

TRAIECTORII GENERATE DE MECANISMUL R-R-TRT

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

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

Prof. univ. dr. ing. Sevasti Mitsi,
*Universitatea Aristotel din
Thessaloniki, Greece*

TRAJECTORIES GENERATED BY A MECHANISM OF R-R-TRT TYPE

Professor PhD. Iulian Popescu,
University of Craiova

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

Professor PhD. Sevasti Mitsi,
*Aristotle University of Thessaloniki,
Greece*

Rezumat. Se consideră un mecanism cu două elemente conducătoare și o diadă TRT, cu elemente cu lungimi nule și se stabilesc traiectoriile punctului de intersecție a manivelor, pentru diferite legi de mișcare liniare ale manivelor. Se analizează și cazul când mișcarea este intermitentă.

Cuvinte cheie: traiectorii mecanisme, două elemente conducătoare, diada TRT

Abstract. It is considered a mechanism with two leading elements and a TRT dyad, with zero length elements and they are established trajectories of the cranks intersection point, for different laws of linear motion of cranks. We also analyze the case when the movement is intermittent.

Keywords: mechanisms path, two leading elements, TRT dyad

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 [5] se abordează problema mecanismelor de complianță cu elemente flexibile, analizându-se gradele de mobilitate care conduc la o primă sinteză aproximativă apoi se face optimizarea. În [6] se prezintă o invenție bazată pe un minimanipulator cu $M=6$, care asigură anumite traiectorii și anumite poziții asociate, corelate cu forțele de acționare. În [2] se prezintă principiul formării mecanismelor și tipuri de traiectorii obținute. Se exemplifică cu traiectorii în cazurile unor mecanisme uzuale. În [1] se detaliază calculul unui micromecanism folosit la senzori, bazat pe trei cuple de rotație, toate conducătoare, deci $M=3$. Se arată modul în care se realizează traiectoria impusă, punct cu punct,

1. INTRODUCTION

In the literature are intensively studied different mechanisms with degree of mobility equal to 1. They are established paths, laws of motion, successive positions. In very few cases are considering for analyze mechanisms with $M = 2$. In [5] is addressing the issue of compliance mechanisms with flexible elements, analyzing the degree of mobility leading to a first approximate synthesis, and then it is done the optimizing. In [6] is presented an invention based on a mini-manipulator with $M = 6$, which provides certain trajectories and associated positions, related with the driving forces. In [2] is presented the principle of mechanisms formation and types of obtained trajectories. It exemplifies with paths in the cases of some usual mechanisms. In [1] is detailed the calculation of a micro-mechanism used for sensors, based on three torque, all leading, so $M = 3$. It shows the way in which the

de către punctul caracteristic. Mai jos se stabilesc traiectoriile punctului de intersecție al manivelor, materializat de cupla de rotație de la diada TRT cu lungimi nule ale elementelor.

imposed trajectory is achieved by the characteristic point. Below are established the paths of the cranks intersection point, materialized by the rotation torque from the TRT dyad with zero length elements.

2. MECANISMUL R-R-TRT

2. MECHANISM R-R-TRT

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 TRT. Se constată că lungimile utile ale manivelor sunt variabile cu pozițiile acestora.

In Fig.1 is shown the cinematic scheme of this mechanism. It consists of leading elements with rotating movement 1 and 4 and 2-3 dyad of TRT type. It appears that the useful lengths of the cranks are variable with their positions.

Se caută traiectoria lui B.

We search for the trajectory of B.

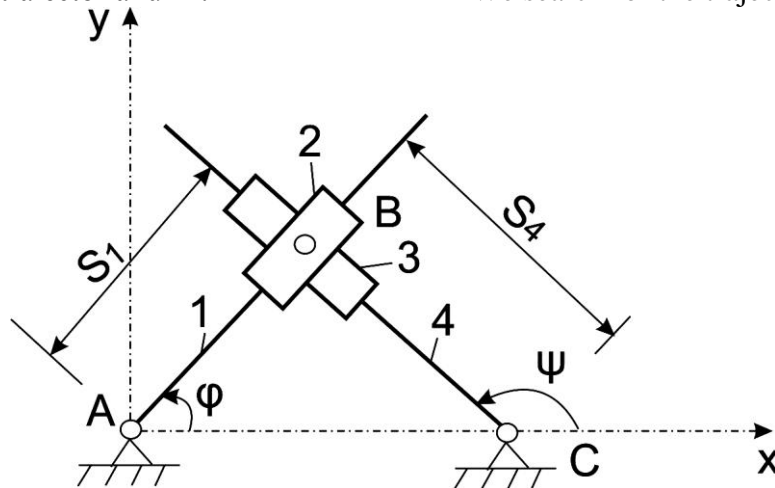


Fig. 1

Se scriu relațiile:

