PARALELISM ÎNTRE MODELE MATEMATICE ENERGETICE ÎN MECANICA STRUCTURILOR MOBILE

V. A. Aramă (Panţuru)
Universitatea „ Dunărea de jos ” din Galaţi

1. CONSIDERAŢII ASUPRA MODELELOR MATEMATICE

Lanţ cinematic desmodrom este lanţul cinematic la care numărul parametrilor corespunzători elementelor conducătoare Nc este egal cu mobilitatea M a structurii. Structură nedesmodromă este structura pentru care numărul de elemente motoare este mai mic decât mobilitatea structurii respective. Se numeşte lanţ cinematic nondesmodrom lanţul cinematic la care Nc < M.

În cazul modelelor matematice directe mărimile de intrare sunt mărimile independente cu care poate fi determinată starea unui sistem mobil la fiecare iteraţie. Ele sunt: constantele sistemului, un număr Nc de parametri de poziţie, un număr N1 = Nc de parametri de viteze şi un număr NF de forţe (şi / sau momente).

La sistemele mobile desmodrome Nc = Nv = M, iar la sistemele nondesmodrome Nc = Nv < M. În cazul modelelor matematice indirecte mărimile de intrare sunt mărimile independente cu care poate fi determinată starea lanţului cinematic la fiecare iteraţie. Ele sunt: constante sistemului, un număr M de parametri de poziţie, un număr M de parametri de viteze şi un număr M de parametri de acceleraţii, atât la sistemele desmodrome, cât şi la cele nondesmodrome, incrementul de timp[1].

Modelele matematice directe pentru determinarea funcţiilor de transmitere ale configuraţiilor implică legi de compoziţie externe, pe când modelele matematice inverse, numai legi de compoziţie interne.

Lanţul cinematic desmodrom poate implica şi legi de compoziţie externe pentru funcţiile de transmitere ale configuraţiilor în modelele matematice indirecte, în cazul în care se fac unele particularizări geometrice .

Simularea mişcării pe calculator a mişcării unui lanţ cinematic poate fi realizat în mai multe moduri :

a) Rezolvarea analitică (când este posibil) sau numerică a unui sistem de ecuaţii difereniale (metodologia clasică);

b) Calculul cu ajutorul unor algoritmi distincţi, numerici[3].

Dacă numărul de forţe de condiţionare aplicate sistemului mobil nu este suficient pentru satisfacerea bilanţului ecuaţiilor cu al necunoscutelor, este necesar să se introducă alte forţe de condiţionare. Pentru stabilitatea mişcării unui lanţ cinematic nondesmodrom, câmpul forţelor aplicate trebuie să includă şi un număr de forţe de stabilizare a mişcării [2].

Dacă lanţul cinematic real, deformabil, supus unui câmp forţe tridimensional, este înlocuit cu un lanţ constituit din elemente rigide, înainte de aplicarea modelelor matematice de calcul, este necesară înlăturarea (convenţională) a reacţiunilor redundante.

Funcţionarea coerentă (stabilă) a unui sistem mobil nu poate fi argumentată numai pe baza bilanţului între sistemul (determinat) de ecuaţii şi de necunoscute. În vederea corespondenţei biunivoce a funcţiilor de transmitere este necesar să fie introduse un număr de forţe de stabilizare (care, eventual, să accepte condiţiile funcţiei V a lui Liapunov). Modele matematice energetice au marele avantaj de a nu necesita calculul explicit al câmpului de acceleraţii şi nici corelaţia cu calcul cinetostatic. Ele sunt modele matematice bazate pe teorema energiei $\Delta E = L_{i,i+1}$.

2. METODA ENERGETICĂ A PROFESORULUI AMEDEU ORĂNESCU

La alicarea metodei se foloseşte procedeul de suprapunere a mişcărilor prin oprirea succesivă a manivelelor 1 şi 4. Nu exista nici o diferenţă în aplicarea metodei la mecanismele desmodrome sau nondesmodrome [4]. La mecanismele nondesmodrome este necesară o forţă de stabilizare a mişcării şi în acest caz intervine particularizarea în calcule $M_{m4}=0$ (1).

Aplicarea metodei energetice in la mecanismele cu mobilitate M=2 presupune 2 faze. Se presupun cunoscuţi parametrii Cauchy :Îφ_1^i, ω_1^i , φ_4^i , ω_4^i Ş pentru iteraţia *i* şi trecerea la iteraţia *i+1*.

