări didactice: <u>minim 2 ca prim autor</u>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 4 manuale didactice (3 unic autor)</li> <li>• un capitol de manual didactic</li> </ul>  |
|  | Îndrumare de laborator/aplicații: <u>minim 2 ca prim autor</u>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 îndrumare de laborator (1 unic autor, 1 prim autor)</li> </ul>  |
| <b>A2.</b><br>ACTIVITATEA DE<br>CERCETARE                | <b>Minim 230 puncte</b>   | <b>725.7415 puncte</b>   |
|  | Articole în Reviste cotate ISI Thomson Reuters și în Volume indexate ISI Proceedings: <u>min. 8 articole, din care 2 în reviste</u> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 articole în reviste indexate ISI Thomson Reuters cu FI și SRI</li> <li>• 17 articole indexate ISI Proceedings</li> </ul>      |
|  | Articole în reviste și volumele unor manifestări științifice indexate BDI, <u>minim 8 articole</u>                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 21 articole indexate în BDI</li> </ul>  |
|  | Grant-Director/Responsabil, Director/Responsabil - <u>minim 2D sau 4R</u>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 granturi (2 director, 1 responsabil științific)</li> </ul>  |
| <b>A3.</b><br>RECUNOASTEREA ȘI IMPACTULUI<br>ACTIVITĂȚII | <b>Minim 70 puncte</b>  | <b>259.41 puncte</b>   |
| <b>TOTAL</b>   | <b>Minim 430 puncte</b>   | <b>1148.369</b>  |

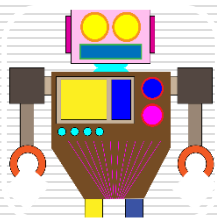
# REALIZĂRI ȘTIINȚIFICE ȘI PROFESIONALE

---

## DIRECȚII DE CERCETARE



*Optimizarea prelucrării prin lepuire a suprafețelor prin proiectare robustă parametrică*



*Sisteme de acționare a roboților industriali și a echipamentelor de reabilitare medicală cu ajutorul mușchilor pneumatici*

# I. PROIECTAREA SISTEMELOR ROBUSTE

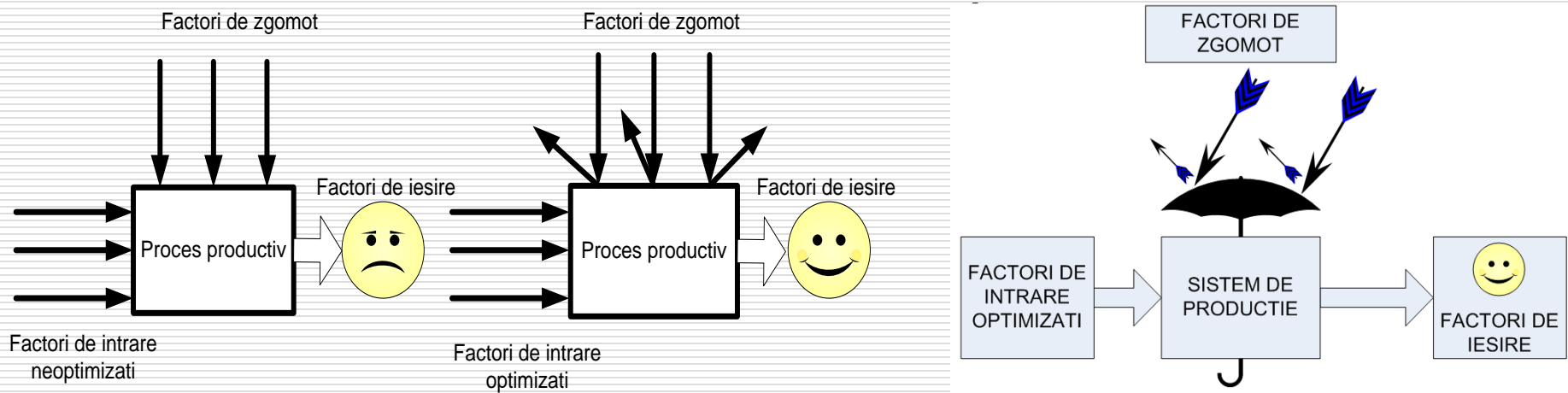
---

*Contribuții aduse în domeniu după susținerea tezei de doctorat:*

- îmbunătățiri aduse programului LappMaster (modulul TagMaster), conceput de autoare, în ceea ce privește creșterea numărului de matrice de experimente deținute de baza de date dedicată (de la 15 la 24), precum și posibilitatea alegerii unui număr mai mare de niveluri ale factorilor selectați (de la doi la trei).
- conceperea unei metodologii de determinare a raportului Semnal/Zgomot dinamic.
- conceperea unei metodologii de optimizare simultană multicriterială.

Rezultatele obținute s-au materializat prin publicarea a 12 articole științifice.

**Definiție:** Un proces productiv este considerat robust atunci când acesta este insensibil la sursele de variabilitate din sistem, adică la factorii de zgomot, chiar și atunci când aceștia nu pot fi eliminați. Proiectarea robustă presupune alegerea combinației optime a valorilor parametrilor de intrare în sistem, astfel încât acesta să rămână insensibil la zgomote.



---

Rolul inginerilor într-o întreprindere este acela de a minimiza sau chiar de a anula efectul factorilor de zgomot, scopul fiind obținerea unei calități constante. O calitate constantă înseamnă de fapt minimizarea variabilității caracteristicilor de calitate, lucru realizabil în două moduri:

- eliminarea sursei de zgomot;
- conceperea produsului de o manieră care să-l facă insensibil la factorii de zgomot.



---

Eliminarea factorilor de zgomot este o acțiune scumpă și consumatoare de timp, din cauza faptului că unii dintre acești factori sunt greu controlabili.

=> este de preferat ca pentru minimizarea variabilității caracteristicilor de calitate să se aleagă cea de-a doua metodă de lucru.

**→ Metodele Taguchi de proiectare robustă**

---

## METODELE TAGUCHI DE PROIECTARE ROBUSTĂ

- metoda clasică a planurilor de experiențe

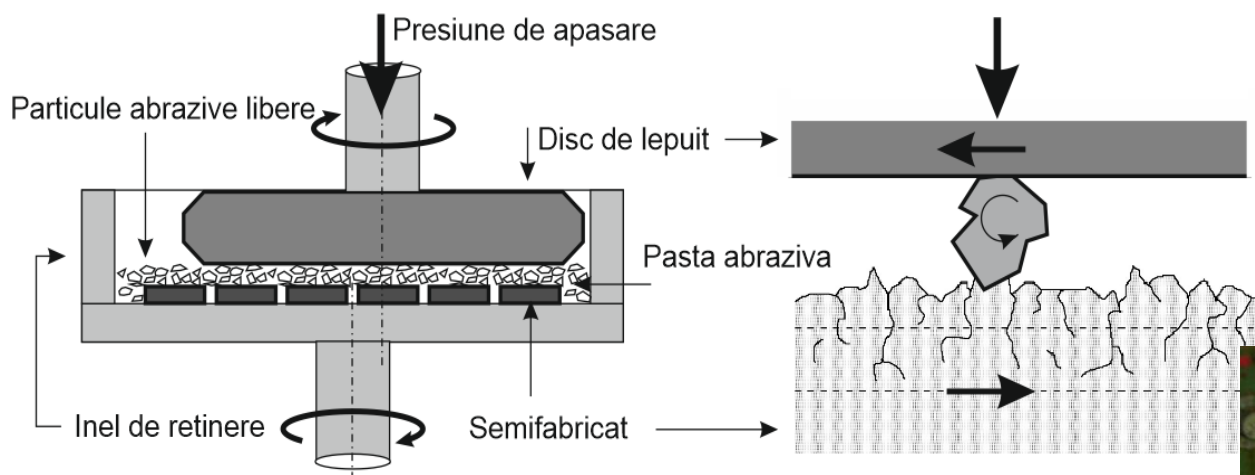
- metoda planurilor de experiențe Taguchi

---

Indiferent de metoda aplicată, pentru optimizarea unui sistem trebuie parcurși următorii pași:

- definirea obiectivului care trebuie atins, adică a caracteristicii de calitate care trebuie optimizată;
- determinarea factorilor care influențează procesul și a nivelurilor acestora;
- alegerea matricei de experiențe care trebuie utilizată;
- realizarea încercărilor și măsurarea rezultatelor;
- prelucrarea rezultatelor și calculul efectelor factorilor testați;
- alegerea configurației optime a nivelurilor factorilor testați;
- realizarea unei încercări de validare.

# 1. Studiu de caz: Optimizarea robustă a procesului de lepuire a suprafețelor plane



Principiul lepuirii

Echipamentul folosit



## Factori de zgomot

- Temperatură mediu ambiant
- Jocuri lanțuri cinematice
- Neomogenitate materie primă

## Factori de intrare (Semnal)

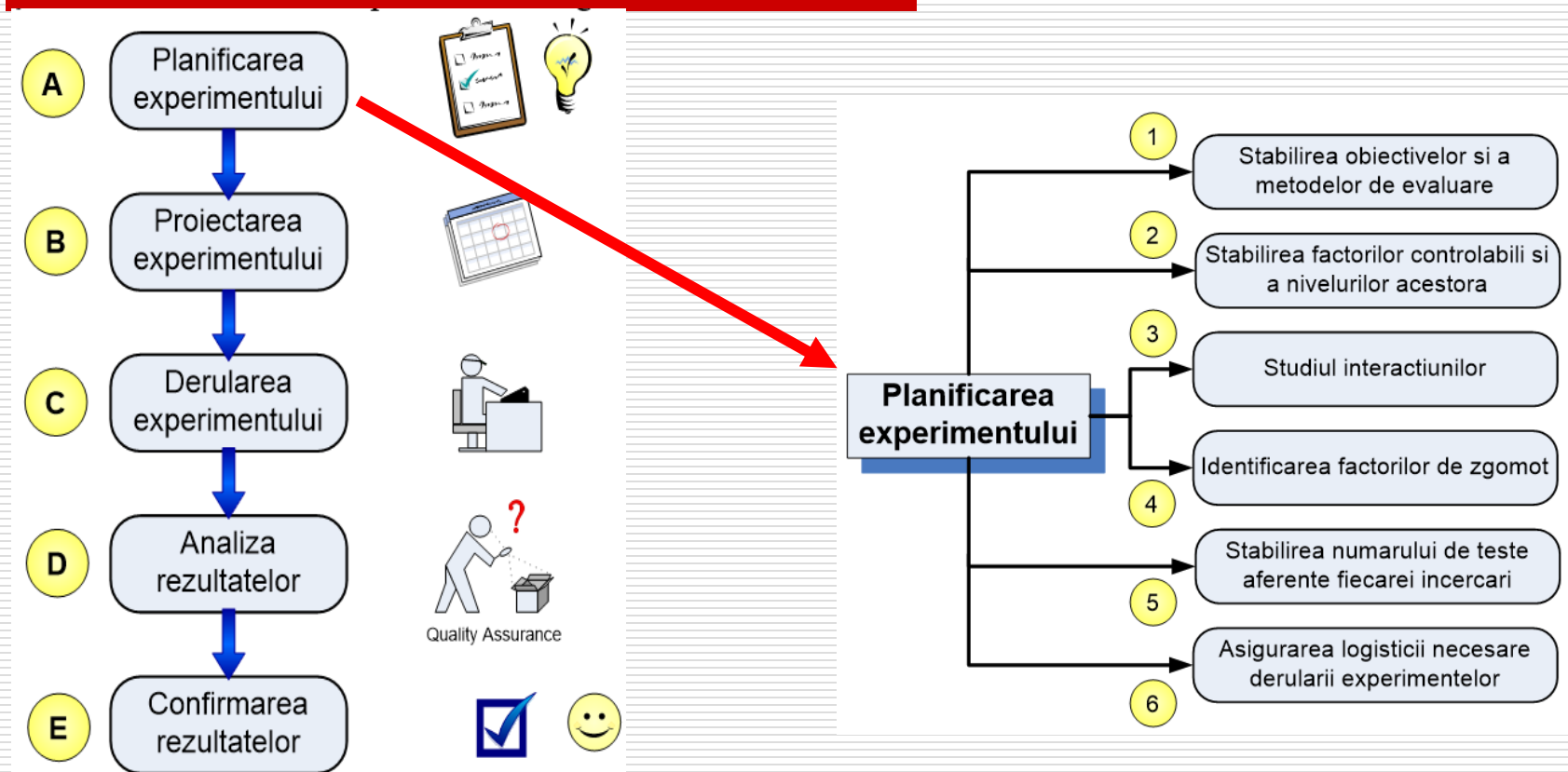
- Turație disc de lepuit
- Turație excentric
- Presiune de contact
- Excentricitate
- Durata prelucrării
- Tip abraziv
- Concentrație abraziv

