



A X-a Conferință Națională multidisciplinară - cu participare internațională,
"Profesorul Dorin PAVEL - fondatorul hidroenergeticii românești",
SEBEȘ, 2010

MULTIPLICATOARE DE FRECVENȚĂ MECANICE

Ioan I. POP, Paul M. VIDICAN

MECHANICAL FREQUENCY MULTIPLIER

This paper work relates to new and useful improvements in devices that convert and transmit power. At this new type of transmission beyond the problems that concern the stability of system another necessity is that of frequency multiplication since the mechanism works as self-regulating geared. Author of such type of transmission has provided a number of solution for this problem. This paper work contain a relatively detailed analysis of the phenomenon of multiplication and study the main opportunity to achieve multiplication.

Cuvinte cheie: transmisie mecanică neconventională, auto-adaptare a raportului de transmitere, multiplicare de frecvență

1. Considerații generale

Mecanismul de transmitere a puterii Constantinescu, pe care autorul l-a numit sugestiv "convertor", a stârnit un considerabil interes în lumea specialiștilor în domeniu și îndeosebi a automobileștilor, spre sfârșitul anului 1923.

Această construcție care funcționează pe principii noi diferă față de toate aparatele anterior cunoscute și formează singur o clasă de mecanisme, cu performanțe superioare, care așa cum a demonstrat matematic autorul, nu pot fi atinse de nici un alt mecanism, fie el mecanic, hidraulic sau electric: "My convertor is in a class by itself, the

results which can be obtained with it are not obtainable or even approached by any other mechanism, whether mechanical, hidraulic, or even electrical".

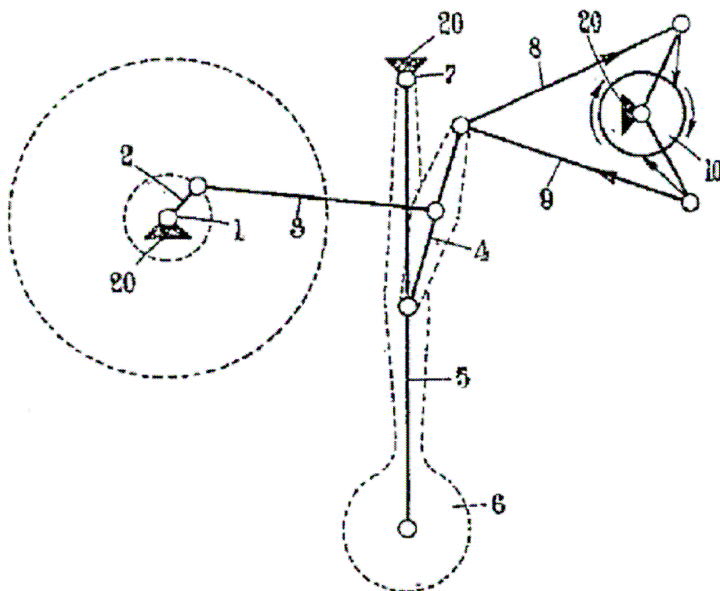


Fig. 1 Mecanismul de transmitere a puterii Constantinescu

În figura 1 arborele conducător 1 este conectat prin manivela 2 și pârghia de legătură 3 în zona centrală a levierului plutitor 4 al cărui punct inferior este conectat la o pârghie 5 care transportă o masă 6 și pivotează în jurul articulației fixe 7.

Celălalt capăt al levierului flotant 4 este legat prin intermediul tijelor 8, 9 la un dispozitiv de transmitere unidirecțional care acționează în mod alternativ asupra rotorului 10 pe o singură direcție.

2. Variante constructive pentru multiplicare

Mecanismele din figurile (2) și (3), se referă la variante constructive destinate multiplicării frecvenței de oscilație la dispozitivele unidirecționale comandate pentru multiplicarea vitezei de rotație a arborelui condus, ca scop principal, și la unele îmbunătățiri în ceea ce privește condițiile de autostabilitate dinamică a lor.

Metoda de multiplicare este aplicabilă la multe dispozitive din această clasă, indiferent de tipul constructiv al unidirecționalelor fie cu clichet sau fie cu fricțiune.