⇨ La faza 1 se presupune că elementul 4 este în repaus la unghiul φ_4^i şi $\omega_4^i=0$ (2) . Aplicând notaţiile simbolice de nivel II vom scrie :

- Configuraţii:

$$[1,2,3,4] \to [MGC, \varphi_1, \varphi_4]^i \to [C] \to$$
$$\to [C_1, B, C_2, C, C_3, D, C_4]^i \quad (3)$$

- Viteze :

$$[1,2,3,4] \to \left[\omega_1^{\prime i}, \left(\omega_4^i\right)' = 0\right]^i \to \left[\vec{v}'\right] \to$$
$$\to \left[\overrightarrow{v_{C_1}}', \overrightarrow{v_{C_2}}', \overrightarrow{v_{C_3}}', \omega_2', \omega_3', \omega_3', \overrightarrow{v_C}'\right]^i \quad (4)$$

unde accentul “prim “ este asociat fazei 1.

- Se calculează unghiul:

$$\varphi_1^{i+1} = \varphi_1^i + \omega_1^i \cdot \Delta t. \quad (5).$$

- Se calculează câmpul fictiv de viteze (notat cu *) cu intrările φ_1^{i+1}, ω_1. În acest caz:

$$\omega_1^{i+1} = k'. \quad (6).$$

- Se calculează variaţia energiei cinetice:

$$2 \cdot \Delta E' = \sum_p \left[m_p \left(\overrightarrow{v_{cp}}^i\right)' \cdot \left(k' \cdot \overrightarrow{v_{cp}}^* - \left(\overrightarrow{v_{cp}}^i\right)'\right) + \right.$$
sau
$$\left. J_{cp}\left(\omega_p^i\right)' \cdot \left(k'\omega_p^* - \left(\omega_p^i\right)'\right)\right] \quad p = 1,2,3,... \quad (7)$$

$$2 \cdot \Delta E' = \sum_p \left[m_p \cdot \left(\left(k' \cdot \overrightarrow{v_{cp}}^*\right)^2 - \left(\left(\overrightarrow{v_{cp}}^i\right)'\right)^2 \right)\right.$$
$$\left. + J_{cp} \cdot \left(\left(k'\omega_p^*\right)^2 - \left(\left(\omega_p^i\right)'\right)^2 \right)\right] \quad p = 1,2,3,... \quad (8)$$

- Lucrul mecanic al forţelor aplicate se calculează după una din relaţiile:

$$L_{i,i+1}' = M_m^i \cdot \omega_1^i + \overrightarrow{G_1} \cdot \overrightarrow{v_{C_1}^i} + \overrightarrow{G_2} \cdot \left(\overrightarrow{v_{C_2}^i}\right)'$$
sau
$$+ \overrightarrow{G_3} \cdot \left(\overrightarrow{v_{C_3}^i}\right)' + \left(\overrightarrow{F^i}\right)' \cdot \left(\overrightarrow{v_C}'\right)^i \quad (9)$$

$$L_{i,i+1}' = \frac{1}{2}\left\{\left[M_m^i \cdot \omega_1^i + \overrightarrow{G_1} \cdot \overrightarrow{v_{C_1}^i} + \overrightarrow{G_2} \cdot \left(\overrightarrow{v_{C_2}^i}\right)'\right.\right.$$
$$\left. + \overrightarrow{G_3} \cdot \left(\overrightarrow{v_{C_3}^i}\right)' + \left(\overrightarrow{F^i}\right)' \cdot \left(\overrightarrow{v_C}'\right)^i\right] + M_m^{i+1} \cdot k' +$$
$$+ \overrightarrow{G_1} \cdot k' \cdot \left(\overrightarrow{v_{C_1}}^*\right) + \overrightarrow{G_2} \cdot k' \cdot \left(\overrightarrow{v_{C_2}}^*\right)$$
$$\left. + \overrightarrow{G_3} \cdot k' \cdot \left(\overrightarrow{v_{C_3}}^*\right)\right\} \quad (10)$$

La acţionarea cu motoare de inducţie se observă:

$$M_m^{i+1} = f(k'(\omega_1^{i+1})) = f(k') \quad (11)$$

Se determină k’ egalând una din relaţiile (7) sau (8) cu una din relaţiile (9) sau (10). Astfel se determină câmpul de viteze la iteraţia *i+1* care împreună cu relaţia $\varphi_1^{i+1} = \varphi_1^i + \omega_1^i \cdot \Delta t$ (5) servesc la calculul parametrilor Cauchy Îφ_1^{i+1}, ω_1^{i+1} , φ_4^{i+1} , ω_4^{i+1} Ş pentru iteraţia *i+1* şi la amorsarea acestei iteraţii.

