

POZIȚII SUCCESIVE ALE MECANISMULUI R-R-RTR

Prof. univ. dr. ing. Liliana Luca,
*Universitatea 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 RTR și se stabilesc pozițiile succesive ale bielei cu lungime variabilă. Se consideră mișcările elementelor conducătoare corelate prin relații liniare. Se analizează și cazuri când mișcarea este intermitentă sau când un element conducător execută mai multe rotații decât celălalt.*

CUVINTE CHEIE: *poziții succesive 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 [2] se prezintă funcționarea unor mecanisme, inclusiv cu mai multe elemente conducătoare. Se arată modul de calcul al pozițiilor asociate pe baza metodei contururilor. În [5] este analizată mișcarea unui mecanism patrulater cu elemente elastice, mecanisme de complianță utilizabil la roboți pentru poziționarea elastică a elementului final condus. Se folosește metoda elementului finit și se trasează pozițiile succesive. În [1] se prezintă un brevet de invenție pentru un mecanism ce acționează două pedale, bazat pe distribuția avantajoasă a forțelor. Mecanismul asigură anumite poziții asociate. Mai jos se stabilesc pozițiile succesive ale mecanismului R-R-RTR.

2. MECANISMUL R-R-RTR

În fig. 1 se arată schema cinematică a acestui mecanism. El este format din

SUCCESSIVE POSITIONS OF THE R-R-RTR 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 a RTR diadem and they are fixed the successive positions of variable length rod. Movements of leading elements are considered to be linked by linear relationships. Cases are analyzed when the movement is intermittent or when a leading component runs multiple rotations than the other.*

KEYWORDS: *successive positions mechanisms, two conductive elements*

1. INTRODUCTION

In literature, are widely studied different mechanisms with a mobility degree equal to 1. They are established paths, laws of motion, successive positions. In very few cases are analyzed mechanisms with $M = 2$. In [2] is presented the functioning of some mechanisms, including those with several leading elements. It is being shown the manner of calculating the associated positions based on the contours method. In [5] it is analyzed the motion of a quadrilateral mechanism with elastic elements, compliance mechanisms to be used at robots for elastic positioning of the final leading element. It uses the finite element method and they are traced the successive positions. In [1] it is being presented a patent for a mechanism which works with two pedals, based on the advantageous distribution of forces. The mechanism provides some related positions. Below are established the successive positions of the RR-RTR mechanism.

2. THE R-R-RTR MECHANISM

Fig. 1 shows the kinematic scheme of this mechanism. It is composed of leading

elementele conducătoare cu mișcare de rotație 1 și 4 și diada 2-3 de tip RTR. Se constată că lungimea bielei BC este variabilă în timpul mișcării.

Se caută pozițiile succesive ale bielei BC, cu lungimea variabilă. Elementele AB și DC sunt raze ale cercurilor cu centrele în A și D și nu se mai reprezintă în imaginile obținute pentru a se vedea mai clar segmentul BC.

elements with rotating movement 1 and 4 and 2-3 of RTR type dyad. It appears that BC connecting rod length is variable during movement.

They are searched the successive positions of the BC rod, with variable length. Elements AB and DC are the radii of circles with centers in A and D and they are no longer represented in the obtained images, in order to see more clearly the BC segment.

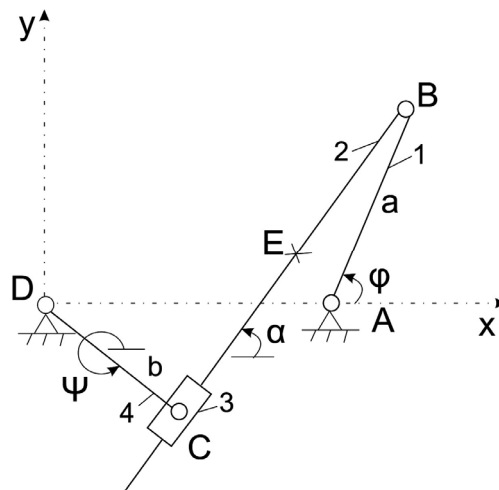


Fig. 1

Se scriu relațiile:

Relations are written:

$$x_B = x_A + a \cos \varphi$$

$$y_B = y_A + a \sin \varphi$$

$$x_C = b \cos \psi$$

$$y_C = b \sin \psi$$

$$BC = \sqrt{(x_C - x_B)^2 + (y_C - y_B)^2}$$

$$\cos \alpha = \frac{x_B - x_C}{BC}$$

$$\sin \alpha = \frac{y_B - y_C}{BC}$$

3. REZULTATE OBȚINUTE LA O ROTAȚIE A MANIVELEI DC

S-au adoptat următoarele dimensiuni ale mecanismului: $a=30$; $b=50$; $x_A=20$. Legile de mișcare ale elementelor conducătoare s-au considerat corelate prin relația: $\varphi = c\psi$. În imaginile de mai jos

3. RESULTS OBTAINED AT A ROTATION OF THE DC CRANK

They were adopted the following mechanism dimensions: $a = 30$, $b = 50$, $x_A = 20$. The motion laws of the leading elements were considered related by the

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 .

