

TRAIECTORII GENERATE DE MECANISMUL R-R-RRT

Prof. univ. dr. ing. Liliana Luca,
*Univ. Constantin Brancusi din Targu-
Jiu*

Prof. univ. dr. ing. Iulian Popescu,
Universitatea din Craiova

REZUMAT. Se consideră un mecanism cu două elemente conducătoare și o diadă RRT, cu un element cu lungime nulă și se stabilesc traiectoriile punctului de la mijlocul bielei, pentru diferite legi de mișcare liniare ale manivelor. Se comentează unele curbe pe baza considerentelor geometrice. Se analizează și cazul când mișcarea este intermitentă.

Cuvinte cheie: traiectorii mecanisme, două elemente conducătoare

1. Introducere

În literatură sunt foarte mult studiate diferite mecanisme cu gradul de mobilitate egal cu 1. Sunt stabilite traiectorii, legi de mișcare, poziții succesive. În foarte puține cazuri se analizează mecanisme cu $M=2$. În lucrare sunt prezentate traiectoriile generate de un mecanism cu $M=2$. Se stabilesc traiectoriile punctului de la mijlocul bielei diadei RRT, cu lungimea nulă a unui element, diadă legată cu două elemente conducătoare, pentru diferite corelații între mișcările manivelor.

TRAJECTORIES GENERATED BY THE R-R-RRT MECHANISM

Professor PhD. Liliana Luca,
*University Constantin Brancusi of
Targu-Jiu*

Professor PhD. Iulian Popescu,
University of Craiova

ABSTRACT. It is considered a mechanism with two conductive elements and an RRT dyad, with a zero-length element and they are fixed the trajectories for the point on the middle of the slide, for different linear motion laws of the handles. They are commented some curves, based on geometrical considerations. It examines also the case when the movement is intermittent.

Keywords: mechanisms trajectories, two conductive elements, RRT dyad

1. Introduction

In literature, they are widely studied different mechanisms with a degree of mobility equal to 1. They are established paths, laws of motion, successive positions. In very few cases are analyzed mechanisms with $M = 2$. In [8] it is presented a method for calculating the positions, velocities and accelerations for planar mechanisms with $M = 2$. An example is given with five-sided articulated mechanism, by determining the trajectory of a point. In [1] is studied a mechanism for a mill, for which it is imposed a path through a number of points. It uses inverse kinematics and **spline** interpolation. This leads to a optimization problem with constraints. In [2] are examined the kinematic possibilities regarding the trajectory generated by a kinematic mechanism based on 4 noncircular gears connected to a 6-bar mechanism.

Below are established the point trajectories on the middle of RRT dyad rod, with an element length equal to zero, a dyad which is linked with two leading elements, for different correlations between the

2. Mecanismul R-R-RRT

În fig. 1 se arată schema cinematică a acestui mecanism. El este format din elementele conducătoare cu mișcare de rotație 1 și 4 și diada 2-3 de tip RRT, unde elementul 2 are lungimea zero. Se constată că lungimea manivelei 1 este variabilă.

Se caută traiectoria lui E.

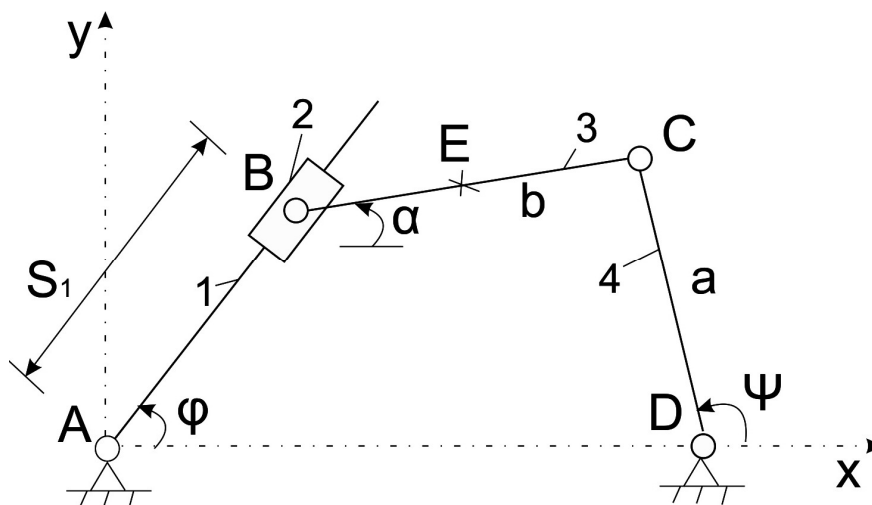


Fig. 1

Se scriu relațiile:

Relations are written:

$$x_C = x_D + a \cos \varphi = S_1 \cos \varphi + b \cos \alpha \quad (1)$$

$$y_C = a \sin \psi = S_1 \sin \varphi + b \sin \alpha \quad (2)$$

$$x_B = S_1 \cos \varphi; \quad y_B = S_1 \sin \varphi \quad (3)$$

$$x_E = x_B + \frac{b}{2} \cos \alpha; \quad y_E = y_B + \frac{b}{2} \sin \alpha \quad (4)$$

Se ajunge la ecuația trigonometrică:

A trigonometric equation is reached:

$$b \sin \alpha + (-btg\varphi) \cos \alpha = y_C - x_C tg\varphi \quad (5)$$

pentru care există o subrutină de calcul.

for which it exists a calculation subroutine.

3. Traiectorii obținute la variația simultană a unghiurilor manivelor

S-a adoptat $x_D = 20$, $DC=a=30$, $BC=b=$ se dă la fiecare caz. Legile de mișcare ale elementelor conducătoare s-au considerat corelate prin relația: $\varphi = c \cdot \psi$. În imaginile de mai jos apare și sistemul de axe din fig. 1. S-a

3. Trajectories resulted to the simultaneously variation of crank angles

It was adopted $x_D = 20$, $DC=a=30$, $BC=b=$ it is given to each case. The motion laws of the leading elements were considered related by the formula: $\varphi = c\psi$. In the figures

ciclat ψ și s-a stabilit φ prin relația de mai sus, deci la fiecare valoare a lui ψ rezultă altă valoare a lui φ .

Mecanismul are limite în funcționare în sensul că uneori mișcarea este incompletă, neexecutându-se un ciclu întreg de rotație, din cauza corelațiilor cotelor a , b , x_D . De exemplu, pentru $c=1$ și $b=19$ a rezultat traiectoria lui E din fig. 2, iar pentru $b=20$ cea din fig. 3, adică o diferență de o unitate a modificat semnificativ traiectoria.



Fig.2



Fig. 3

Multe traiectorii sunt curbe prea simple, neinteresante, de aceea nu se dau mai jos. Pentru $b=60$ și $c=1$ a rezultat traiectoria din fig. 4.

Curbe de acest gen rezultă și la multe alte valori inițiale; în fig. 5 se dă exemplul pentru $b=80$, $c=1$.

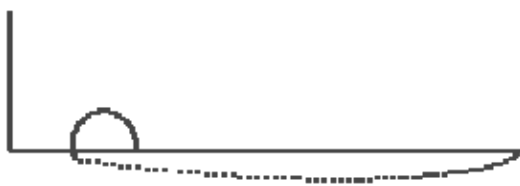


Fig. 4

below appears also the system of axes in Fig. 1. ψ was cycled and φ was established by the above relationship, so to each value of ψ , it results a different value for φ .

The mechanism has limits in operation in the sense that sometimes the movement is incomplete, not performing an entire cycle of rotation, due to correlations of a , b , x_D quotes. For example, for $c=1$ and $b=19$ it resulted the trajectory of E, which is shown in Fig. 2 and for $b=20$ it is shown in Fig. 3, i.e. a difference of one unit significantly alter the trajectory.

Many trajectories are too simple curves, uninteresting, that is why they are not given below. For $b=60$ and $c=1$ it results the trajectory in Fig. 4.

Curves of this kind also result in many other initial values; in Fig. 5 is given example for $b=80$, $c=1$.



Fig. 5

La valori negative ale lui c , se obțin alte traiectorii, dintre care se dau unele mai deosebite în:

- fig. 6, la $b=40$, $c=-1$;
- fig. 7, la $b=50$, $c=-1$;
- fig. 8, la $b=60$, $c=-1$.