⇨ La faza 2 se presupune că elementul 1 este în repaus la unghiul:

$$\varphi_1^i \text{ şi } \omega_1^i=0 \quad (12) .$$

Aplicând notaţiile simbolice de nivel II vom scrie:

- Configuraţii:

$$[1,2,3,4] \to [\mathbf{MGC}, \boldsymbol{\varphi}_1, \boldsymbol{\varphi}_4]^{\mathbf{i}} \to$$
$$\to [\mathbf{C}] \to [\mathbf{C}_1, \mathbf{B}, \mathbf{C}_2, \mathbf{C}, \mathbf{C}_3, \mathbf{D}, \mathbf{C}_4]^{\mathbf{i}} \quad (13)$$

- Viteze :

$$[1,2,3,4] \to \left[\omega_1^{i}, \left(\omega_4^i\right)'' = 0\right]^i \to \left[\vec{v}''\right] \to$$
$$\to \left[\overrightarrow{v_{C_1}}'', \overrightarrow{v_{C_2}}'', \overrightarrow{v_{C_3}}'', \omega_2'', \omega_3'', \omega_3'', \overrightarrow{v_C}''\right]^i \quad (14)$$

- Se calculează unghiul:

$$\varphi_4^{i+1} = \varphi_4^i + \omega_4^i \cdot \Delta t \quad (15).$$

- Se calculează câmpul fictiv de viteze (notat cu *) cu intrările φ_4^{i+1}, ω_4 În acest caz:

$$\omega_4^{i+1} = k' \quad (16).$$

- Se calculează variaţia energiei cinetice:

$$2\cdot\Delta E'' = \sum_p \left[m_p \left(\overrightarrow{v_{cp}}^{\,i} \right)'' \cdot \left(k'' \cdot \overrightarrow{v_{cp}}^{\,*} - \left(\overrightarrow{v_{cp}}^{\,i} \right)'' \right) + J_{cp} \left(\omega_p^i \right)'' \cdot \left(k'' \omega_p^* - \left(\omega_p^i \right)'' \right) \right]$$

sau

$$p = 1,2,3,\ldots \quad (17)$$

$$2\cdot\Delta E'' = \sum_p \left[m_p \cdot \left(\left(k'' \cdot \overrightarrow{v_{cp}}^{\,*} \right)^2 - \left(\left(\overrightarrow{v_{cp}}^{\,i} \right)'' \right)^2 \right) + J_{cp} \cdot \left(\left(k'' \omega_p^* \right)^2 - \left(\left(\omega_p^i \right)'' \right)^2 \right) \right]$$

$$p = 1,2,3,\ldots \quad (18)$$

- Lucrul mecanic al forţelor aplicate se calculează după una din relaţiile:

$$L_{i,i+1}'' = M_m^i \cdot \omega_1^i + \overrightarrow{G_1} \cdot \overrightarrow{v_{C_1}^i} + \overrightarrow{G_2} \cdot \left(\overrightarrow{v_{C_2}^i} \right)'' + \overrightarrow{G_3} \cdot \left(\overrightarrow{v_{C_3}^i} \right)'' + \left(\overrightarrow{F^i} \right)'' \cdot \left(\overrightarrow{v_C}'' \right)^i \quad (19)$$

