



**Universitatea *Transilvania* din Braşov**  
**Facultatea de Inginerie Electrica si Stiinta Calculatoarelor**

- ◆ PREZENTAREA TEZEI DE ABILITARE
  - ◆ **SERVO SYSTEMS FOR MOTION CONTROL IN THE ROBOTS' TECHNIQUE**
  - ◆ **SERVOSISTEME PENTRU CONTROLUL MISCĂRII ÎN TEHNICA ROBOTILOR**

**Domeniul: Inginerie electrica**

- ◆ **Autor: Prof. dr. ing. Aurel Fratu**

**Braşov, 2015**



- ◆ **(A) Rezumat/Abstract**
- ◆ **(B) Scientific and professional achievements and the evolution and development plans for career development**
- ◆ **(B-i) Scientific and professional achievements**
- ◆ Introduction
- ◆ **Chapter 1 Dynamic models for control system design of integrated robot and drive systems**
- ◆ 1.1 Dynamics of the nonlinear robotic systems with constraints
- ◆ 1.2 Design of flexible drive systems for feed-forward control: a mechatronic approach
- ◆ **Chapter 2 Haptic interfaces**
- ◆ 2.1 Haptic system modeling and stability analyze
- ◆ 2.2 Hybrid force/position control of the haptic scissors-robot
- ◆ **Chapter 3 The reciprocal robots collision avoidance**
- ◆ 3.1 Collision-avoidance using redundant robots
- ◆ 3.2 On-line collision avoidance using Programming by Demonstration/Imitation
- ◆ **Chapter 4 Modeling and robots behavioral simulation in visual environments**
- ◆ 4.1 System concept development with virtual prototyping
- ◆ 4.2 Virtual Prototyping for robotic systems
- ◆ **(B-ii) The evolution and development plans for career development**
- ◆ **(B-iii) Bibliography**



**Universitatea *Transilvania* din Braşov**  
**Facultatea de Inginerie Electrica si Stiinta Calculatoarelor**

- In introducerea se prezintă o privire de ansamblu asupra activităţii autorului tezei de abilitare, cu referire la cele mai importante direcţii de cercetare - clasificate în patru teme principale –
- ◆ realizările profesionale şi academice,
  - ◆ disciplinele nou introduse, cursuri predate,
  - ◆ contribuţia la dezvoltarea curriculei universitare,
  - ◆ misiuni de profesor invitat, studenţi in stagiu,
  - ◆ conducerea lucrărilor de diplomă şi disertaţie,
  - ◆ cooperare internaţională, activităţi de management, etc.).



**Universitatea *Transilvania* din Braşov**  
**Facultatea de Inginerie Electrica si Stiinta Calculatoarelor**

## ◆ **(B-i)Scientific and professional achievements**

- ◆ În cadrul tezei actuale de abilitare, realizările științifice, profesionale și academice ale autorului sunt cuprinse într-o perioadă de 20 de ani, începând cu anul 1994 (data la care teza de doctorat a fost susținută, apoi atestată prin Ordinul ministrului 6082 / 21.04.1994) și până în prezent (2015).



**Universitatea *Transilvania* din Brașov**  
**Facultatea de Inginerie Electrica si Stiinta Calculatoarelor**

◆ Unele dintre articolele importante, cărți, brevete, granturi naționale și internaționale de cercetare, cursuri predate, sunt de asemenea, detaliate în contextul stadiului actual al domeniului științific al ingineriei electrice, cu accent pe aspectele inovatoare și contribuții personale.



Universitatea *Transilvania* din Braşov

Facultatea de Inginerie Electrica si Stiinta Calculatoarelor



La capitolul premii sau alte elemente de recunoaştere a contribuţiilor ştiinţifice ale candidatului mentionez:

- premiul/brevet Inventator de elita, acordat de Comisia de Inventica a Academiei Romane
- profesor invitat in perioada 2006 – 2014, la universitati din Franta
- Includerea in volumul Dictionar al inventatorilor ramani contemporani, editat sub egida Academiei de Stiijnte Tehnice din Romania



**Universitatea *Transilvania* din Braşov**  
**Facultatea de Inginerie Electrica si Stiinta Calculatoarelor**

- ◆ In perioada 1989-1993 am elaborat teza
- ◆ “CERCETARI PRIVIND SISTEMUL DE POZITIONARE CU SERVOMOTOR SINCRON SI MICROCALCULATOR PENTRU ROBOTI INDUSTRIALI”;
- ◆ specialitatea: Masini, aparate si actionari electrice;
- ◆ anul suţinerii 1994;
- ◆ comisia de susţinere:
- ◆ prof. dr. ing. I MARGINEANU (preşedinte)–Universitatea Transilvania din Braşov,
- ◆ prof. dr. ing. A. NICOLAIDE (conducător ştiinţific) – Universitatea Transilvania din Braşov,
- ◆ prof. dr. ing. Aurelian CRACIUNESCU – Universitatea Politehnica Bucuresti);
- ◆ prof. dr. ing. T.DORDEA– Universitatea din Timisoara,
- ◆ prof. dr. ing. I. MATLAC– Universitatea Transilvania din Brasov.



## Universitatea *Transilvania* din Braşov

Facultatea de Inginerie Electrica si Stiinta Calculatoarelor

- ◆ Cărți publicate în edituri naționale: 9
- ◆ Fratu, A.: Manipulatoare și roboți. Comandă și control. Editura Universității Transilvania din Braşov, 1999, 128 pagini, ISBN 973-98512-6-6
- ◆ Fratu, A., Fratu Mariana: Manipulatoare și roboți. Comandă și control. Compatibilitate electromagnetica. Editura Universității Transilvania din Braşov, 2002, 145 pagini, ISBN 973-635-101-7
- ◆ Fratu, A., Fratu Mariana: Programarea vizuala in mediul DELPHI cu Aplicatii in Robotica. Editura Universității Transilvania din Braşov, 2008, 125 pagini, ISBN 978- 973-598-315-4 14.
- ◆ Fratu, A., Fratu M. : Visual programming in Delphi environment - with applications in Robotics (Programarea vizuală în mediul Delphi – cu Aplicații în Robotică) Second edition, Transylvania University Publishing House, ISBN 978- 973-598-963-7, 2011, Brasov, Romania 15.
- ◆ Cruțu, Gh. , Fratu, A. și Romanca, M. - Calculatoare II (Microsisteme de





**Universitatea *Transilvania* din Braşov**  
**Facultatea de Inginerie Electrica si Stiinta Calculatoarelor**

◆ Zece lucrări reprezentative



Braşov, ISSN 2065





- ◆ 6. (2011) Dang, Q. V., Dequidt, A., Vermeiren, L., Fratu, A., Dambrine, M. : Stability analysis of haptic interface: effects of dynamic parameters. Proceedings of the Remote Engineering and Virtual instrumentation Conference - REV 2011, pp. 137-143.
- ◆ 7. (2013) Fratu, A., Dambrine, M, Vermeiren, L, Dequidt, A.: An analysis of the reciprocal collision avoidance of cooperative robots, In: Journal Automation, Control and Intelligent Systems, 2013; 1(3): 75-84, Published online July 30, 2013, Vol. 1, No. 3, 2013, pp. 75-84. doi: 10.11648/j.acis.20130103.17
- ◆ 8. (2013) Fratu, A., Becar, J.P.: Robots Collision Avoidance Using Learning through Imitation, The 4th International Symposium on Electrical and Electronics Engineering ISEEE-2013, 978-1-4799-2442-4/13/\$31.00 ©2013 IEEE, Galati, Romania
- ◆ 9. (2014) J.P. Becar, M. Fratu, A. Fratu, J.C. Canonne: Example based learning for virtual prototyping engineering, Edulearn14 Proceedings of the 6th International Conference on Education and New Learning Technologies, ISBN: 978-84-617-0557- 3, ISSN: 2340-1117, 7-9 July, 2014, Barcelona, Spain, pp. 6027-6034
- ◆ 10. (2014) Fratu, A., Riera, B., and Vrabie, V.: Predictive strategy for robot behavioral control, Journal Proceedings in Manufacturing Systems, ICMaS 2014, ISSN 2067- 9238 Vol. 9, Issue 3, Bucharest, Romania, pp.125–130.



## Brevete de inventie: 22

- ◆ Nicolaide, A., **Fratu, A.**: Method and installation to experimental determination of the losses by eddy currents, Patent Number(s): RO129909 (A0)
- ◆ **Fratu, A.**: Method and installation for programming the motion paths of robotic arm articulations, Patent Number(s): RO – 129121(A0).
- ◆ **Fratu, A.**, Fratu, M.: Method for Detecting Petroleum Fluid Leaks from Cracked Underground Metal Pipes, Patent Number(s): RO - 125179 (A2).
- ◆ **Fratu, A.**: Control method for the electric inverters and inverter according to the method. Patent Number(s): RO112454 (B)
- ◆ **Fratu, A.**: Oil dipper rod with electric signaling. Patent Number(s): RO97147 (B1)



Universitatea *Transilvania* din Braşov

Facultatea de Inginerie Electrica si Stiinta Calculatoarelor



- ◆ **Fratu, A.:** Method and system for adjusting speed of direct current motors. Patent Number(s): RO97567 (B1)
- ◆ **Fratu, A. et al:** Method and system for adjusting speed of the electric induction motors, Patent Number(s): RO 73734.
- ◆ **Fratu, A.:** Device for automatically stopping the electric induction motors upon no-load running. Patent Number(s): RO96926 (A2)
- ◆ **Fratu, A.:** One-way coupling. Patent Number(s): RO96273 (B1)
- ◆ **Fratu, A. et al:** Systeme electrique de saisir du niveau d'huile. Patent Number(s): RO66668 (A2)



**Universitatea *Transilvania* din Braşov**  
**Facultatea de Inginerie Electrica si Stiinta Calculatoarelor**

- ◆ Saal C., **Fratu, A.** et al: Electromagnetic linear synchronous oscillomotor. Patent Number(s): RO98403 (B1)
- ◆ Saal, C., **Fratu, A.** et al: Methode et installation pour la modification de la vitesse des machines asynchrones triphases planes. Patent Number(s): RO79433 (A2)
- ◆ Saal, C., **Fratu, A.** et al: Methode et installation pour le fonctionnement en regime pas-a-pas avec pas angulaire constant du moteur asynchrone triphase. Patent Number(s): RO90590 (A2)
- ◆ Saal, C., **Fratu, A.** et al: Methode dispositif pour l'obtention des frequences d'oscillation diminuees aux oscillateurs electriques synchrones lineaires. Patent Number(s): RO77841 (A2)
- ◆ Baltac, M., **Fratu, A.** et al: Level indicator, with electric resistance. Patent Number(s): RO108087 (B1)
- ◆ Popa, A. , **Fratu, A.** et al: Machine for smoothing wooden elements with profiled surfaces. Patent Number(s): RO93403 (A2)



## Universitatea *Transilvania* din Braşov

### Facultatea de Inginerie Electrica si Stiinta Calculatoarelor

- ◆ Baltac, M., **Fratu, A.** et al: Relais de pression. Patent Number(s): RO76926 (A2)
- ◆ Baltac, M., **Fratu, A.** et al: Machine pneumatique a visser et a devisser. Patent Number(s): RO76530 (A2)
- ◆ Baltac, M., **Fratu, A.** et al: Alternative pneumatic motor. Patent Number(s): RO67876
- ◆ Meiu, G., **Fratu, A.** et al: Installation for directing galvanizing manipulators. Patent Number(s): RO96125 (B1)
- ◆ Ilie, Al., **Fratu, A.** et al: Installation for modifying speed of an electric shaft actuated by asynchronous machines. Patent Number(s): RO92205 (B1)
- ◆ Ilie, Al., **Fratu, A.** et al: Installation for modifying the displacement speed of rolling girders by using linear asynchronous machines. Patent Number(s): RO92027 (A2)



**Universitatea *Transilvania* din Braşov**  
**Facultatea de Inginerie Electrica si Stiinta Calculatoarelor**

- ◆ Am obţinut :
- ◆ proiectul TEMPUS No IMG-95-RO-1079, 1995-96.
- ◆ proiectul AUF « Ressources partagées pour l'insertion professionnelle des diplômés en Europe centrale et orientale »-Membre (2009-2012).
- ◆ proiectul ERASMUS Plus - Enseigner en Privilégiant l'Acquisition de Compétences et de Postures Professionnelles – EPACPP, 2015



Universitatea *Transilvania* din Braşov

Facultatea de Inginerie Electrica si Stiinta Calculatoarelor



# SERVO SYSTEMS FOR MOTION CONTROL IN THE ROBOTS' TECHNIQUE

- ◆ Chapter 1 Dynamic models for control system design of integrated robot and drive systems
  - 1.1 Dynamics of the nonlinear robotic systems with constraints
  - 1.2 Design of flexible drive systems for feed-forward control: a mechatronic approach





Universitatea *Transilvania* din Braşov

Facultatea de Inginerie Electrica si Stiinta Calculatoarelor

- ◆ In capitolul 1 este prezentată următoarea temă:
  - Modele dinamice pentru proiectarea sistemului de control al sistemelor integrate de roboti și sisteme de acționare
- ◆ Principala sarcină a sistemului de control a mișcării robotului manipulator este de a genera mișcare în spațiul sarcinii robotice, cu o comandă dată la nivelul sistemelor de acționare.
- ◆ Abordarea actuală sistematică a proiectării controlerelor pentru sisteme neliniare este metoda liniarizării folosind feedback-ul.
- ◆ Ideea de bază a acestei tehnici este aceea de a proiecta o lege de control care anulează /compensează neliniaritățile sistemului și rezultă un sistem cu circuit închis cu o dinamică liniară.



**Universitatea *Transilvania* din Braşov**  
**Facultatea de Inginerie Electrica si Stiinta Calculatoarelor**

In primul subcapitol al capitolului 1 se studiază o ecuație universală de mişcare pentru sisteme robotizate cu constrângeri.

$$M(q, t)\ddot{q} + C(q, \dot{q}) + g(q) + J^T F = \tau$$

$$M(q, t)\ddot{q} + C(q, \dot{q}) + g(q) + J^T F = \tau$$

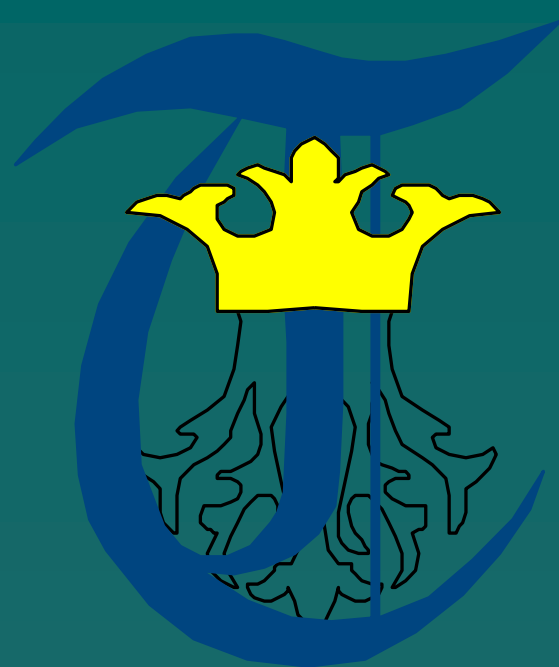
$$M(q, t)\ddot{q} = Q(q, \dot{q}, t) \quad \Phi_i(q, t) = 0$$

$$\Psi_i(q, \dot{q}, t) = 0$$

$$M(q, t)\ddot{q} = Q(q, \dot{q}, t) + Q_c(q, \dot{q}, t)$$

$$q(0) = q_0 \quad \dot{q}(0) = \dot{q}_0$$

$$\ddot{q} = B^+ b + (I - B^+ B)(a + \ddot{q}_c)$$



**Universitatea *Transilvania* din Braşov**  
**Facultatea de Inginerie Electrica si Stiinta Calculatoarelor**

- ◆ Aici, problema controlului sistemelor neliniare este analizată fără a lua în calcul tipul de controler care urmează să fie utilizat.
- ◆ Rezultatele prezentate în această lucrare oferă metode noi și explicite pentru controlul sistemelor puternic neliniare.