Pentru $b=20$ și $c=0,5$ a rezultat fig. 9, iar pentru $b=40$, $c=-0,5$ s-a obținut fig. 10.

For negative values of c , other trajectories are obtained, which gives some of the most special in:

- fig. 6, at $b=40$, $c=-1$;
- fig. 7, at $b=50$, $c=-1$;
- fig. 8, at $b=60$, $c=-1$.

For $b=20$ and $c=0,5$ it resulted fig. 9, and for $b=40$, $c=-0,5$ it was obtained fig. 10.

Interesantă este traiectoria din fig. 11, rezultată la $b=50, c= - 0,5$.

Interesting is the trajectory of Fig. 11, resulting for $b = 50, c = - 0.5$.

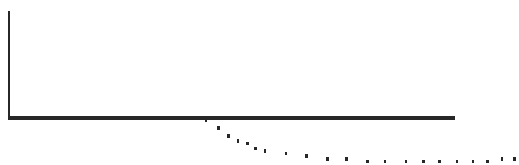


Fig. 6

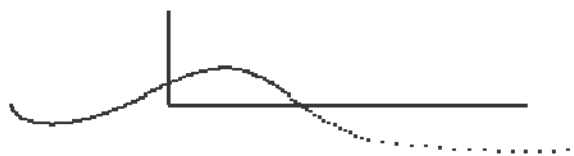


Fig. 7

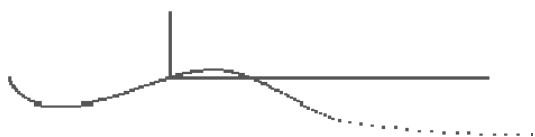


Fig. 8

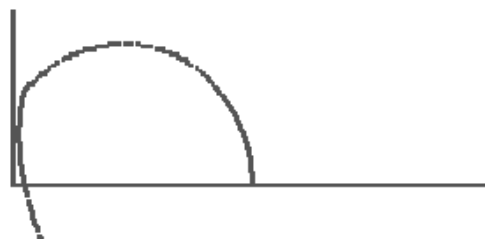


Fig. 9

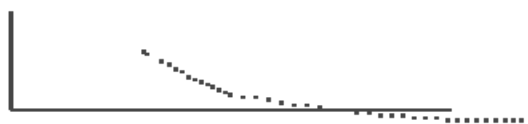


Fig. 10

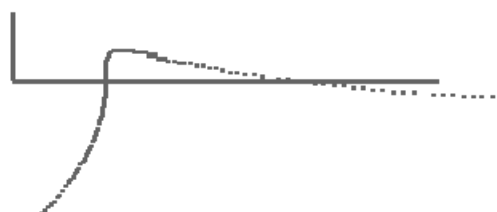


Fig. 11

O traiectorie similară, însă toată sub abscisă, a rezultat pentru $b=80, c= - 0,5$ (fig. 12).

A similar trajectory, but all under the abscissa, resulted for $b = 80, c = - 0.5$ (Fig. 12).

Pentru $b=40$ și $c=1,5$ a rezultat curba din fig. 13, iar pentru $b=50, c=1,5$ cea din fig. 14, similare, dar cu alte dimensiuni, din cauza lui b .

For $b = 40$ and $c = 1.5$ the resulting curve is shown in Fig. 13 and for $b = 50, c = 1.5$ it is shown in Fig. 14, similar, but with other dimensions, because of b .

La $b=50$ și $c= - 1,5$ curba are două ramuri (fig. 15).

At $b = 50$ and $c = - 1.5$ the curve has two branches (Fig. 15).