$$x_B = S_1 \cos \varphi = x_C + S_4 \cos \psi$$

$$y_B = S_1 \sin \varphi = S_4 \sin \psi$$

$$S_1 = \frac{S_4 \sin \psi}{\sin \varphi}$$

$$S_4 = \frac{x_C}{\frac{\cos \varphi \sin \psi}{\sin \varphi} - \cos \psi}$$

Relations are written:

$$x_B = S_1 \cos \varphi = x_C + S_4 \cos \psi$$

$$y_B = S_1 \sin \varphi = S_4 \sin \psi$$

$$S_1 = \frac{S_4 \sin \psi}{\sin \varphi}$$

$$S_4 = \frac{x_C}{\frac{\cos \varphi \sin \psi}{\sin \varphi} - \cos \psi}$$

3. REZULTATE OBTINUTE LA VARIAȚIA SIMULTANĂ A UNGHIIURILOR MANIVELELOR

3. RESULTS OBTAINED FROM SIMULTANEOUS VARIATION OF CRANKS ANGLES

S-a adoptat $x_C = 40$. Legile de mișcare ale elementelor conducătoare s-au considerat corelate prin relația: $\varphi = c\psi$. În imaginile de

It was adopted $x_C = 40$. Laws of motion of the leading elements were considered related by the relation: $\varphi = c\psi$. In the figures

mai jos apare și sistemul de axe din fig. 1. S-a 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 .

Pentru $c=0$ rezultă $\varphi=0$, deci $\sin\varphi=0$, adică, conform relațiilor de mai sus, cursele S sunt infinite, deci mecanismul se află în poziție de punct mort.

În fig. 2 se vede traiectoria lui B pentru $c=0,1$; se constată că rezultă o traiectorie cu două ramuri, o ramură tinzând spre infinit. Se precizează că aici, dar și mai jos, s-au evitat punctele moarte, adică atunci când traiectoriile tind spre infinit, făcându-se în program salturi pentru zonele acestea.

Pentru $c= - 0,1$ a rezultat traiectoria din fig. 3, cu două ramuri, complet diferită de cea din fig. 2.

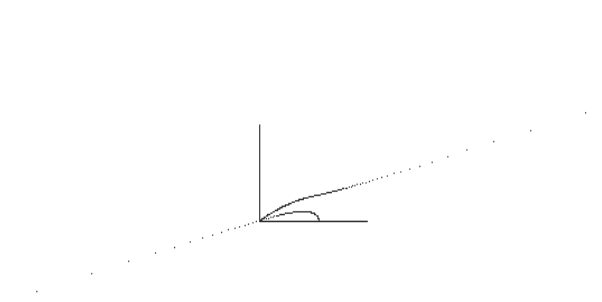


Fig.2

Pentru $c=0,5$ a rezultat fig. 4, constatându-se că E descrie un cerc. Dacă însă $c= - 0,5$, adică elementele conducătoare se rotesc în sensuri contrare, se obține fig. 5, complet diferită de fig. 4; E descrie o hiperbolă.

În fig. 6 se prezintă traiectoria lui E pentru $c=1,5$. Aici $\varphi = 1,5\psi$, deci AB execută o jumătate de rotație în plus față de CB. Traiectoria lui E este un melc Pascal.

Variațiile coordonatelor lui B sunt date în fig. 7. Se constată curbe de variație destul de complicate, ele fiind corelate cu traiectoria din fig. 6.

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

For $c = 0$ it results $\varphi = 0$, so $\sin\varphi = 0$, ie, according to the above relations, S races are infinite, so the mechanism is in deadlock position.