În fig. 2 se văd pozițiile succesive ale bielei BC, cu lungime variabilă, pentru o rotație completă a elementului DC. Aici s-a luat $c=0$, deci $\varphi=0$, adică elementul AB staționează pe axa x, mecanismul transformându-se într-un mecanism cu $M=1$, de tip R-RTR. Dimensiunile mecanismului respectă condiția $b=a+x_A$ (pentru a se permite mișcarea), de aceea biela BC are și lungimea egală cu zero când C se suprapune cu B.

Pentru $c=0,5$ a rezultat fig. 3, constatându-se că BC înfășoară o parte a unei spirale arhimedice.

formula: $\varphi = c\psi$. In the figures 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 .

In Fig. 2 successive positions of the BC rod are seen, with variable length, for a full rotation of the DC element. Here it was calculated $c = 0$, so $\varphi = 0$, ie AB element lays on the x axis, the mechanism is transformed into a mechanism with $M = 1$, of R-RTR type. The mechanism dimensions respect the condition $b = a + x_A$ (to allow the movement), this is why the BC rod has its length equal to zero when C coincides with B.

For $c = 0.5$ it resulted the Fig. 3, founding that BC wraps a part of an Archimedic spiral.

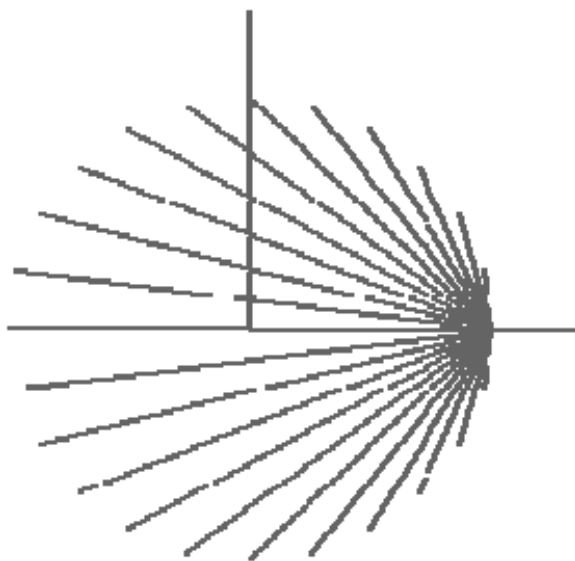


Fig. 2

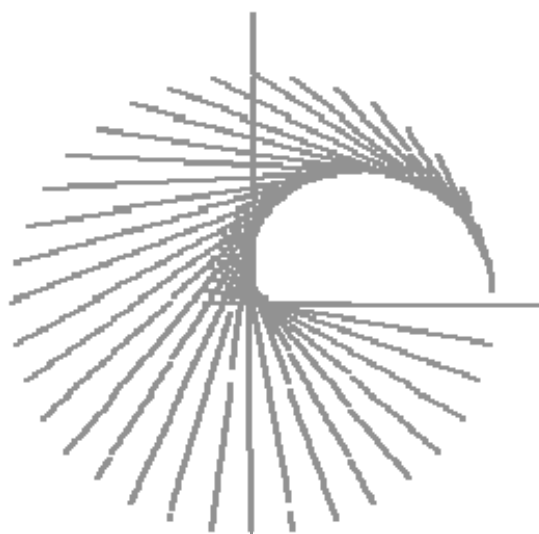


Fig. 3

Mișcarea mecanismului se poate urmări și din diagrama din fig. 4, rezultată tot pentru $c=0,5$. În fig. 4 se arată variația liniară a unghiului φ cu unghiul ψ , precum și variația lungimii bielei BC. Variația lui BC este neliniară, pornind de la zero.

Dacă însă $c = -0,5$, adică elementele conducătoare se rotesc în sensuri contrare,

The mechanism movement may be followed up in the diagram in Fig. 4, resulting also for $c = 0.5$. In Fig. 4 it is shown the linear variation of the φ angle with the ψ angle, in addition to the length variation in BC rod. BC variation is nonlinear, starting from zero.

But if $c = -0.5$, ie the leading elements rotate in opposite directions, we

se obține fig. 5, complet diferită de fig.3, unde biela BC înfășoară o altă curbă.

obtain Fig. 5, completely different from fig.3, where BC rod wraps another curve.