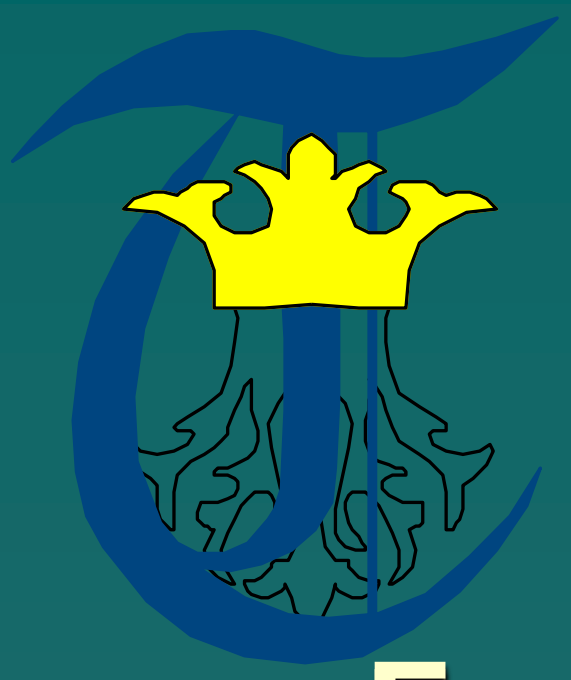
Universitatea *Transilvania* din Braşov

Facultatea de Inginerie Electrica si Stiinta Calculatoarelor

- ◆ Al doilea subcapitol al capitolului 1 se referă la proiectarea de sisteme integrate de roboti și sisteme de acționare
- ◆ Principalele caracteristici - în mod special în controlul vitezei de mișcare - sunt complexitatea dinamicii și incertitudinile, atât parametrice cât și dinamice.
- ◆ Incertitudinile parametrice apar din cunoașterea imprecisă a parametrilor cinematici și a parametrilor de inerție, în timp ce incertitudinile dinamice apar din cauza flexibilității legăturilor dintre articulații, dinamicii actuatorilor, frecării, zgomotului senzorial și necunoașterii dinamicii mediului.



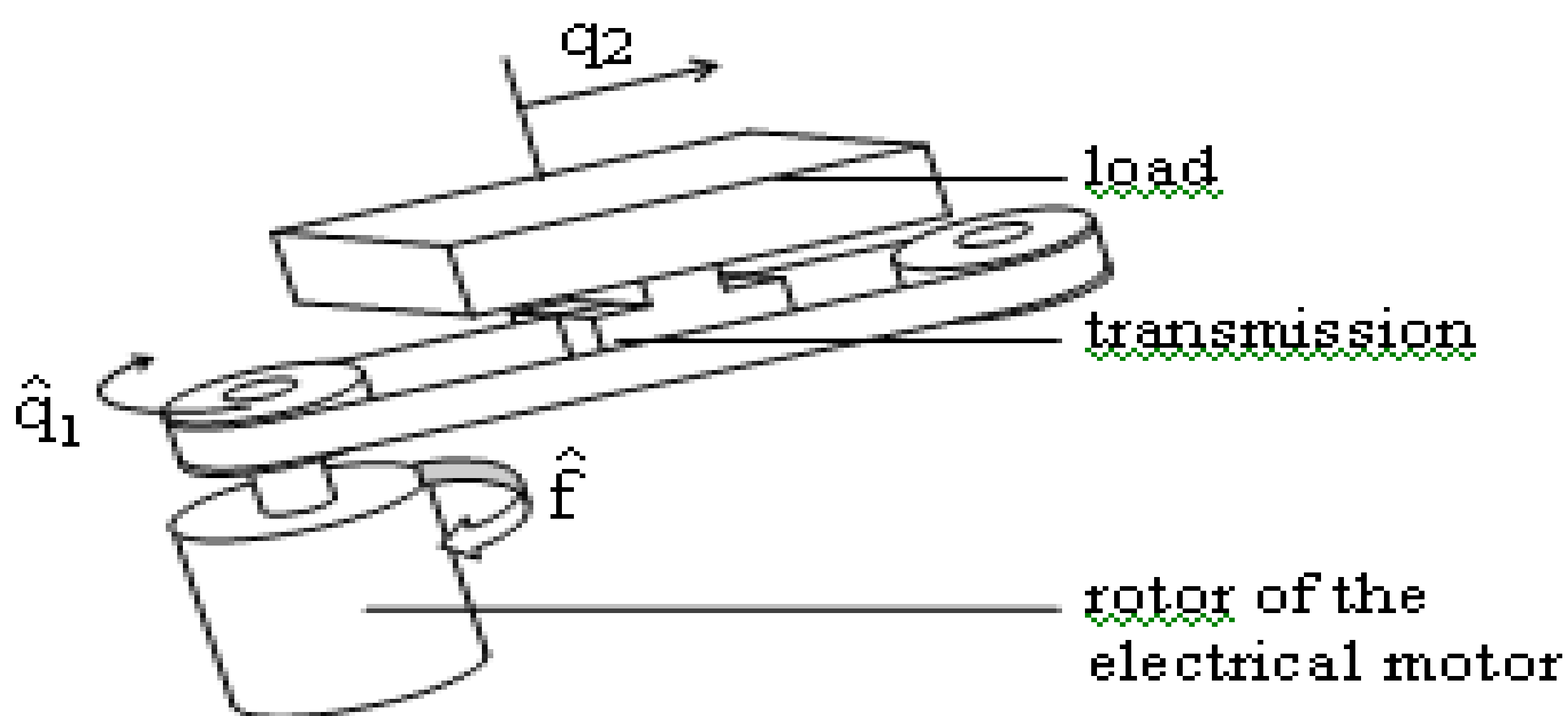
- ◆ Abordarea propusă include proiectarea sistemului de acţionare şi control a mişcării.
- ◆ Scopul este de a proiecta atât transmisia mecanică cât şi motorul electric pentru a atinge specificaţiile de performanţă cu ajutorul controlerului.



# Universitatea *Transilvania* din Braşov

## Facultatea de Inginerie Electrica si Stiinta Calculatoarelor

Modelul elasto-dinamic invers al sistemului este utilizat pentru a genera comandă și pentru a stabili constrângerile de proiectare datorită limitelor fizice.



$$\begin{cases} \hat{f} = \hat{m}_1 \ddot{\hat{q}}_1 + \hat{c}_1 \dot{\hat{q}}_1 + r f_2 \\ k(q_2 - r \hat{q}_1) = f_2 \\ f_2 = m_2 \ddot{q}_2 + c_2 \dot{q}_2 \end{cases}$$

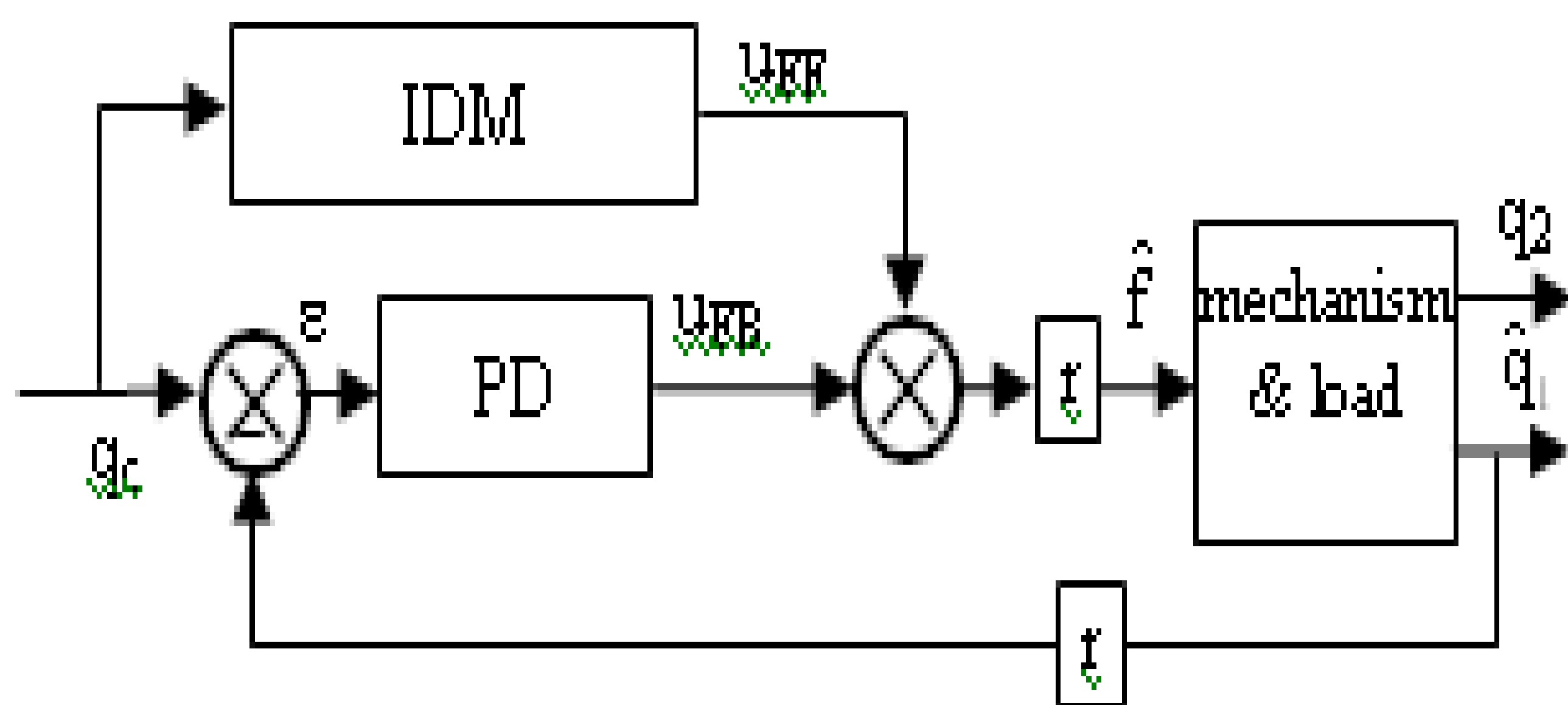
$$\begin{cases} \hat{f}_m \geq |\hat{f}(t)| \\ \hat{v}_m \geq |\dot{\hat{q}}_1| \\ \Delta_e \geq |q_2 - r \hat{q}_1| \end{cases} \quad \forall t$$



# Universitatea *Transilvania* din Braşov

## Facultatea de Inginerie Electrica si Stiinta Calculatoarelor

pentru controlul mişcării de mare viteză, folosind  
să include proiectarea sistemului de acţionare ş



$$f = m_1 \ddot{q}_1 + c_1 \dot{q}_1 + k(q_1 - q_2)$$

$$0 = m_2 \ddot{q}_2 + c_2 \dot{q}_2 + k(q_2 - q_1)$$



**Universitatea *Transilvania* din Braşov**  
**Facultatea de Inginerie Electrica si Stiinta Calculatoarelor**

zată pentru a genera comandă și pentru a stabili

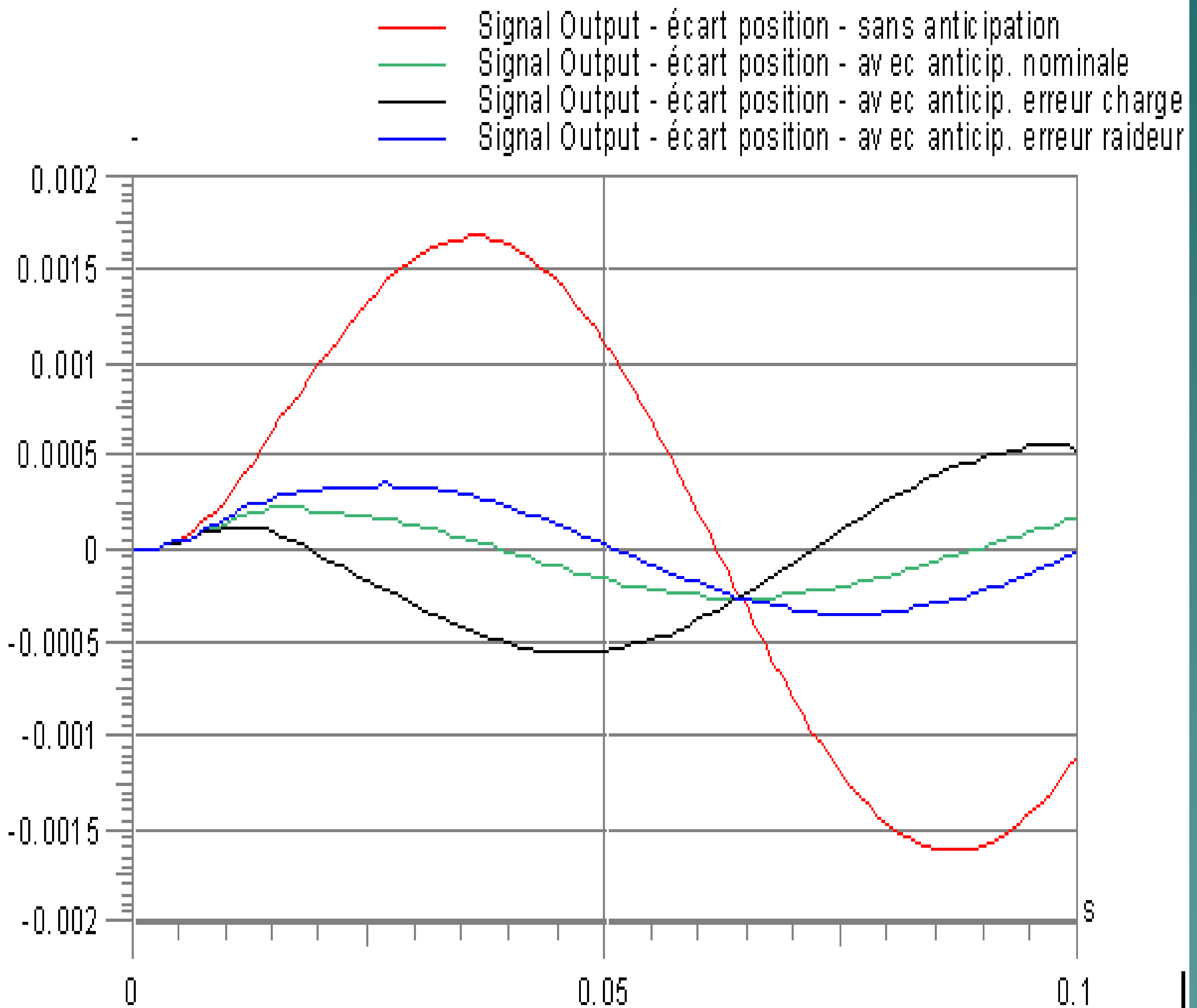
$$\left\{ \begin{array}{l} \hat{f}_m \geq \left( \frac{\hat{m}_1}{r} + r m_2 \right) \left( 1 + \omega \frac{\hat{m}_1 m_2}{k (\hat{m}_1 + r^2 m_2)} \right) \bar{a} \\ \quad + \left( \frac{\hat{c}_1}{r} + r c_2 \right) \bar{v} \\ \hat{v}_m \geq \bar{v} / r \\ \Delta_e \geq \frac{m_2}{k} \bar{a} + \frac{c_2}{k} \bar{v} \end{array} \right.$$