In Fig. 2 is seen the trajectory of B for $c = 0.1$; it is observed that it results a path with two branches, one branch tending to infinity. It states that here, and below, were avoided deadlock positions, ie when the trajectories tend to infinity; in the program were made jumps to these areas.

For $c = - 0.1$ it resulted the trajectory in Fig. 3, with two branches, completely different from that of Fig. 2.

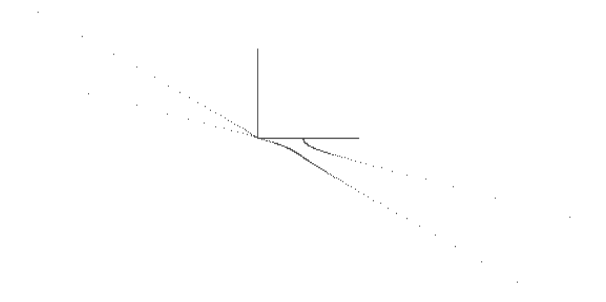


Fig. 3.

For $c = 0.5$ it resulted Fig. 4, observing that E describes a circle. But if $c = - 0.5$, ie the leading elements rotate in opposite directions, we obtain Fig. 5, completely different from Fig. 4, E describes a hyperbola.

Fig. 6 shows the trajectory of E for $c = 1.5$. Here $\varphi = 1.5\psi$, so AB is running a half rotation in addition to CB. The trajectory of E is a Pascal worm gear.

Variations of B coordinates are given in Fig. 7. There are quite complicated variation curves, which are related to the trajectory in Fig. 6.

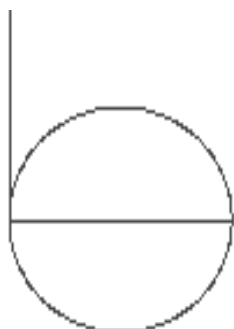


Fig. 4

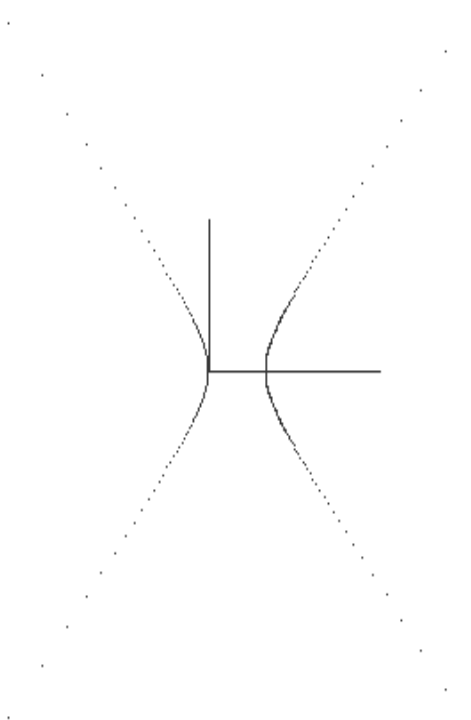


Fig. 5

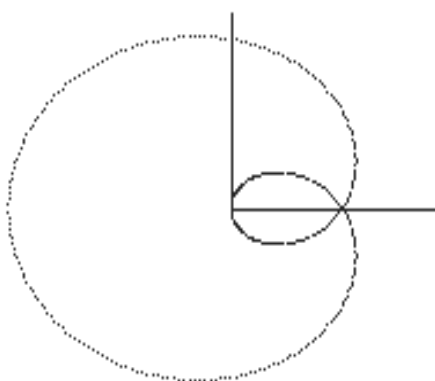


Fig. 6

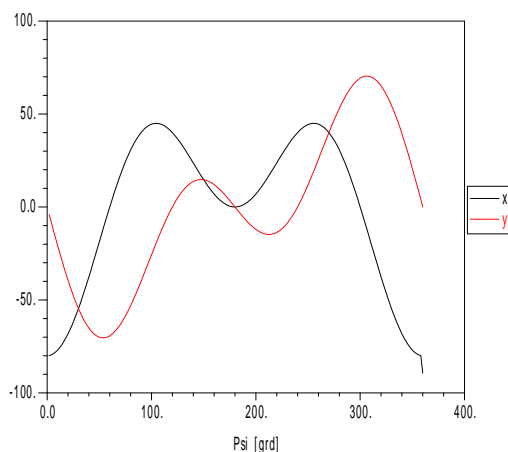


Fig. 7

În fig. 8 este dată traiectoria lui E pentru $c = -1,5$, rezultând mai multe ramuri ale traiectoriei, gen ramuri de parabole sau de hiperbole.