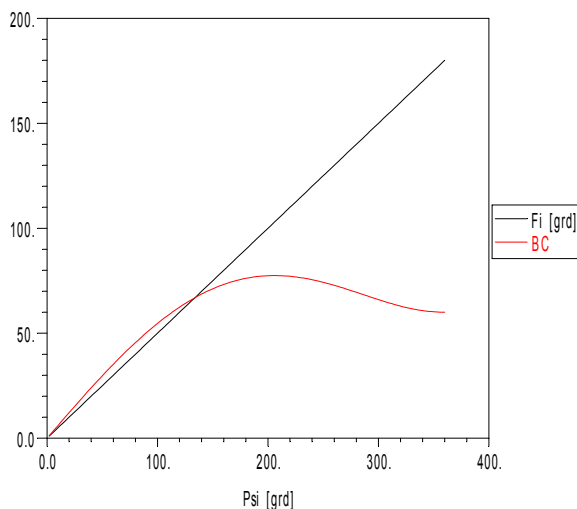


Fig. 4

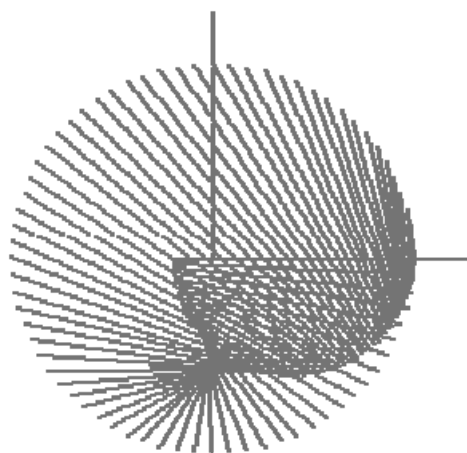


Fig. 5

În fig. 6 se arată diagrama cu variațiile lui φ (liniară) și a lui BC (neliniară).

In Fig. 6 is shown the diagram with the variations of φ (linear) and of BC's (nonlinear).

Diagramele din fig. 4 și 6 sunt complet diferite la schimbarea sensurilor de rotație.

The diagrams of Fig. 4 and 6 are completely different at changing the sense of rotation. Similar situations are found in Fig. 7 and 8, resulted for $c = 1$ and $c = -1$, ie the angles of the two cranks are identical in meaning and value (Fig. 7) or with opposite directions (Fig. 8).

Situații similare se întâlnesc în fig. 7 și 8, rezultate pentru $c=1$ și $c= -1$, adică unghiurile celor două manivele sunt identice ca valoare și ca sens (fig. 7) sau cu sensuri contrare (fig. 8).

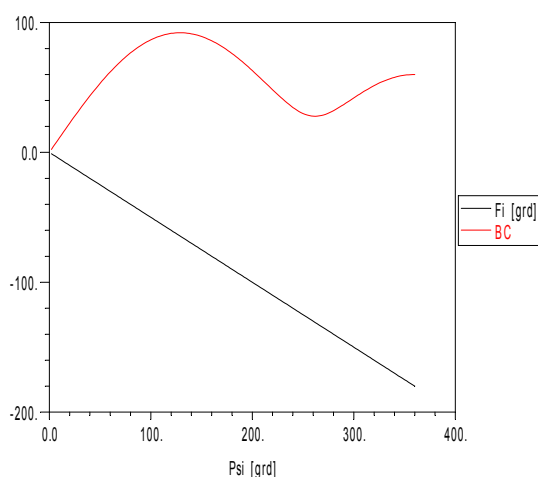


Fig. 6

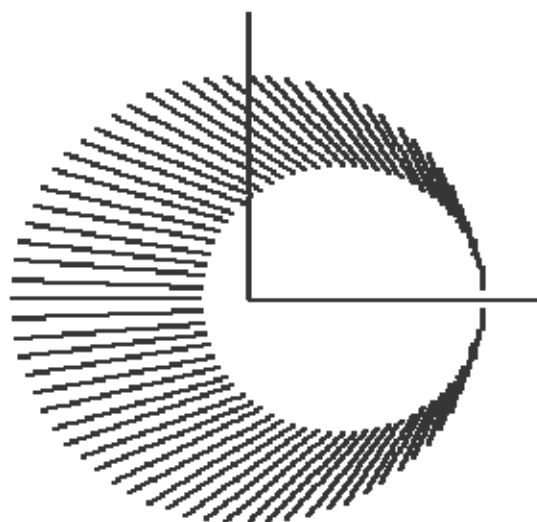


Fig. 7

În fig. 9 se prezintă pozițiile succesive ale bielei BC pentru $c=1,5$. Se

In Fig. 9 are presented successive positions of the BC connecting rod for $c =$

constată unele linii frânte, însă biela BC rămâne permanent dreaptă. Explicația se observă în fig. 10 ($\psi=0\dots180$), și în fig. 11 ($\psi=180\dots360$), adică e tot biela BC dar la poziții diferite ale mecanismului ($\varphi = 1,5\psi$, deci AB execută o jumătate de rotație în plus față de DC). Situații similare se întâlnesc și la unele figuri de mai jos.

1.5. There are some broken lines, but BC rod remains permanently straight. The explanation is shown in Fig. 10 ($\psi = 0 \dots 180$), and in Fig. 11 ($\psi = 180 \dots 360$), meaning it is the same BC rod mechanism but at different positions of the mechanism ($\varphi = 1.5\psi$, so AB is running a half-rotation in addition to DC). Similar situations are encountered to some figures below.