sau

$$\mathbf{L}_{\mathbf{i,i+1}}'' = \frac{1}{2} \left\{ \left[\mathbf{M_m^i} \cdot \boldsymbol{\omega}_1^{\mathbf{i}} + \overrightarrow{\mathbf{G}_1} \cdot \overrightarrow{\mathbf{v}_{\mathbf{C}_1}^{\mathbf{i}}} + \overrightarrow{\mathbf{G}_2} \cdot \left(\overrightarrow{\mathbf{v}_{\mathbf{C}_2}^{\mathbf{i}}} \right)'' + \overrightarrow{\mathbf{G}_3} \cdot \left(\overrightarrow{\mathbf{v}_{\mathbf{C}_3}^{\mathbf{i}}} \right)'' + \left(\overrightarrow{\mathbf{F}^{\mathbf{i}}} \right)'' \cdot \left(\overrightarrow{\mathbf{v_C}}'' \right)^{\mathbf{i}} \right] + \mathbf{M_m^{i+1}} \cdot \mathbf{k}' + \overrightarrow{\mathbf{G}_1} \cdot \mathbf{k}'' \cdot \left(\overrightarrow{\mathbf{v}_{\mathbf{C}_1}}^{*} \right) + \overrightarrow{\mathbf{G}_2} \cdot \mathbf{k}'' \cdot \left(\overrightarrow{\mathbf{v}_{\mathbf{C}_2}}^{*} \right) + \overrightarrow{\mathbf{G}_3} \cdot \mathbf{k}'' \cdot \left(\overrightarrow{\mathbf{v}_{\mathbf{C}_3}}^{*} \right) \right\} \quad (20)$$

Se determină k' egalând una din relaţiile (17) sau (18) cu una din relaţiile (19) sau (20). Astfel se determină câmpul de viteze la iteraţia $i+1$ care împreună cu relaţia $\varphi_1^{i+1} = \varphi_1^i + \omega_1^i \cdot \Delta t$ (5) servesc la calculul parametrilor Cauchy Îφ_1^{i+1}, ω_1^{i+1}, φ_4^{i+1}, ω_4^{i+1} Ş pentru iteraţia $i+1$ şi la amorsarea acestei iteraţii. Programul se continuă mai departe cu cele două grupuri de parametrii Cauchy Îφ_1^{i+1}, ω_1^{i+1}, φ_4^{i+1}, ω_4^{i+1} Ş.

Prin sumarea câmpului de viteze în cele două faze obţine câmpul de viteze real. Se verifică teorema globală prin sumarea celor doi membrii ai teoremei energiei :

$$\Delta E' + \Delta E'' = L_{i,i+1}' + L_{i,i+1}'' \quad (21).$$

Pentru ca verificarea dată de relaţia (21) să se realizeze este necesar ca funcţiile neliniare de viteze , ca de exemplu : cuplurile motoare şi cuplurile rezistente utile, să fie aplicate numai elementelor de intrare şi ieşire (elementele 1 şi 4).

Din punct de vedere a erorilor introduse programele de calcul pot fi testate după următoarele criterii:

- Comparaţia acestui model matematic cu metoda intersectării câmpului de acceleraţiicu calculul cinetostatic(A∩C)Compararea va avea ca referinţă verificarea conservării puterilor în sens D'Alembert la mai multe nivele de iteraţii , aceeaşi pentru ambele modele matematice. De aceea se vor rula următoarele programe: programul A∩C şi programul energetic .
- Programele pot fi realizate:
  - fie pe baza incrementului de unghi

$$\varphi_1^{i+1} = \varphi_1^i + \Delta\varphi \quad (22)$$

şi

$$\mathbf{L}_{\mathbf{i,i+1}} = \mathbf{p^i} \frac{\Delta\varphi}{\boldsymbol{\omega}_1^{\mathbf{i}}} \quad (23)$$

  - fie prin intermediul incrementului de timp $\varphi_1^{i+1} = \varphi_1^i + \omega_1^i \Delta t$ (5) şi

$$\mathbf{L}_{\mathbf{i,i+1}} = \mathbf{p^i} \cdot \Delta \mathbf{t} \quad (24).$$

Dacă incrementul de unghi Δφ sau cel de timp Δt sunt suficient de mici atunci erorile relative vor fi mai mici calculându-se pe baza relaţiei (18) decât pe baza relaţiei (17) deoare diferenţele sunt mai mari [4].

3. METODA LUCRULUI MECANIC VIRTUAL

În cazul unui sistem de puncte materiale aflat în repaus şi supus la legături ideale (exterioare sau interioare) , lucrul mecanic virtual al forţelor date (exterioare sau interioare) este nul.

$$\boldsymbol{\delta} \mathbf{L} = \sum \overrightarrow{\mathbf{F_i}} \cdot \boldsymbol{\delta} \overrightarrow{\mathbf{r_i}} = \mathbf{0}$$

Această relaţie însă reprezintă o condiţie necesară de echilibru.Condiţia necesară şi suficientă pentru ca un sistem de uncte materiale să se afle în repaus sub acţiunea unui sistem de forţe date exterioare sau interioare este ca lucrul mecanic virtual al acestor forţe să fie nul.