Din fig. 9 se observă variațiile coordonatelor punctului trasor, B. Curbele sunt foarte complicate, existând multe salturi, deși s-a sărit peste valorile prea mari, care tind spre infinit, situații corespunzând punctelor moarte ale mecanismului. Aceste puncte moarte rezultă la valori diferite de 0, 90, 180, 270, 360 grade, din cauza lui x_C care diferă de zero.

In Fig. 8 is given the trajectory of E for $c = -1.5$, resulting in more branches of the trajectory, like branches of parabolas or hyperbole.

From Fig. 9 are observed the coordinates variation of B tracer point. The curves are very complicated, with many jumps, although it skipped too high values, which tend to infinity, situations corresponding to deadlock points of the mechanism. These deadlock points result at different values of 0, 90, 180, 270, 360 degrees, because of x_C , which is different from zero.

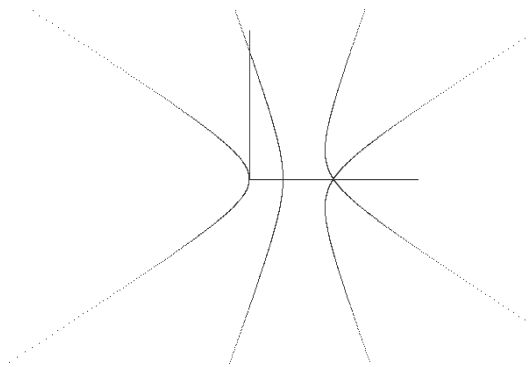


Fig. 8

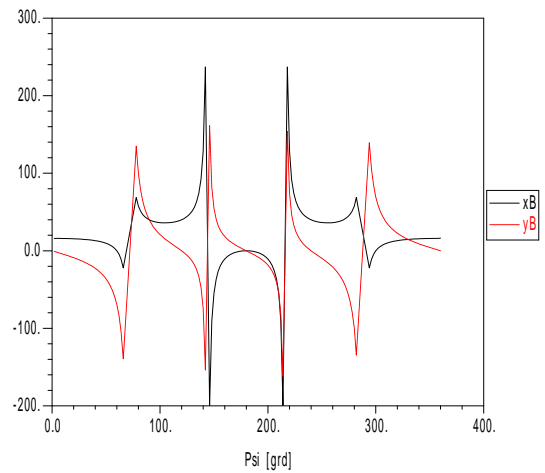


Fig. 9

Dacă se ia $c=2$, se obține un cerc poziționat ca în fig. 10.

În cazul lui $c= - 2$, rezultă hiperbola din fig. 11

Taking $c = 2$, we get a circle positioned as in Fig. 10.

In the case of $c = - 2$, it results the hyperbola in Fig. 11.

