

# CALCULUL CINEMATIC ȘI SIMULAREA DEPLASĂRII UNUI SISTEM MECANIC BIPED

ANDREI<sup>1</sup> Ioan Robert <sup>1</sup>, TUDOSE<sup>2</sup> Elena Cristina<sup>2</sup>,  
MITRAN<sup>3</sup> Andrei Costin <sup>3</sup>, ASCIU<sup>4</sup> Răzvan Cristian<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Facultatea:IMST, Specializarea: MSSMM, Anul de studii: II, e-mail: robert\_andrei06@yahoo.com

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

*REZUMAT: În această lucrare se analizează din punct de vedere cinematic un sistem mecanic biped și se trasează traiectoriile descrise de punctele extremităților end-effectorilor. Din punct de vedere structural acest sistem are în componența sa o grupă modulară activă inițială și grupe modulare pasive de tip RRR. Apoi se efectuează modelarea elementelor cinematice în format 3D și se asamblează obținându-se sistemul biped.*

*CUVINTE CHEIE: studiu cinematic, sistem mecanic biped, modelare 3D.*

## 1. Introducere

Această lucrare își propune realizarea unui sistem biped, care are o mișcare desmodromă. Este un sistem monomobil, al cărui principiu de funcționare este simplu. Se vor efectua calculele din punct de vedere cinematic pentru fiecare grupă modulară și se vor trasa graficele parametrilor dependenți. Apoi se vor modela elementele cinematice și se vor asambla obținându-se sistemul mecanic biped.

## 2. Studiul cinematic al bipedului

În figura 1 este prezentată schema cinematică a sistemului biped [6]. Schema cinematică este compusă din șapte elemente cinematice mobile ( $m = 7$ ) nouă cuple cinematice inferioare ( $i = 9$ ).

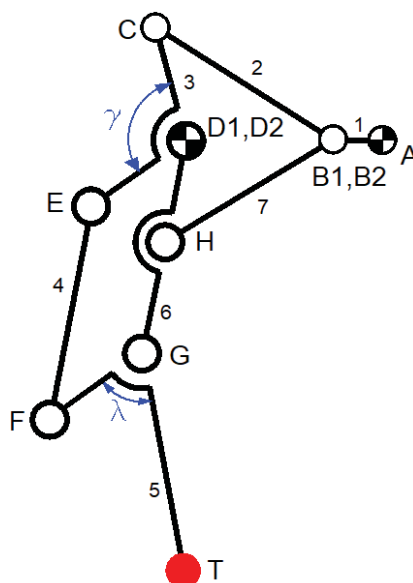


Fig.1. Schema cinematică a piciorului 1

Gradul de mobilitate este unitar ( $M = 1$ ), fapt ce atestă existența unei singure cuple active în sistem, și anume cupla cinematică activă de rotație A.

Din punct de vedere structural mecanismul este constituit din patru grupe modulare:

- grupa modulară activă constituită din cupla activă din  $A$  și elementul cinematic 1;
- grupe modulare pasive de tip RRR: 1) RRR(2, 3); 2) RRR(7,6); 3) RRR(4,5).

În figura 2 este prezentată schema cinematică a sistemului studiat, în care s-au pus în evidență parametrii dependenți de poziții ( $\Phi_2, \Phi_3, \Phi_4, \Phi_5, \Phi_6$ ) ai fiecărei grupe structurale pasive.

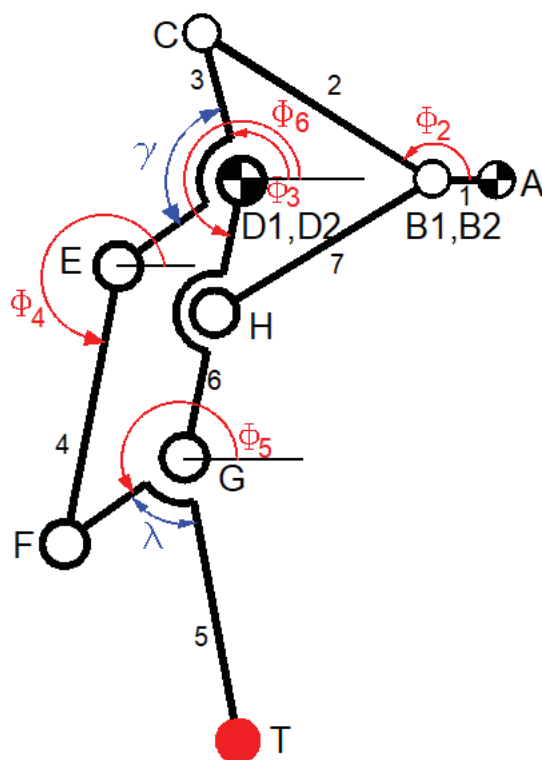


Fig. 2. Schema cinematică a sistemului mecanic

Grupa modulară activă este prezentată în figura 3.