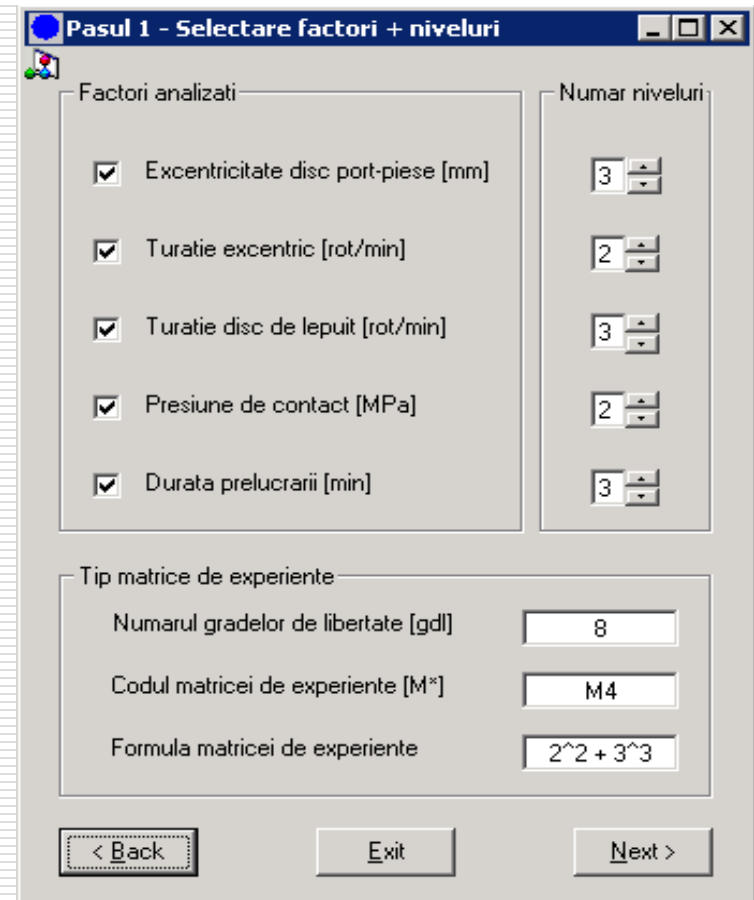
## LEPUIREA SUPRAFEȚELOR PLANE

## Factori de ieșire (Răspuns)

- Rugozitate
- Înălțime strat așchiat
- Duritate strat

## Etapele necesare obținerii unui sistem robust





**Pasul 2 - Editare matrice**

Centralizator factori

Factori cu 2 niveluri = 2

Factori cu 3 niveluri = 3

Codul matricei

| Factori controlati |   |   |   |   |   |
|--------------------|---|---|---|---|---|
| Nr. incercare      | A | B | C | D | E |
| ▶ 1                | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 2                  | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| 3                  | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 |
| 4                  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 5                  | 1 | 2 | 2 | 3 | 1 |
| 6                  | 1 | 2 | 1 | 1 | 3 |
| 7                  | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 |
| 8                  | 1 | 2 | 3 | 2 | 1 |
| 9                  | 2 | 1 | 3 | 1 | 2 |
| 10                 | 2 | 1 | 1 | 3 | 1 |
| 11                 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 |
| 12                 | 2 | 1 | 2 | 1 | 3 |
| 13                 | 2 | 2 | 1 | 2 | 3 |
| 14                 | 2 | 2 | 3 | 1 | 1 |
| 15                 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| 16                 | 2 | 2 | 1 | 3 | 2 |

A Turatie excentric [rot/min]

B Presiune de contact [MPa]

C Excentricitate disc port-piese [mm]

D Turatie disc de lepuit [rot/min]

E Durata prelucrării [min]

< Back      Exit      Next >

**Pasul 3 - Introducerea valorilor nivelurilor**

Centralizator factori

Factori cu 2 niveluri = 2

Factori cu 3 niveluri = 3

Print

Valori niveluri

|                                       | Nivelul 1                        | Nivelul 2                        | Nivelul 3                       |
|---------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| A Turatie excentric [rot/min]         | <input type="text" value="25"/>  | <input type="text" value="50"/>  |                                 |
| B Presiune de contact [MPa]           | <input type="text" value="0.1"/> | <input type="text" value="0.2"/> |                                 |
| C Excentricitate disc port-piese [mm] | <input type="text" value="2"/>   | <input type="text" value="4"/>   | <input type="text" value="6"/>  |
| D Turatie disc de lepuit [rot/min]    | <input type="text" value="30"/>  | <input type="text" value="50"/>  | <input type="text" value="75"/> |
| E Durata prelucrării [min]            | <input type="text" value="1"/>   | <input type="text" value="2"/>   | <input type="text" value="5"/>  |

< First      < Back      Exit      Next >



**Pasul 4 - Selectarea criteriului de optimizare**

Selectarea criteriului de optimizare

Criteriu care trebuie minimizat (Smaller is Better)  
- Rugozitatea suprafetelor - Ra

Criteriu care trebuie maximizat (Bigger is Better)  
- Productivitatea prelucrării (inaltimea stratului indepartat - h)

Criteriu tinta (Nominal the Best)

Parametrul studiat

Rugozitatea suprafetelor - Ra

Productivitatea prelucrării (inaltimea stratului indepartat - h)

Valoarea tinta

**Pasul 5 - Introducerea si prelucrarea rezultatelor experimentale (metoda Taguchi)**

Matricea de experiente

| Nr incercare | Factori controlati |   |   |   |   |
|--------------|--------------------|---|---|---|---|
|              | A                  | B | C | D | E |
| 1            | 1                  | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 2            | 1                  | 1 | 2 | 2 | 2 |
| 3            | 1                  | 1 | 3 | 3 | 3 |
| 4            | 1                  | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 5            | 1                  | 2 | 2 | 3 | 1 |
| 6            | 1                  | 2 | 1 | 1 | 3 |
| 7            | 1                  | 2 | 1 | 1 | 2 |
| 8            | 1                  | 2 | 3 | 2 | 1 |
| 9            | 2                  | 1 | 3 | 1 | 2 |
| 10           | 2                  | 1 | 1 | 3 | 1 |
| 11           | 2                  | 1 | 1 | 2 | 1 |
| 12           | 2                  | 1 | 2 | 1 | 3 |
| 13           | 2                  | 2 | 1 | 2 | 3 |
| 14           | 2                  | 2 | 3 | 1 | 1 |
| 15           | 2                  | 2 | 2 | 1 | 1 |
| 16           | 2                  | 2 | 1 | 3 | 2 |

Raspunsuri

| Nr incercare | Valori masurate |       |       |       |       |
|--------------|-----------------|-------|-------|-------|-------|
|              | Test1           | Test2 | Test3 | Test4 | Test5 |
| 1            | 0.09            | 0.08  | 0.08  | 0.09  | 0.07  |
| 2            | 0.1             | 0.12  | 0.13  | 0.11  | 0.1   |
| 3            | 0.06            | 0.05  | 0.07  | 0.03  | 0.05  |
| 4            | 0.1             | 0.12  | 0.13  | 0.15  | 0.09  |
| 5            | 0.03            | 0.06  | 0.06  | 0.05  | 0.04  |
| 6            | 0.1             | 0.12  | 0.13  | 0.12  | 0.1   |
| 7            | 0.12            | 0.13  | 0.12  | 0.09  | 0.09  |
| 8            | 0.06            | 0.06  | 0.05  | 0.04  | 0.06  |
| 9            | 0.08            | 0.08  | 0.09  | 0.1   | 0.08  |
| 10           | 0.1             | 0.12  | 0.11  | 0.11  | 0.11  |
| 11           | 0.12            | 0.13  | 0.12  | 0.11  | 0.1   |
| 12           | 0.1             | 0.12  | 0.09  | 0.09  | 0.08  |
| 13           | 0.03            | 0.03  | 0.06  | 0.05  | 0.04  |
| 14           | 0.1             | 0.11  | 0.11  | 0.12  | 0.09  |
| 15           | 0.12            | 0.12  | 0.15  | 0.12  | 0.1   |
| 16           | 0.1             | 0.12  | 0.13  | 0.09  | 0.1   |

Statistica raspunsurilor

| Nr incercare | Calcule |        |         |
|--------------|---------|--------|---------|
|              | Medie   | s      | SN      |
| 1            | 0.0820  | 0.0084 | 19.8162 |
| 2            | 0.1120  | 0.0130 | 18.6681 |
| 3            | 0.0520  | 0.0148 | 10.8246 |
| 4            | 0.1180  | 0.0239 | 13.8432 |
| 5            | 0.0480  | 0.0130 | 11.2558 |
| 6            | 0.1140  | 0.0134 | 18.5733 |
| 7            | 0.1100  | 0.0187 | 15.3620 |
| 8            | 0.0540  | 0.0089 | 15.5931 |
| 9            | 0.0860  | 0.0089 | 19.6497 |
| 10           | 0.1100  | 0.0071 | 23.8346 |
| 11           | 0.1160  | 0.0114 | 20.1413 |
| 12           | 0.0960  | 0.0152 | 16.0064 |
| 13           | 0.0420  | 0.0130 | 10.0760 |
| 14           | 0.1060  | 0.0114 | 19.3566 |
| 15           | 0.1220  | 0.0179 | 16.6570 |
| 16           | 0.1080  | 0.0164 | 16.3347 |

Calculul medilor

Media aritmetica a raspunsurilor

Media aritmetica a rapoartelor S/N [dB]

**Pasul 6 - Calculul raspunsurilor medii (metoda Taguchi)**

Statistica

| Factori controlati |   |   |   |   | Calcul |        |        |         |
|--------------------|---|---|---|---|--------|--------|--------|---------|
|                    | A | B | C | D | E      | Medie  | s      | SN      |
| ▶                  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1      | 0.0820 | 0.0084 | 19.8162 |
|                    | 1 | 1 | 2 | 2 | 2      | 0.1120 | 0.0130 | 18.6681 |
|                    | 1 | 1 | 3 | 3 | 3      | 0.0520 | 0.0148 | 10.8246 |
|                    | 1 | 1 | 1 | 1 | 1      | 0.1180 | 0.0239 | 13.8432 |
|                    | 1 | 2 | 2 | 3 | 1      | 0.0480 | 0.0130 | 11.2558 |
|                    | 1 | 2 | 1 | 1 | 3      | 0.1140 | 0.0134 | 18.5733 |
|                    | 1 | 2 | 1 | 1 | 2      | 0.1100 | 0.0187 | 15.3620 |
|                    | 1 | 2 | 3 | 2 | 1      | 0.0540 | 0.0089 | 15.5931 |
|                    | 2 | 1 | 3 | 1 | 2      | 0.0860 | 0.0089 | 19.6497 |
|                    | 2 | 1 | 1 | 3 | 1      | 0.1100 | 0.0071 | 23.8346 |
|                    | 2 | 1 | 1 | 2 | 1      | 0.1160 | 0.0114 | 20.1413 |
|                    | 2 | 1 | 2 | 1 | 3      | 0.0960 | 0.0152 | 16.0064 |
|                    | 2 | 2 | 1 | 2 | 3      | 0.0420 | 0.0130 | 10.0760 |
|                    | 2 | 2 | 3 | 1 | 1      | 0.1060 | 0.0114 | 19.3566 |
|                    | 2 | 2 | 2 | 1 | 1      | 0.1220 | 0.0179 | 16.6570 |
|                    | 2 | 2 | 1 | 3 | 2      | 0.1080 | 0.0164 | 16.3347 |

Factori cu 2 niveluri = 2  
Factori cu 3 niveluri = 3

Raspunsuri medii:

| Factori | Nivelul 1 | Nivelul 2 | Nivelul 3 |
|---------|-----------|-----------|-----------|
| A       | 15.4920   | 17.7570   |           |
| B       | 17.8480   | 15.4010   |           |
| C       | 17.2476   | 15.6468   | 13.8700   |
| D       | 17.4080   | 16.1196   | 15.5624   |
| E       | 17.5622   | 17.5036   | 13.8700   |