În varianta constructivă prezentate în figura 2, există o legătură relativ scurtă, numită legătură de stabilizare, pivotantă la un punct fix b și având la capătul a pivotul conducător c care este oscilat, de legătura d conectată la un punct comun e unei legături mobile f, și unei legături g pivotantă la un punct fix h.

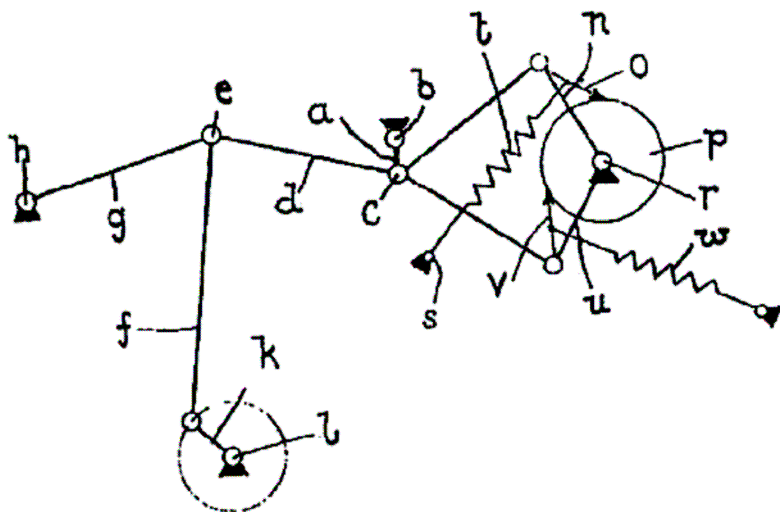


Fig. 2 Variantă constructivă destinată multiplicării frecvenței de oscilație la dispozitivele unidirecționale

Mișcarea este aplicată legăturii f de către manivela k pe tija mobilă l.

Pivotul c este conectat printr-o tijă cu un membru oscilant n ce poartă un clichet sau alt dispozitiv de tip piedică, care acționează asupra rotorului p pivotant pe o axă fixă r.

Clichetul este conectat la un punct fix s printr-un arc t. În această formă la care manivela k rotește punctul comun e, ea oscilează și transmite mișcarea pivotului c, care, datorită poziției relative a pivotului fix, determină componenta n să oscileze cu dublul frecvenței pivotului e.

În consecință, două impulsuri sunt transmise prin clichetul rotorului p în timpul fiecărei rotații a manivelei k.

În figura 3 se ilustrează o variantă pentru cvadruplarea frecvenței, mișcarea de la arborele de intrare fiind împărțită între o inerție oscilantă și un pivot conducător prin care energia este transmisă arborelui de ieșire conform metodei punctului comun.

În această variantă a mecanismului, manivela conducătoare 1 este conectată prin intermediul brațului 2 la un punct comun 3, care este conectat cu ajutorul pârgheii 4 la manivela 6, care induce o mișcare oscilantă volantului inerțial 7 și prin intermediul tijeii 5 la un pivot conducător 8, de pe elementul stabilizator 9, care are posibilitatea de oscila în jurul unui punct fix.

Pivotul 8 este conectat prin intermediul brațului 10 la un punct intermediar pe elementul 11, care oscilează în jurul punctului 12 și are la capătul liber pivotul 13, conectat prin intermediul tijeii 14 la membrul oscilant 15, care se mișcă relativ față de pivotul fix 17 și este echipat cu mecanismul cu clichet 15, care acționează arborele de ieșire într-o singură direcție.