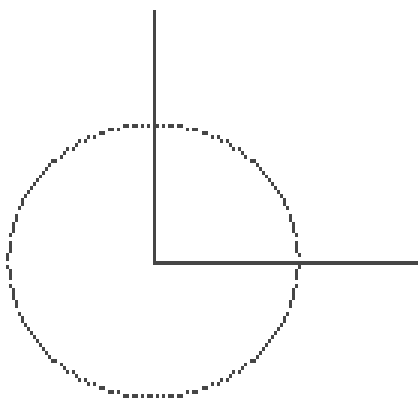


Fig. 10

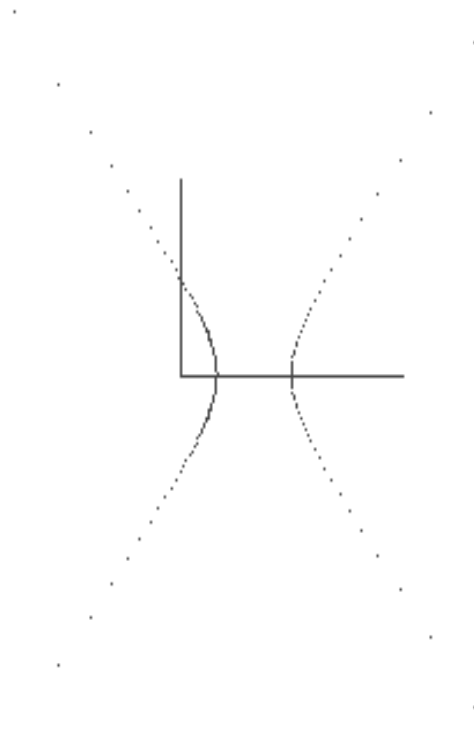


Fig. 11

Pentru $c=3$ a rezultat foliul lui Descartes din fig. 12, iar pentru $c= - 3$ s-a obținut traiectoria din fig. 13, cu multe ramuri.

For $c = 3$ it resulted the folium of Descartes of Fig. 12 and for $c = - 3$ it was obtained the trajectory in Fig. 13, with many branches.

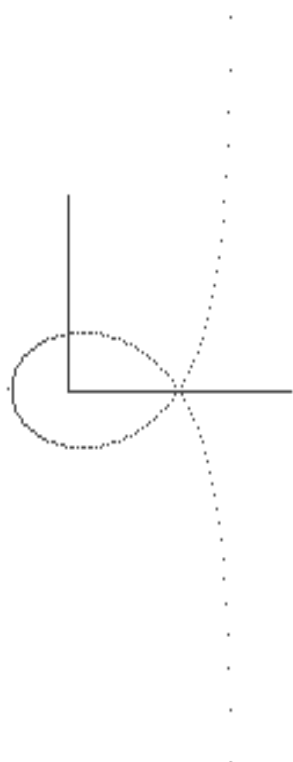


Fig. 12

Similar, pentru $c=5$ a rezultat traiectoria din fig. 14 cu un foliu Descartes dar și cu alte două ramuri, iar pentru $c= - 5$ s-a obținut traiectoria din fig. 15 cu mai multe ramuri.

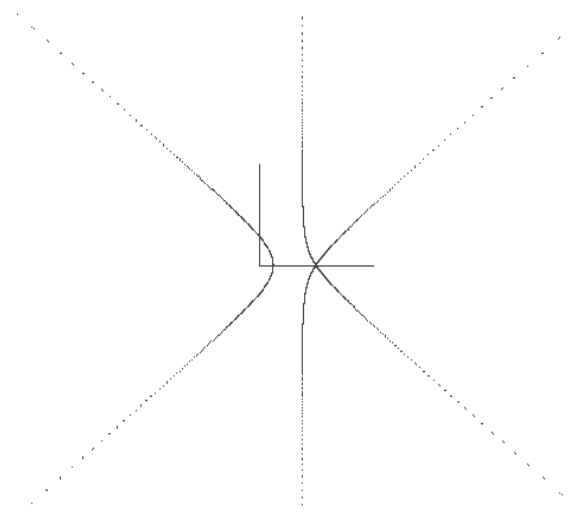


Fig. 13

Similarly, for $c = 5$ it resulted the trajectory in Fig. 14 with a folium of Descartes and also with two other branches, and for $c = - 5$ it was obtained the trajectory in Fig. 15, with more branches.

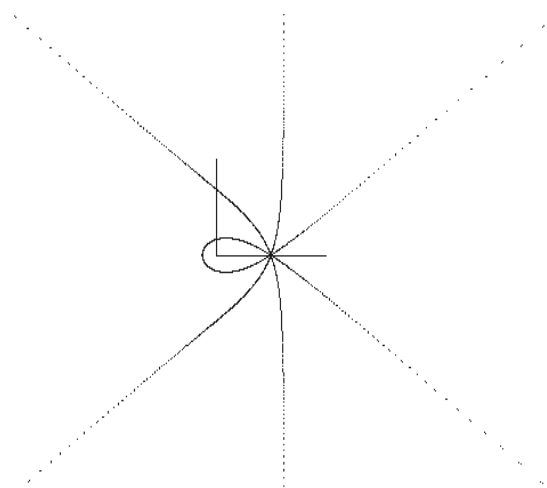


Fig. 14

Dacă valoarea lui c crește mai mult, de exemplu la $c=10$, se obține o traiectorie cu multe ramuri, incluzând și un foliu Descartes (fig. 16), respectiv alte curbe la $c= - 10$ (fig. 17).