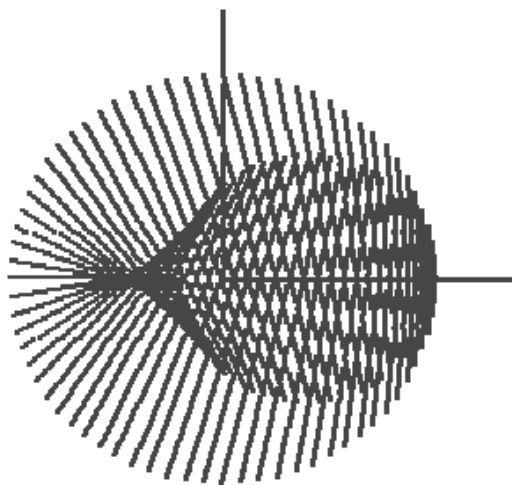


Fig. 8

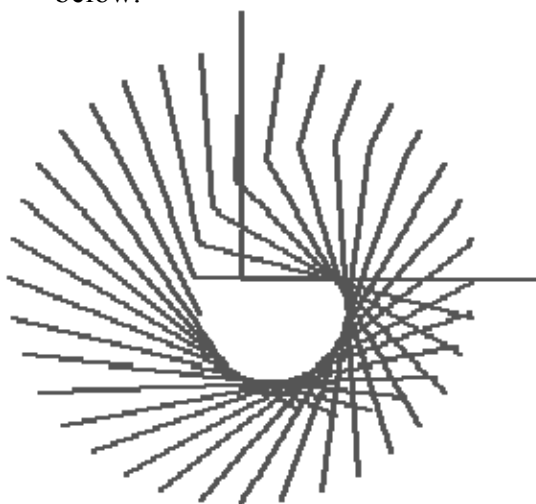


Fig. 9

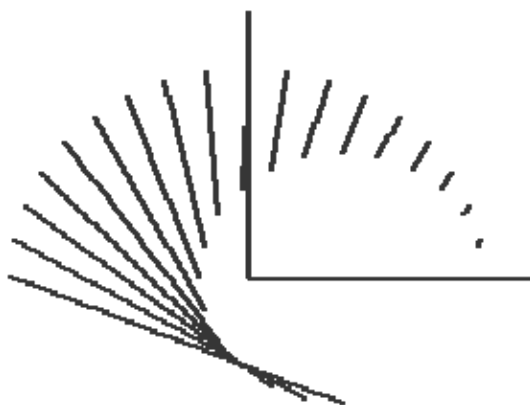


Fig. 10

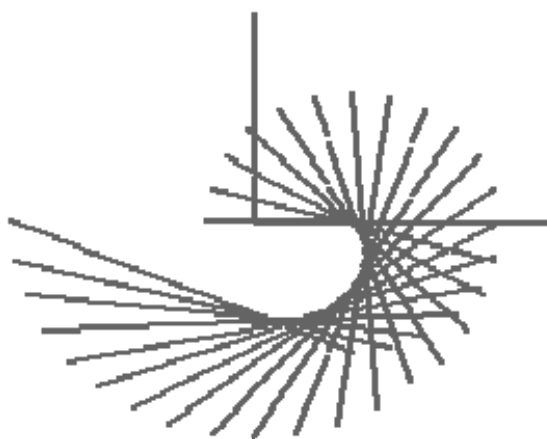


Fig. 11

În fig. 12 apar pozițiile bielei BC pentru $c = -1,5$. Și aici apar anumite linii prelungite și poziții ale bielei BC intersectate. Pozițiile pe subintervale se dau în fig. 13 ($\psi=0\dots180$), și în fig. 14 ($\psi=180\dots360$).

In Fig. 12 BC rod positions appear for $c = -1.5$. Here also appear some long lines and positions of the BC rod crossing. Positions subintervals are given in Fig. 13 ($\psi = 0 \dots 180$), and in Fig. 14 ($\psi = 180 \dots 360$).

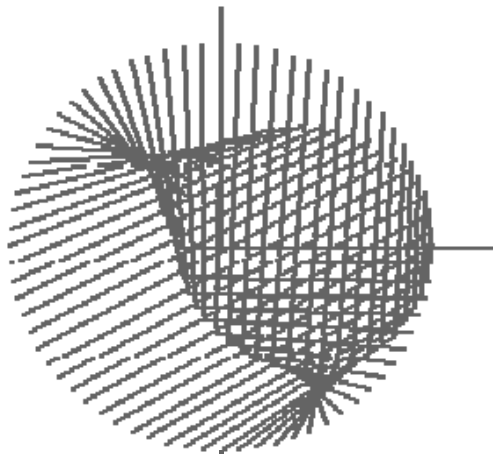


Fig. 12

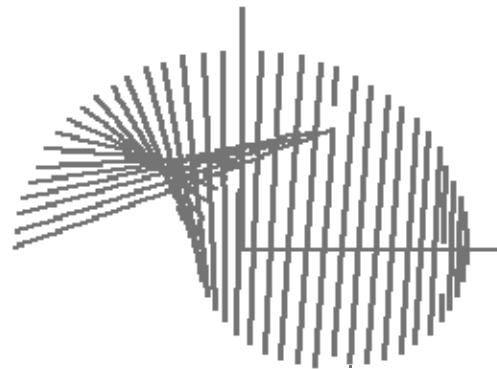


Fig. 13

În fig. 15 apar pozițiile bieiei BC pentru $c=2$, iar în fig. 16 pentru $c=-2$, observându-se imagini complet diferite, din cauza schimbării sensurilor de rotație.