# Universitatea *Transilvania* din Braşov

## Facultatea de Inginerie Electrica si Stiinta Calculatoarelor



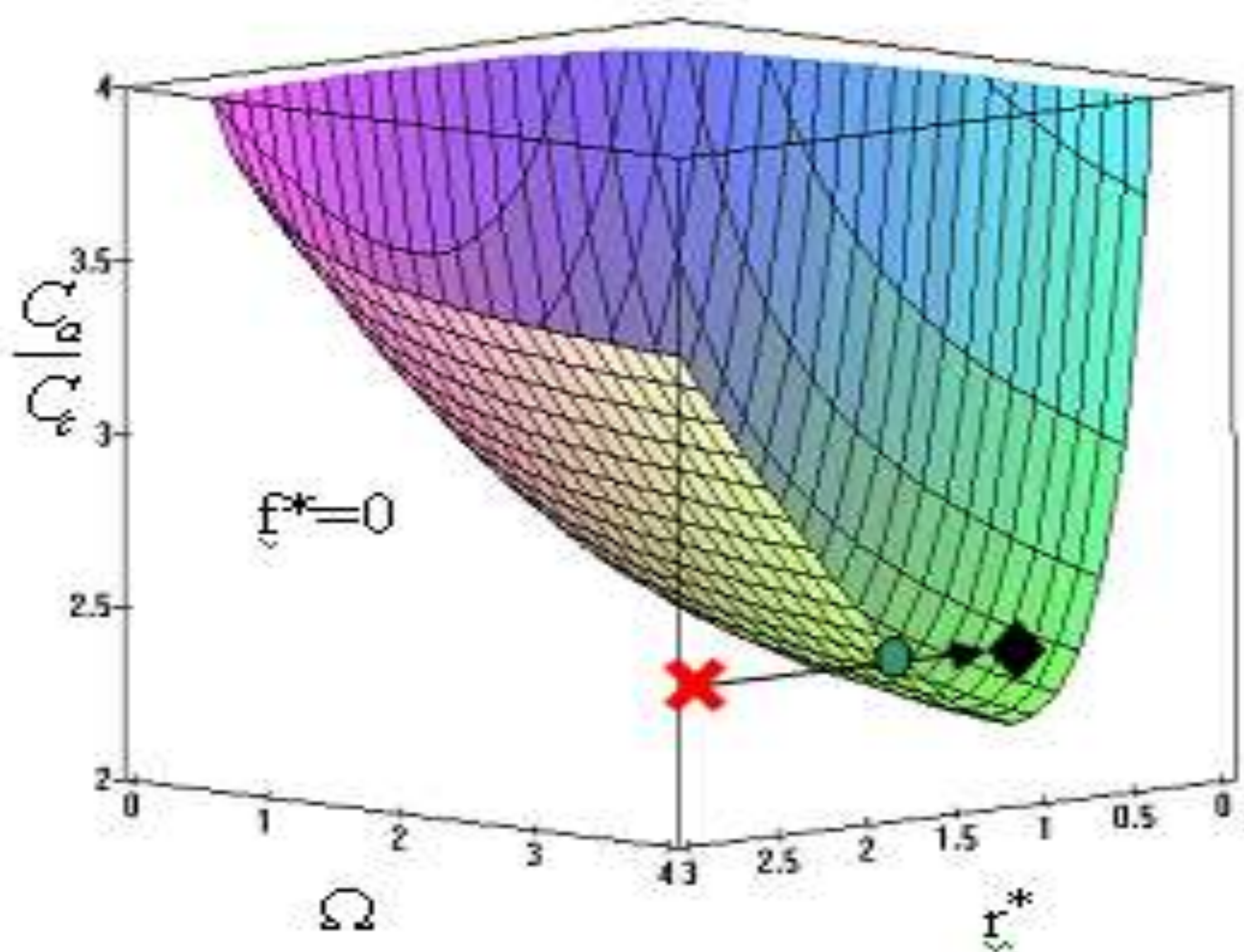
. Comparison between position tracking errors without and with feed-forward



# Universitatea *Transilvania* din Braşov

## Facultatea de Inginerie Electrica si Stiinta Calculatoarelor

realizată  
optimă



results

- undersized
- optimum
- oversized

Design constraints



**Universitatea *Transilvania* din Braşov**  
**Facultatea de Inginerie Electrica si Stiinta Calculatoarelor**

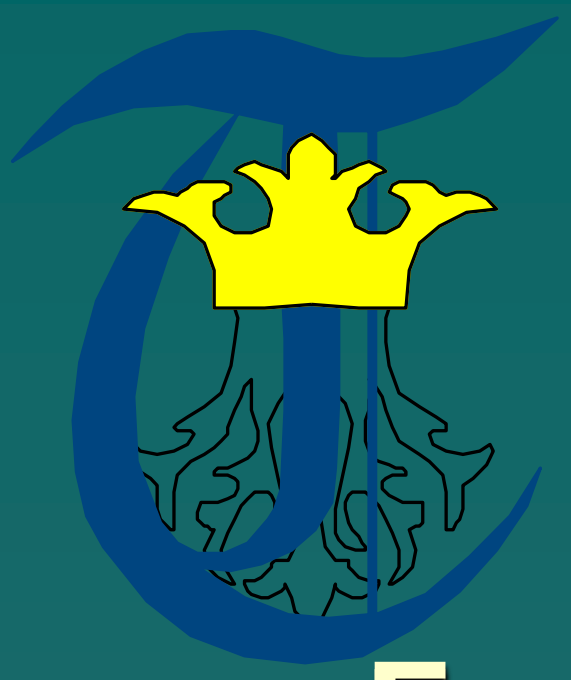
## Chapter 2 **Haptic interfaces**

- 
- ◆ 2.1 Haptic system modeling and stability analyze
  - ◆ 2.2 Hybrid force/position control of the haptic scissors-robot



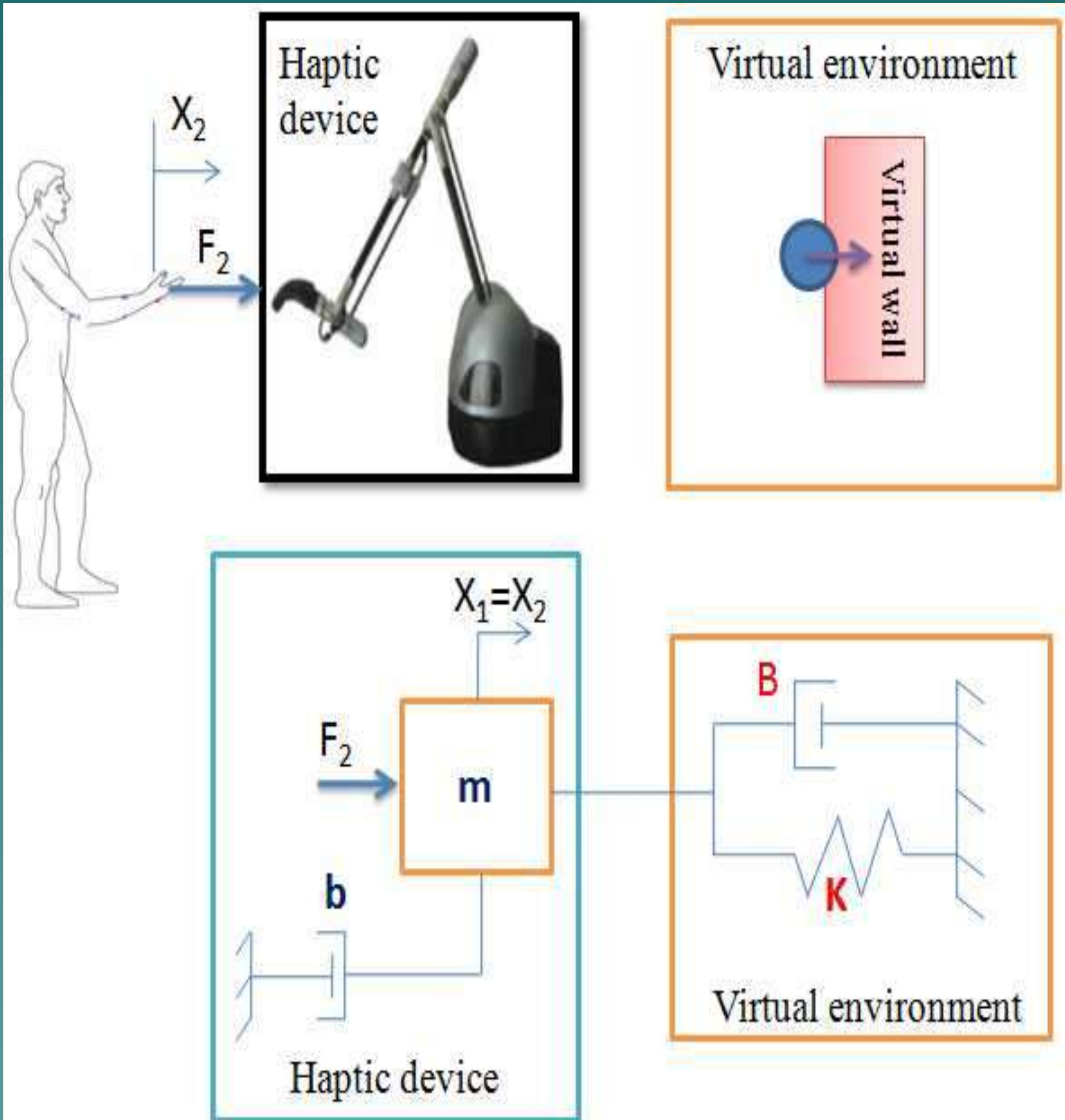
**Universitatea *Transilvania* din Braşov**  
**Facultatea de Inginerie Electrica si Stiinta Calculatoarelor**

- ◆ In capitolul 2 este prezentată următoarea temă: • Interfețe haptice.
- ◆ In primul subcapitol al capitolului 2 se abordează problema de stabilitate a interfeței haptice în contact cu un perete virtual.



# Universitatea *Transilvania* din Braşov

## Facultatea de Inginerie Electrica si Stiinta Calculatoarelor





**Universitatea *Transilvania* din Braşov**  
**Facultatea de Inginerie Electrica si Stiinta Calculatoarelor**

- ◆ Această lucrare prezintă o imagine de ansamblu cu privire la metodologie și la regiunea de stabilitate afectată de anumiți parametri:
- ◆ coeficientul de amortizare fizică,
- ◆ constanta de întârziere,
- ◆ caracteristici dinamice ale operatorului uman.
- ◆ Scopul acestei lucrări este de a analiza influența parametrilor dinamici asupra granitelor de stabilitate.

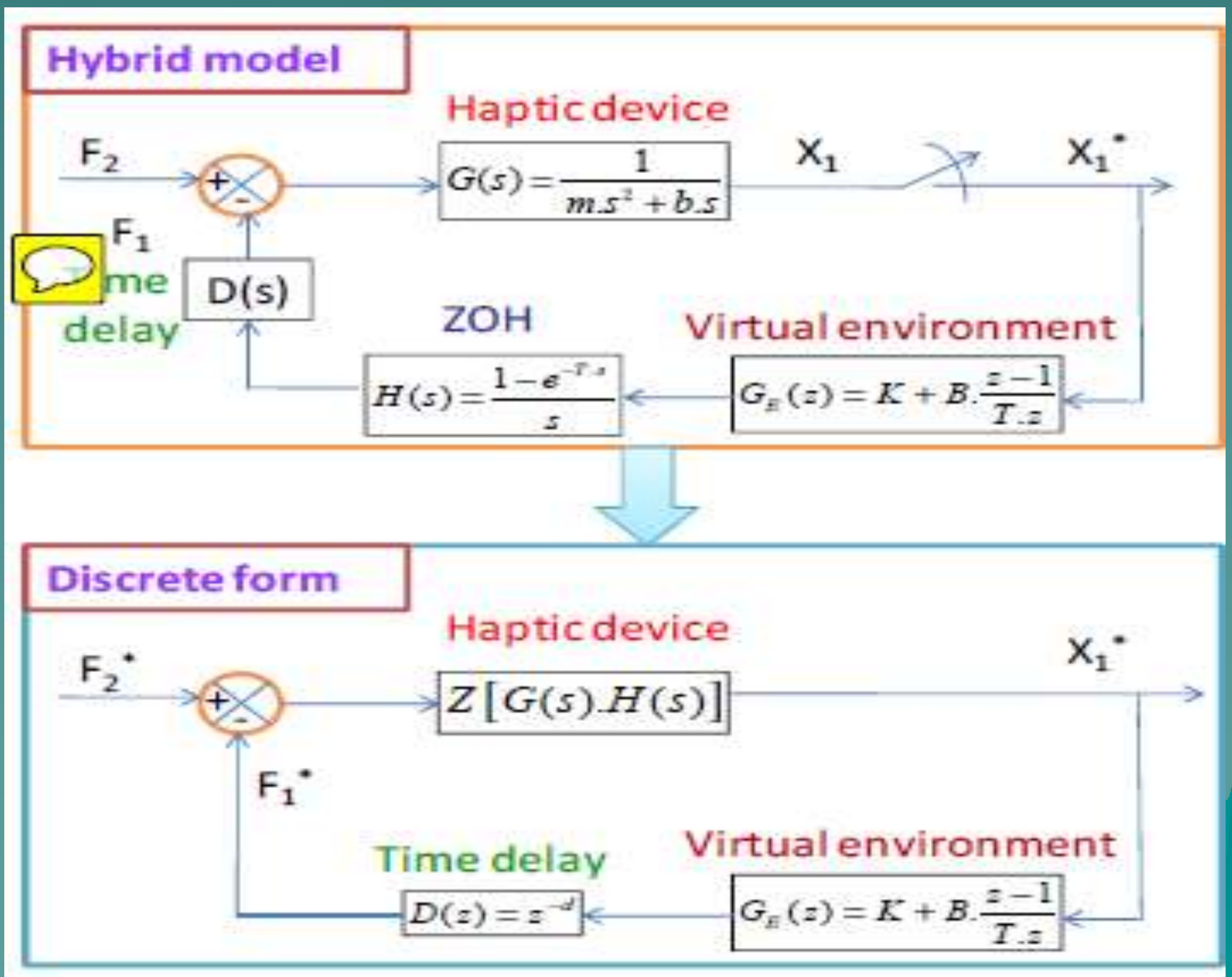


# Universitatea *Transilvania* din Braşov

## Facultatea de Inginerie Electrica si Stiinta Calculatoarelor

Acest studiu arată modul în care factorii cum ar fi coeficientul de amortizare fizică, temporizarea și parametrii operatorului uman afectează stabilitatea unui sistem haptic.

Influența tipului de vibrații asupra stabilității, este de asemenea studiat în această lucrare.





**Universitatea *Transilvania* din Braşov**  
**Facultatea de Inginerie Electrica si Stiinta Calculatoarelor**

- ◆ Rezultatele sunt efectuate asupra parametrilor fizici ai unei interfete haptice de tip PHANTOM®.