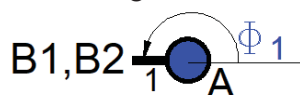


Fig. 3. Grupa modulară activă

Traectoria descrisă de extremitatea manivelei este prezentată în figura 4.

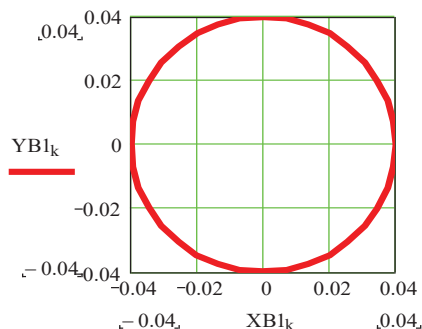


Fig. 4. Traiectoria descrisă de extremitatea manivelei

Prima grupă modulară pasivă este diada formată din elementele cinematice 2 și 3, notată B1CD1 (figura 5). Se vor calcula parametrii dependenți de poziții  $\Phi_2$ ,  $\Phi_3$ .

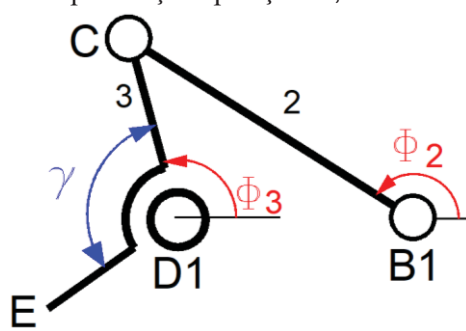


Fig. 5. Grupa modulară pasivă B1CD1

Apoi se vor calcula parametrii dependenți de viteze ( $\omega_2$ ,  $\omega_3$ ) și accelerații ( $\epsilon_2$ ,  $\epsilon_3$ ).

Pentru a se calcula parametrii dependenți ai diadelor se vor utiliza noțiunile teoretice ale diadei formată din două elemente cinematice și trei cuple de rotație [1,2,3,4].

Reprezentarea grafică a parametrilor dependenți obținuți în urma efectuării calculelor este prezentată în figura 6.

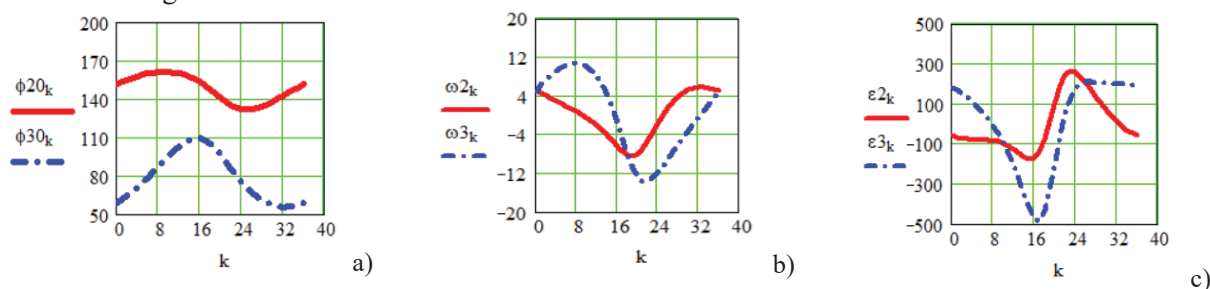


Fig. 6. Variația parametrilor dependenți ai grupeii modulare pasive B1CD1: a) poziții, b) viteze, c) accelerații

Se vor calcula coordonatele punctelor C ( $X_C, Y_C$ ) și E ( $X_E, Y_E$ ), precum și hodografele de viteze ( $X_{1C}, Y_{1C}$ ,  $X_{1E}, Y_{1E}$ ) și accelerații ( $X_{2C}, Y_{2C}$ ,  $X_{2E}, Y_{2E}$ ) (figurile 7 și 8) utilizând noțiunile teoretice ale bipletei de translație [1,3].

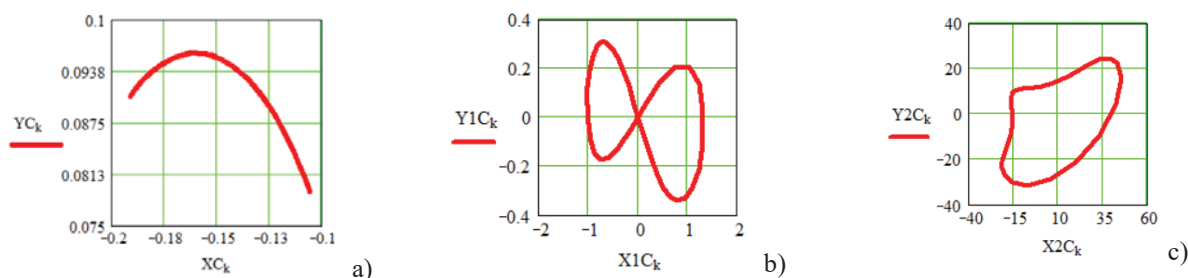


Fig. 7. a) Traectoria descrisă de punctul C, b) hodograful de viteze, c) hodograful de accelerații

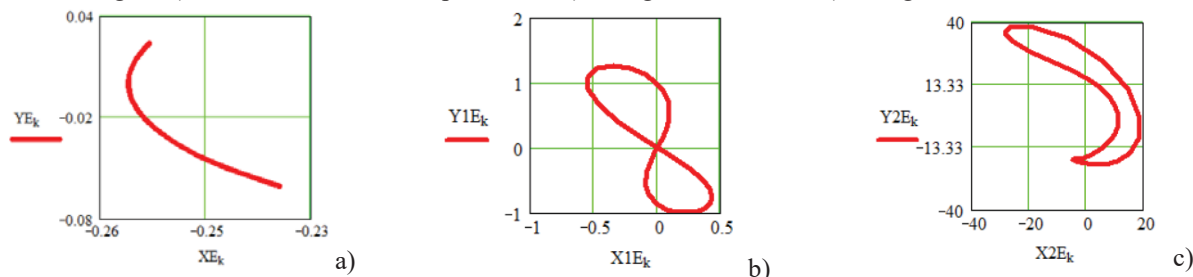


Fig. 8. a) Traectoria descrisă de punctul E, b) hodograful de viteze, c) hodograful de accelerații

A doua grupă modulară pasivă este diada formată din elementele cinematice 7 și 6, notată B2HD2 (figura 9). Se vor calcula parametrii dependenți de poziții ( $\Phi_7$ ,  $\Phi_6$ ), viteze ( $\omega_7$ ,  $\omega_6$ ) și accelerații ( $\epsilon_7$ ,  $\epsilon_6$ ).

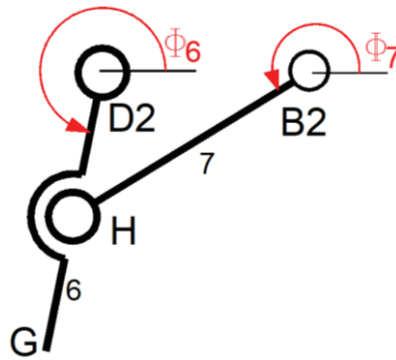


Fig. 9. Grupa modulară pasivă B2HD2

Reprezentarea grafică a parametrilor dependenți obținuți în urma efectuării calculului este prezentată în figura 10.

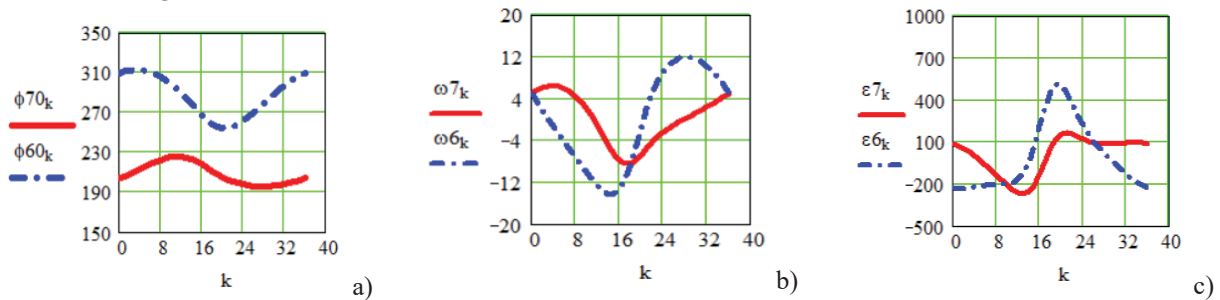


Fig. 10. Variația parametrilor dependenți ai grupeii modulare pasive B2HD2: a) poziții, b) viteze, c) accelerații

Se vor calcula coordonatele punctelor H ( $X_H, Y_H$ ) și G ( $X_G, Y_G$ ), precum și hodografele de viteze ( $X_{1H}, Y_{1H}$ ,  $X_{1G}, Y_{1G}$ ) și accelerații ( $X_{2H}, Y_{2H}$ ,  $X_{2G}, Y_{2G}$ ) (figurile 11 și 12) utilizând noțiunile teoretice ale bipletei de translație [1,3].

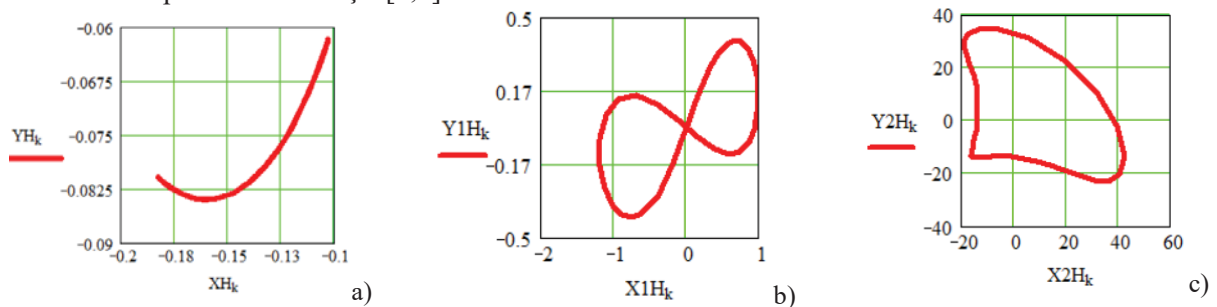


Fig. 11. a) Traiectoria descrisă de punctul H, b) hodograful de viteze, c) hodograful de accelerații

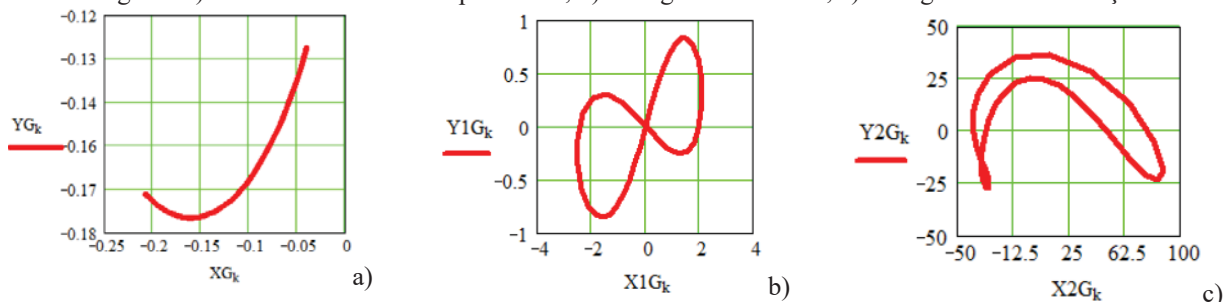


Fig. 12. a) Traiectoria descrisă de punctul G, b) hodograful de viteze, c) hodograful de accelerații

Ce-a de-a treia grupă modulară pasivă este diada formată din elementele cinematice 4 și 5, notată EFG (figura 13). Se vor calcula parametrii dependenți de poziții ( $\Phi_4$ ,  $\Phi_5$ ), viteze ( $\omega_4$ ,  $\omega_5$ ) și accelerații ( $\epsilon_4$ ,  $\epsilon_5$ ).