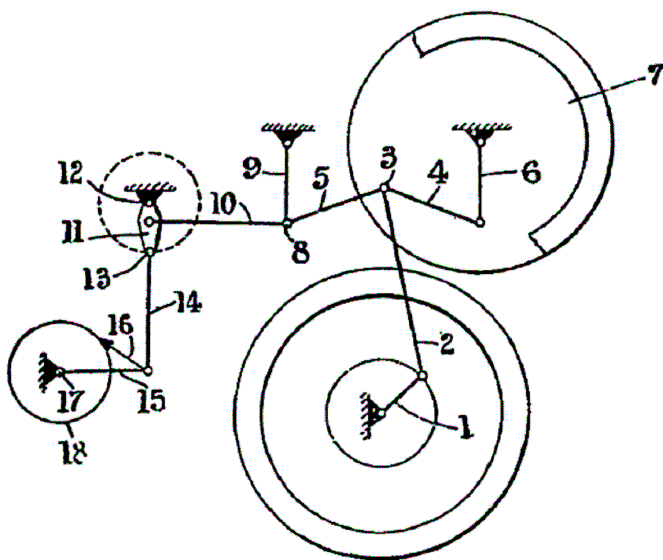


Fig. 3 Variantă constructivă destinată multiplicării frecvenței de oscilație la dispozitivele unidirecționale

Se poate observa că în acest caz poziția relativă a pivoților este în așa fel încât frecvența de mișcare a pivotului conducător 8, pe direcția orizontală este dublă față de cea a manivelei conducătoare 1, în timp ce frecvența mișcării pivotului condus 13, pe o direcție verticală este dublă față de cea a pivotului conducător 8 pe direcția orizontală.

3. Descrierea mecanismului pentru multiplicarea frecvenței

Pentru prezentarea modului în care se realizează multiplicarea frecvenței la mecanismele mai sus descrise sunt necesare unele precizări referitoare la modul în care funcționează mecanismul bielă-manivelă.

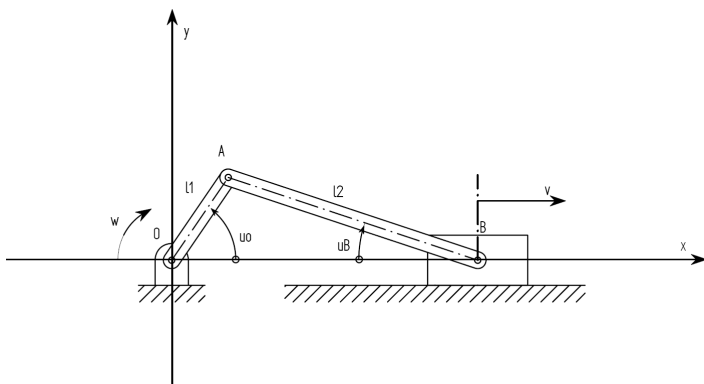


Fig. 4 Funcționarea mecanismul bielă-manivelă

La acest tip de mecanism reprezentat grafic în figura 4, la o rotație completă a elementului OA, punctul B situat pe pârghia AB efectuează o mișcare alternantă în jurul poziției medii definită de caracteristicile geometrice l_1 , l_2 .

Amplitudinea acestei mișcări este dată de valoarea l_1 a elementului OA.

Perioada acestei mișcări este dată de frecvența de rotație a elementului OA.

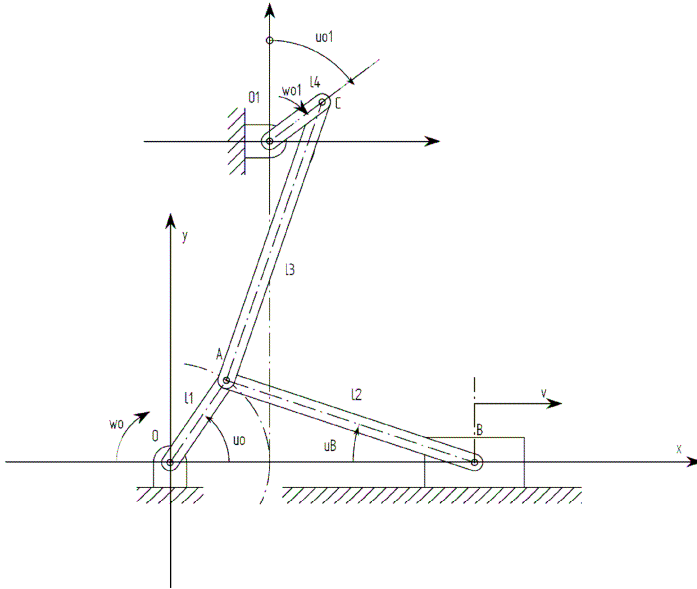


Fig. 5 Mecanism pentru multiplicarea frecvenței

4. Analiză geometrică și cinematică

În cele ce urmează se vor prezenta expresiile analitice ale componentelor geometrice și cinemate utile pentru demonstrarea efectului de dublare a frecvenței în cazul mecanismului prezentat în figura 5, față de mecanismul din figura 4.