In Fig.15 appear the positions of BC rod for $c = 2$, and in Fig. 16 for $c = - 2$, images were completely different, due to the change of rotation direction.

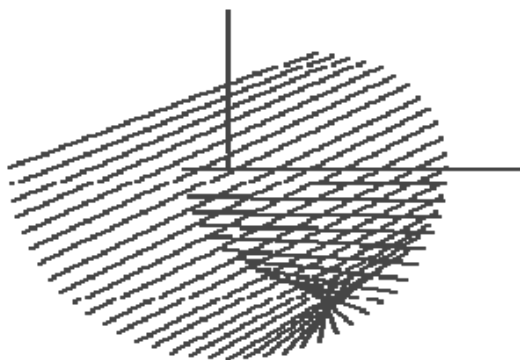


Fig. 14

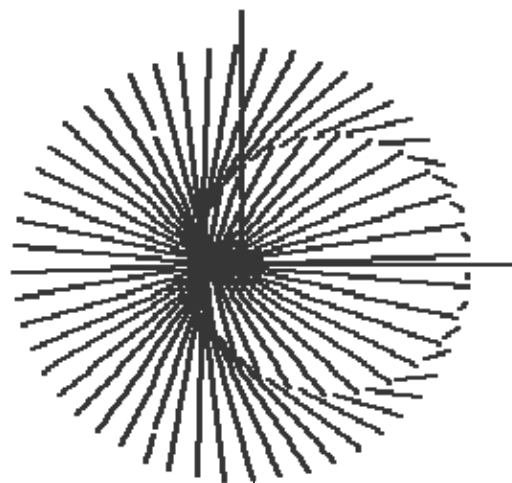


Fig. 15

S-au mai determinat pozițiile succesive ale bieiei BC și pentru alte cazuri, după cum se constată în:

- fig. 17 pentru $c=3$
- fig. 18 pentru $c=- 3$
- fig. 19 pentru $c=5$
- fig. 20 pentru $c=- 5$
- fig. 21 pentru $c=10$
- fig. 22 pentru $c=- 10$.

They were also determined the successive positions of the BC rod resulted in other cases, as stated in:

- fig. 17 for $c=3$
- fig. 18 for $c=- 3$
- fig. 19 for $c=5$
- fig. 20 for $c=- 5$
- fig. 21 for $c=10$
- fig. 22 for $c=- 10$.