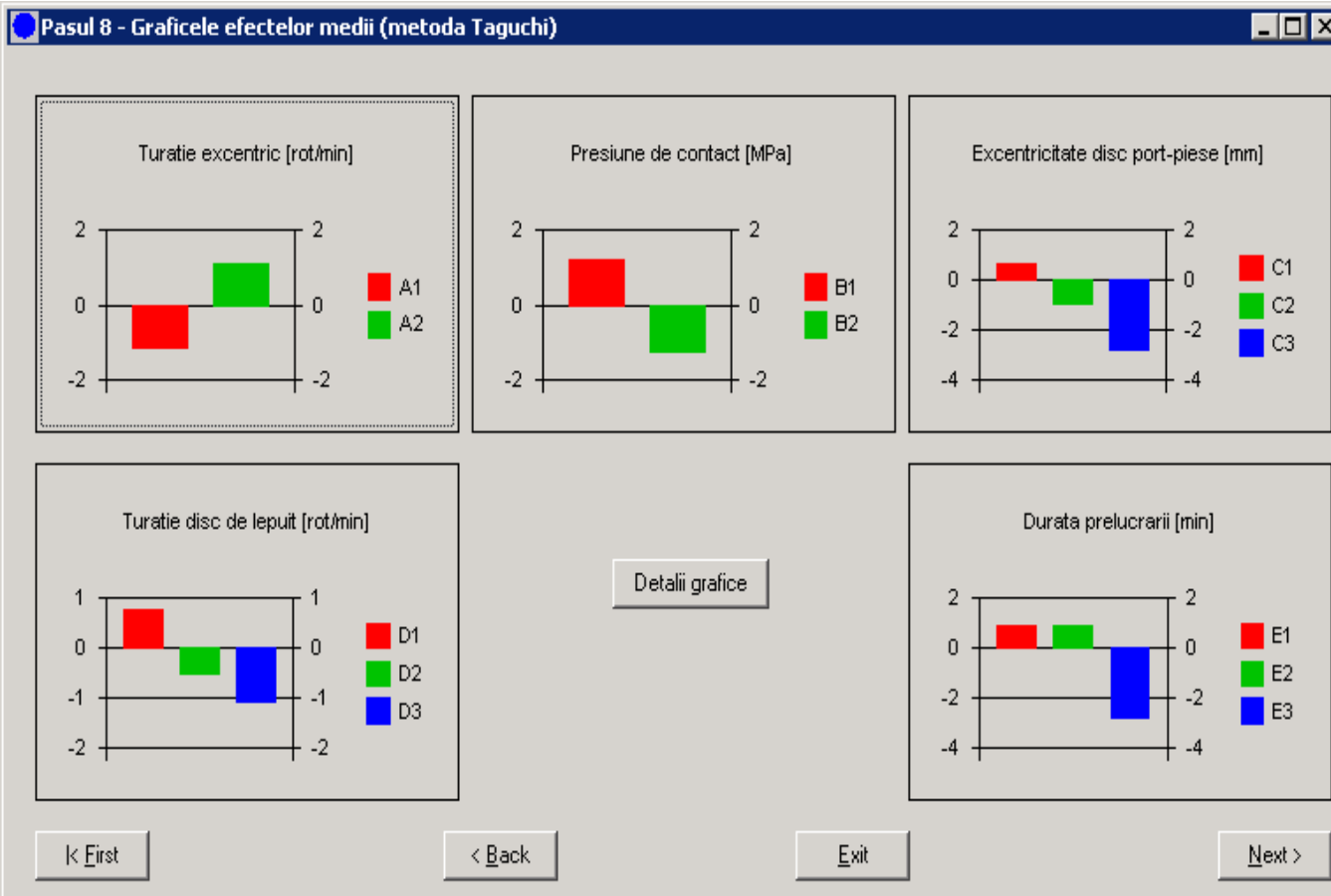
◀ First      < Back      Exit      Next >

**Pasul 7 - Calculul efectelor medii (metoda Taguchi)**

Efecte medii:

| Factori | Nivelul 1 | Nivelul 2 | Nivelul 3 |
|---------|-----------|-----------|-----------|
| A       | -1.1325   | 1.1325    |           |
| B       | 1.2235    | -1.2235   |           |
| C       | .6231     | -.9777    | -2.7545   |
| D       | .7835     | -.5049    | -1.0621   |
| E       | .9377     | .8791     | -2.7545   |

◀ First      < Back      Exit      Next >



**Pasul 9 - Afisarea nivelurilor optime (metoda Taguchi)**

| Centralizator factori                 | Nivel optim | Efecte |
|---------------------------------------|-------------|--------|
| A Turatie excentric [rot/min]         | 2           | 1.1325 |
| B Presiune de contact [MPa]           | 1           | 1.2235 |
| C Excentricitate disc port-piese [mm] | 1           | 0.6231 |
| D Turatie disc de leput [rot/min]     | 1           | 0.7835 |
| E Durata prelucrarii [min]            | 1           | 0.9377 |

Raportul SN teoretic rezultat: 21.32483 dB

Factori cu 2 niveluri = 2  
Factori cu 3 niveluri = 3

Combinatia optima a factorilor aleși

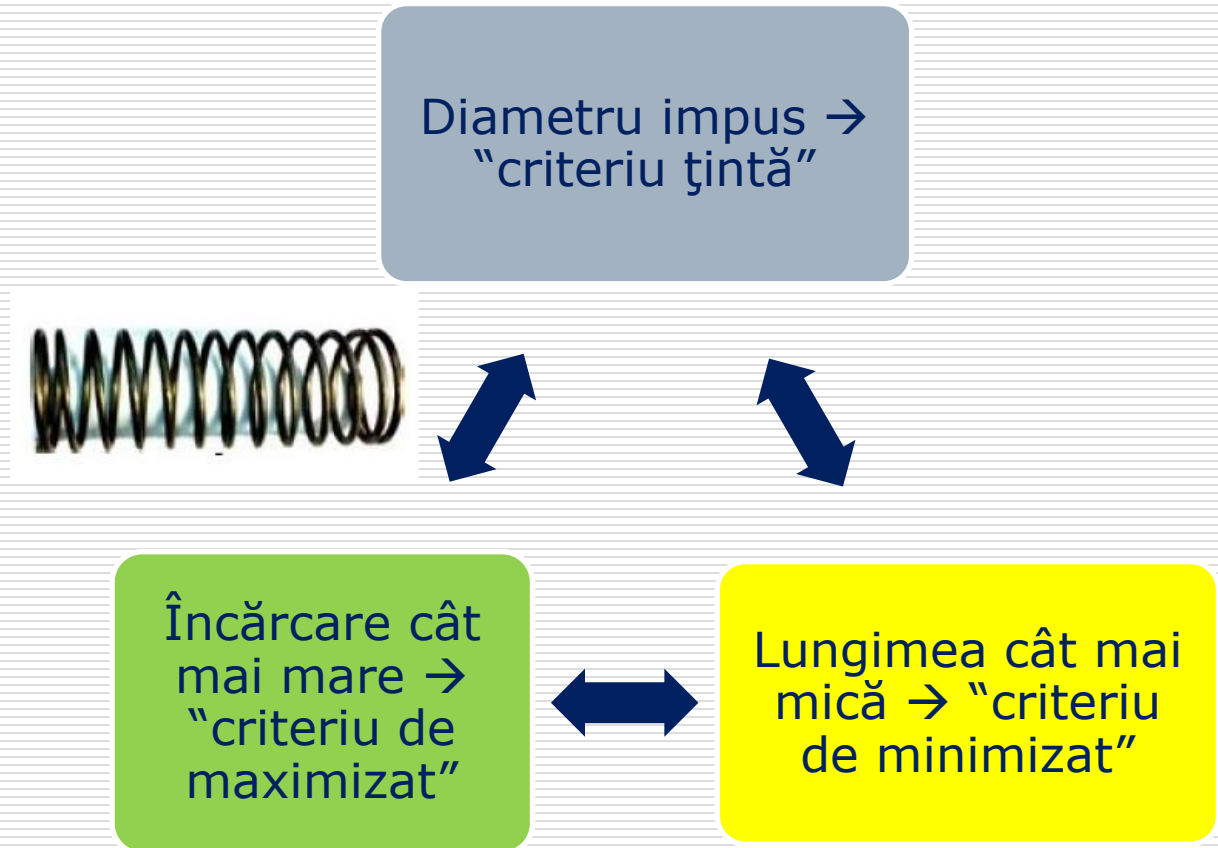
|    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|
| A2 | B1 | C1 | D1 | E1 |
|----|----|----|----|----|

< First      < Back      Exit

## 2. Studiu de caz: Optimizarea simultană multicriterială

---

În majoritatea situațiilor, atunci când se dezvoltă sau se optimizează un produs sau proces, sunt analizate simultan mai multe caracteristici de calitate ale acestora.



---

O analiză separată pentru fiecare caracteristică în parte va furniza, în majoritatea cazurilor, combinații diferite ale nivelurilor factorilor controlabili care să determine o robustețe a produsului/procesului.

O combinație care este optimă pentru una dintre caracteristicile studiate s-ar putea să nu fie cea mai bună pentru o altă caracteristică a produsului/procesului.

---

Aceste considerente au dus la ideea introducerii unui *criteriu general de evaluare (overall evaluation criterion - OEC)*, care, pentru o anumită matrice de experiențe folosită, generează o combinație unică a nivelurilor factorilor controlabili, astfel încât produsul sau procesul să fie robuste.

- 
- Diferitele caracteristici de calitate ale unui produs sunt exprimate în diverse unități de măsură.
  - Nu toate caracteristicile sunt la fel de importante atunci când se analizează calitatea produsului.



Calculul criteriului general de evaluare OEC presupune adimensionarea caracteristicilor de calitate studiate și atribuirea unor coeficienți de pondere acestora.



## Exemplu

---

Un atelier mecanic produce un lot de șuruburi care este supus controlului de calitate.

| Caracteristica de calitate | Cea mai neconvenabilă valoare de obținut | Cea mai convenabilă valoare de obținut | Criteriu de optimizare | Pondere a importanței | Încercare |    |
|----------------------------|--|--|------------------------|-----------------------|-----------|----|
|                            |  |  |                        |                       | 1         | 2  |
| Grad de acoperire          | 0%                                       | 100%                                   | De maximizat           | 30%                   | 75        | 95 |
| Lungime                    | 25 mm                                    | 28 mm                                  | Țintă                  | 60%                   | 27        | 26 |
| Masă                       | 15 g                                     | 10 g                                   | De minimizat           | 10%                   | 14        | 12 |

---

Relațiile de calcul ale criteriilor generale de evaluare OEC pentru cele două încercări sunt:

- $$OEC_1 = \frac{75-0}{100-0} \cdot 30 + \left(1 - \frac{28-27}{28-25}\right) \cdot 60 + \left(1 - \frac{14-10}{15-10}\right) \cdot 10 =$$
$$= \frac{75}{100} \cdot 30 + \frac{2}{3} \cdot 60 + \frac{1}{5} \cdot 10 = 22,5 + 40 + 2 = 64,5$$

- $$OEC_2 = \frac{95-0}{100-0} \cdot 30 + \left(1 - \frac{28-26}{28-25}\right) \cdot 60 + \left(1 - \frac{12-10}{15-10}\right) \cdot 10 =$$
$$= \frac{95}{100} \cdot 30 + \frac{1}{3} \cdot 60 + \frac{3}{5} \cdot 10 = 28,5 + 20 + 6 = 54,5$$

**Valoarea cea mai mare** a OEC este cea care trebuie reținută, ea fiind obținută printr-o configurație optimă a nivelurilor factorilor controlabili ai sistemului analizat.

## Concluzii

---

Studiile efectuate pe direcția **proiectării robuste** s-au concretizat prin realizarea unui program de calculator dedicat, a două cărți ca unic autor și a numeroase lucrări publicate în reviste și la conferințe internaționale.

Alte realizări:

- un contract CNCSIS tip Resurse umane, PN-II-RU-MC-2008-2, cod CNCSIS: 44 (februarie 2008), cu titlul *Robust Design of Lapping Processes*.

- 
- lucrarea *Study Concerning the Increase of Productivity in Machining by Lapping*, prezentată în calitate de Keynote Speaker în cadrul The 2<sup>nd</sup> International Conference on Manufacturing and Industrial Technologies (ICMIT 2015), Pattaya, Thailanda.
  - lucrarea *Experimental and Statistical - Parametric Optimisation of Surface Roughness and Machining Productivity by Lapping* acceptată spre publicare în revista indexată ISI *Transactions of Famena* (vol. 39, nr. 4, apariție în ianuarie 2016).

## II. ACȚIONAREA CU AJUTORUL MUȘCHILOR PNEUMATICI

---

*Contribuții aduse în domeniu (împreună cu echipa de cercetare):*

- proiectarea, realizarea și testarea unor module de rotație și de translație destinate roboților industriali, acționate cu ajutorul mușchilor pneumatici
- proiectarea, realizarea și testarea unui echipament de reabilitare a articulațiilor portante ale membrelor inferioare, acționat cu un mușchi pneumatic
- proiectarea, realizarea și testarea unui sistem de prehensiune acționat cu un mușchi pneumatic

Rezultatele obținute s-au materializat prin publicarea a 14 articole științifice indexate ISI și a alte 14 articole indexate BDI.