Cu referință la figura 4, coordonata geometrică a punctului B raportată la originea sistemului de referință OXZ este dată de expresia :

$$x_B = \sqrt{l_2^2 - \sin(u_0)^2 l_1^2} + \cos(u_0) l_1 \quad (1)$$

Unghiul u_0 , care este format de pârghia OA și de axa OX a sistemului de referință, poate fi exprimat în funcție de viteza unghiulară a brațului în punctul O, cu relația:

$$u_0(t) = \omega t \quad (2)$$

Prin înlocuirea relației (2) în (1) se obține variația temporară a coordonatei punctului B :

$$x_B(t) = \sqrt{l_2^2 - \sin(\omega t)^2 l_1^2} + \cos(\omega t)l_1 \quad (3)$$

Derivarea relației (3) duce la obținerea expresiei vitezei liniare a punctului B, în relația (4) fiind prezentată forma ei generală, iar în relația (5) forma ei explicită:

$$v_B(t) = \frac{d}{dt}(\sqrt{l_2^2 - \sin(\omega t)^2 l_1^2} + \cos(\omega t)l_1) \quad (4)$$

$$v_B(t) = -\frac{\sin(\omega t)l_1^2 \cos(\omega t) \cdot \omega}{\sqrt{l_2^2 - \sin(\omega t)^2 l_1^2}} - \sin(\omega t)\omega l_1 \quad (5)$$

Referitor la figura 5 coordonatele punctului A, în particular A_x , A_y pot fi exprimate în funcție de coordonatele relative ale sistemului cartezian $O_1x_1y_1$ la sistemul Oxy , de unghiul u_{O1} dintre pârghia O_1C și axa O_1x_1 și lungimile pârghiilor O_1C , CA prin intermediul următoarelor expresii:

$$\begin{aligned} A_x(x_{O1}, y_{O1}, l_1, l_3, l_4, u_{O1}, Ter) &= \frac{1}{2Ter} ((x_{O1} - \cos(u_{O1}))l_4) \\ &+ (l_4^2 - l_3^2 + l_1^2 + x_{O1}^2 + y_{O1}^2 - 2\sin(u_{O1})y_{O1}l_4 - 2\cos(u_{O1})x_{O1}l_4) \\ &+ (y_{O1} - \sin(u_{O1})l_4)\sqrt{-l_3 + l_1 + \sqrt{Ter}} \\ &\sqrt{l_3 - l_1 + \sqrt{Ter}}\sqrt{l_3 + l_1 - \sqrt{Ter}}\sqrt{l_3 + l_1 + \sqrt{Ter}} \end{aligned} \quad (6)$$

$$\begin{aligned}
 A_y(x_{O1}, y_{O1}, l_1, l_3, l_4, u_{O1}, Ter) &= \frac{1}{2Ter} ((y_{O1} - \sin(u_{O1}))l_4) \\
 (l_4^2 - l_3^2 + l_1^2 + x_{O1}^2 + y_{O1}^2 - 2\sin(u_{O1})y_{O1}l_4 - 2\cos(u_{O1})x_{O1}l_4) & \\
 -(x_{O1} - \cos(u_{O1}))l_4) \sqrt{-l_3 + l_1 + \sqrt{Ter}} & \\
 \sqrt{l_3 - l_1 + \sqrt{Ter}} \sqrt{l_3 + l_1 - \sqrt{Ter}} \sqrt{l_3 + l_1 + \sqrt{Ter}} &
 \end{aligned} \tag{7}$$

unde Ter este definit de funcția:

$$\begin{aligned}
 Ter(x_{O1}, y_{O1}, l_4, u_{O1}) &= l_4^2 + x_{O1}^2 + y_{O1}^2 - 2\sin(u_{O1})y_{O1}l_4 \\
 -2\cos(u_{O1})x_{O1}l_4 &
 \end{aligned} \tag{8}$$