**Universitatea *Transilvania* din Braşov**  
**Facultatea de Inginerie Electrica si Stiinta Calculatoarelor**

TABLE III [17]

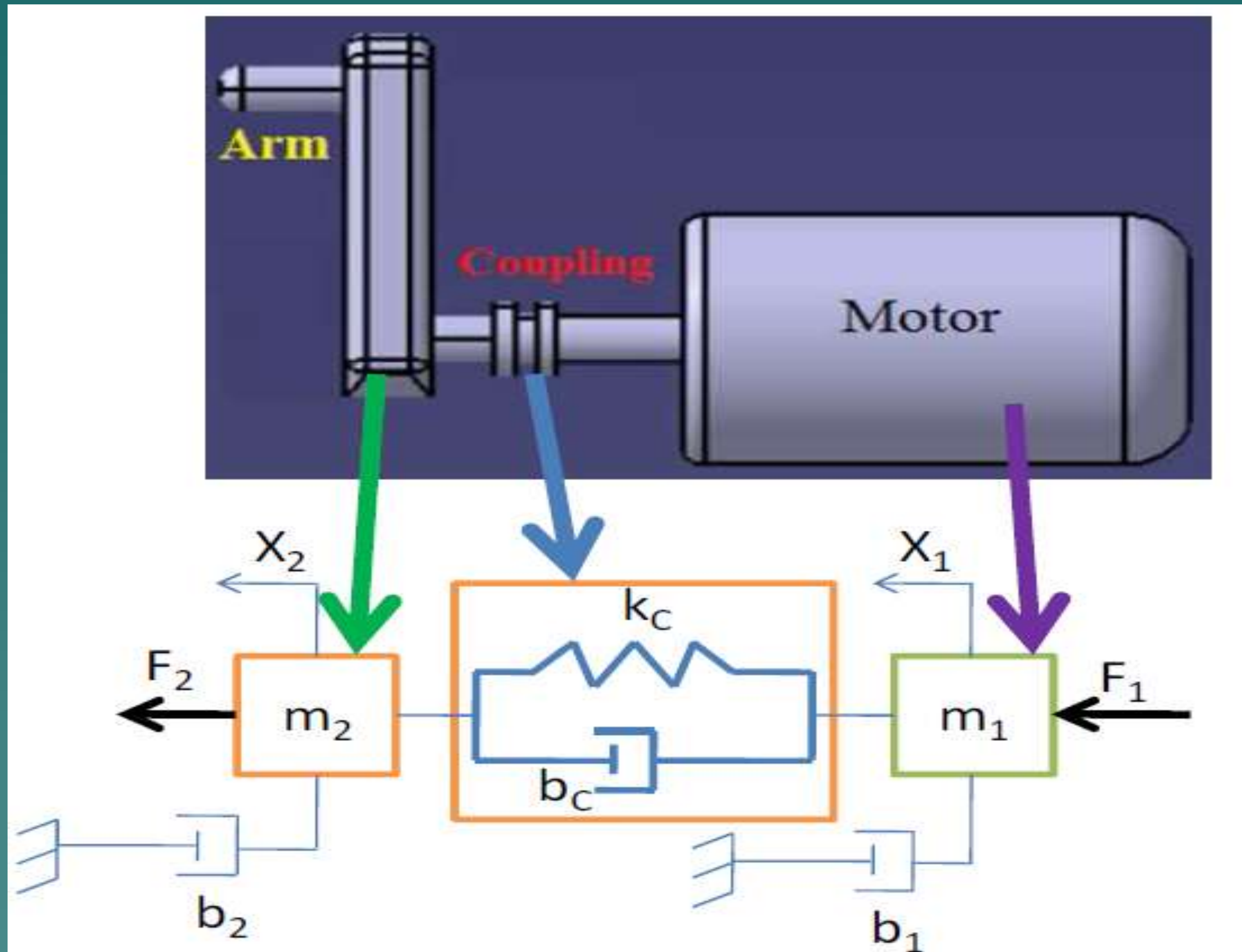
PHYSICAL PARAMETERS OF PHANTOM

Parameter	Variable	Value
Inertia	$m$	$1.168 \text{ gm}^2$
Physical damping	$b$	$0.0054 \text{ Nms/rad}$
Anti-resonant frequency	$\omega_a$	$417.612 \text{ rad/s}$
Damping coefficient	$c_a$	$80 \text{ Nms/rad}$
Resonant frequency	$\omega_r$	$479.166 \text{ rad/s}$
Damping coefficient	$c_r$	$83 \text{ Nms/rad}$

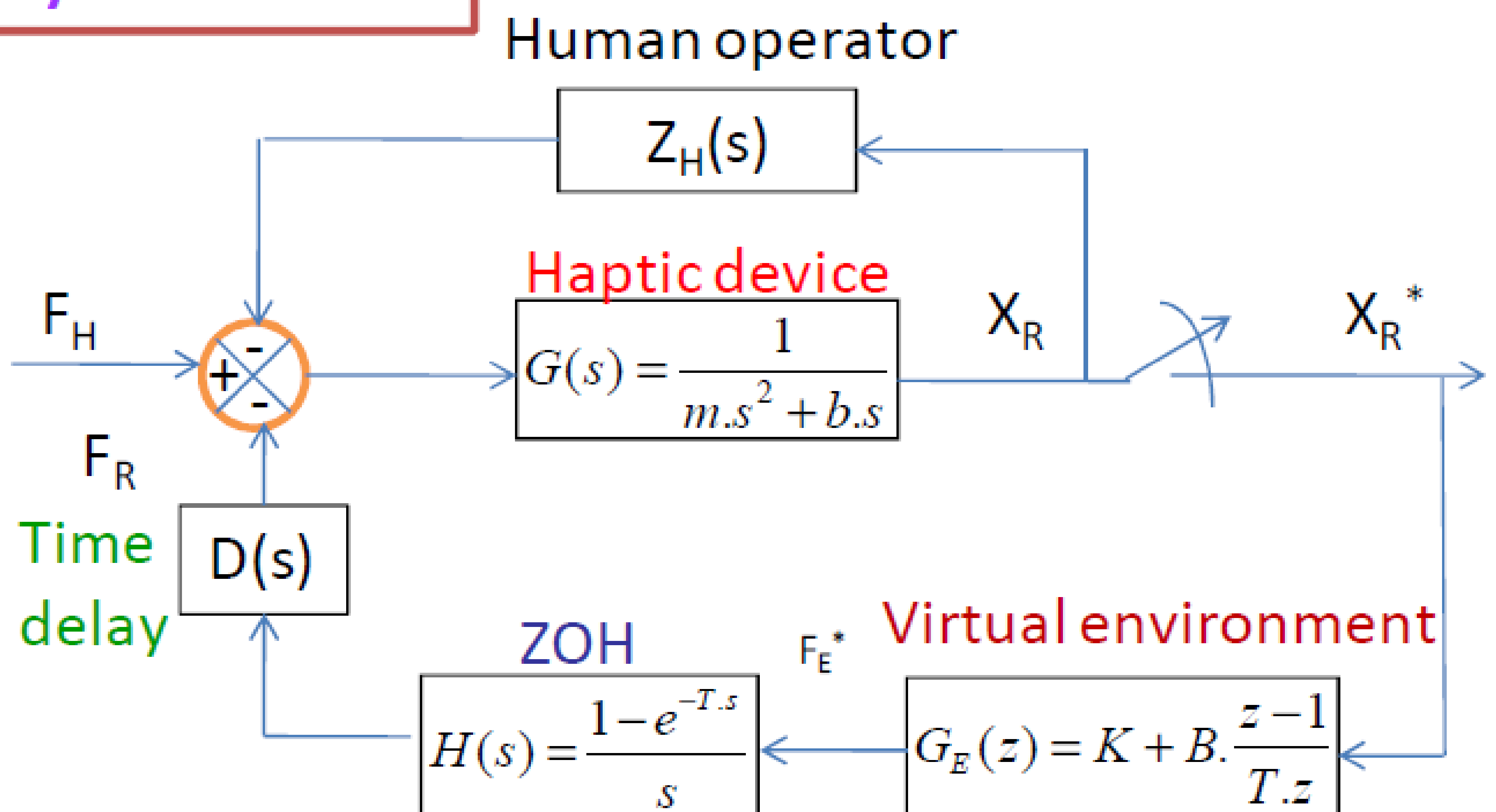


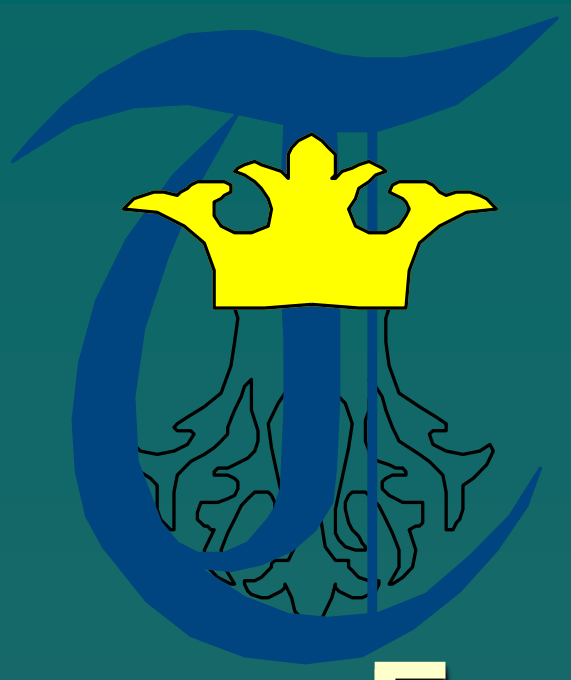
# Universitatea *Transilvania* din Braşov

## Facultatea de Inginerie Electrica si Stiinta Calculatoarelor



### Hybrid model





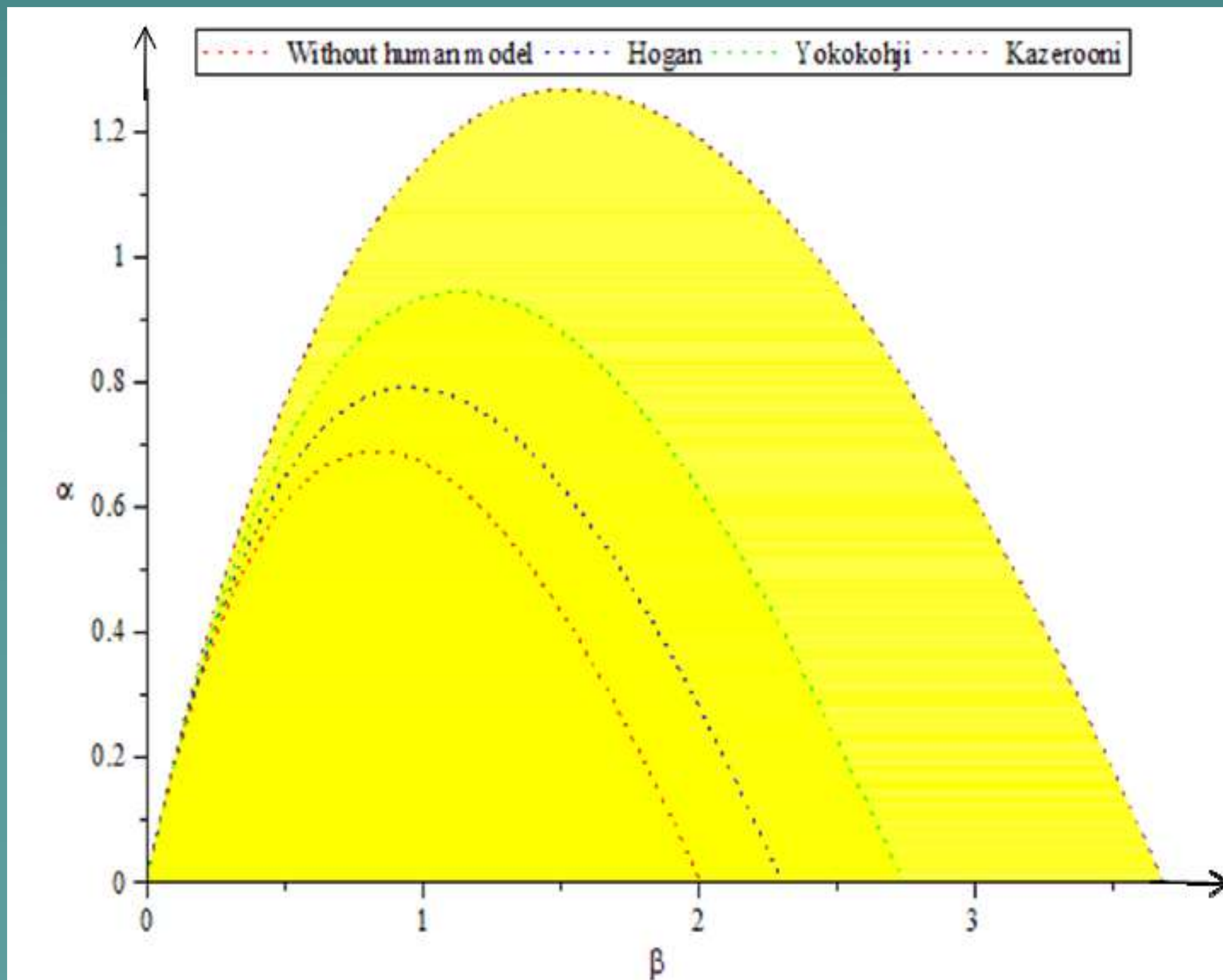
# Universitatea *Transilvania* din Braşov

## Facultatea de Inginerie Electrica si Stiinta Calculatoarelor

TABLE II [13]

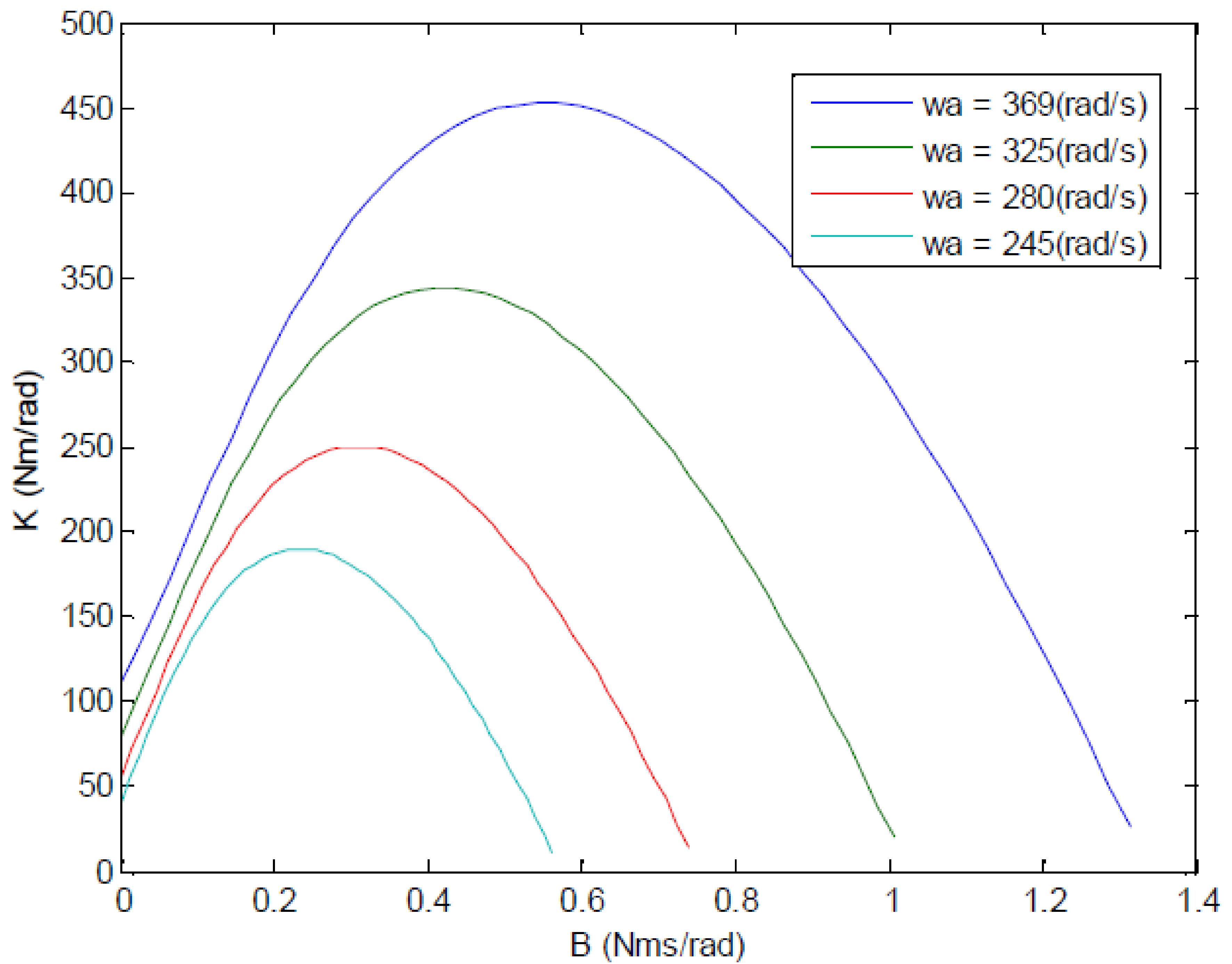
PARAMETERS OF HUMAN OPERATOR MODELS

Author	$M_H$ (kg)	$B_H$ (Ns/m)	$K_H$ (N/m)
Hogan	0.8	5.5	568
Yokokohji	2	2	10
Kazerooni	4.54	6.83	12.5