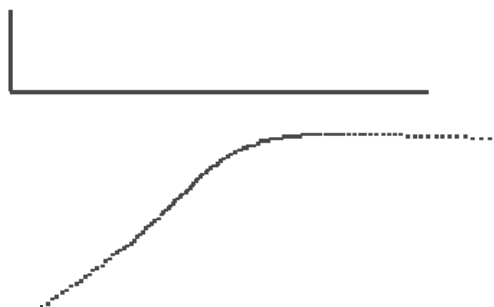


Fig. 12

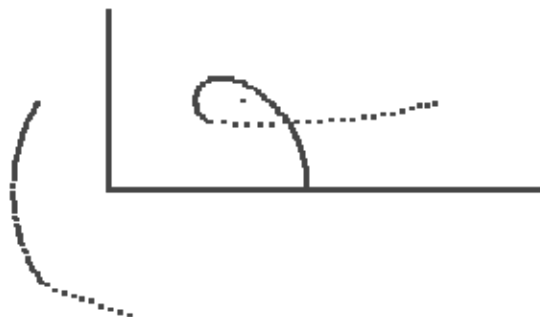


Fig. 13

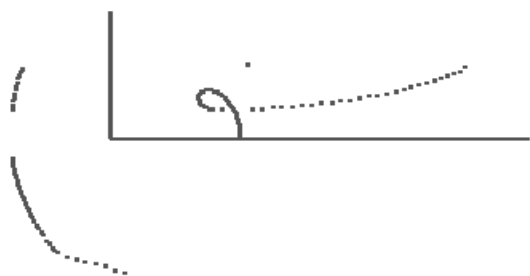


Fig. 14

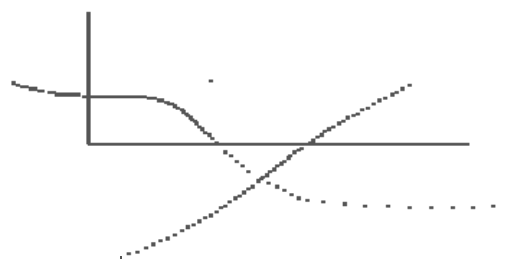


Fig. 15

Pentru $b=50$ și $c=2$ s-a obținut fig. 16 (cu un punct de întoarcere), iar pentru $c = - 2$, cea din fig. 17.

For $b = 50$ and $c = 2$ it was obtained Fig. 16 (with one turning point) and for $c = - 2$, it resulted Fig. 17.

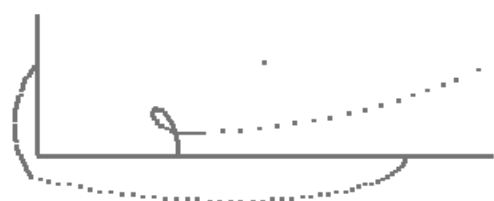


Fig. 16

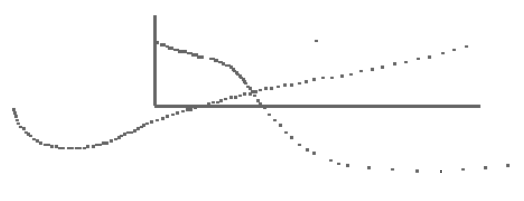


Fig. 17

La creșterea lui c rezultă același gen de curbe, dar crește numărul ramurilor (fig. 18 la $b=50$, $c=3$ și fig. 19 la $b=50$, $c=-3$).

At increasing c , it follows the same kind of curves, but increases the number of branches (Fig. 18 at $b = 50$, $c = 3$ and fig. 19 for $b = 50$, $c = - 3$).

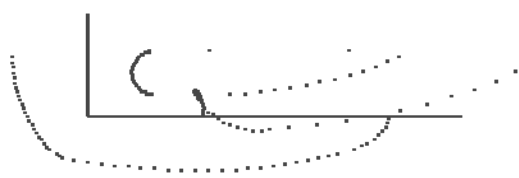


Fig. 18

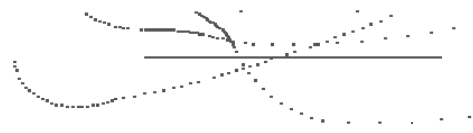


Fig. 19

4. Poziții succesive ale mecanismului, la variația simultană a unghiurilor manivelor

Pozițiile succesive sunt și ele cu sau fără pauze, în funcție de corelația dintre c , b , a , x_D . Astfel, în fig. 20 se arată pozițiile pentru cazul $b=40$, $c=1$, iar în fig. 21 pentru $b=40$, $c = - 1$. Se pot urmări pozițiile elementelor care ajung de ambele părți ale abscisei. Se observă și zonele în care mecanismul nu funcționează.