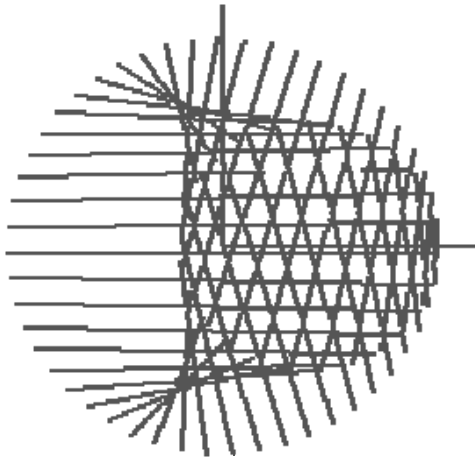


Fig. 16

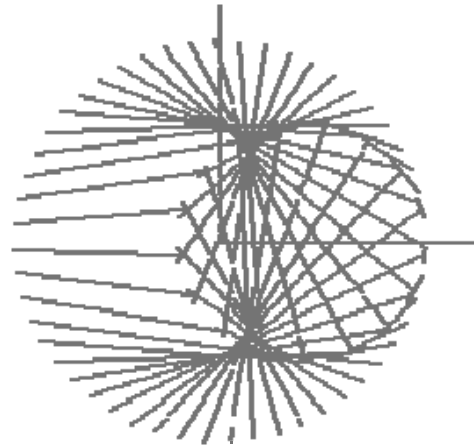


Fig. 17

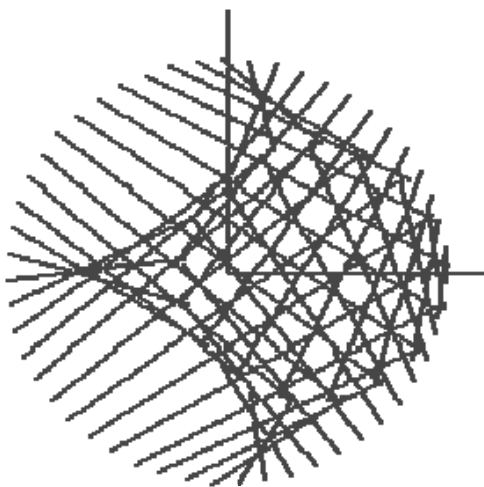


Fig. 18

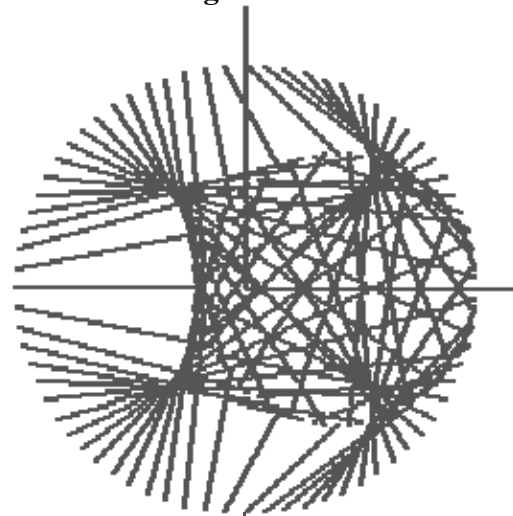


Fig. 19

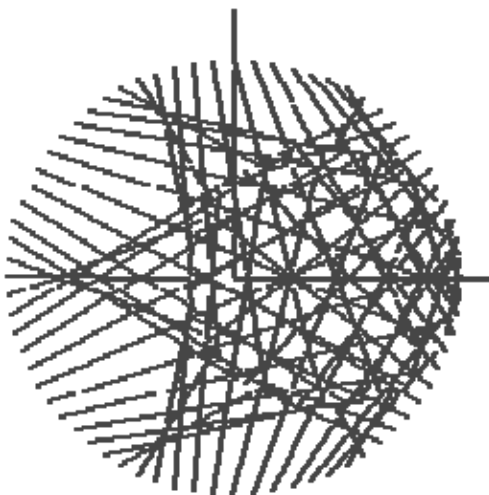


Fig. 20

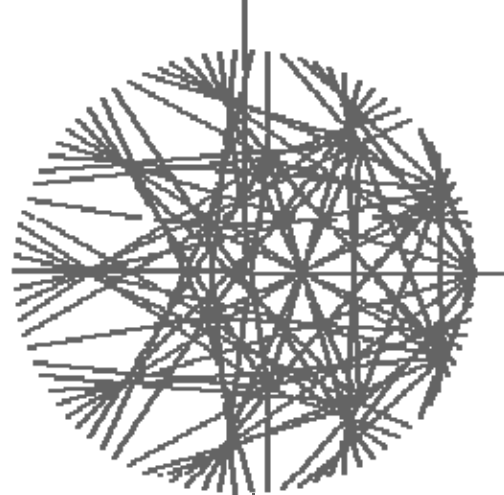


Fig. 21

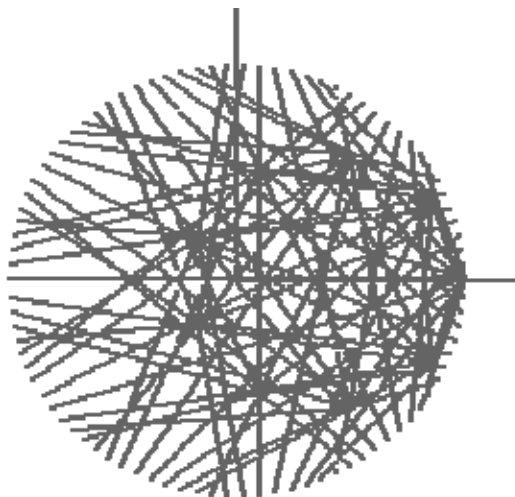


Fig. 22

Se observă că prin creșterea numărului c , imaginile devin mai complicate, ele redându-se mai sus cu pași de ciclare diferiți pentru a nu se suprapune prea multe linii.

It is noted that by increasing c number, the figures become more complicated, they are restored above with different cycling steps, for not overlapping too many lines.

4. REZULTATE OBTINUTE LA MAI PUȚIN SAU MAI MULT DE O ROTAȚIE A MANIVELEI DC

S-au modificat : coeficientul c precum și numărul de rotații, n , ale manivelei DC, desenându-se pozițiile succesive ale bielei BC. Astfel, în fig. 23 se arată imaginea pentru $c=0,5$ și $n=2$, adică DC execută două rotații complete, iar AB face o singură rotație. Se observă că biela BC înfășoară un melc Pascal.

O figură complet diferită rezultă la $c= - 0,5$, $n=2$ (fig. 24), adică la schimbarea sensurilor de rotație.

În mod similar s-au obținut imaginile din:

- fig. 25 pentru $c= 2$ și $n=2$
- fig. 26 pentru $c= - 2$ și $n=2$
- fig. 27 pentru $c= 1,5$ și $n=3$
- fig. 28 pentru $c= - 1,5$ și $n=3$.

4. RESULTS OBTAINED IN LESS OR MORE THAN ONE ROTATION OF THE DC CRANK

They have been changed: the c coefficient and the number of rotations, n , of the DC crank, mapping the successive positions of BC rod. Thus, in Fig. 23 is given the image for $c = 0.5$ and $n = 2$, ie DC runs two complete rotations, and AB runs a single rotation. It is noted that BC rod wraps a Pascal snail.