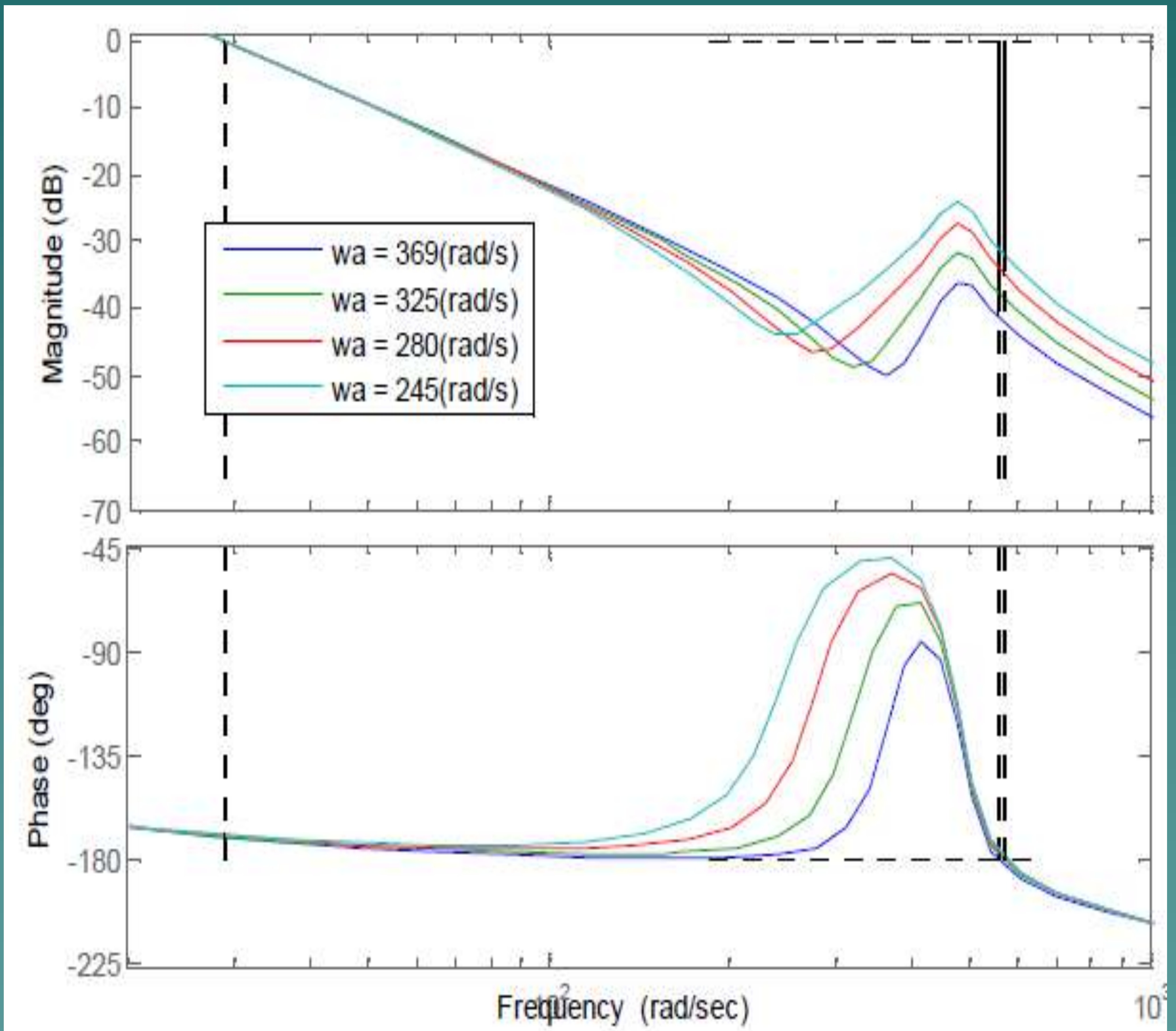


**Universitatea *Transilvania* din Braşov**  
**Facultatea de Inginerie Electrica si Stiinta Calculatoarelor**





**Universitatea *Transilvania* din Braşov**  
**Facultatea de Inginerie Electrica si Stiinta Calculatoarelor**

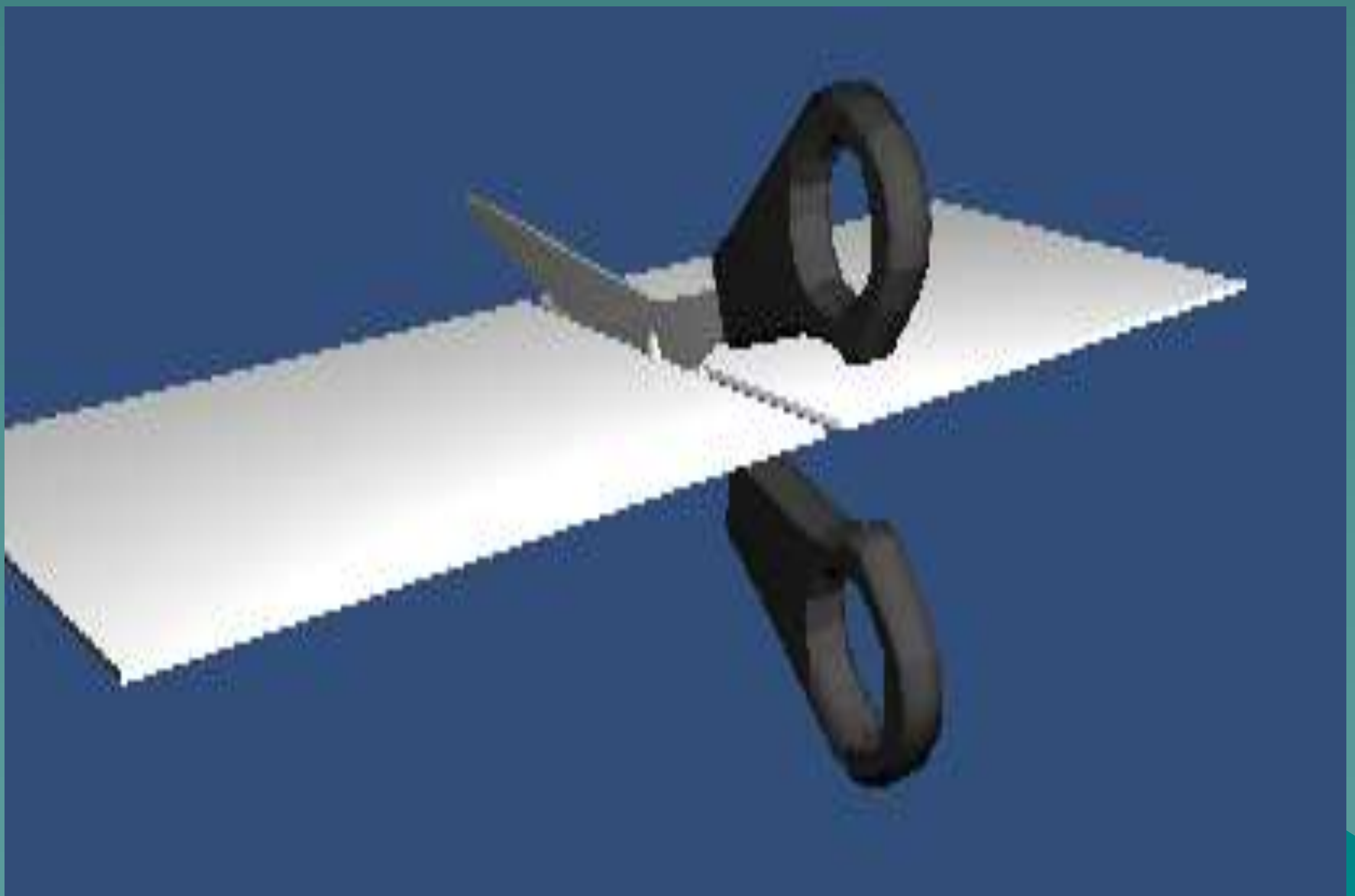


Bode diagram of  $Z [G(s).H(s)]$  for  $\omega_a \leq 369$  rad/s



**Universitatea *Transilvania* din Braşov**  
**Facultatea de Inginerie Electrica si Stiinta Calculatoarelor**

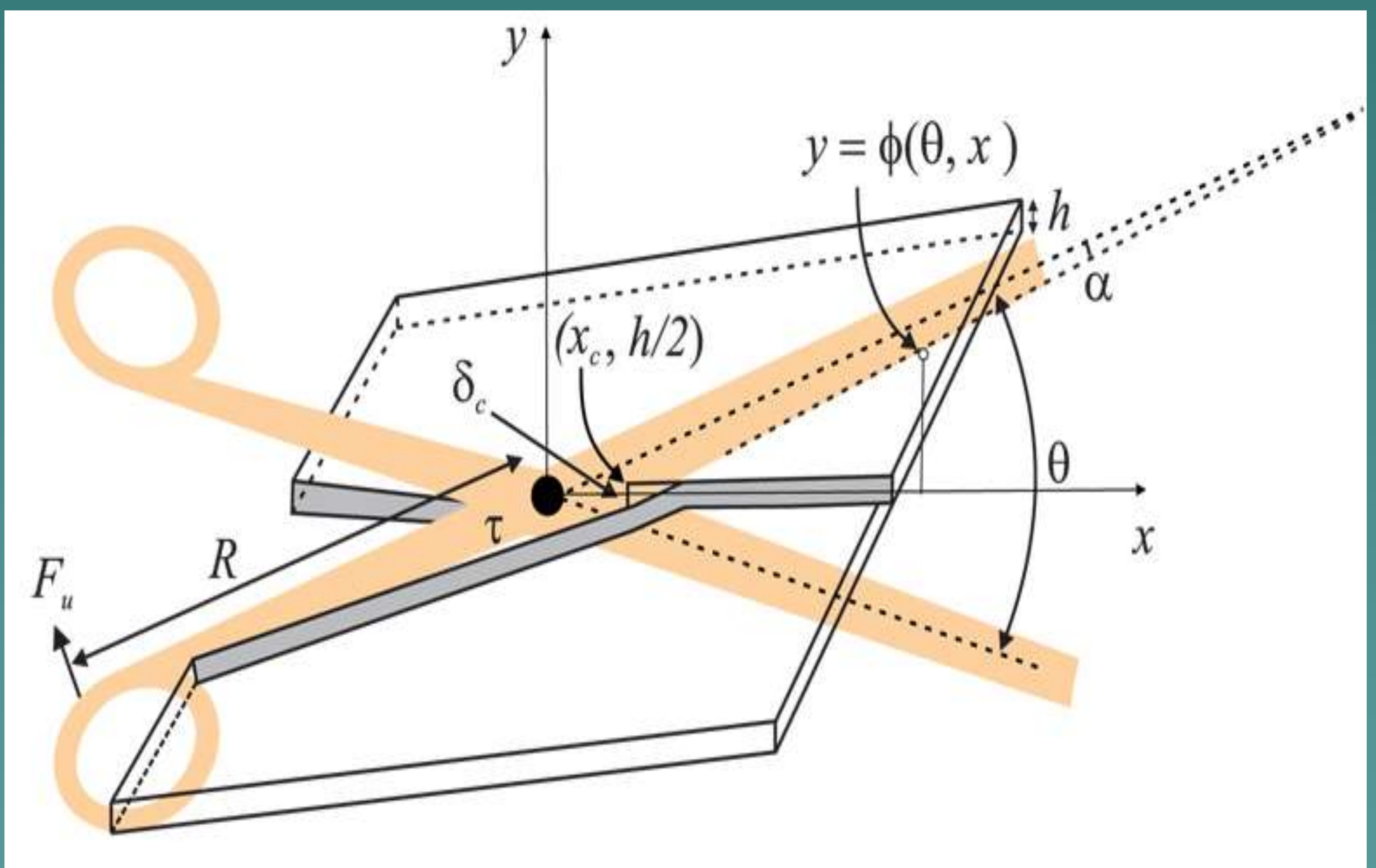
- ◆ În al doilea subcapitol al capitolului 2 este descrisă o metodă pentru ilustrarea senzaţiei tactile a operaţiei de tăiere, folosind un tip de foarfece-robot virtual.





**Universitatea *Transilvania* din Braşov**  
**Facultatea de Inginerie Electrica si Stiinta Calculatoarelor**

- ◆ Este prezentat un nou algoritm pentru a fi utilizat în manipulări generale interactive ale obiectelor deformabile.



$$F_u = \frac{x_c}{R} f_n \cos(\alpha)$$

$$F_u = \frac{x_c}{R} f_n \cos(\alpha)$$



**Universitatea *Transilvania* din Braşov**  
**Facultatea de Inginerie Electrica si Stiinta Calculatoarelor**

- ◆ Algoritmul a fost dezvoltat pentru a afişa deplasarea simultană de translaţie (de înaintare) şi de rotaţie (de decupare) pentru o simulare realistă a operaţiei de tăiere.

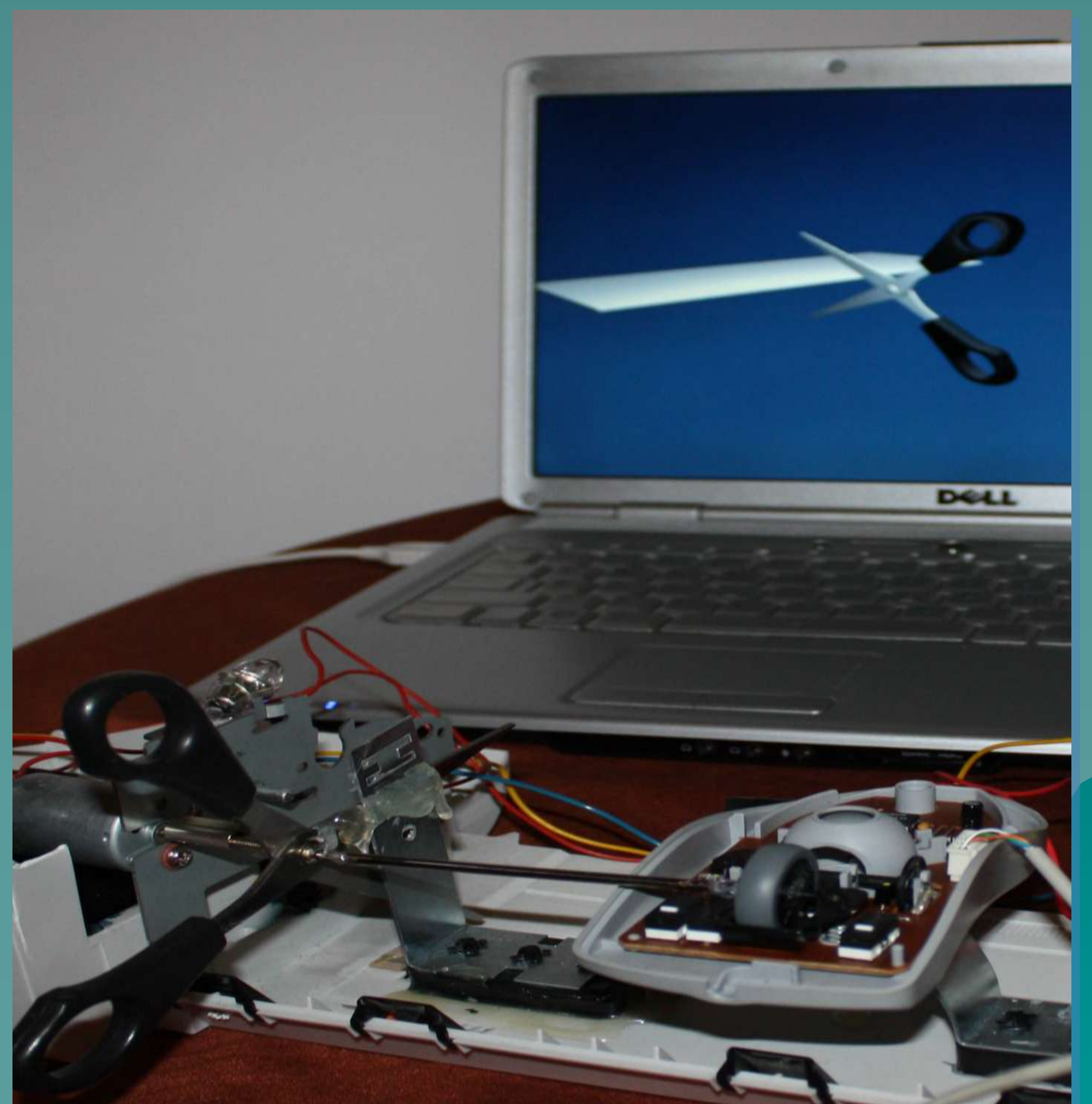
$$\tau = D(q)\alpha_r + n(q, \dot{q}) + J_{\phi}^T(q)h_{\lambda}$$

Am arătat că animaţiile interactive pot fi utilizate p

Prin această lucrare  
se obţine experienţă

virtual şi se  
determină noi

care folosesc reacţia







**Universitatea *Transilvania* din Braşov**  
**Facultatea de Inginerie Electrica si Stiinta Calculatoarelor**

- ◆ **Chapter 3 The reciprocal robots collision avoidance**
- ◆ 3.1 Collision-avoidance using redundant robots
- ◆ 3.2 On-line collision avoidance using Programming by Demonstration/Imitation



In capitolul 3 este prezentată următoarea temă:

- Evitarea reciprocă a coliziunii robotilor
- ◆ Scopul primului subcapitol al capitolului 3 este de a analiza problema cinematicii inverse a roboților redundanți și de a defini sub-sarcina robotică de-a evita obstacolele, folosind mișcarea spontană.