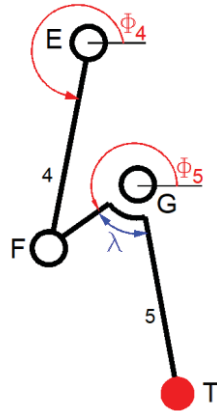


Fig. 13. Grupa modulară pasivă EFG

Reprezentarea grafică a parametrilor dependenți obținuți în urma efectuării calculului este prezentată în figura 14.

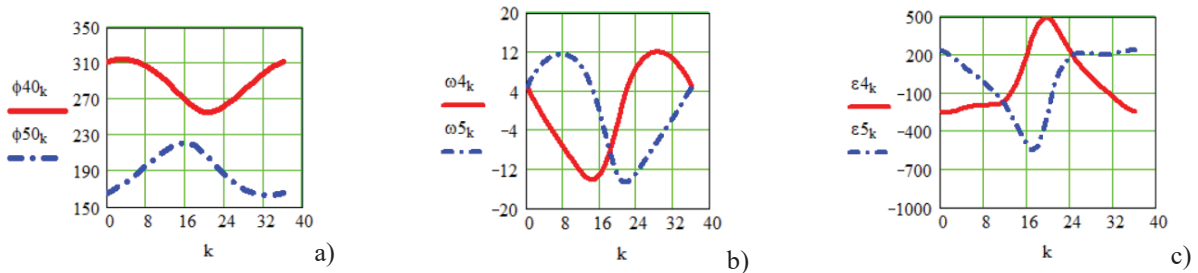


Fig. 14. Variația parametrilor dependenți ai grupeii modulare pasive EFG: a) poziții, b) viteze, c) accelerații

Se vor calcula coordonatele punctelor F ( $X_F, Y_F$ ) și T ( $X_T, Y_T$ ), precum și hodografele de viteze ( $X_{1F}, Y_{1F}$ ,  $X_{1T}, Y_{1T}$ ) și accelerații ( $X_{2F}, Y_{2F}$ ,  $X_{2T}, Y_{2T}$ ) (figurile 15 și 16) utilizând noțiunile teoretice ale bipetei de translație [1,3].

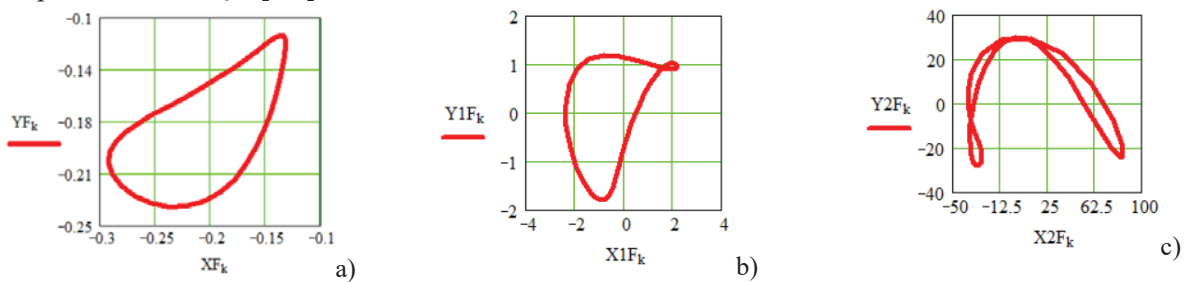


Fig. 15. a) Traiectoria descrisă de punctul F, b) hodograful de viteze, c) hodograful de accelerații

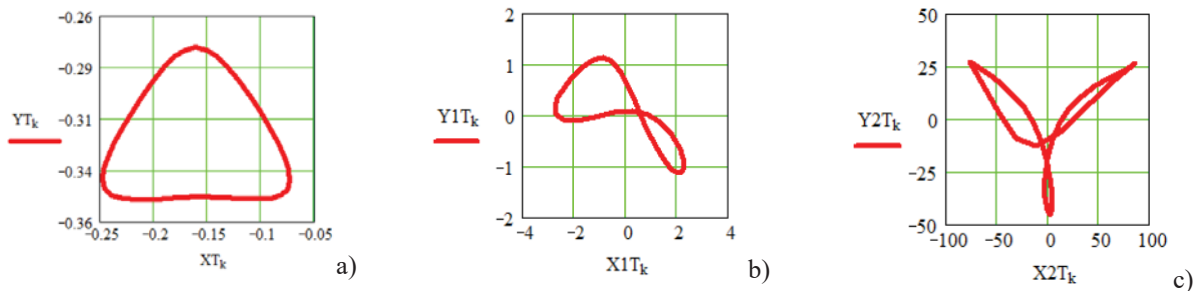


Fig. 16. a) Traiectoria descrisă de punctul T, b) hodograful de viteze, c) hodograful de accelerații

În figura 17 este prezentată schema cinematică a sistemului biped.