A completely different figure appears in $c = - 0.5$, $n = 2$ (Fig. 24), ie to change of rotation directions.

Similarly, images were obtained:

- fig. 25 for $c= 2$ and $n=2$
- fig. 26 for $c= - 2$ and $n=2$
- fig. 27 for $c= 1,5$ and $n=3$
- fig. 28 for $c= - 1,5$ and $n=3$.

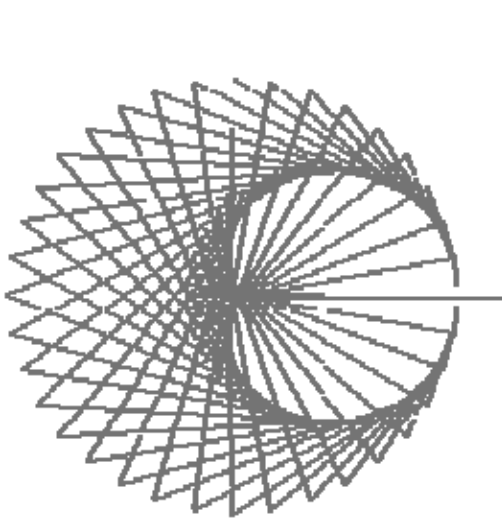


Fig. 23

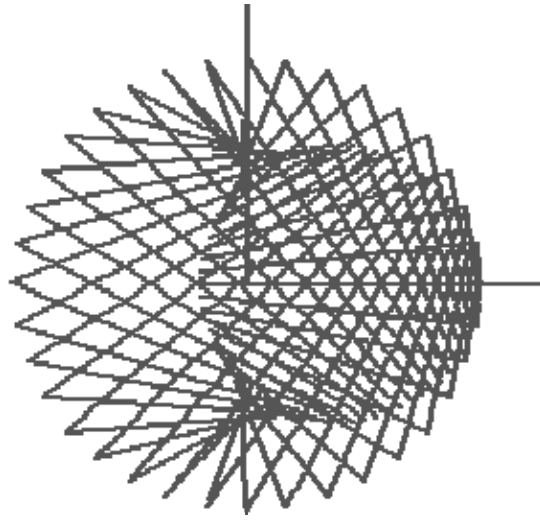


Fig. 24

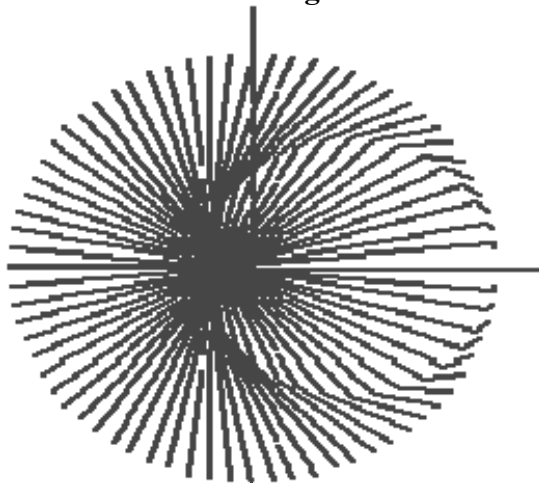


Fig. 25

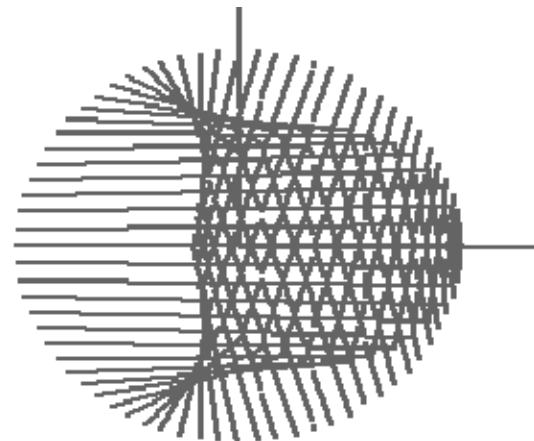


Fig. 26

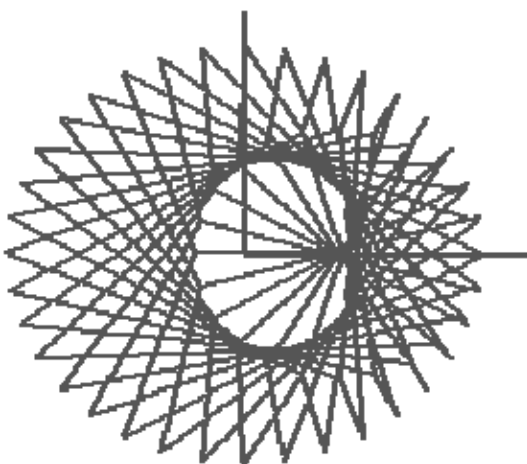


Fig. 27

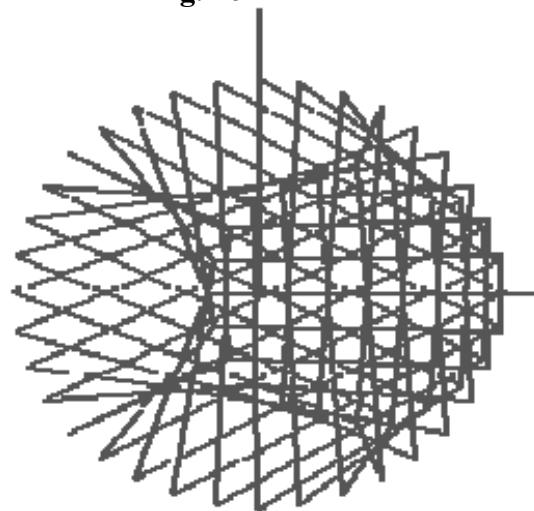


Fig. 28

Se constată că rezultă alte imagini și că sunt posibile și mai multe soluții în

It is clearly apparent that results other images and that they are possible more

funcție de c și n .

solutions depending on c and n .

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. Un exemplu este dat în fig. 2, când $c=0$, deci AB staționează, rezultând mișcarea mecanismului R-RTR. În fig. 29 se arată pozițiile lui BC pentru cazul când DC rămâne înclinat la 60 grade, iar AB execută o rotație completă. A rezultat tot un mecanism R-RTR, dar schimbându-se elementul conducător față de fig. 2

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, ie a leading element is moving at an angle, remains in that position and the second leading element executes a complete rotation. An example is shown in Fig. 2, where $c = 0$, so AB is stationary, resulting the movement of R-RTR mechanism. In Fig. 29 are shown BC positions in case that DC remains tilted at 60 degrees, and AB performs a complete rotation. It resulted also an R-RTR mechanism, but changing the leading element from Fig. 2.

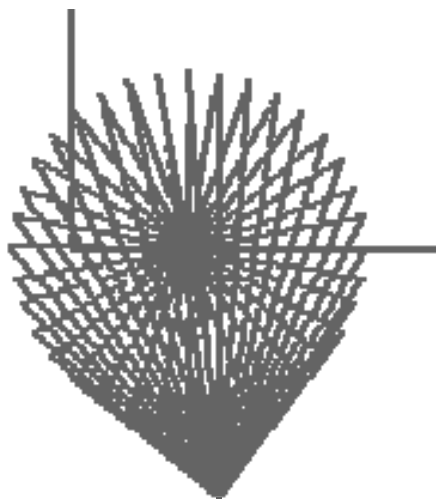


Fig. 29

Pozițiile succesive de staționare a lui DC, vor deplasa punctul fix (jos în fig. 29), într-o succesiune de puncte similare.

Successive stationary positions of DC, will shift the fixed point (bottom in Fig. 29), in a succession of similar points.

6. CONCLUZII