**Universitatea *Transilvania* din Braşov**  
**Facultatea de Inginerie Electrica si Stiinta Calculatoarelor**

- ◆ Strategia propusă permite utilizarea gradelor de libertate redundante, astfel încât un manipulator să poată evita obstacolele în timp ce efectorii finali urmăresc traiectoria dorită.

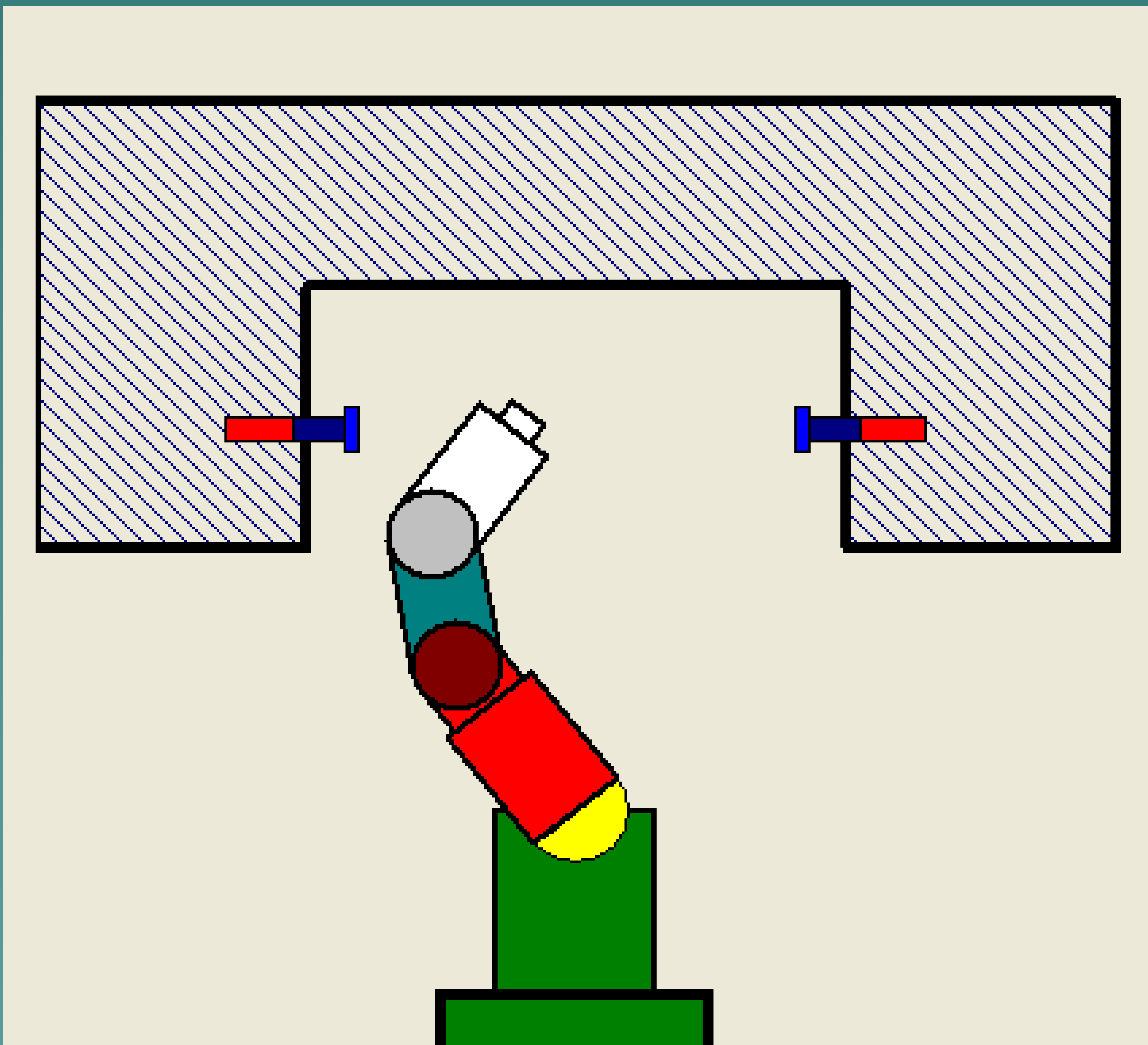
$$\dot{q} = J_a^+ \dot{x}_a + (I - J_a^+ J_a) \dot{q}_0$$

$$\dot{q} = J_t^+ \dot{x}_t + [J_c(I - J_t^+ J_t)]^+ (\dot{x}_c - J_c J_t^+ \dot{x}_t)$$



**Universitatea *Transilvania* din Braşov**  
**Facultatea de Inginerie Electrica si Stiinta Calculatoarelor**

- ◆ Se presupune că obstacolele, aflate în spațiul de lucru al manipulatorului sunt statice.





**Universitatea *Transilvania* din Braşov**  
**Facultatea de Inginerie Electrica si Stiinta Calculatoarelor**

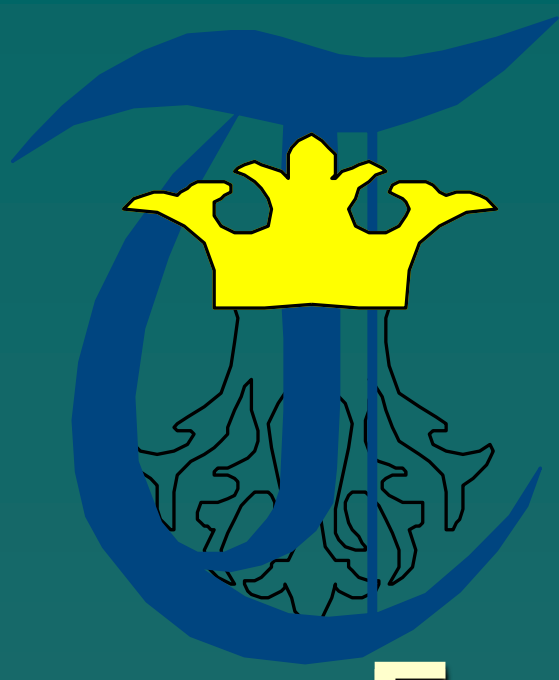
- ◆ Această strategie este aplicată și atunci când configurația manipulatorului poate fi influențată de cerințe suplimentare, cum ar fi limitările la nivelul articulațiilor, etc.
- ◆ Eficacitatea strategiei propuse este analizată din punct de vedere teoretic și ilustrată prin simularea mișcării - între obstacole simetrice - a unui manipulator redundant cu patru grade de libertate.
- ◆ Se constată că strategia propusă - în scopul evitării coliziunii în timp ce efectorii finali urmăresc traiectoria impusă - este eficientă și practică.



**Universitatea *Transilvania* din Braşov**  
**Facultatea de Inginerie Electrica si Stiinta Calculatoarelor**

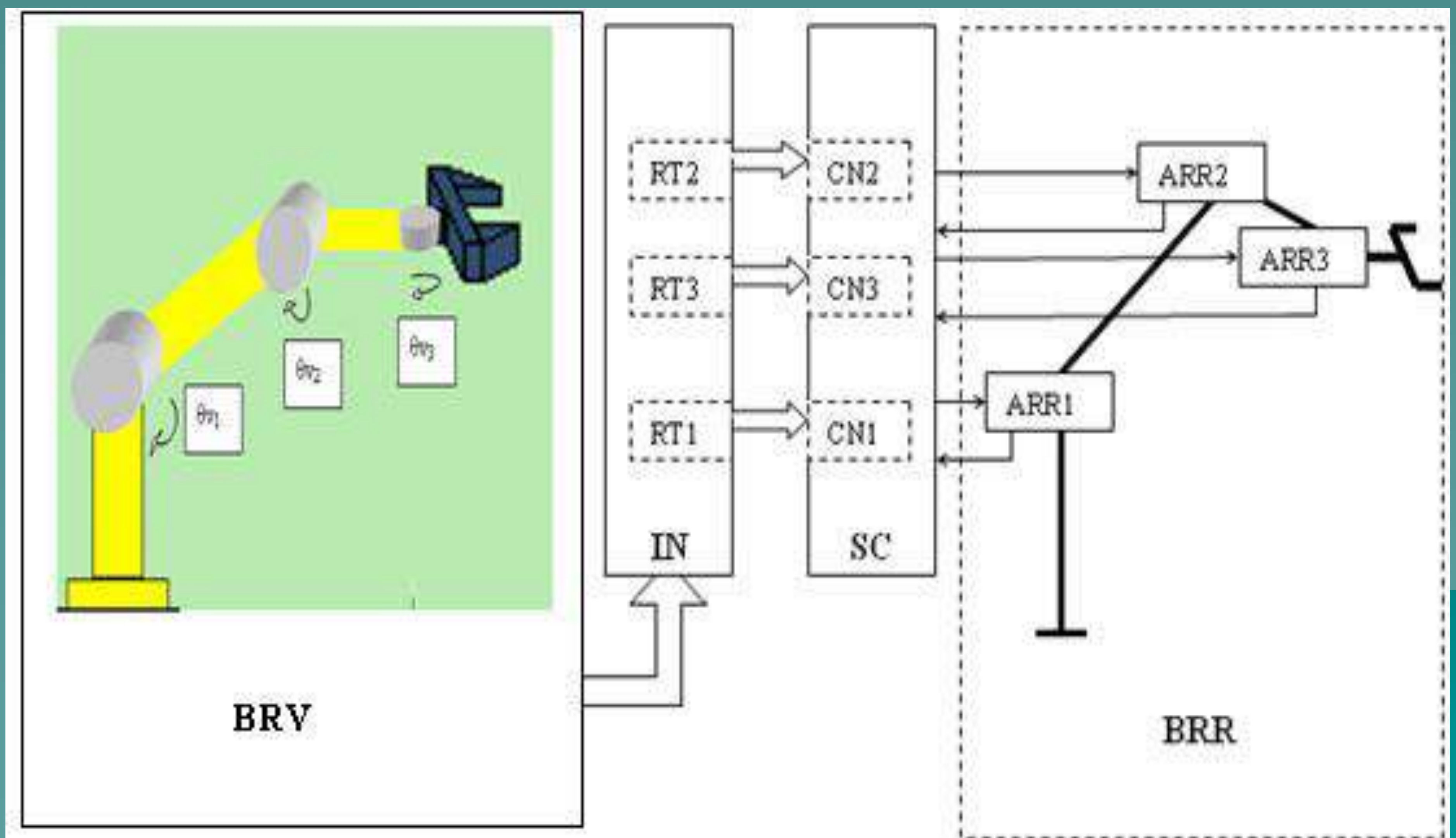
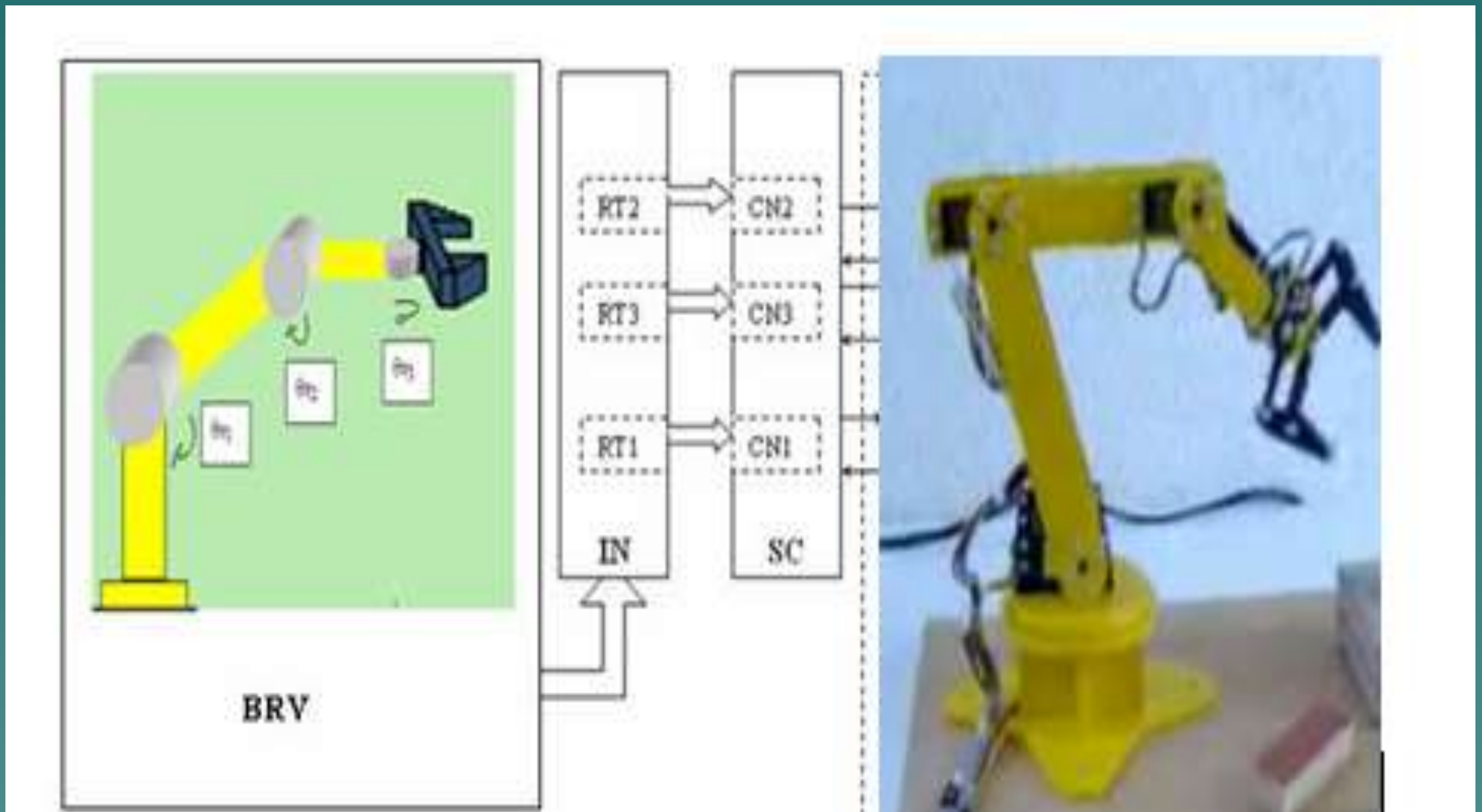
- ◆ Cea de a doua lucrare dezvoltă o metoda originala de-a evita coliziunea, bazata pe conceptul de imitare a miscarii.
- ◆ Operatia de imitare a miscarii, presupune existenta unui demonstrator si a unui imitator.