4. Successive positions of the mechanism, at simultaneously variation of crank angles

Successive positions are also with or without breaks, depending on the correlation between c , b , a , x_D . Thus, in Fig. 20 are shown the positions for the case $b = 40$, $c = 1$ and in Fig. 21 for $b = 40$, $c = - 1$. You can follow the positions of the elements that get on both sides of the abscissa. They are also observed the areas where the mechanism does not work.

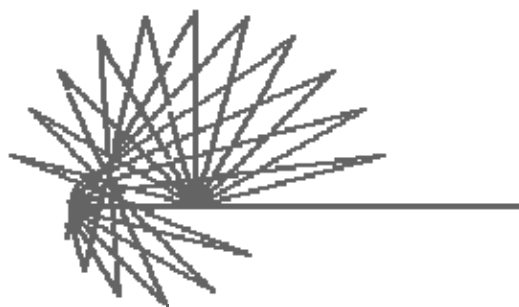


Fig. 20

Pentru $b=60$ și $c= - 1$, în fig. 22 se observă mult mai multe poziții decât în cazurile anterioare.

Alte poziții interesante se observă în fig. 23 ($b=50, c=0,5$) și 24 ($b=50, c= - 0,5$).

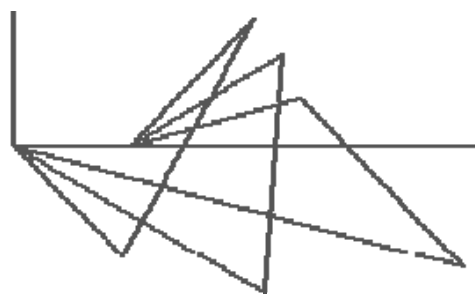


Fig. 21

For $b = 60$ and $c = - 1$ in Fig. 22 are observed much more positions than in the previous cases.

Other interesting positions are shown in Fig. 23 ($b = 50, c = 0.5$) and 24 ($b = 50, c = - 0.5$).

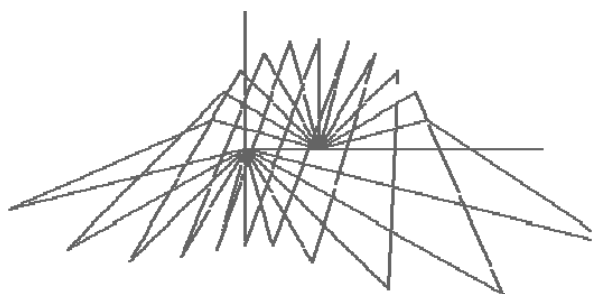


Fig. 22

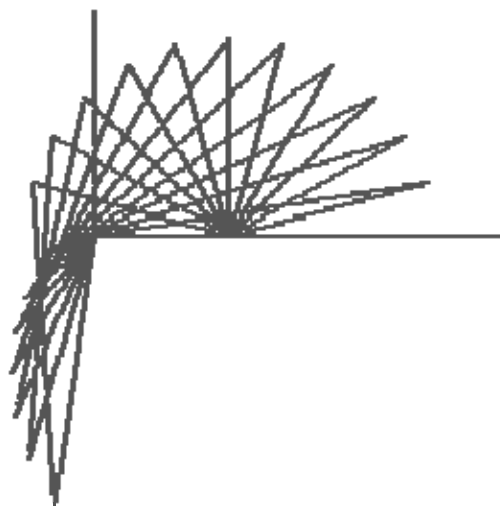


Fig. 23

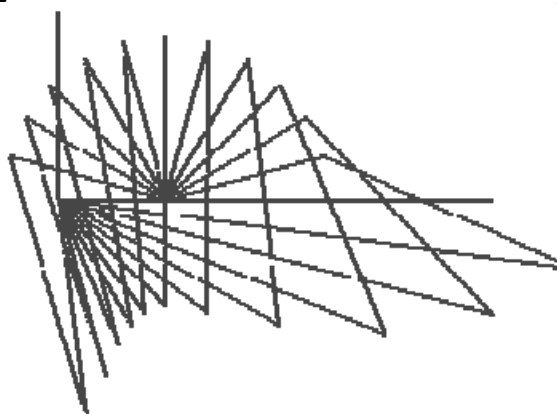


Fig. 24

La creșterea lui c se mențin aceleași forme ale pozițiilor succesive, cu alte domenii (fig. 25 la $b=50, c=1,5$ și fig. 26 la $b=50, c= - 1,5$).