## **II.1 Dezvoltarea de module de rotație și de translație destinate roboților de reabilitare, acționate de mușchi pneumatici**

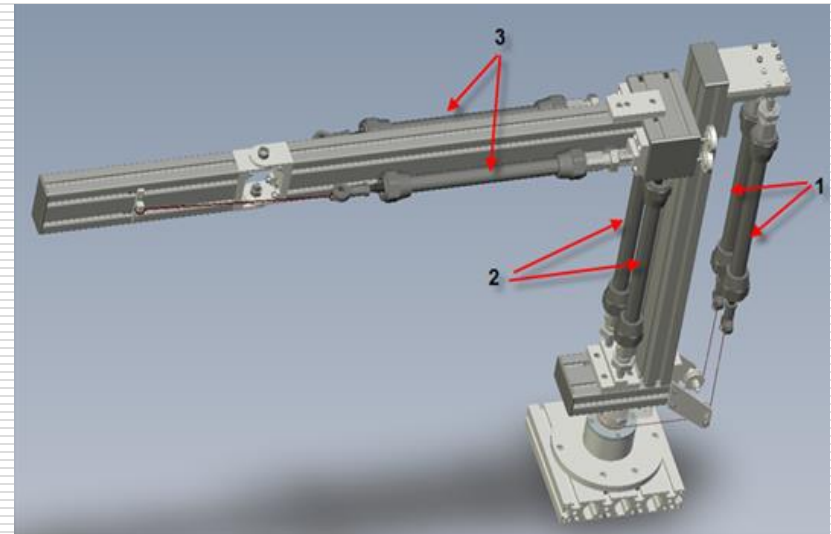
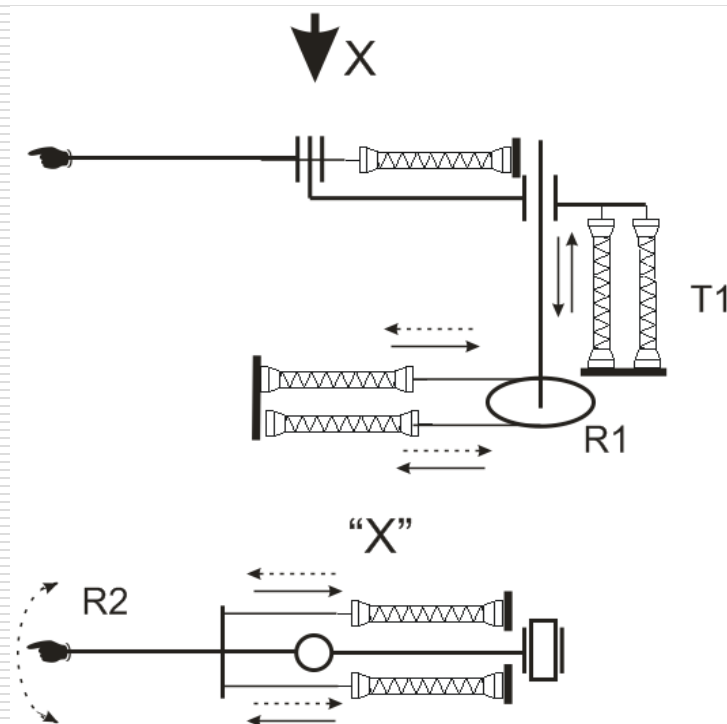
Abordarea acestei teme a fost făcută în cadrul Contractului de cercetare CNCSIS tip IDEI, PN-II-ID-PCE-2007-1, ID\_184, denumit *Dezvoltarea de module de rotație și de translație destinate roboților de reabilitare, acționate de mușchi pneumatici* – Director de proiect

Tema de cercetare a avut drept scop proiectarea, realizarea și testarea unor module de rotație și de translație utilizabile în construcția roboților de reabilitare. Brațul unor asemenea roboți este amplasabil pe un scaun cu roțile sau la locul de muncă.



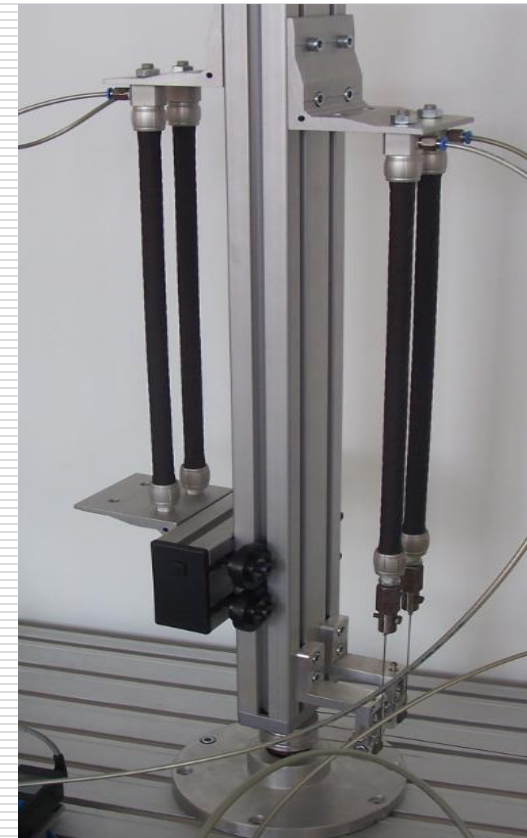
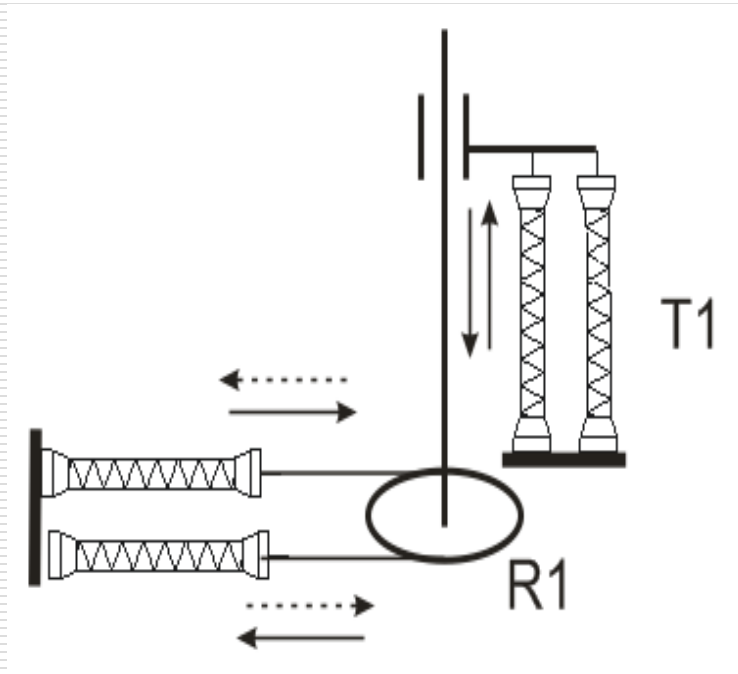
## Schemele cinematice ale brațului robotizat

Varianta cu trei grade de mobilitate (R1-T1-R2) - proiectată



## Schemele cinematice ale brațului robotizat

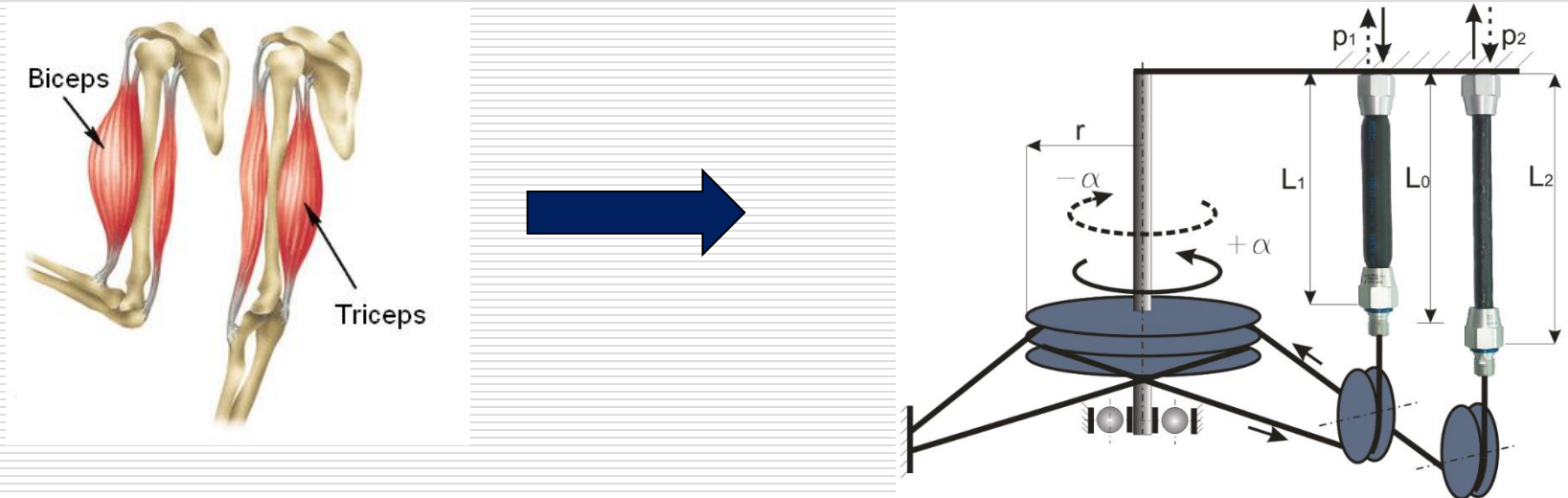
Varianta cu două grade de mobilitate (R1-T1) - realizată





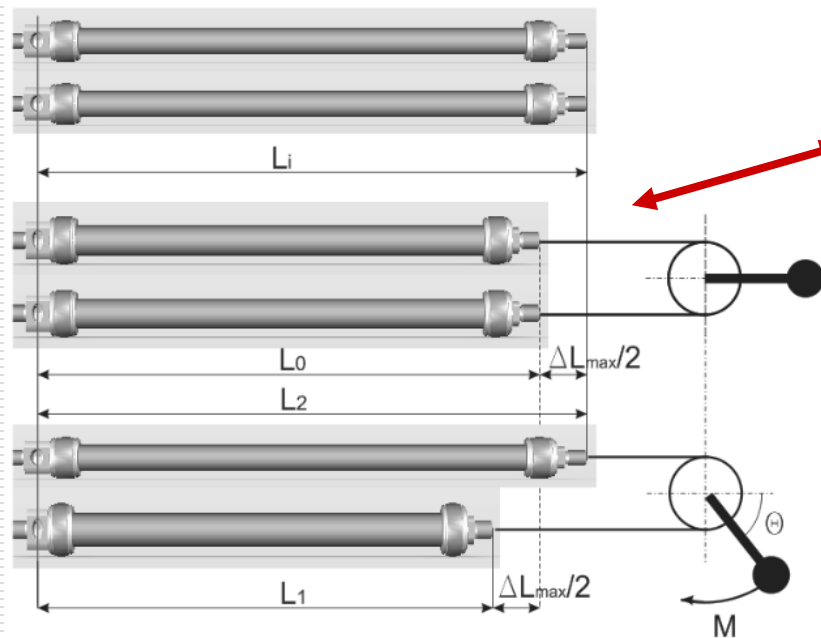
## Construcția modului de rotație

Principiu de lucru similar cu mușchii brațului uman (agonist și antagonist)



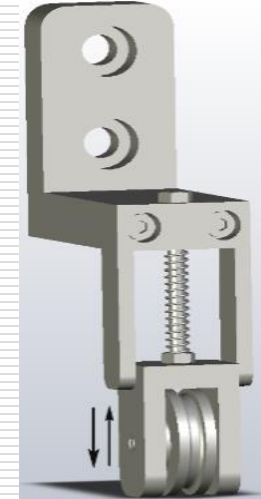
Schema constructivă permite ca prin umflarea, respectiv dezumflarea în contratimp a celor doi mușchi să se genereze o mișcare de rotație într-un sens sau în celălalt a întregului ansamblu mecanic (de  $\pm 45^\circ$ ), deci și a celor doi actuatori pneumatici.