- Mecanismele cu $M=2$ au mai multe posibilități cinematice decât cele cu $M=1$, deoarece se pot alege convenabil relațiile dintre coordonatele generalizate.

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

6. CONCLUSIONS

- Mechanisms with $M = 2$ have more kinematics opportunities than those with $M = 1$, because they can be chosen convenient the relations between the generalized coordinates.

- Obtain different positions if rotation senses of leading elements are the same or

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

- Multe din imaginile obținute au forme estetice.

otherwise.

- If movements occur intermittently it reaches mechanisms with $M = 1$, with fewer opportunities.

- Many of the images obtained are aesthetics.

BIBLIOGRAFIE

1. Donald J. Christensen; Casey Hanlon – Active rudder Pedal Mechanism With Foreign Object Strike Tolerance and Articulating Brake-Patent 7726611-USA.

2. Kumar, V. - MEAM 211. Analysis of Simple Planar Linkages. <http://www.seas.upenn.edu/~meam211/slides/analysis.pdf>

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

4. Popescu I., Luca, L., Cherciu, M. – Traectorii și legi de mișcare ale unor mecanisme, Editura Sitech, Craiova, 2011.

5. Saggere, L., Kota, S. - Synthesis of Planar, Compliant Four-Bar Mechanisms for Compliant-Segment Motion Generation. Journal of Mechanical Design, december 2001, Vol. 123/ 541.

REFERENCES

1. Donald J. Christensen; Casey Hanlon – Active rudder Pedal Mechanism With Foreign Object Strike Tolerance and Articulating Brake-Patent 7726611-USA.

2. Kumar, V. - MEAM 211. Analysis of Simple Planar Linkages. <http://www.seas.upenn.edu/~meam211/slides/analysis.pdf>

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

4. Popescu I., Luca, L., Cherciu, M. – Traectorii și legi de mișcare ale unor mecanisme, Editura Sitech, Craiova, 2011.

5. Saggere, L., Kota, S. - Synthesis of Planar, Compliant Four-Bar Mechanisms for Compliant-Segment Motion Generation. Journal of Mechanical Design, december 2001, Vol. 123/ 541.