At increasing of c they remain the same forms of successive positions, with other areas (Fig. 25 for $b = 50, c = 1.5$ and Fig. 26 for $b = 50, c = - 1.5$).

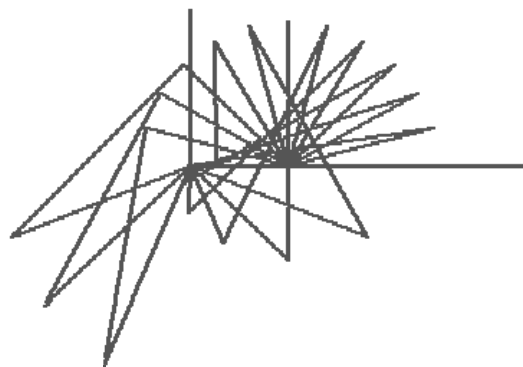


Fig. 25

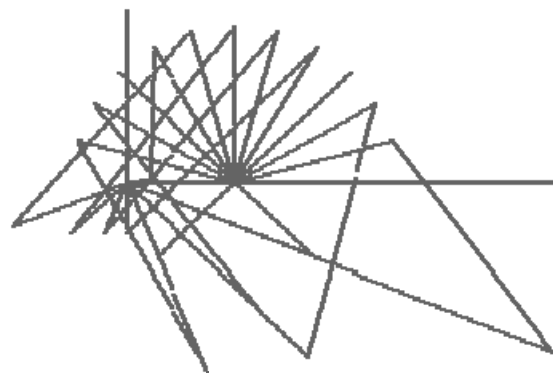


Fig. 26

5. Varianta mișcării intermitente

În cazurile de mai sus s-au considerat elementele conducătoare în mișcare simultană, cu unghiurile corelate printr-o relație liniară. Se poate însă considera și cazul mișcării intermitente, adică un element conducător se mișcă cu un unghi, rămâne în acea poziție, iar al doilea element conducător execută o rotație completă. În fig. 27 este dată traiectoria obținută pentru cazul când $\varphi=30$ grade, $b=50$, $c=2$. Se constată o traiectorie rectilinie, deoarece mecanismul devine la fiecare staționare un mecanism R-RRT, iar centrul culisei se mișcă pe elementul 4, devenit bază. Dacă se ciclează și ψ se obține o succesiune de drepte ce trec prin originea A. Se mai constată că elementul 1 e înclinat la 30 grade în raport cu sensul pozitiv al abscisei, însă mecanismul este poziționat pe aceeași direcție, dat în partea stângă, jos, în raport cu originea A.

5. Intermittent motion version

In the above cases were considered the leading elements moving *simultaneously* with the angles related by a linear relationship. But we may consider the case of intermittent motion, i.e. a leading element is moving at an angle, remains in that position and the second leading element executes a complete rotation. In Fig. 27 is given the trajectory obtained for $\varphi=30$ degrees, $b=50$, $c=2$. It is found a straight-line trajectory because, at every stationing, the mechanism becomes a R-RTT mechanism and the slide center moves on element 4, which became a base. If ψ is cycled, it is obtained a sequence of lines passing through the A origin. It also points out that element 1 is inclined at 30 degrees relative to the positive direction of abscissa, but the mechanism is positioned in the same direction, given in the left, below, in relation to the A origin.

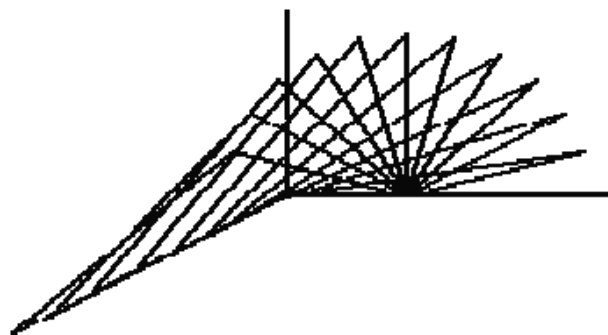


Fig. 27

6. Concluzii

- Mecanismele cu $M=2$ au mai multe posibilități privind traiectoriile decât cele cu

6. Conclusions

- Mechanisms with $M = 2$ have more trajectory opportunities than those with $M =$

$M=1$, deoarece se pot alege convenabil relațiile dintre coordonatele generalizate.