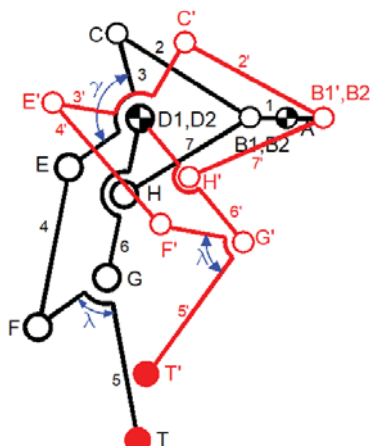


Fig. 17. Schema cinematică a sistemului biped

Similar s-a efectuat calculul cinematic pentru piciorul 2. Grupele modulare componente ale piciorului 2 sunt prezentate în figura 18.

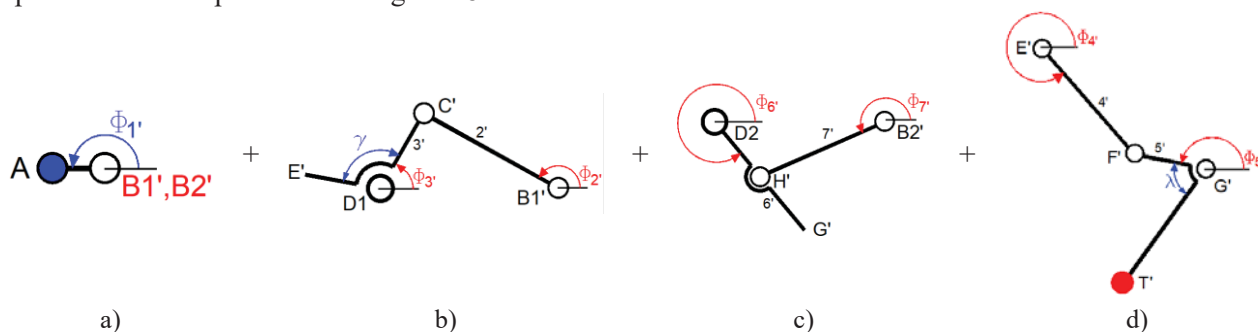


Fig. 18. Grupele modulare ale piciorului 2: a) Grupa modulară activă, b) Grupa modulară pasivă B1'C'D1', c) Grupa modulară pasivă B2'H'D2, d) Grupa modulară pasivă E'F'G'

În figura de mai jos sunt prezentate traiectoria descrisă de extremitatea acestuia, notată cu T' ( $X_{T'}, Y_{T'}$ ) și hodografele de viteze ( $X_{1T'}, Y_{1T'}$ ), respectiv accelerații ( $X_{2T'}, Y_{2T'}$ ).

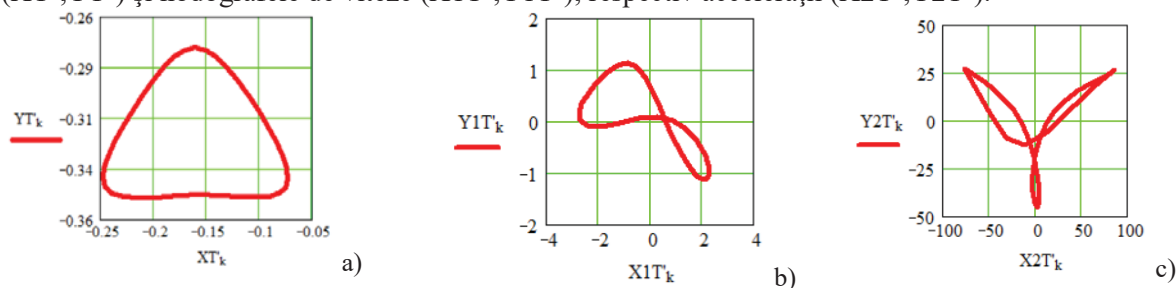


Fig. 19. a) Traiectoria descrisă de punctul T', b) hodograful de viteze, c) hodograful de accelerații

### 3. MODELAREA SISTEMULUI BIPED

Pentru modelarea 3D a oricărui sistem mecanic se pot utiliza software-uri specializate.