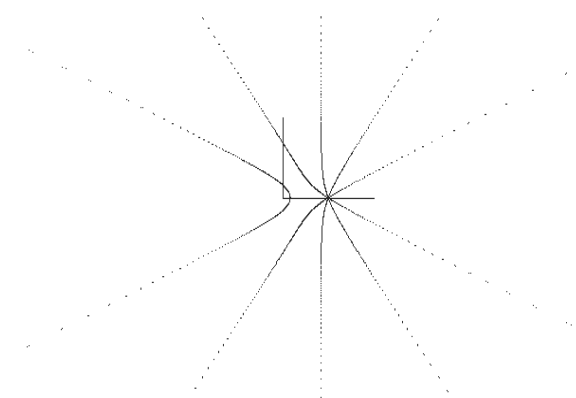


Fig. 15

If the value of c increases more, for example at $c = 10$, we obtain a path with many branches, including a folium of Descartes (Fig. 16) and other curves for $c = - 10$ (Fig. 17).

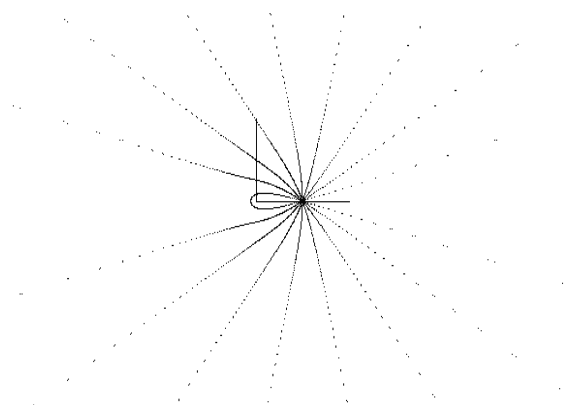


Fig.16

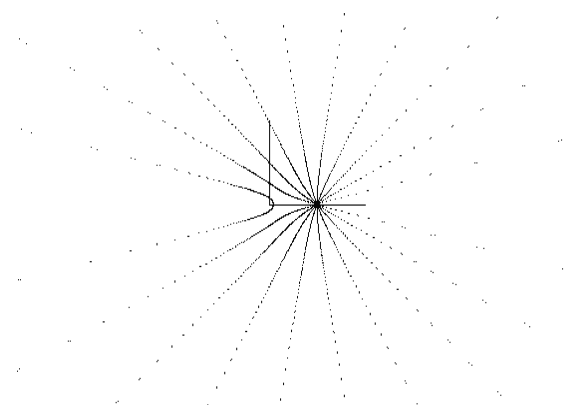


Fig. 17

4. 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. Un exemplu este dat în fig. 18, când CB staționează din 20 în 20 de grade, în timp ce AB execută câte o rotație completă la fiecare staționare a lui CB. În această situație punctul B va descrie câte o dreaptă la fiecare poziție a lui CB. S-a ajuns la un mecanism de tip R-TRT, modificându-se periodic poziția ghidajului 4, devenit periodic bază.

4. INTERMITTENT MOTION VERSION

In the above cases were considered the leading elements moving simultaneously, with angles related by a linear relationship. It can be also considered the case of intermittent movement, ie a leading element moves at an angle, remains in that position and the second leading element executes a complete rotation. An example is given in Fig.18, when CB stationary from 20 to 20 degrees, while AB runs one full rotation at each stationary of CB. In this situation, B point will describe a straight line for each position of CB. It was reached a mechanism of R-TRT type, periodically changing the position of guide 4, which became cyclical a base.