În funcţie de proiecţiilepe axe ale forţelor $\overrightarrow{\mathbf{F_i}}$ şi ale deplasărilor $\boldsymbol{\delta}_{\mathbf{ri}}$ principiul lucrului mecanic virtual se scrie astfel:

$$\delta L = \sum \overrightarrow{F_i} \cdot \delta \overrightarrow{r_i} = \sum \left(X_i \cdot \delta x_i + Y_i \delta y_i + Z_i \delta z_i \right) = 0 \quad (25)$$

$$\Rightarrow \sum_{i=1}^{n}\left(\overrightarrow{F_i} - m_i\cdot\overrightarrow{a_i}\right)\cdot\delta\overrightarrow{r_i} = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \sum_{i=1}^{n}\left(\overrightarrow{F_i} - m_i\cdot\overrightarrow{a_i}\right)\cdot\sum_{k=1}^{n}\frac{\partial\overrightarrow{r_i}}{\partial q_k}\bullet\delta q_k = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \sum_{k=1}^{n}\left[\sum\left(\overrightarrow{F_i} - m_i\cdot\overrightarrow{a_i}\right)\cdot\frac{\partial\overrightarrow{r_i}}{\partial q_k}\right]\bullet\delta q_k = o \quad (26)$$

$$\sum_{p=1}^{n}\mathbf{m_P}\,\frac{\mathbf{d}\overrightarrow{\mathbf{v_P}}}{\mathbf{dt}}\cdot\frac{\partial\overrightarrow{\mathbf{r_P}}}{\partial\mathbf{q_k}} = \sum_{P=1}^{n}\overrightarrow{\mathbf{F_P}}\cdot\frac{\partial\overrightarrow{\mathbf{r_P}}}{\partial\mathbf{q_k}} \quad (27)$$

Sistemul de ecuaţii anterior devine , în cazul unui lanţ cinematic constituit din rigide:

$$\sum\left(m_P\,\frac{d\overrightarrow{v_P}}{dt}\cdot\frac{\partial\overrightarrow{r_P}}{\partial q_k} + J_P\,\frac{d\omega_P}{dt}\cdot\frac{\partial\varphi_P}{\partial q_k}\right) = \sum_{P=1}^{n}\left(\overrightarrow{F_P}\cdot\frac{\partial\overrightarrow{r_P}}{\partial q_k} + M_P\,\frac{\partial\varphi_P}{\partial q_k}\right) \quad (28)$$

în care:

n este numărul elementelor mobile;

$\overrightarrow{\mathbf{v_P}} =$ ***v*** - viteza centrului de masă a elementului p al lanţului cinematic

M - mobilitatea sistemului; M = k ;

$\mathbf{q_k}$ = coordonatele generalizate în număr egal cu mobilitatea (M = k) sistemului ;

forţele efectiv alicate;

Mp - cuplurile efectiv aplicate;

φ_P - unghiurile de rotaţie a corurilor în jurul centrului maselor.

Scrisă în diferenţe finite relaţia relaţia anterioară devine

$$\frac{1}{\Delta t}\cdot\sum\left[\mathbf{m_p}\left(\overrightarrow{\mathbf{v_p}}^{\mathbf{i+1}} - \overrightarrow{\mathbf{v_p}}^{\mathbf{i}}\right)\frac{\partial\overrightarrow{\mathbf{r_p i}}}{\partial\mathbf{q_k}^{\mathbf{i}}} + \mathbf{J_p}\left(\boldsymbol{\omega_p}^{\mathbf{i+1}} - \boldsymbol{\omega_p}^{\mathbf{i}}\right)\frac{\partial\boldsymbol{\varphi_p}^{\mathbf{i}}}{\partial\mathbf{q_k}^{\mathbf{i}}}\right] = \mathbf{Q_k}^{\mathbf{i}} \quad (29)$$

în care s-a notat Q_k^i forţa generalizată (aplicată), iar **i** este ordinul iteraţiei.

În cazul unui pentagon articulat , cu mobilitatea ***M= 2*** şi având coordonatele generalizate : $q_1 = \varphi_1$, $q_4 = \varphi_4$.