## Principiul de lucru al modulului de rotație



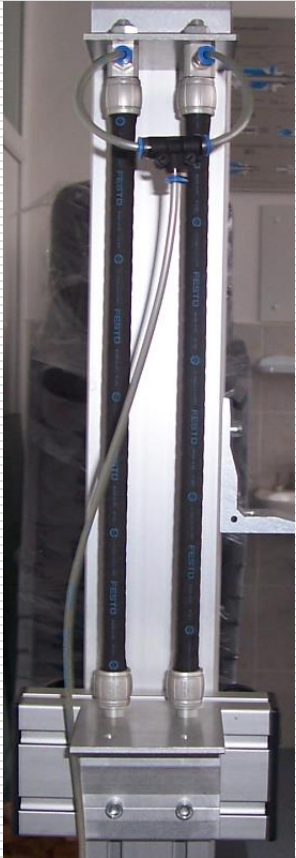
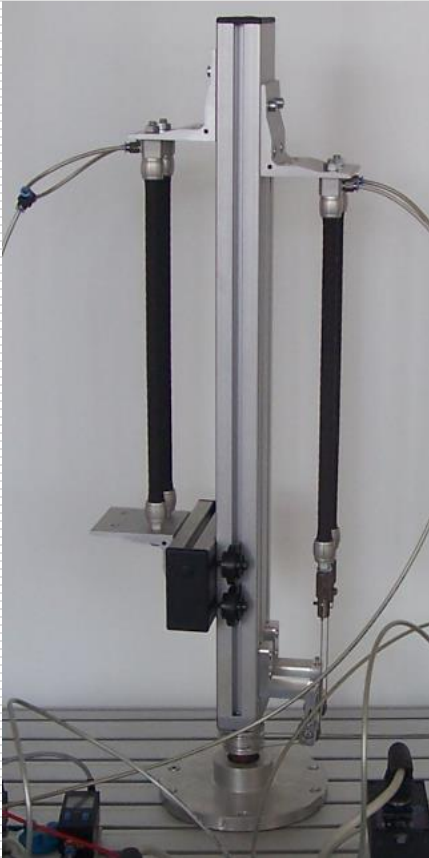
Pentru ca mișcarea de rotație să fie posibilă, prima acțiune care trebuie efectuată este aceea de a pretensiona cei doi mușchi prin alimentarea lor cu aer la o presiune  $p_0$  egală cu  $1/2$  din presiunea maximă de lucru.

În momentul în care se dorește efectuarea unei rotații cu un anumit unghi  $\alpha$ , unul dintre mușchi va fi alimentat suplimentar cu aer până la o valoare a presiunii  $p_1 = p_0 + \Delta p$ , iar cel de-al doilea mușchi se va destinde până la o presiune  $p_2 = p_0 - \Delta p$ .

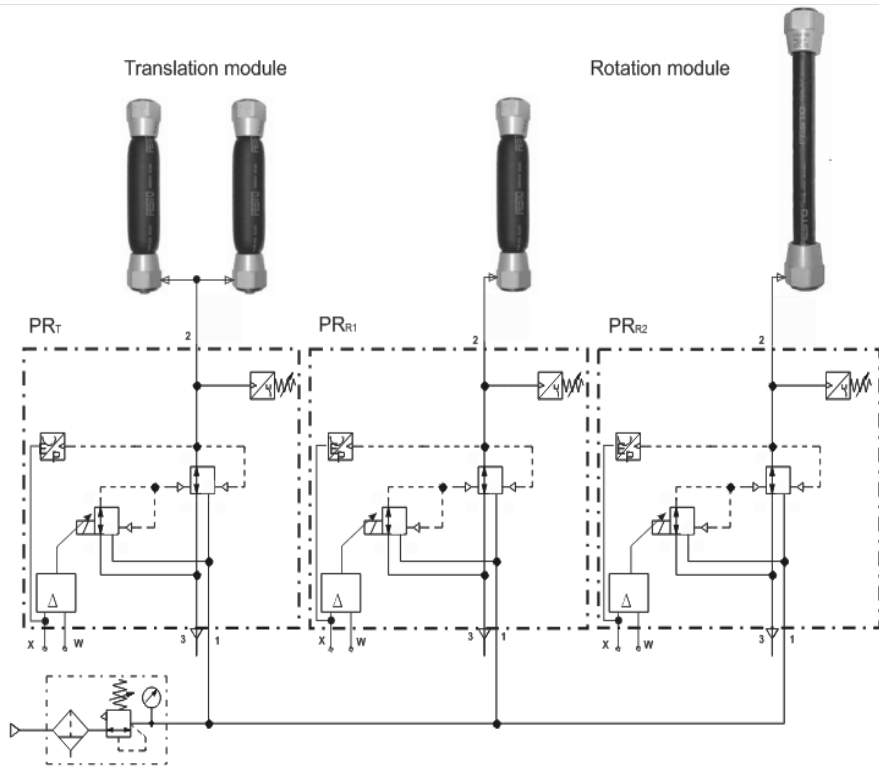


Sistemul de preluare a deplasării capetelor libere ale celor doi mușchi atunci când are loc precomprimarea lor la o presiune  $p_0$  egală cu  $\frac{1}{2}$  din presiunea maximă de lucru

# Principiul de lucru al modului de translație



## Acționarea sistemului de roto-translație



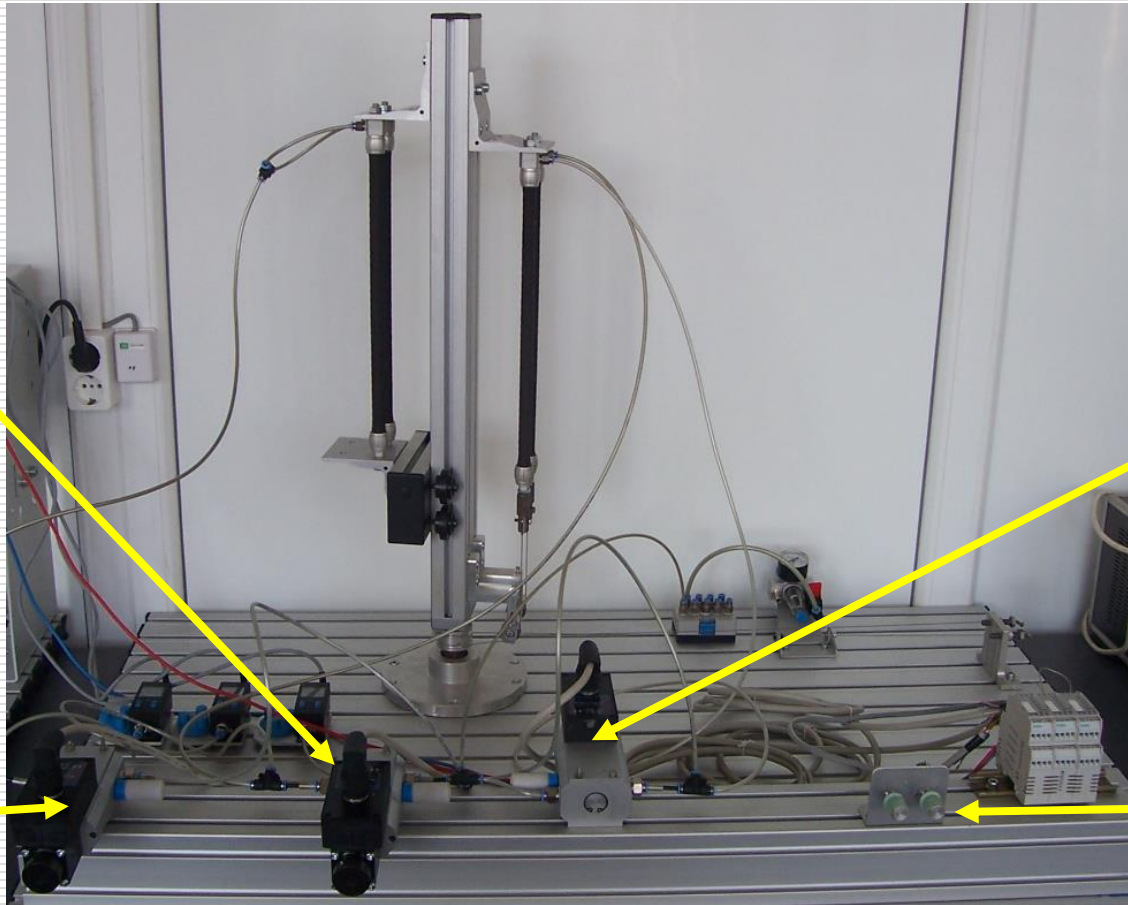
Două regulatoare proporționale de presiune ( $PR_{R1}$  și  $PR_{R2}$ ) sunt destinate alimentării mușchilor pneumatici care comandă efectuarea mișcării de rotație, în timp ce regulatorul  $PR_T$  este necesar pentru realizarea translației. Deplasarea antagonică a mușchilor necesari rotației sistemului este realizată cu ajutorul unui potențiomtru dublu, ce comandă în contratimp regulatoarele proporționale de presiune  $PR_{R1}$  și  $PR_{R2}$ .

$PR_{R2}$

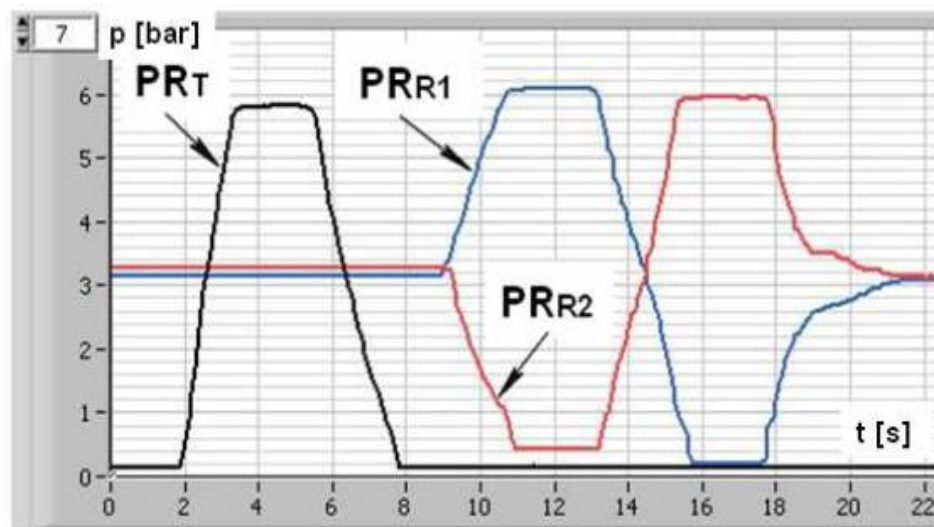
$PR_T$

$PR_{R1}$

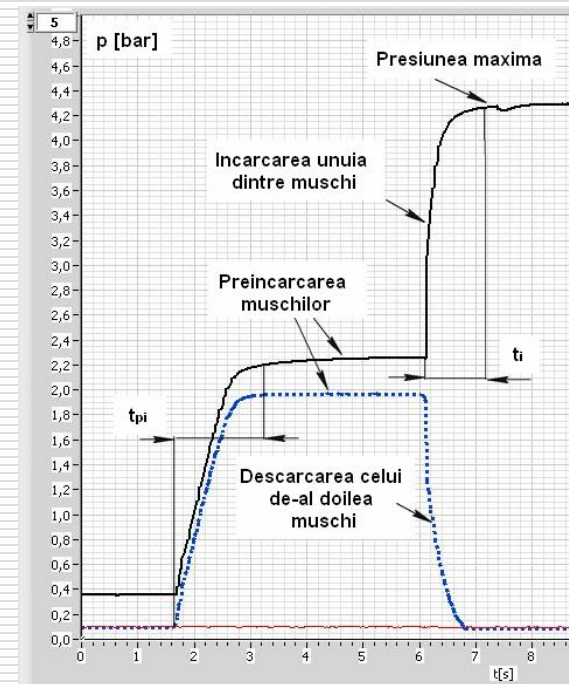
Potențiometru  
dublu



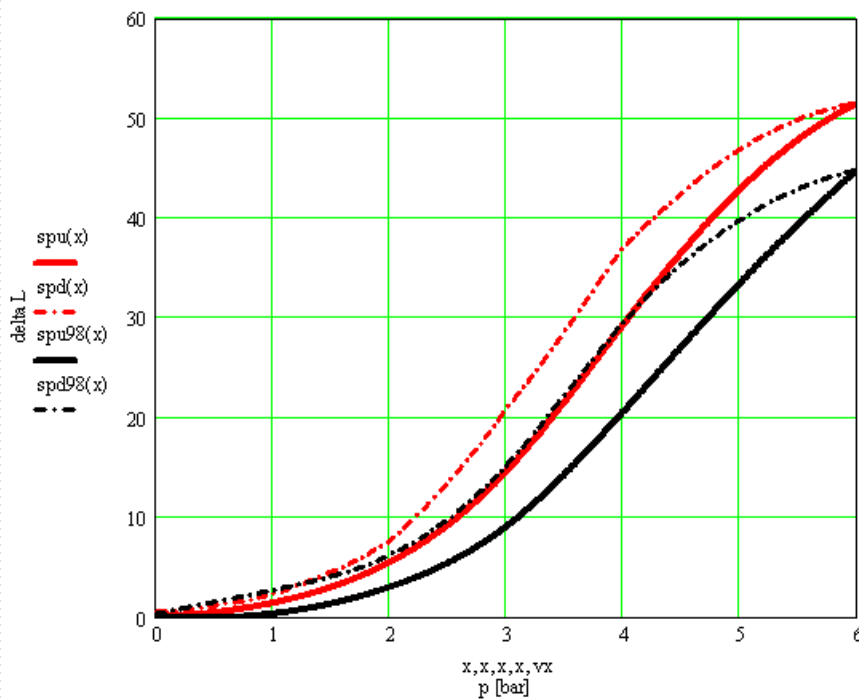
## Variația în timp a presiunilor de alimentare a mușchilor pneumatici



Determinarea timpilor de preîncărcare/descărcare a mușchilor pneumatici



Evoluția contracției axiale a celor doi mușchi ai modulului de translație în funcție de presiunea de alimentare cu aer, pentru două valori ale greutăților atașate (10 și 98 N).