- S-au obținut foarte multe traiectorii, destul de rar întâlnite la mecanisme cu $M=1$, însă nu au rezultat curbe uzuale în geometrie.

- Se obțin traiectorii diferite dacă sensurile rotațiilor elementelor conducătoare sunt aceleași sau contrare.

- Dacă mișcările au loc intermitent se ajunge la mecanisme cu $M=1$, cu posibilități mai reduse.

1, because you can choose the convenient relations between generalized coordinates.

-They resulted many trajectories, rarely seen in mechanisms with $M = 1$, but they did not result in the usual geometry curves.

- They are obtained different trajectories if the rotation senses of leading elements are the same or otherwise.

- If movements occur intermittently we obtain mechanisms with $M = 1$, with fewer opportunities.

Bibliografie

[1]Kai He, Yuanxin Luo, Ching Tom Kong, R. Du - Trajectory Planning, ptimization and Control of a Hybrid Mechanical Press. WSEAS TRANSACTIONS on SYSTEMS

[2] Mckinley, J. R. ș. a. - Planar Motion Generation Incorporating a 6-Link Mechanism and Non-Circular Elements. În: Proceedings of DETC 2005, ASME 29TH Mechanisms and Robotics Conference, September 24-28, 2005 Long Beach, CA

[3] Popescu Iulian - Mecanisme. Noi algoritmi și programe. Reprografia Universității din Craiova, 1997.

[4] Popescu Iulian, Sass, L. - Mecanisme generatoare de curbe, Ed. "Scrisul Românesc", Craiova, 2001.

[5] Popescu, I., Luca,,L., Mitsi, S. – Geometria, structura și cinematica unor mecanisme, Editura Sitech, Craiova, 2011.

[6] Popescu I., Luca, L., Cherciu, M. – Traiectorii și legi de mișcare ale unor mecanisme, Editura Sitech, Craiova, 2011.

[7] Teodorescu, I. D., Teodorescu, Șt.D. – Culegere de probleme de geometrie superioară, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1975.

[8] Umesh K.N., Amarnath, C. - **Motion** properties of planar two-degree-of-freedom mechanisms. În:[Mechanism and Machine Theory Volume 38, Issue 4](#), April 2003, Pages 345-354.

BIBLIOGRAPHY

[1]Kai He, Yuanxin Luo, Ching Tom Kong, R. Du - Trajectory Planning, ptimization and Control of a Hybrid Mechanical Press. WSEAS TRANSACTIONS on SYSTEMS

[2] Mckinley, J. R. ș. a. - Planar Motion Generation Incorporating a 6-Link Mechanism and Non-Circular Elements. În: Proceedings of DETC 2005, ASME 29TH Mechanisms and Robotics Conference, September 24-28, 2005 Long Beach, CA

[3] Popescu Iulian - Mecanisme. Noi algoritmi și programe. Reprografia Universității din Craiova, 1997.

[4] Popescu Iulian, Sass, L. - Mecanisme generatoare de curbe, Ed. "Scrisul Românesc", Craiova, 2001.

[5] Popescu, I., Luca,,L., Mitsi, S. – Geometria, structura și cinematica unor mecanisme, Editura Sitech, Craiova, 2011.

[6] Popescu I., Luca, L., Cherciu, M. – Traiectorii și legi de mișcare ale unor mecanisme, Editura Sitech, Craiova, 2011.

[7] Teodorescu, I. D., Teodorescu, Șt.D. – Culegere de probleme de geometrie superioară, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1975.

[8] Umesh K.N., Amarnath, C. - **Motion** properties of planar two-degree-of-freedom mechanisms. În:[Mechanism and Machine Theory Volume 38, Issue 4](#), April 2003, Pages 345-354.