Observaţii :

Vitezele $\overrightarrow{v_p}^{i}$ *şi* ω_p^i se calculează prin sumarea a 2 câmpuri

$\overrightarrow{\mathbf{v_P}}^{\mathbf{''i}}$ **calculat cu** $\boldsymbol{\omega_4}^{\mathbf{i}}$ **si** $\boldsymbol{\omega_1}^{\mathbf{i}} = \mathbf{0}$

şi

.

$\overrightarrow{\mathbf{v_P}}^{\mathbf{'i}}$ **calculat cu** $\boldsymbol{\omega_1}^{\mathbf{i}}$ **si** $\boldsymbol{\omega_4}^{\mathbf{i}} = \mathbf{0}$

Vitezele $\overrightarrow{v_p}^{i+1}$ *şi* ω_p^{i+1} se calculează la fel, prin sumarea celor 2 câmpuri, dar se remarcă faptul că ele nu sunt încă cunoscute.

Aceste viteze exprimate sub forma unui scalar k , care înmulţeşte o viteză fictivă (notată cu*), calculată cu intrările φ_1^{i+1} şi cu ω_1^i , φ_4^{i+1} şi cu ω_4^i.

Se calculează :

$$\frac{\partial\overrightarrow{r_P}^{i}}{\partial\varphi_1^i} = \frac{\overrightarrow{v'_P}^{i}}{\omega_1^i},\quad \frac{\partial\overrightarrow{r_P}^{i}}{\partial\varphi_4^i} = \frac{\overrightarrow{v''_P}^{i}}{\omega_4^i},\qquad (30)$$

$$\frac{\partial\varphi_P^{\,i}}{\partial\varphi_1^i} = \frac{\omega_P'^{\,i}}{\omega_1^i},\quad \frac{\partial\varphi_P^{\,i}}{\partial\varphi_4^i} = \frac{\omega_P''^{\,i}}{\omega_4^i}$$

Astfel încât se obţin :

$$\frac{1}{\Delta t}\left[\sum_{p=1}^{4}\mathbf{m_P}\left(\mathbf{k'}\overrightarrow{\mathbf{v_P}'}^{\mathbf{i*}} - \overrightarrow{\mathbf{v_P}'}^{\mathbf{i}} + \mathbf{k''}\overrightarrow{\mathbf{v_P}''}^{\mathbf{i*}} - \overrightarrow{\mathbf{v_P}''}^{\mathbf{i}}\right)\frac{\overrightarrow{\mathbf{v_P}'}^{\mathbf{i}}}{\boldsymbol{\omega}_4^{\mathbf{i}}} + \sum_{P=1}^{n}\mathbf{J_P}\left(\mathbf{k'}\boldsymbol{\omega_P}^{\mathbf{'i*}} - \boldsymbol{\omega_P}^{\mathbf{'i}} + \mathbf{k''}\boldsymbol{\omega_P}^{\mathbf{''i*}} - \boldsymbol{\omega_p}^{\mathbf{''i}}\right)\frac{\boldsymbol{\omega_P}^{\mathbf{'i}}}{\boldsymbol{\omega}_4^{\mathbf{i}}}\right] =$$

$$= \frac{1}{\boldsymbol{\omega}_4^{\mathbf{i}}}\left(\overrightarrow{\mathbf{G}_2}\cdot\overrightarrow{\mathbf{v}_2}^{\mathbf{i}} + \overrightarrow{\mathbf{G}_3}\cdot\overrightarrow{\mathbf{v}_3}^{\mathbf{i}} + \ldots + \mathbf{Mm}_4^{\mathbf{i}}\cdot\boldsymbol{\omega}_4 + \mathbf{Mu}^{\mathbf{i}}\cdot\boldsymbol{\omega}_{\mathbf{u}}^{\mathbf{i}} + \overrightarrow{\mathbf{G}_4}^{\mathbf{i}}\right)$$

$$\frac{1}{\Delta t}\left[\sum_{p=1}^{4}\mathbf{m_P}\left(\mathbf{k'}\overrightarrow{\mathbf{v_P}'}^{\mathbf{i*}} - \overrightarrow{\mathbf{v_P}'}^{\mathbf{i}} + \mathbf{k''}\overrightarrow{\mathbf{v_P}''}^{\mathbf{i*}} - \overrightarrow{\mathbf{v_P}''}^{\mathbf{i}}\right)\frac{\overrightarrow{\mathbf{v_P}'}^{\mathbf{i}}}{\boldsymbol{\omega}_1^{\mathbf{i}}} + \sum_{P=1}^{n}\mathbf{J_P}\left(\mathbf{k'}\boldsymbol{\omega_P}^{\mathbf{'i*}} - \boldsymbol{\omega_p}^{\mathbf{'i}} + \mathbf{k''}\boldsymbol{\omega_P}^{\mathbf{''i*}} - \boldsymbol{\omega_p}^{\mathbf{''i}}\right)\frac{\boldsymbol{\omega_P}^{\mathbf{'i}}}{\boldsymbol{\omega}_1^{\mathbf{i}}}\right] =$$