$$M(q_r)\ddot{q} + N(q_r, \dot{q}_r) = \tau_r$$



# Universitatea *Transilvania* din Braşov

## Facultatea de Inginerie Electrica si Stiinta Calculatoarelor



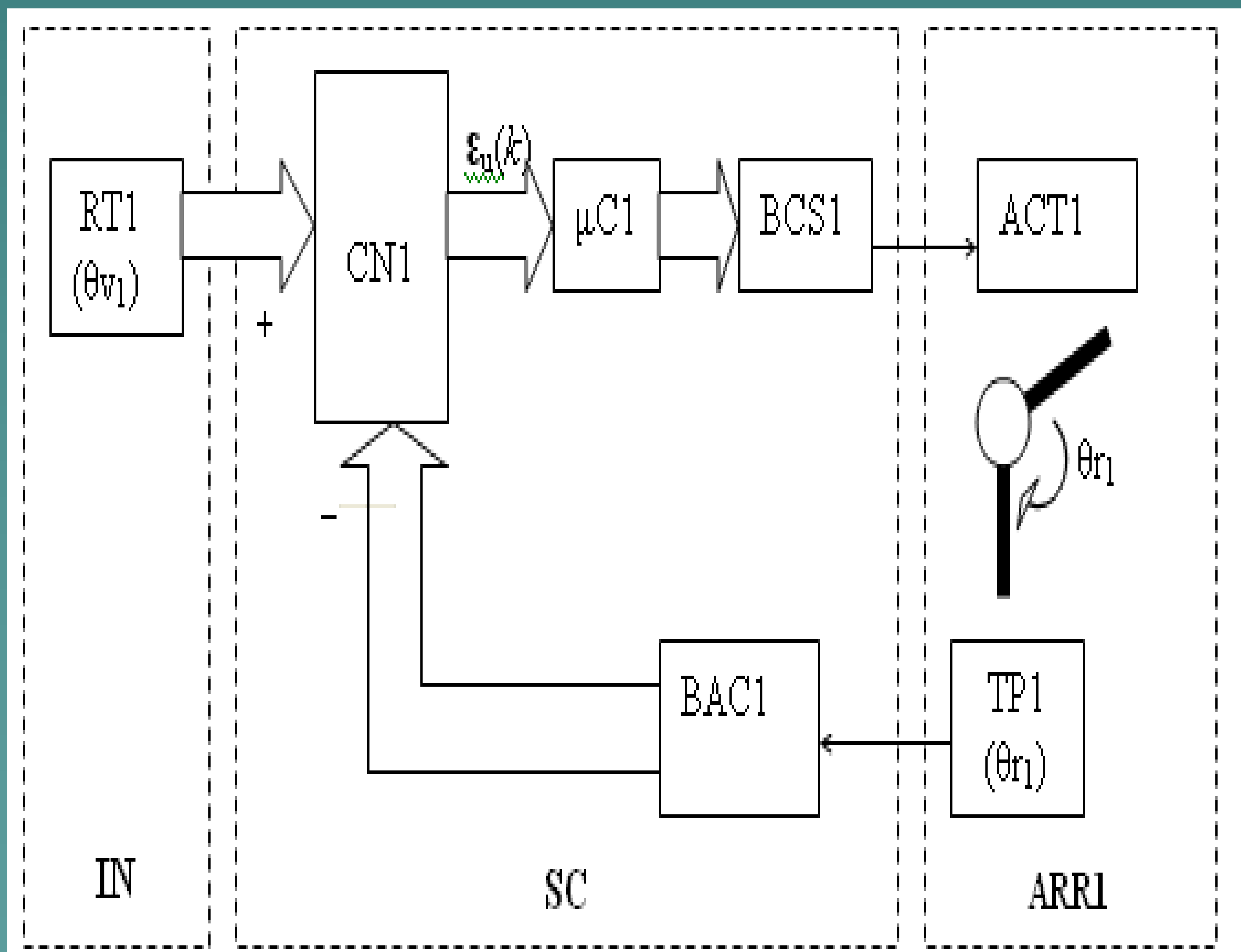


# Universitatea *Transilvania* din Braşov

## Facultatea de Inginerie Electrica si Stiinta Calculatoarelor

Imitatorul imită miscarea originală capturata de la prototipul virtual, si în acelasi timp, respectă constrangerile fizice.

Punctul forte al metodei propuse este că oferă o re-plan







**Universitatea *Transilvania* din Braşov**  
**Facultatea de Inginerie Electrica si Stiinta Calculatoarelor**

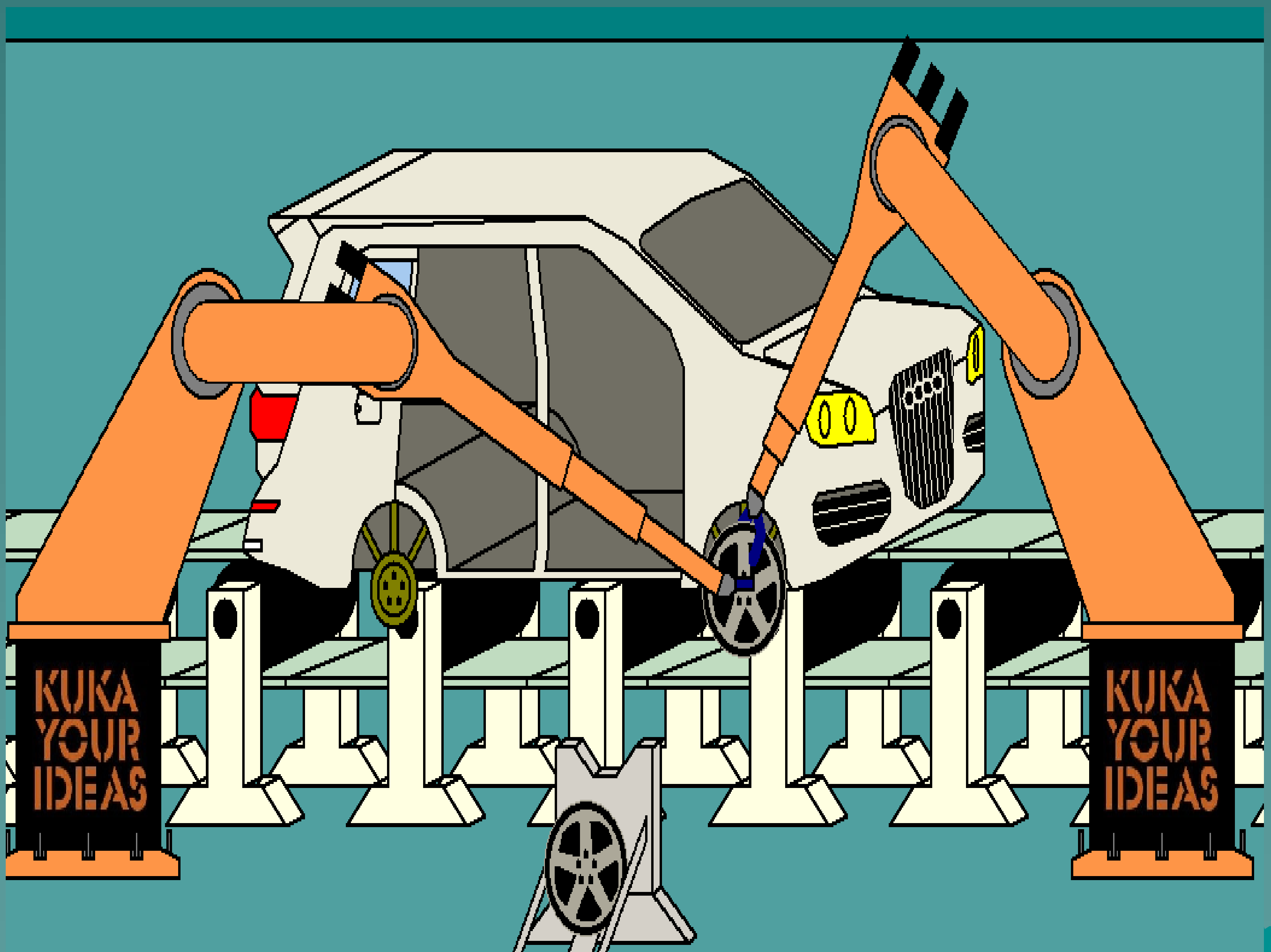
- ◆ Miscarea modelului robot virtual trebuie să acopere toate situatiile posibile - inclusiv prezența obstacolelor accidentale – pentru care robotul fizic va trebui să genereze miscari similare.
- ◆ Metoda de evitare a coliziunilor, bazată pe imitarea de prototipuri virtuale, trebuie încă îmbunătățită pentru a răspunde la întrebarea:
- ◆ **Cum pot fi actualizate on-line modelele sistemelor dinamice virtuale pentru a lua în considerare evenimentele dinamice din mediul real ?**
- ◆ Autorul estimeaza ca programarea prin imitatie, complet automatizata, folosind un sistem suficient de robust pentru aplicatii practice, nu va deveni realitate inainte de sfarsitul acestui deceniu.



**Universitatea *Transilvania* din Braşov**  
**Facultatea de Inginerie Electrica si Stiinta Calculatoarelor**

- ◆ **Chapter 4 Modeling and robots behavioral simulation in visual environments**
- ◆ 4.1 System concept development with virtual prototyping
- ◆ 4.2 Virtual Prototyping for robotic systems
- ◆ In capitolul 4 este prezentată următoarea tema: • **Modelarea si simularea comportamentala a robotilor în medii vizuale**
- ◆ Scopul primului subcapitol al capitolului 4 este de a evalua problema prototiparii virtuale

- ◆ Prototiparea virtuala reprezinta un mijloc pentru a descrie calitativ comportamentul produsului sub diverse aspecte.





**Universitatea *Transilvania* din Braşov**  
**Facultatea de Inginerie Electrica si Stiinta Calculatoarelor**

- ◆ Prototiparea virtuala este o disciplină de inginerie software, care implică modelarea unui sistem, simularea și vizualizarea comportamentului său în condiții de funcționare reale și rafinarea proiectului printr-un proces iterativ.
- ◆ Comportamentul full-motion a sistemelor robotice complexe poate fi analizat înainte de a construi un prototip hardware real.
- ◆ Utilizatorii pot explora rapid multe variante de proiect, de testare și rafinare până când sistemul robotic este optimizat.
- ◆ Acest lucru poate ajuta la reducerea timpului și a costurilor de dezvoltare a unui nou produs.



# Universitatea *Transilvania* din Braşov

## Facultatea de Inginerie Electrica si Stiinta Calculatoarelor

- ◆ Scopul propus in cel de-al doilea subcapitol al capitolului 4 este de a sublinia rolul simulării în diferite domenii ale roboticii.
- ◆ Avand capacitatea de a simula, se deschide o gamă largă de optiuni pentru rezolvarea multor probleme in mod creativ.
- ◆ Se poate modela, vizualiza, investiga si testa un braţ de robot, chiar dacă aceasta nu există.
- ◆ Se pot vedea performanţele unui sistem robotic înainte de a fi construit.
- ◆ In mediul virtual este posibil ca solutiile alese sa esueze sau sistemul proiectat sa "explodeze" fara a avea consecinte asupra prototipului virtual.
- ◆ Simularea a fost recunoscută ca un instrument important în robotica, in ~~investigarea~~ proiectarea ce noi roboi performante lor si în proiectarea aplicațiilor acestora.



**Universitatea *Transilvania* din Brașov**  
**Facultatea de Inginerie Electrica si Stiinta Calculatoarelor**

- ◆ Simularea permite studierea caracteristicilor structurale si a functiilor sistemelor robotice, la diferite niveluri de detaliu, fiecare situatie avand cerințe diferite pentru instrumentele de simulare.
- ◆ De exemplu, un proces rapid - cum ar fi deplasarea unei articulatii robot - poate fi încetinit pentru a observa toate detaliile în "slow motion".
- ◆ Pe masura ce complexitatea sistemului creste, rolul simulării devine tot mai important si folosind instrumentele de simulare se pot îmbunătăți proiectele.