Fenomenul de histerezis se poate explica prin apariția frecării dintre peretele exterior al tubului elastic al mușchiului și țesătura care acoperă acest tub.

Apariția histerezisului constituie un dezavantaj major al utilizării mușchilor pneumatici în cazul aplicațiilor care presupun obținerea unor mișcări de mare precizie.



## **II.2 Echipament de reabilitare a articulațiilor portante ale membrelor inferioare acționat de mușchi pneumatici**

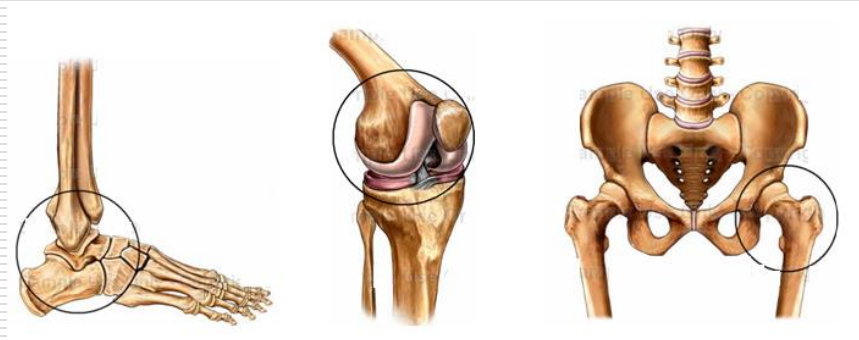
---

Contract de cercetare CNCSIS tip IDEI, PN-II-ID-PCE-2008-2, ID\_764, denumit *Echipament izokinetic acționat cu mușchi pneumatici, destinat recuperării bolnavilor cu afecțiuni posttraumatice ale articulațiilor portante* – membru în echipă.

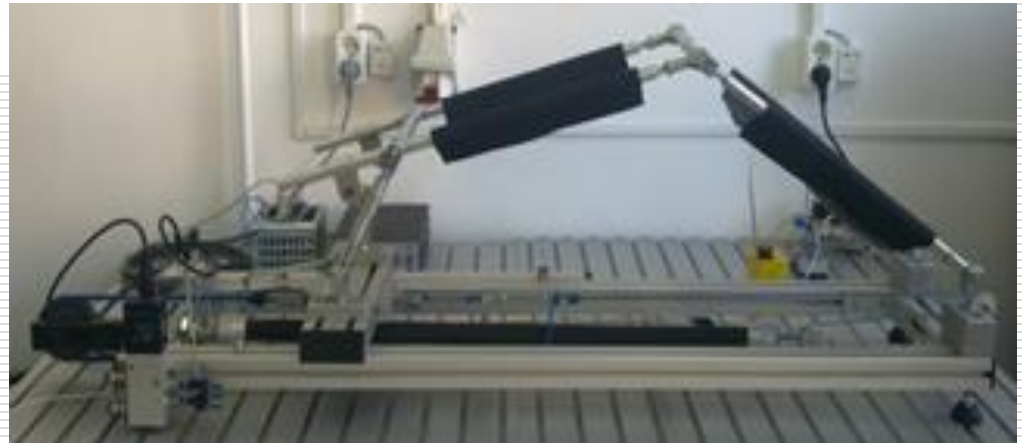
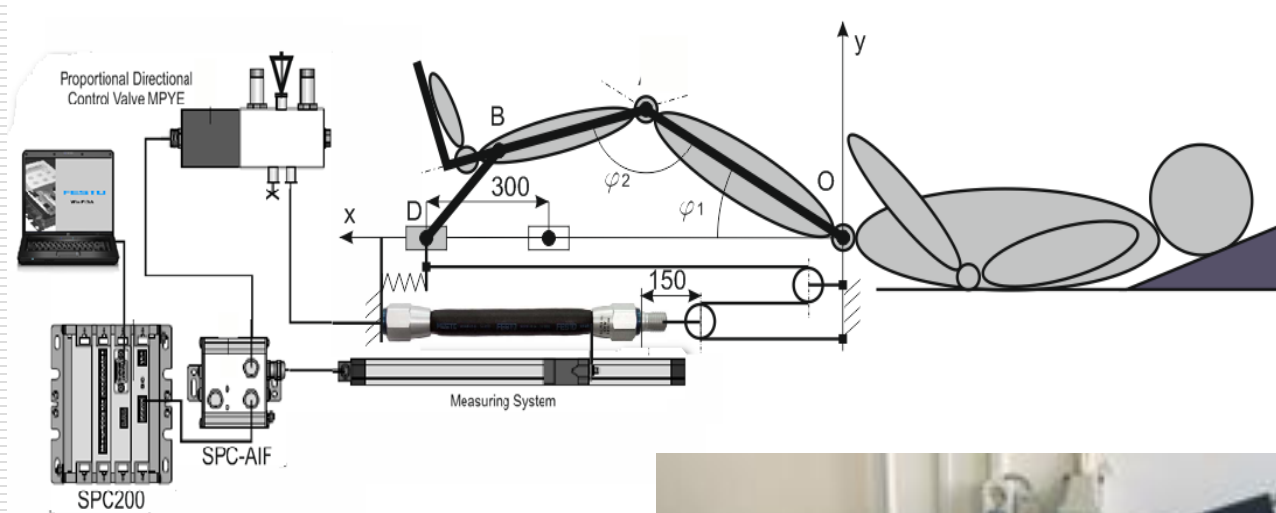
În urma derulării acestui contract a rezultat o propunere de brevet de invenție, 17 lucrări științifice (din care una în revista indexată ISI cu FI și SRI) și o teză de doctorat a unui membru al echipei de cercetare.

---

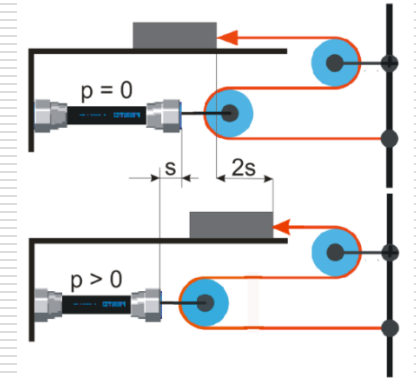
Tema de cercetare a avut drept scop proiectarea, realizarea și testarea unui echipament destinat efectuării mișcărilor pasive continue de reabilitare a articulațiilor portante ale membrului inferior (șold, genunchi, gleznă). Echipamentul propus este destinat în principal pacienților care suferă de afecțiuni posttraumatice ale acestor articulații.



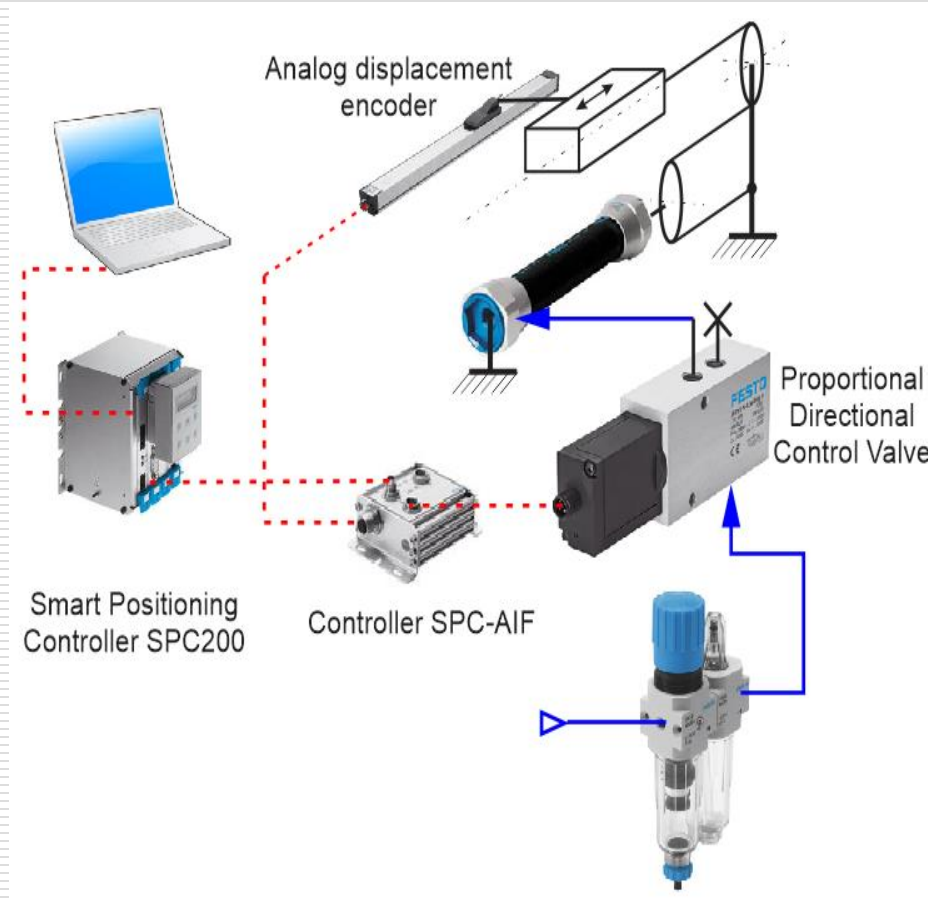
# Construcția echipamentului de reabilitare



Mișcarea de reabilitare este generată de un mușchi pneumatic, acesta deplasând un culisor a cărui cursă maximă este de 300 mm. Pentru construcția echipamentului s-a utilizat un mușchi pneumatic cu diametrul interior de 20 mm și o lungime inițială de 750 mm. Cum cursa maxim posibilă a capătului liber al mușchiului este de aproximativ 20% din lungimea sa în stare netensionată (adică de 150 mm), între mușchi și culisor s-a amplasat un mecanism cu doi scripeți, din care unul mobil, cu rolul de a amplifica mărimea deplasării culisorului până la valoarea necesară.



## Schema acțiunii echipamentului de reabilitare



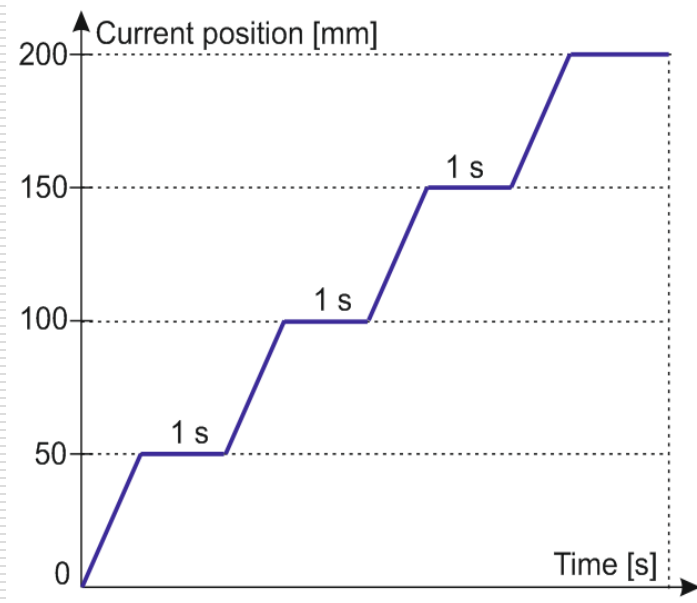
## Performanțele echipamentului de reabilitare