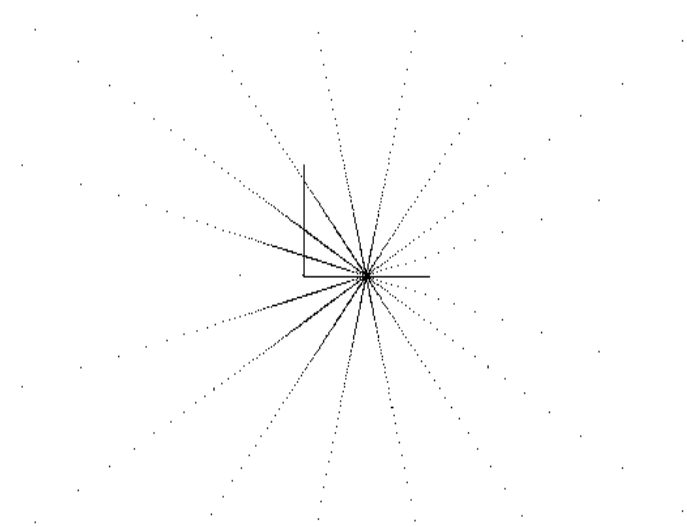


Fig. 18

5. CONCLUZII

- Mecanismele cu $M=2$ au mai multe posibilități privind traiectoriile decât cele cu $M=1$, deoarece se pot alege convenabil relațiile dintre coordonatele generalizate.
- S-au obținut foarte multe traiectorii, destul de rar întâlnite la mecanisme cu $M=1$.
- 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.
- Specific mecanismului studiat este faptul că apar multe poziții critice, adică elementele ajung în prelungire.

BIBLIOGRAFIE

1. Yuen Kuan Yong, Tien-Fu Lu, Jayesh Minase - Trajectory Following with a three-DOF Micro-motion Stage.
http://www.araa.asn.au/acra/acra2006/papers/paper_5_48.pdf
2. Nikravesh, P.E. - AME 352 KINEMATIC FUNDAMENTALS.
www.u.arizona.edu/~pen/ame352/Notes%20PDF/1
3. Popescu I., Luca, L., Cherciu, M. – Traiectorii și legi de mișcare ale unor mecanisme, Editura Sitech, Craiova, 2011.
4. Popescu Iulian - Mecanisme. Noi algoritmi și programe. Reprografia Universității din Craiova, 1997.
5. Rodriguez, B. R. - Study of the Degrees of Freedom Equations in the Compliant Mechanism Design, ecodesign, pp.202, 2nd International Symposium on Environmentally Conscious Design and Inverse Manufacturing (EcoDesign'01), 2001.
6. Tahmasebi, F., Lung-Wen, T. - Simplified and symmetrical five-bar linkage driver for manipulating a Six-Degree-of-Freedom Parallel "minimanipulator" with three inextensible limbs. Patent USA, 5301566 Issued on [April 12, 1994](#).

5. CONCLUSIONS

- Mechanisms with $M = 2$ have more possibilities regarding trajectories than those with $M = 1$, because one can choose convenient relations between generalized coordinates.
- There were obtained many paths, quite rare in mechanisms with $M = 1$.
- They are obtained different trajectories if the rotation senses of the leading elements are the same or contrary.
- If movements occur intermittently we reach mechanisms with $M = 1$, with fewer possibilities.
- Specific for the studied mechanism is that there are many critical positions, ie elements become in extension.

REFERENCES

1. Yuen Kuan Yong, Tien-Fu Lu, Jayesh Minase - Trajectory Following with a three-DOF Micro-motion Stage
http://www.araa.asn.au/acra/acra2006/papers/paper_5_48.pdf
2. Nikravesh, P.E. - AME 352 KINEMATIC FUNDAMENTALS.
www.u.arizona.edu/~pen/ame352/Notes%20PDF/1
3. Popescu I., Luca, L., Cherciu, M. – Traiectorii și legi de mișcare ale unor mecanisme, Editura Sitech, Craiova, 2011.
4. Popescu Iulian - Mecanisme. Noi algoritmi și programe. Reprografia Universității din Craiova, 1997.
5. Rodriguez, B. R. - Study of the Degrees of Freedom Equations in the Compliant Mechanism Design, ecodesign, pp.202, 2nd International Symposium on Environmentally Conscious Design and Inverse Manufacturing (EcoDesign'01), 2001.
6. Tahmasebi, F., Lung-Wen, T. - Simplified and symmetrical five-bar linkage driver for manipulating a Six-Degree-of-Freedom Parallel "minimanipulator" with three inextensible limbs. Patent USA, 5301566 Issued on [April 12, 1994](#).