# Universitatea *Transilvania* din Brașov

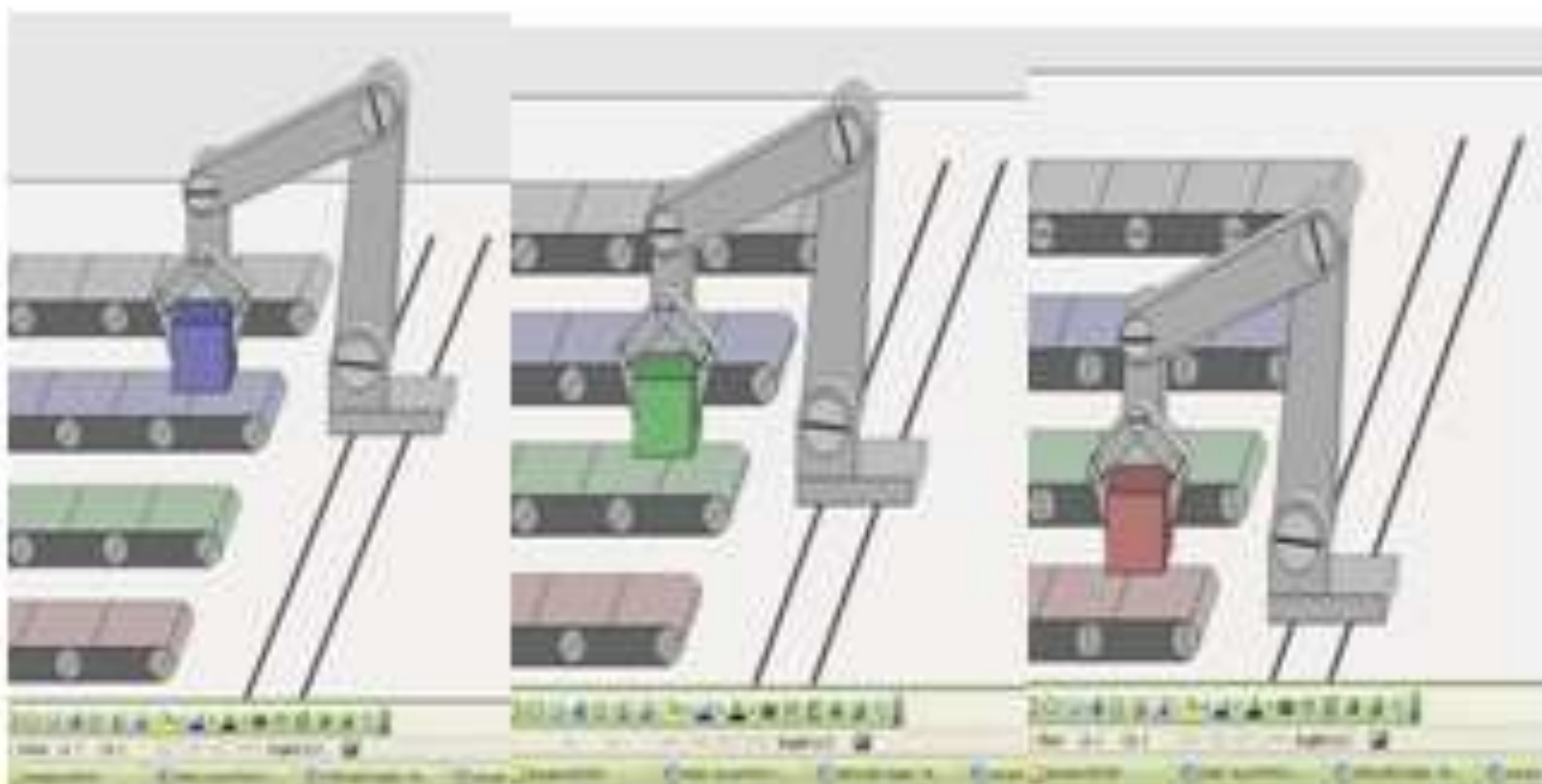
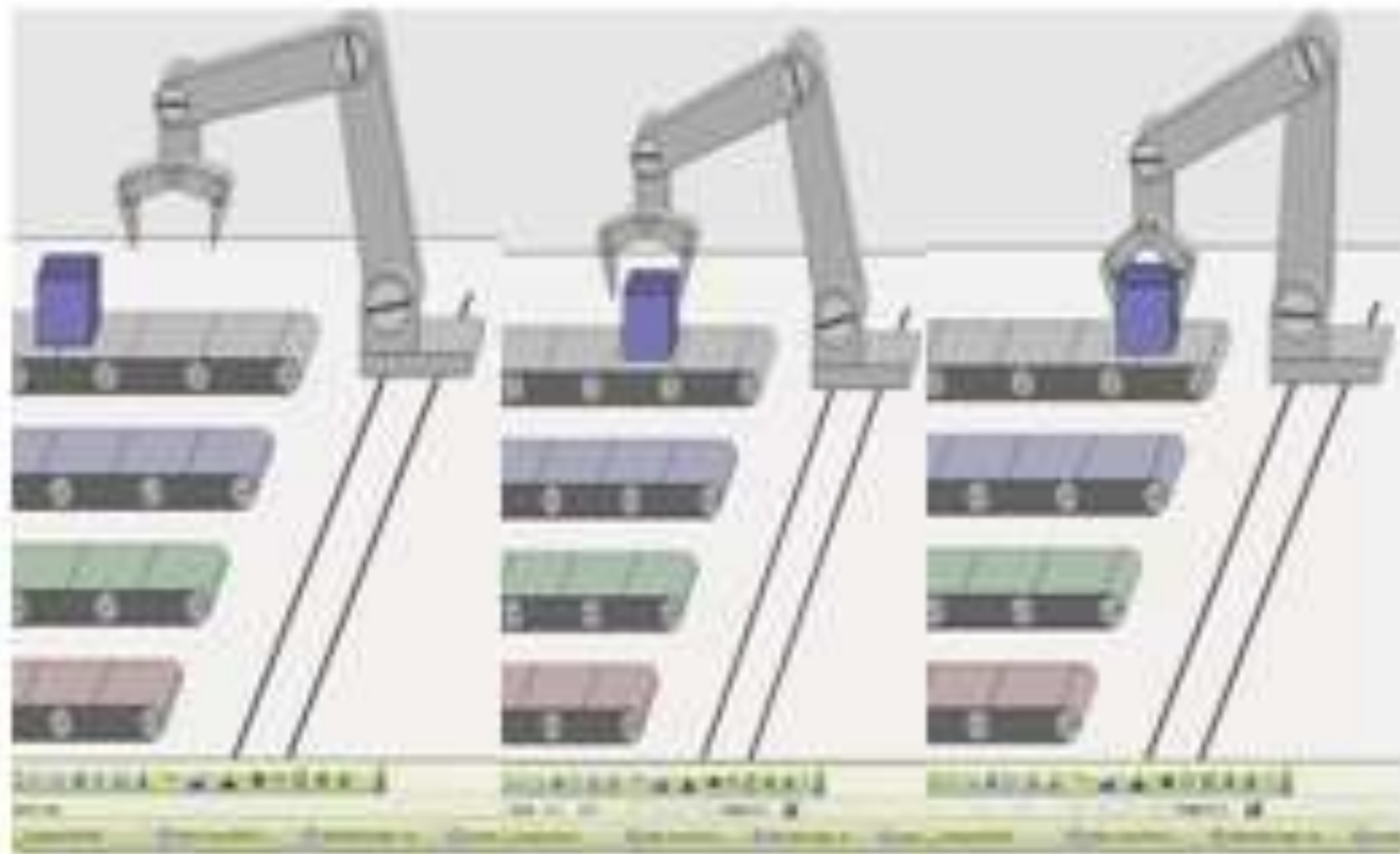
## Facultatea de Inginerie Electrica si Stiinta Calculatoarelor

- ◆ În a doua etapă s-a început a se propune folosirea mediului vizual de programare Delphi, pentru a modela și simula comportamentul bratelor robotice de tip serial și de tip paralel.
- ◆ Simulările realizate pentru aceste aplicații au contribuit la dezvoltarea metodelor sistematice pentru crearea de noi sisteme robotizate.
- ◆ Rezultatele acestei analize constă în identificarea proprietăților și a constrângerilor care pot apărea în cazul prototipurilor fizice homonime.



**Universitatea *Transilvania* din Braşov**  
**Facultatea de Inginerie Electrica si Stiinta Calculatoarelor**

- ◆ Structurile virtuale create în această lucrare includ aplicatiile cu brate robotice de tip serial (~~exemplificare~~ - pentru statii de triere bagaje)

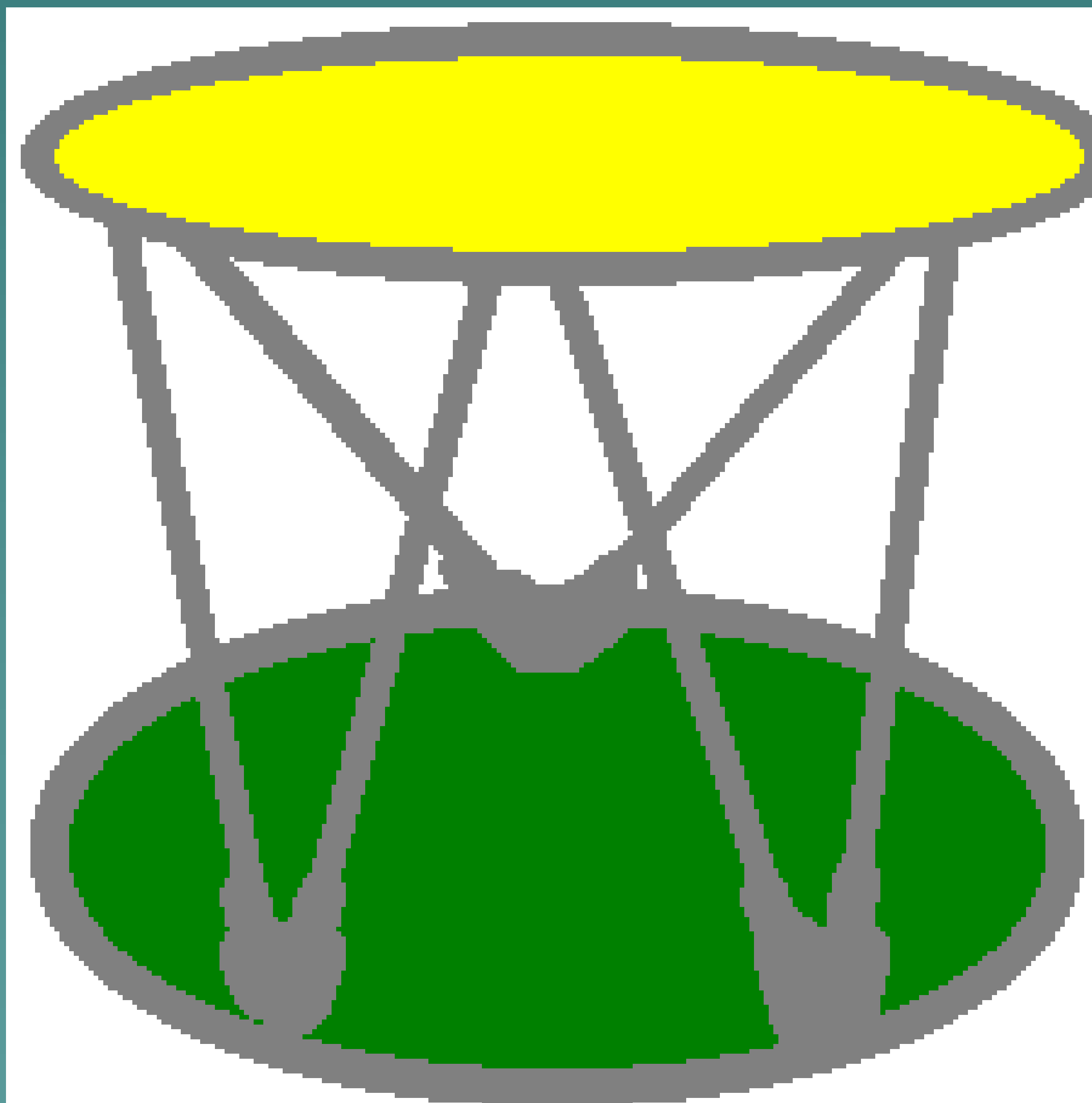


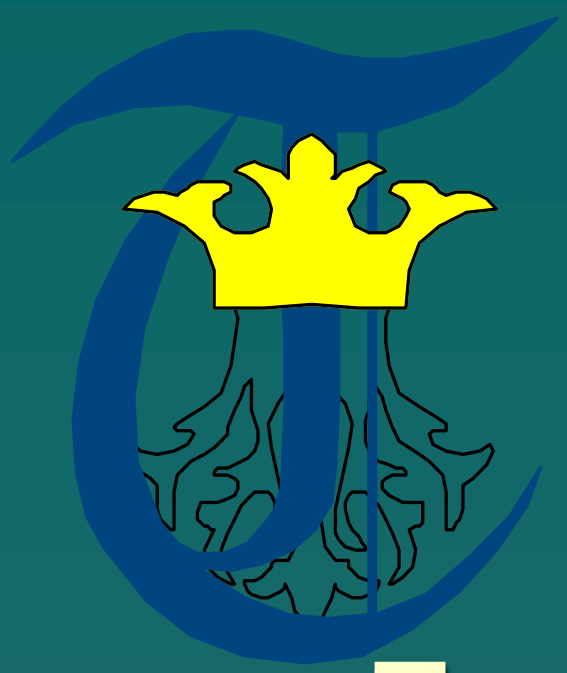




**Universitatea *Transilvania* din Brașov**  
**Facultatea de Inginerie Electrica si Stiinta Calculatoarelor**

- ◆ Brate robot de tip paralel  
- exemplificare pentru  
platforme de tip hexapod





**Universitatea Transilvania din Braşov**  
**Facultatea de Inginerie Electrica si Stiinta Calculatoarelor**

## CONCLUZII

- ◆ Este important de reţinut ca principalele rezultate obţinute în domeniul primei direcţii de cercetare Modele dinamice pentru proiectarea sistemului integrat de control robot si sisteme de acţiunare sunt identificate în secţiunea referinţe bibliografice (B-iii), de existenţa cuvintelor control si robot în titlul unui număr de 19 articole în prezent de articole publicate abilitare.
- ◆ De asemenea, un contract de cercetare abordează o temă similară.
- ◆ A doua direcţie de cercetare, si anume Interfeţele haptice a fost tratată în secţiunea referinţe bibliografice (Biii) abilitare (identificate de existenţa cuvântului haptic în titlu lor, în secţiunea referinţe bibliografice (Biii)).



**Universitatea *Transilvania* din Braşov**  
**Facultatea de Inginerie Electrica si Stiinta Calculatoarelor**

- ◆ Cea de a treia problematica, aceea de Evitare reciproca a coliziunii robotilor a fost investigata într-un număr de 8 articole publicate de autorul tezei de abilitare (a se vedea referintele cu existenta cuvintelor evitare coliziuni în titlul lor, în sectiunea referinte bibliografice (B-iii).
- ◆ Rezultatele privind ultima directie de cercetare, Modelarea si simularea comportamentului robotilor în medii vizuale, au fost publicate de autorul tezei de abilitare în 6 articole (a se vedea referintele cu existența cuvintelor modelare si simulare în titlul lor, în sectiunea referinte bibliografice (B-iii).



# Universitatea *Transilvania* din Braşov

## Facultatea de Inginerie Electrica si Stiinta Calculatoarelor

- ◆ Cea de-a doua sectiune (B-ii) prezinta Planul de evolutie si dezvoltare a carierei
- ◆ Pentru viitor cercetarea unor noi strategii de comunicare - între mediul informatic virtual si cel fizic real - sunt avute in vedere pentru a fi profund studiate (cu aplicații pentru interfete haptice si aplicatii care vizeaza evitarea reciproca a coliziunilor).
- ◆ Noi solutii de implementare vor fi propuse (ca exemplu platforma de programare prin imitatie, bazată pe o idee originală brevetata).
- ◆ De asemenea, am de gând să investigheze noi domenii de cercetare în colaborare cu cercetatori de la Universitatea din Valenciennes si Universitatea din Reims - Franta.



**Universitatea *Transilvania* din Braşov**  
**Facultatea de Inginerie Electrica si Stiinta Calculatoarelor**

- ◆ Cea de-a treia sectiune (B-iii) este dedicată referințelor bibliografice.

**MULTUMESC  
PENTRU ATENTIE !**



**Universitatea *Transilvania* din Braşov**  
**Facultatea de Inginerie Electrica si Stiinta Calculatoarelor**





**Universitatea *Transilvania* din Braşov**  
**Facultatea de Inginerie Electrica si Stiinta Calculatoarelor**

- ◆ **(B-ii) The evolution and development plans for career development**
- ◆ **B-iii) Bibliography**



**Universitatea *Transilvania* din Braşov**  
**Facultatea de Inginerie Electrica si Stiinta Calculatoarelor**

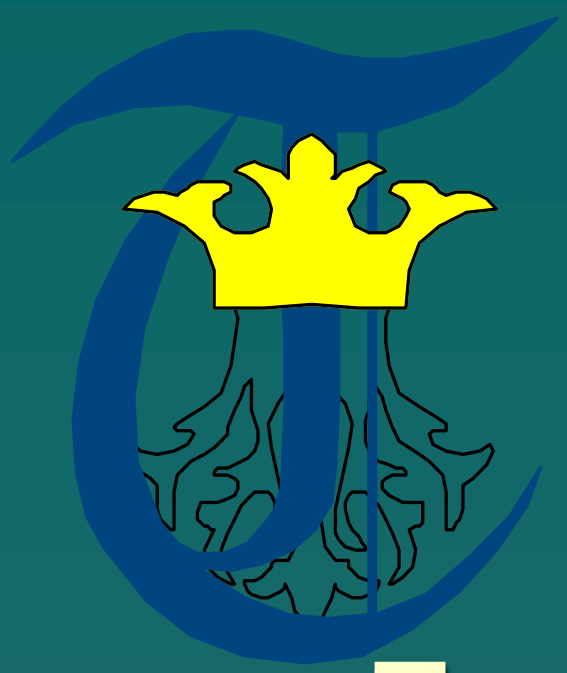






**Universitatea *Transilvania* din Braşov**  
**Facultatea de Inginerie Electrica si Stiinta Calculatoarelor**





**Universitatea *Transilvania* din Braşov**  
**Facultatea de Inginerie Electrica si Stiinta Calculatoarelor**





**Universitatea *Transilvania* din Braşov**  
**Facultatea de Inginerie Electrica si Stiinta Calculatoarelor**





**Universitatea *Transilvania* din Braşov**  
**Facultatea de Inginerie Electrica si Stiinta Calculatoarelor**





**Universitatea *Transilvania* din Braşov**  
**Facultatea de Inginerie Electrica si Stiinta Calculatoarelor**





**Universitatea *Transilvania* din Braşov**  
**Facultatea de Inginerie Electrica si Stiinta Calculatoarelor**





**Universitatea *Transilvania* din Braşov**  
**Facultatea de Inginerie Electrica si Stiinta Calculatoarelor**





**Universitatea *Transilvania* din Braşov**  
**Facultatea de Inginerie Electrica si Stiinta Calculatoarelor**