---

Exemplu propus de exercițiu  
de reabilitare

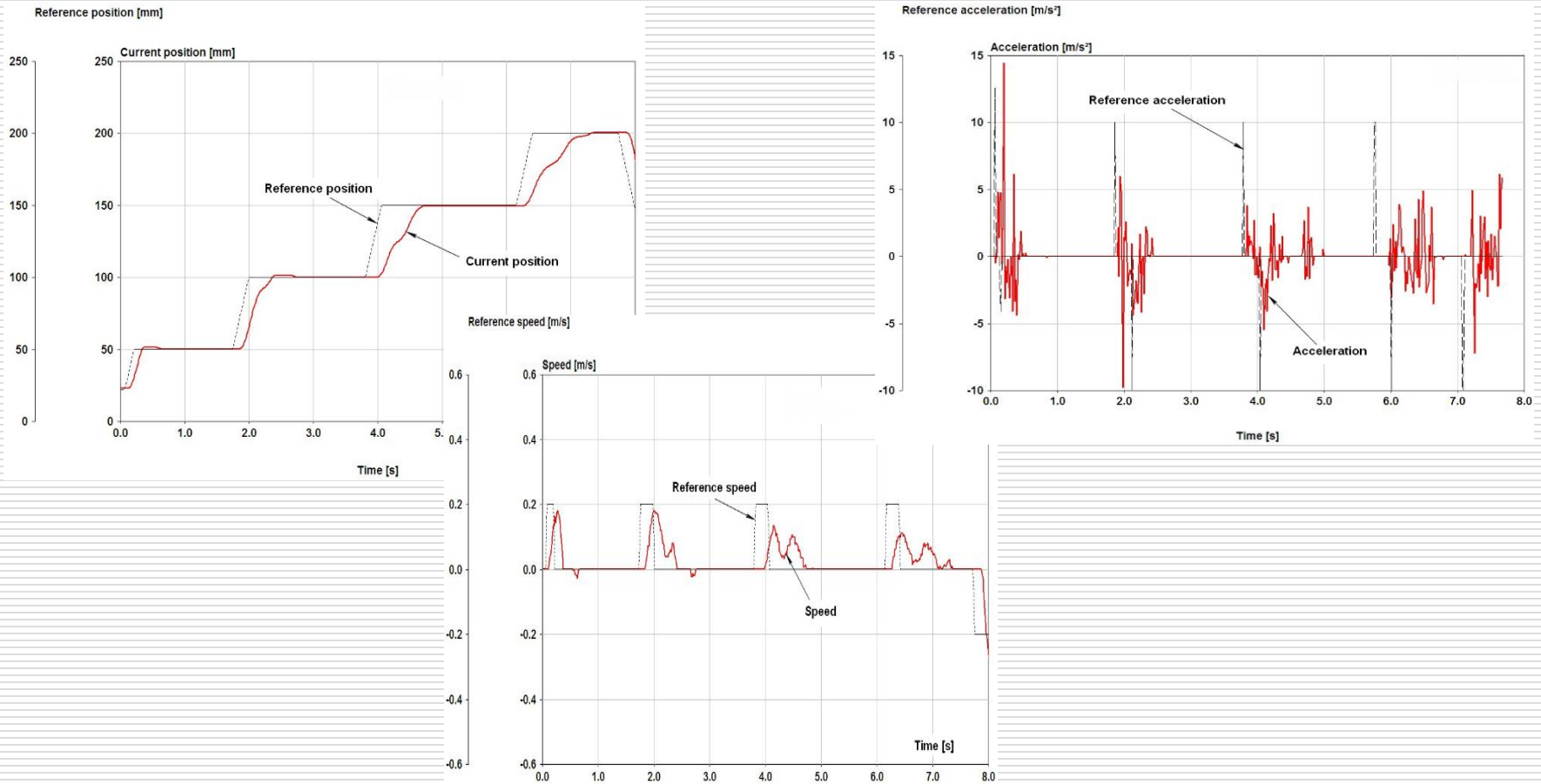


Linii de program scrise cu ajutorul  
editorului WinPISA



```
N000 G01 X50.00 FX10  
N001 G04 100  
N002 G01 X100.00 FX10  
N003 G04 100  
N004 G01 X150.00 FX10  
N005 G04 100  
N006 G01 X200.00 FX10  
N007 M30
```

# Graficele obținute cu WinPISA



## Concluzii

---

- limitele de mișcare ale culisorului echipamentului și, implicit, intervalele de variație ale unghiurilor de rotație ale articulațiilor membrelor inferioare sunt conforme cu cerințele exercițiilor de reabilitare;
- precizia de poziționare a culisorului la cotele programate este satisfăcătoare pentru cerințele unui asemenea echipament;
- duratele executării diferitelor comenzi nu respectă valorile programate (sunt mai mari), acest lucru neinfluențând însă derularea exercițiului de recuperare;
- există posibilitatea reglării vitezelor de mișcare într-un domeniu larg;
- schimbarea sensului de mișcare se realizează fără șocuri, fapt ce demonstrează caracterul compliant al mușchiului pneumatic.



## II.3 Sisteme de prehensiune acționate de mușchi pneumatici

---

Contract de cercetare CNCSIS tip A nr. 4GR/28.05.2007, cod 1054/2007, tema 8, denumit *Cercetări privind performanțele mușchilor pneumatici folosiți la acționarea prehensoarelor roboților non-antropomorfici* - membru în echipă.

În urma derulării acestui contract a rezultat o propunere de brevet de invenție, 8 lucrări științifice și o teză de doctorat a unui membru al echipei de cercetare

---

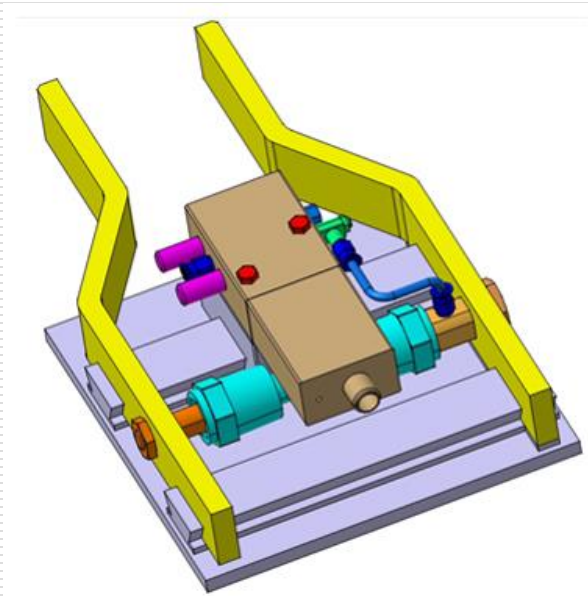
Obiectivele principale ale temei de cercetare au fost acelea de proiectare, realizare și testare a unui sistem de prehensiune performant, acționat cu un mușchi pneumatic liniar, destinat apucării unor obiecte fragile fără deformarea/distrugerea lor.



# Construcția sistemului de prehensiune

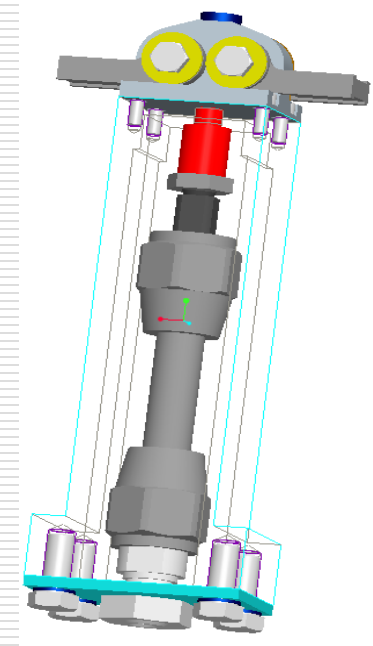
---

## Variante propuse



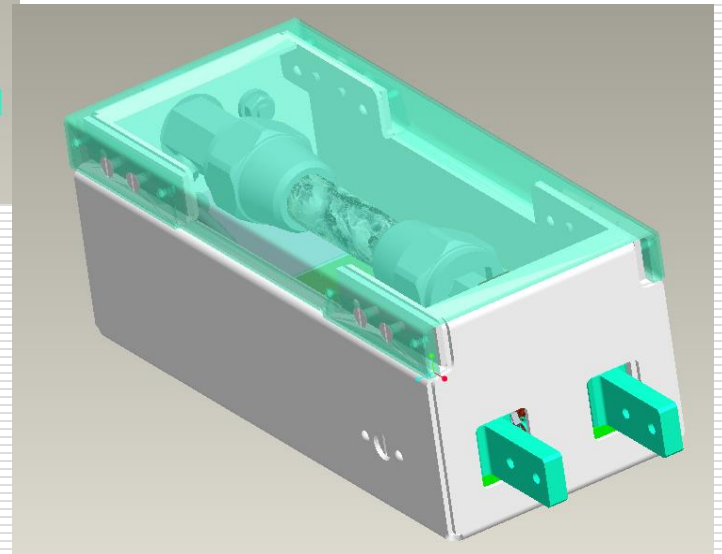
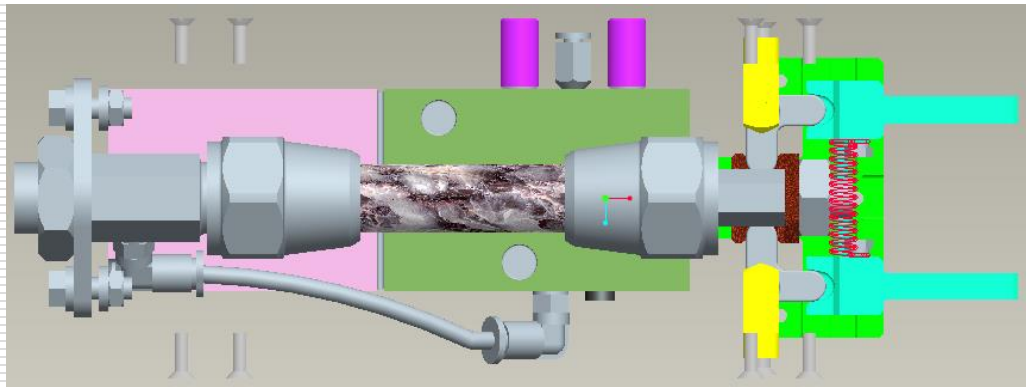
1. Sistem paralel, cu mușchiul pneumatic așezat transversal în carcasa sistemului de prehensiune

2. Sistem unghiular, la care mușchiul pneumatic este poziționat în lungul carcasei construcției

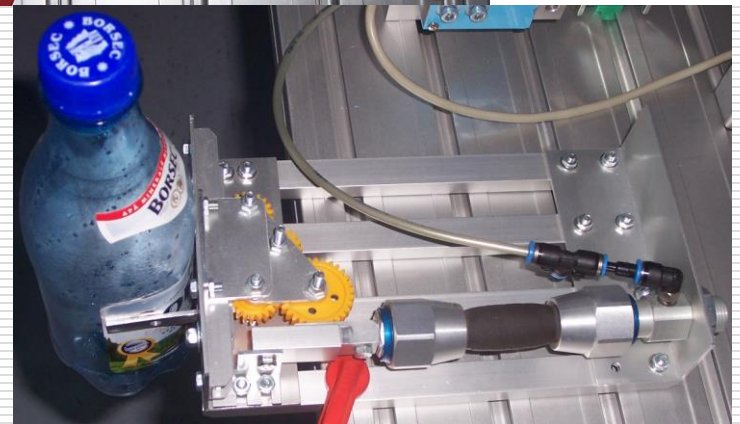
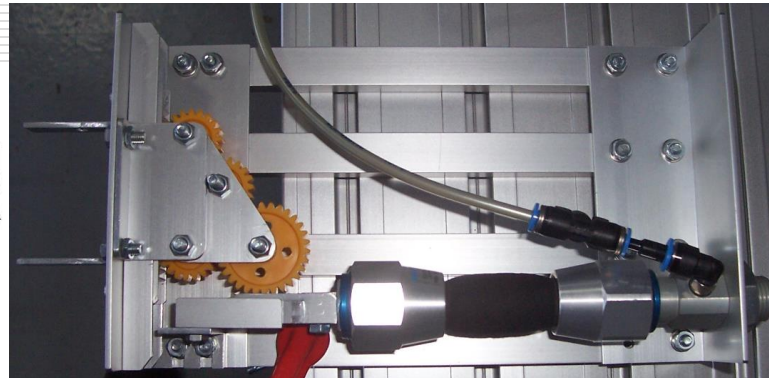
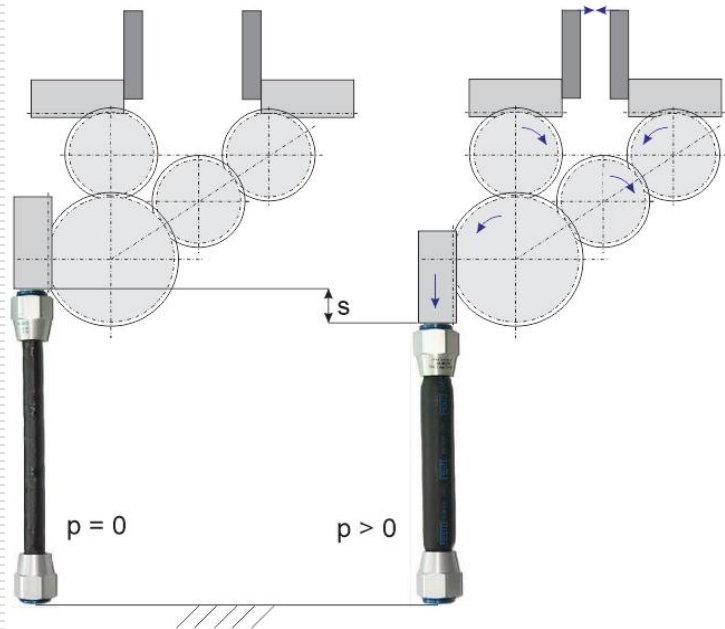


---

### 3. Sistem paralel, cu mușchiul pneumatic poziționat în lungul carcasei construcției



#### 4. Sistem paralel, cu mușchiul pneumatic poziționat în lungul carcasei construcției



## **Rigiditatea și complianța sistemului de prehensiune**

---

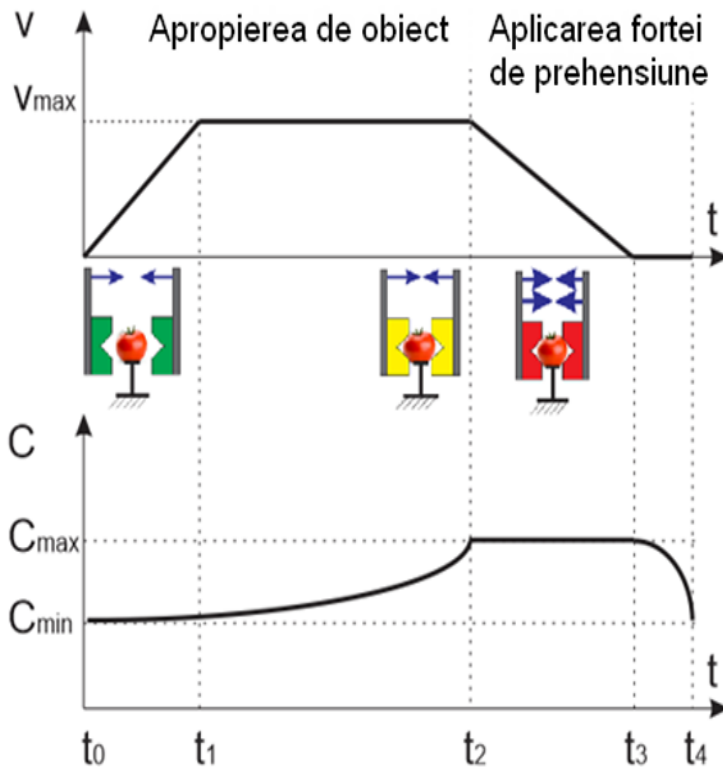
Complianța (inversul rigidității) unui sistem de prehensiune permite manipularea obiectelor în siguranță, fără să le deformeze, prin aplicarea unor forțe cu o mărime adaptabilă.

Un sistem de prehensiune compliant poate fi realizat prin utilizarea unui actuator cu complianță ajustabilă (Adjustable Compliant Actuators – ACAs), cum este cazul mușchiului pneumatic.

Mușchiul pneumatic este un actuator cu o rigiditate variabilă (Variable Stiffness Actuators – VSAs) sau, sub altă denumire, actuator cu o complianță ajustabilă (Adjustable Compliant Actuators – ACAs).

- 
- O rigiditate mare a unui sistem de prehensiune permite deplasarea cu precizie a unei sarcini la o anumită poziție. Odată ce această poziție este atinsă, ea este menținută ferm, indiferent de mărimea forțelor externe care acționează asupra actuatorului.
  - Un actuator compliant permite deviații de la poziția de echilibru, amplitudinea acestora depinzând de mărimea forțelor externe. Sistemele de prehensiune moderne solicită utilizarea unor actuatori cu un comportament compliant.

## Forma dorită și necesară a curbei care descrie complianța sistemului:



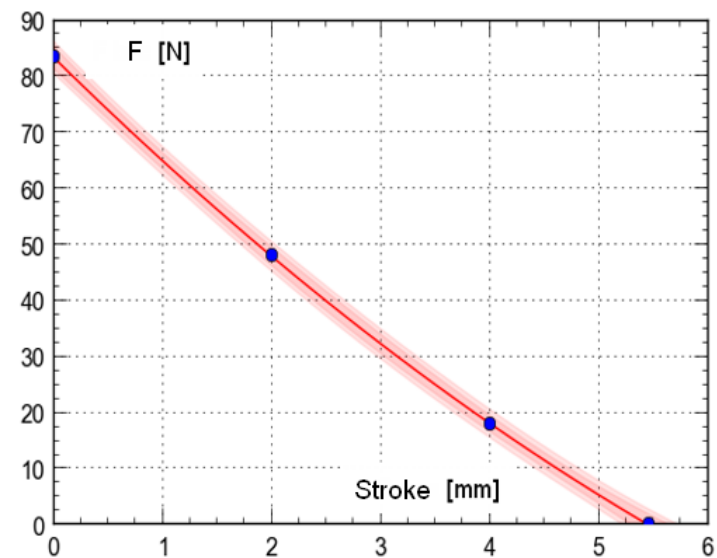
- între momentele  $t_0$  și  $t_2$ , complianța poate avea valori mai reduse, ceea ce permite o mai bună precizie de poziționare, dată de o rigiditate cu valori mai mari. Curba care descrie variația complianței trebuie să fie de tip concav, fapt ce permite o creștere mai accentuată a complianței către momentul inițierii contactului bac – obiect.
- între momentele  $t_2$  și  $t_3$ , adică atunci când contactul a fost realizat, complianța trebuie să aibă valorile cele mai mari, asigurând astfel siguranța prinderii obiectului, fără deformarea/distrugerea acestuia.



Atunci când relația de dependență dintre forța dezvoltată și deplasare este una de tip neliniar, rigiditatea actuatorului nu este constantă, putându-se vorbi în acest caz despre un actuator cu rigiditate variabilă. Este și cazul mușchiului pneumatic analizat.

$$F_{bac} = 83,36 - 19,146 \cdot c + 0,7088 \cdot c^2$$

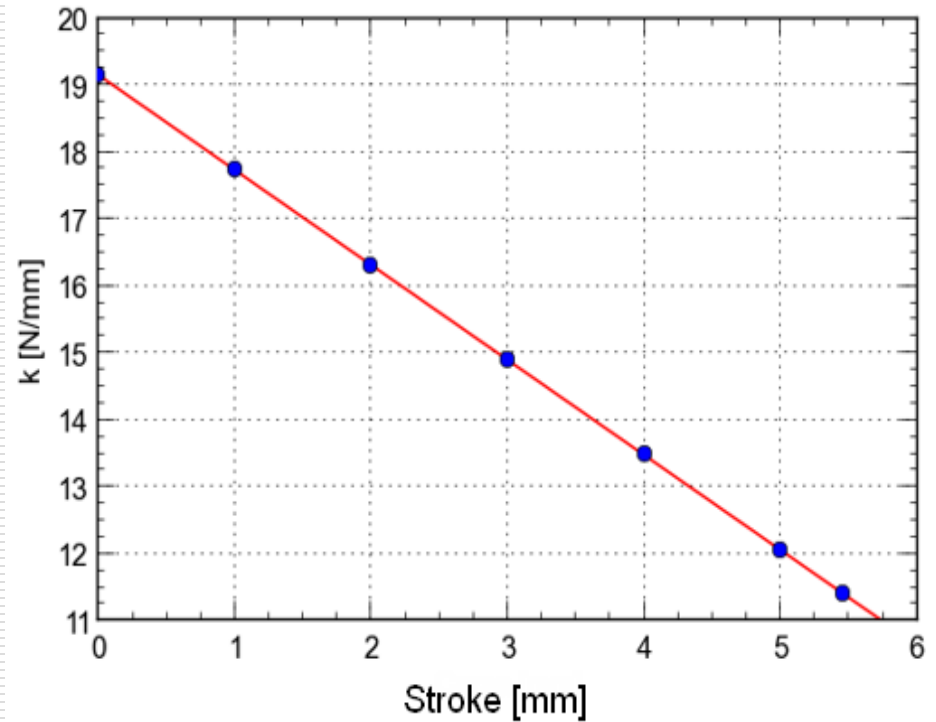
Variația forței dezvoltate de un bac pe lungimea cursei acestuia



---

Rigiditatea sistemului de prehensiune:

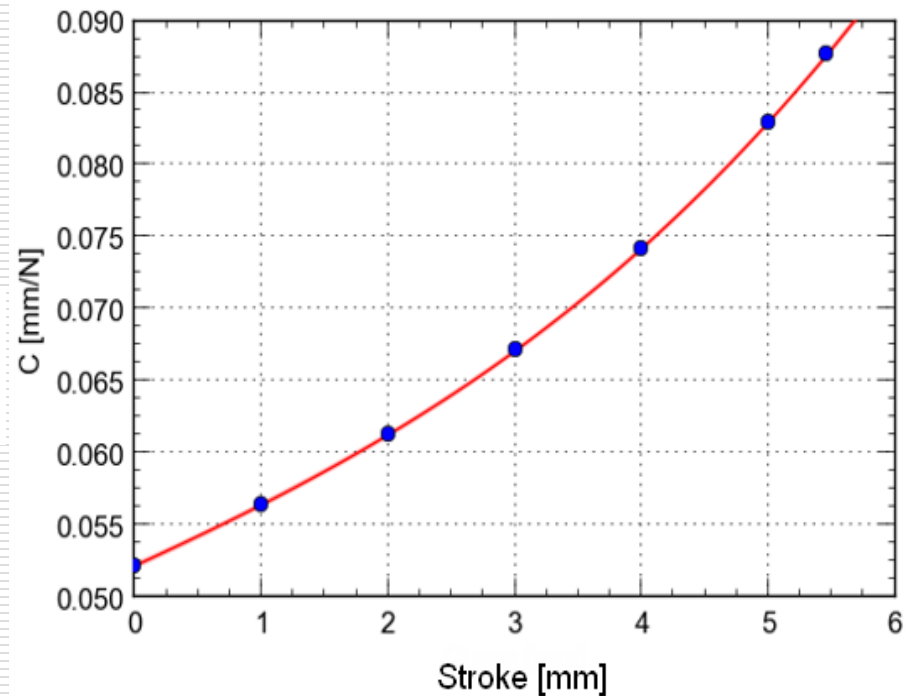
$$k = -\frac{dF}{dc} = 19,146 - 1,4176 \cdot c$$



---

## Complianța sistemului de prehensiune:

$$C = k^{-1} = \left(-\frac{dF}{dc}\right)^{-1} = \frac{1}{19,146 - 1,4176 \cdot c}$$



---

Sistemul de prehensiune este caracterizat printr-o rigiditate în scădere și o complianță crescătoare pe măsură ce cursa efectuată de bac este tot mai mare și presiunea se majorează. O asemenea evoluție a rigidității și a complianței are drept urmări un timp de răspuns mai mare a sistemului la variațiile de sarcină și, evident, o precizie mai scăzută. Pe de altă parte însă, în cazul unor sisteme de prehensiune destinate montajului, de exemplu, în situația în care două piese care trebuie asamblate nu sunt perfect aliniate, un sistem compliant, cum este cel prezentat în lucrare, aduce avantajul unui comportament adaptiv la situația concretă, permițând montajul fără să distrugă cele două componente.

## Concluzii

---

Studiile privind acționarea cu ajutorul mușchilor pneumatici s-au concretizat prin:

- propunerea a două brevete de invenție,
- accesarea, în calitate de director de proiect, a unui contract de cercetare câștigat prin competiție,
- participarea la derularea două contracte obținute prin competiție națională și la alte trei contracte obținute de la mediul industrial regional.
- publicarea a două capitole de carte apărute în edituri internaționale de prestigiu,
- publicarea a 14 articole științifice indexate ISI și a alte 14 articole indexate BDI.

# PLANURI DE EVOLUȚIE ȘI DEZVOLTARE A PROPRIEI CARIERE PROFESIONALE, ȘTIINȚIFICE ȘI ACADEMICE

---

## Activitatea de cercetare

1. Continuarea studiilor privitoare la utilizarea mușchilor pneumatici pentru realizarea de diferite produse, cu aplicabilitate în construirea de echipamente de reabilitare a membrilor superioare (echipamente brevetabile destinate mobilizării articulațiilor umărului, cotului, a mâinii și a degetelor).

Modalitatea de finanțare a acestor studii va fi realizată prin accesarea de fonduri obținute prin competiție și, mai ales, prin colaborarea cu firme interesate în domeniu, în special firma Festo din București.

---

2. Dezvoltarea în continuare a modulului TagMaster al aplicației LappMaster, în sensul obținerii unei noi aplicații de sine stătătoare, cu aplicabilitate extinsă, nu numai pentru sistemele de lepuiere a suprafețelor. Pe lângă caracterul general pe care îl va avea această nouă aplicație, lui TagMaster i se vor aduce completări și în ceea ce privește posibilitatea calculării raportului Semnal/Zgomot dinamic.

---

## Activitatea didactică

- propunerea la programul de Master *Ingineria fabricației inovative* introducerea unui curs de *Sisteme compliante de acționare*.
- continuarea publicării de materiale didactice destinate studenților.
- participarea la programele internaționale destinate schimbului de cadre didactice (Erasmus+).
- coordonarea în continuare a studenților la proiecte de licență și dizertație, temele sugerate fiind cu preponderență alese din domeniul proiectării robuste și a sistemelor pneumatice de acționare.



---

**VĂ MULȚUMESC  
PENTRU ATENȚIE!**