Se vor prezenta etapele necesare modelării unui element cinematic [5]:

1. se alege un plan de execuție;
2. se utilizează forme predefinite, de exemplu *Line*, *Sketch*, *Circle* etc. Forma *Circle* este utilizată pentru realizarea găurilor corespunzătoare cuplelor cinematice;

3. se stabilesc dimensiunile elementelor conform schemei cinematice ;
4. după terminarea modelării 2D la cotele dorite se va aplica comanda *Extruded Boss/Base* pentru obținerea modelului 3D.

Elementele cinematice modelate sunt prezentate în Tabelul 1.

Tabelul 1

**Elementele cinematice modelate**

Nr.	Denumire	Cuple cinematice	Reprezentare
0	Baza	A, D1 = D2	
1	Manivela	A, B1	
2	Biela	B1, C	
3	Balansier	C, D1, E	
4	Biela	E, F	
5	End-effector	F, G, T	
6	Balansier	D2, H, G	
7	Biela	B2, H	
8	Talpa piciorului	T	

Pentru obținerea ansamblului s-au definit constrângerile. Pentru cercuri s-a definit condiția de concentricitate, iar pentru suprafețe condiția de coincidență. Este de menționat faptul că primul element inserat este baza, care este fix. Față de acest element se vor insera pe rând celelalte elemente cinematice și se vor defini constrângerile menționate anterior [5].

În figura 20 este prezentat sistemul mecanic biped modelat.

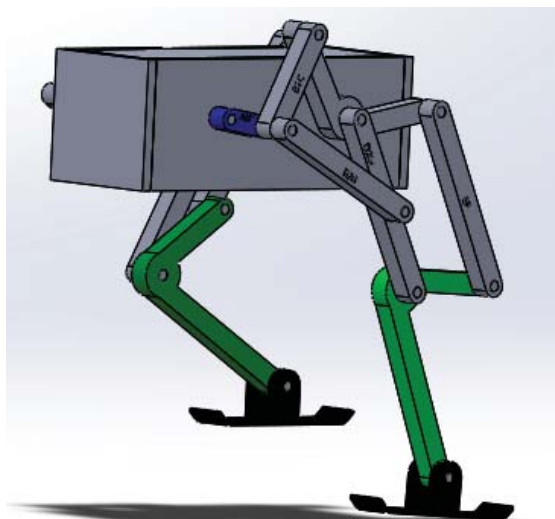


Fig. 20. Sistemul mecanic biped 3D

#### 4. Concluzii

În această lucrare s-a efectuat studiul cinematic al unui sistem mecanic biped. Analiza cinematică constă din calculul parametrilor dependenți pentru fiecare grupă modulară. S-au calculat parametrii de poziții, viteze și accelerații. În final s-au modelat elementele cinematice, s-au asamblat și s-a obținut sistemul mecanic biped din figura 20.

#### 5. Bibliografie

- [1]. Comănescu, Adr., Comanescu, D., Dugășescu I., Boureci, A., *Bazele modelării mecanismelor*, Editura Politehnica Press, București, 2010;
- [2]. Pelecudi, Chr., Comanescu, Adr., s.a., *Analiza cinematică a mecanismelor - probleme*, UPB, 1985.
- [3]. Tempea, I., Dugaesescu, I., Neacsu, M., *Mecanisme*, Ed. Printech, 2006, ISBN (10) 973-718-560-9
- [4]. Tempea, I., Dugaesescu, I., *Proiectarea Mecanismelor*, Ed. Printech, 2005, ISBN 973-718-246-4
- [5]. Maican, E., *Solidworks, modelare 3D pentru ingineri*, Editura Printech, București, 2006, ISBN 973-718-544-7, 978-973-718-544-0
- [6]. <https://www.youtube.com/watch?v=pfqeD8U5egI>

#### 6. Notații

Următoarele simboluri sunt utilizate în cadrul lucrării:

XA, YA - parametrii de poziții;

X1A, Y1A - parametrii de viteze;

X2A, Y2A - parametrii de accelerații.