$$= \frac{1}{\boldsymbol{\omega}_1^{\mathbf{i}}}\left(\overrightarrow{\mathbf{G}_1}\cdot\overrightarrow{\mathbf{v}_1}^{\mathbf{i}} + \overrightarrow{\mathbf{G}_2}\cdot\overrightarrow{\mathbf{v}_2}^{\mathbf{i}} + \overrightarrow{\mathbf{G}_3}\cdot\overrightarrow{\mathbf{v}_3}^{\mathbf{i}} + \ldots + \mathbf{Mm}_1^{\mathbf{i}}\cdot\boldsymbol{\omega}_1^{\mathbf{i}}\right)$$

(31)

Sistemul de ecuaţii 31 se aplică asfel:

a. Se porneşte calculul cu parametrii Cauchy la iteraţia i , adică cu φ_1^i ,φ_4^i ,ω_1^i ,ω_4^i, alegându-se un increment de timp Δt . Cu aceşti parametri se calculează parametrii : φ_1^{i+1} , φ_4^{i+1} .

b. Se calculează un câmp de viteze , notat cu „*prim* „ ('), cu intrările φ_1^i , ω_1^i şi elementul 4 oprit .

c. Se calculează un câmp de viteze , notat cu „*secund* „(''), cu intrările φ_4^i , ω_4^i şi elementul 1 oprit.

d. Se calculează un câmp de viteze fictiv , notat cu „asterics „ (*) , φ_1^{i+1} , ω_1^i şi elementul 4 oprit .

e. Se calculează un câmp de viteze fictiv , notat cu „asterics „ (*) , φ_4^{i+1} , ω_4^i şi elementul 1 oprit .

f. Se fac apoi înlocuirie în celle doă ecuaţii (31) şi prin rezolvarea sistemului se calculează k' şi k'' .Valorile obţinute se înlocuiesc şi se amorsează astfel iteraţia i+1 .

4. CONCLUZII ŞI RECOMANDĂRI

- Nu exista nici o diferenţă în aplicarea metodelor la mecanismele desmodrome sau nondesmodrome .
- La mecanismele nondesmodrome este necesară o forţă de stabilizare a mişcării şi în acest caz intervine particularizarea în calcule M_{m4} =0 .
- Din punct de vedere a erorilor introduse programele de calcul pot fi testate după următoarul criteriu comparaţia modelului matematic energetic cu metoda intersectării câmpului de acceleraţii cu calculul cinetostatic($A \cap C$).
- Compararea va avea ca referinţă verificarea conservării puterilor în sens D'Alembert la mai multe nivele de iteraţii , aceeaşi pentru ambele modele matematice. De aceea se vor rula următoarele programe: programul $A \cap C$ şi programul energetic .

Bibliografie

1. Oranescu A., Mereuţă E., Tocariu L., Munteanu V., Bega M., Necula P. *Dynamic functions and structures , Tenth World Congress on the Theory of Machines and Mechanisms, Oulu, Finland, 20-24 iunie, 1999, pag. 2649-2654, vol.7*

2. Mereuţă E. *Metode de optimizare a structurilor mecanice folosite pentru manevrarea capacelor gurilor de magazie, Simpozionul Stiintific Internaţional, Petroşani 2000, pag 339.*

3. Mereuţă E. *Abstract Algebra Structures Regarding the mathematical models for Kinematic Chains,The Annals of "Dunărea de Jos" University, Fascicle X Applied Mechanics 1999, pag. 51-54.*

4. Orănescu A., Mereuţă E., Munteanu V. *L'opportunite des ordinateurs specialises, portables pour la simulation du mouvement des structures des rigides, The Annual Symposium of the Institute of Solid Mechanics, SISOM ,2002, Bucharest, pp.39-46.*

Recomandat spre publicare: 06.12.2007.