Având determinate coordonatele articulației A respectiv A_x, A_y se poate scrie forma analitică a unghiului u_0 dintre axa Ox și brațul OA :

$$u_0(x_{O1}, y_{O1}, l_1, l_3, l_4, u_{O1}) = \arctg\left(\frac{A_y(x_{O1}, y_{O1}, l_1, l_3, l_4, u_{O1})}{A_x(x_{O1}, y_{O1}, l_1, l_3, l_4, u_{O1})}\right) \tag{9}$$

unde formele analitice ale coordonatelor A_x, A_y s-au obținut prin înlocuirea expresiei (8) în relațiile (6) și (7).

Coordonata articulației B poate fii exprimată astfel:

$$\begin{aligned}
 x_B &= \sqrt{l_2^2 - \sin(u_0(x_{O1}, y_{O1}, l_1, l_3, l_4, u_{O1}))^2} l_1^2 \\
 + \cos(u_0(x_{O1}, y_{O1}, l_1, l_3, l_4, u_{O1})) l_1 &
 \end{aligned} \tag{10}$$

În expresia (10), u_{O1} poate fii exprimat în funcție de ω_{O1} :

$$u_{O1}(t) = \omega_{O1}t \tag{11}$$

astfel se obțin expresiile coordonatei B_x și a vitezei sale:

$$x_B(t) = \sqrt{l_2^2 - \sin(u_0(x_{O1}, y_{O1}, l_1, l_3, l_4, \omega_{O1}t))^2} l_1^2 + \cos(u_0(x_{O1}, y_{O1}, l_1, l_3, l_4, \omega_{O1}t)) l_1 \quad (12)$$

$$v_B(t) = \frac{d}{dt} \left(\sqrt{l_2^2 - \sin(u_0(x_{O1}, y_{O1}, l_1, l_3, l_4, \omega_{O1}t))^2} l_1^2 + \cos(u_0(x_{O1}, y_{O1}, l_1, l_3, l_4, \omega_{O1}t)) l_1 \right) \quad (13)$$

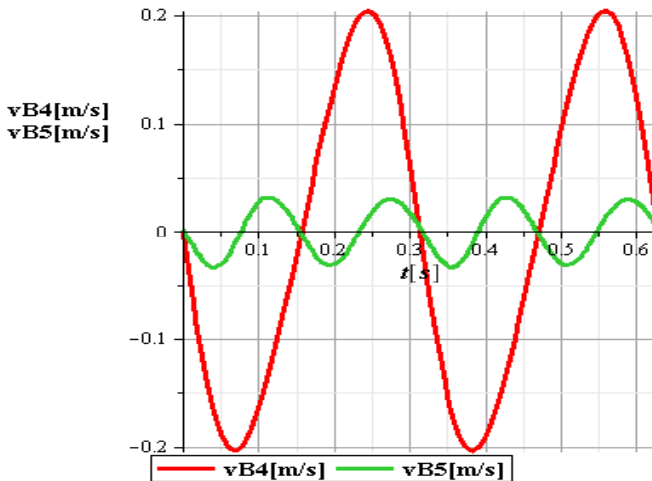


Fig. 6 Variația vitezelor articulației B pentru cele 2 cazuri

Prin înlocuirea constantelor $l_1 = 10$ mm, $l_2 = 40$ mm, $l_3 = 50$ mm, $l_4 = 5$ mm, $x_{O1} = 10$ mm, $y_{O1} = 50$ mm, $\omega = 20$ rad/s în relațiile (6) și (12) se obțin în figura 6 variațiile vitezelor articulației B pentru cazul din figura 4 respectiv v_{B4} și pentru cazul din figura 5 respectiv v_{B5} .

5. Concluzii

Având în vedere cele prezentate mai sus, concluziile sunt următoarele: