

(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2020 00311

(22) Data de depozit: 03/06/2020

(41) Data publicării cererii:
30/12/2021 BOPI nr. 12/2021

(71) Solicitant:
• ZAMFIR MARIAN,
BD. MIRCEA CEL BĂTRÂN, NR.4, BL.G4,
ET.2, AP.2, TÂRGOVIȘTE, DB, RO

(72) Inventatori:
• ZAMFIR MARIAN,
BD. MIRCEA CEL BĂTRÂN, NR.4, BL.G4,
ET.2, AP.2, TÂRGOVIȘTE, DB, RO

(54) TURBINĂ EOLIANĂ PRIN EFECT MAGNUS

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o turbină eoliană destinată industriei energetice pentru producerea energiei electrice sau destinată agriculturii, pentru acționarea unor pompe de irigație. Turbina conform invenției este constituită din cel puțin două cupe (C 1 și C2) formate din câte două jumătăți de cupe (9, 10 și 11, 12) fixe și culisante, prevăzute cu ferestre în care sunt montați niște cilindri (18, 19, 20 și 21) contrarotativi Magnus, care pot produce atât forțe motoare, cât și forțe de frânare, prin care se asigură o creștere a randamentului și o fiabilitate într-o plajă largă de viteze ale vântului, 4-28 m/s.

Revendicări: 8
Figuri: 8

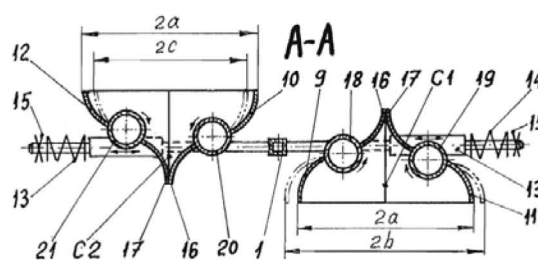


Fig. 2



OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI
Cerere de brevet de invenție
Nr. a 220 00311
Data depozit ..03..06..2020....

TURBINĂ EOLIANĂ PRIN EFECT MAGNUS

Invenția se referă la o turbină eoliană cu minim două cupe și minim patru cilindri pentru aplicarea efectului Magnus, destinată industriei energetice pentru producerea energiei electrice sau destinată agriculturii, pentru acționarea unor pompe de irigație, turbina este fiabilă într-o plajă largă a vitezei vântului, 4 - 28 m/s.

Este cunoscută o turbină Savonius cu pereți deflector de aer, DE102011100630A / 2012. Este cunoscut un rotor Savonius modificat, patent US7008171B1 /2006; aceste turbine eoliene au dezavantajul unei rezistențe aerodinamice mari ale cupei pe semicursa de întoarcere, care se deplasează contra vântului natural cumulat cu vântul artificial. Sunt cunoscute, de asemenea, turbinele eoliene prin efect Magnus, conform brevetelor de invenție, US4446379 / 1984, US6375424B1 /2002 ; acestea au dezavantajul unui randament mic, deoarece cilindrii Magnus, corpurile rotitoare efectuează și o mișcare de revoluție cu schimbarea direcției axei de rotație, schimbarea axei momentului de volant conduce la pierderi de energie.

Scopul invenției este creșterea randamentului turbinelor eoliene cu cupe.

Problema pe care o rezolvă invenția, constă în producerea unei forțe Magnus care să contracareze forța mare de rezistență aerodinamică a cupei care se deplasează pe cursa de întoarcere, pe semiciclu în care viteza liniară a cupei este în contrasens cu viteza vântului natural.

Turbina eoliană prin efect Magnus, conform invenției, înlătură dezavantajele menționate mai sus, prin aceea că este constituită dintr-un arbore central pe care sunt fixate minim o pereche de traverse care susțin de o parte și de alta a arborelui, minim o cupă rigidă – cu deschidere constantă $2a$, sau o cupă flexibilă - cu deschidere variabilă $2b > 2a$ pe semicursa de dus și $2c < 2a$ pe semicursa de întoarcere a cupei, cupe ce se pot dezmembra automat, sub acțiunea forței centrifuge, cupe formate din jumătăți detașabile, în scopul creșterii fiabilității turbinei, într-o plajă largă de viteze ale vântului, cupele își modifică rezistența aerodinamică în funcție de viteza vântului, fiecare cupă conține minim o pereche de cilindri Magnus

contrarotativi, cilindri netezi acționați de motoare electrice sau, în scopul utilizării energiei vântului și pentru antrenarea cilindrilor în mișcare de rotație, se utilizează cilindri spirali, cilindri prevăzuți cu concavități, cu nervuri elastice de-a lungul generatoarelor, cilindri prevăzuți cu benzi flexibile fixate pe generatoarele cilindrilor, fiecare cilindru este amplasat într-o fereastră a unui perete deflector ondulat, care are forma literei S sau succesiune de S-uri, în secțiune transversală, arborii cilindrilor mezi sunt fixați pe traverse, iar arborii cilindrilor extremi sunt fixați pe manșoane culisante pe traverse, spațiile pînă la capetele traverselor sunt ocupate de resorturi reglabile cu ajutorul unor piulițe, în scopul utilizării forțelor centrifuge pentru protecția motorului eolian în cazul vântului prea puternic, protecție prin dezmembrarea cupelor, prin îndepărtarea jumătăților extreme de cupe, de jumătățile mediane de cupe, în consecință se micșorează cuplul și turația motorului eolian, atât prin reducerea diferenței dintre forțele de rezistență aerodinamică ale cupelor dezmembrate, cât și prin producerea de către cilindrii Magnus pe semiciclul de dus, a unei forte Magnus rezultante care se opune forței vântului natural, iar în situație normală de funcționare, jumătățile de cupe mobile sunt atașate de jumătățile de cupe fixe, cu ajutorul unor benzi feromagnetice și a unor magneți permanenți, randamentul turbinei eoliene fiind mărit de o forță Magnus motoare, forță creată de cilindrii Magnus care se deplasează în sens contrar față de viteza vântului, pe semiciclul de întoarcere, pentru creșterea proporției de utilizare a potențialului eolian, se utilizează două sau trei perechi de traverse, rezultând patru sau șase brațe superioare și patru sau șase brațe inferioare, pe fiecare pereche de brațe se pot monta două sau trei cupe cu jumătăți detașabile, uniformizarea mișcării de rotație a arborelui turbinei eoliene este asigurată și prin folosirea unui volant, montat la baza arborelui turbinei eoliene, robustețea construcției turbinei eoliene se obține prin utilizarea unor ancore atât între vârful arborelui și sol, între vârful arborelui și capetele extreme ale brațelor, cât și două ancore poligonale ce leagă vârfurile extreme ale brațelor, iar pentru utilizarea turbinei eoliene într-o plajă largă de viteze ale vântului se va mări diametrul turbinei eoliene, de exemplu, pentru o viteză periferică maximă de cca. $27,7 \text{ m/s} \approx 100 \text{ km/h}$, compatibilă cu viteza vântului într-o furtună violentă, la un diametru de 2m, turația maximă va fi de 264 rpm, la un diametru de 10 m, turația maximă va fi 53 rot/min $\approx 1 \text{ rot/s}$, dimensiuni și turații realizabile.

Turbină eoliană prin efect Magnus, conform invenției, prezintă următoarele avantaje:

1. Randament crescut, prin suplimentarea cuplului motor rezultat din diferența forțelor de rezistență aerodinamică ale cupelor, cu cuplul motor produs de cilindrii Magnus, care efectuează mișcarea de revoluție, fără schimbarea direcției axei de rotație.

2. Favorizează deplasarea cupei în contrasens cu sensul vântului natural, cilindrii Magnus crează o forță motoare care este opusă forței de rezistență aerodinamică pe cursa de întoarcere.

Se dă în continuare un exemplu de realizare a invenției, în legătură cu figurile, care reprezintă :

- fig. 1, vedere din față în plan vertical, a unei turbine eoliene prin efect Magnus
- fig. 2, secțiune transversală în plan orizontal A-A, reprezentat în fig. 1, printr-o turbină eoliană prin efect Magnus, în regim normal, când viteza vântului este sub 72 km/h.
- fig. 3, secțiune transversală în plan orizontal A-A, reprezentat în fig. 1, printr-o turbină eoliană prin efect Magnus, în regim de autoprotecție, când viteza vântului este 72 – 100 km/h.
- fig. 4, secțiune intercalată a unui cilindru Magnus cu scobituri (caneluri) longitudinale pentru antrenare.
- fig. 5, secțiune intercalată a unui cilindru Magnus cu nervuri elastice longitudinale pentru antrenare.
- fig. 6, desen simplificat și diagrame privind forțele și vitezele implicate în cazul în care cilindrii Magnus au o turație $n_6 \neq 0$, arborele turbinei eoliene are o turație n_1 și viteza vântului este sub 72 km/h.
- fig. 7, desen simplificat și diagramă privind forțele și vitezele implicate în cazul autoprotecției, când cilindrii Magnus au o turație $n_7 \neq 0$, arborele turbinei eoliene are o turație $n' > n_1$, viteza vântului este 72 – 100 km/h.
- fig. 8, desen simplificat și diagramă privind forțele și vitezele implicate în cazul autoprotecției, când cilindrii Magnus au o $n_8=0$, arborele turbinei eoliene are o turație $n'' < n_1$, viteza vântului depășește 100 km/h.

Turbina eoliană prin efect Magnus, conform fig. 1 ÷ 5 este alcătuită dintr-un arbore vertical **1**, două traverse orizontale fixate pe acest arbore, o traversă inferioară **2** și o traversă superioară **3**, un soclu **4** de sprijinire a arborelui prin intermediul unui lagăr **5**, un disc rotitor **6** prevăzut în vârful arborelui, niște ancore **7** între discul **6** și sol, niște ancore **8** între discul **6** și capetele traversei superioare **3**, două jumătăți de cupe ondulate **9, 10**, rigide sau flexibile, fixate pe traverse, două jumătăți de cupe culisante ondulate **11, 12**, rigide sau flexibile, fixate pe niște manșoane, tuburi metalice **13**, culisante față de traverse, tuburile **13** sunt presate de niște resorturi **14**, reglabile cu ajutorul unor piulițe **15**, astfel încât fiecare jumătate de cupă culisantă să fie în poziție apropiată de câte o jumătate de cupă fixă, aceasta fiind starea normală la viteze ale vântului sub 72 km/h, pentru cuplajul lor ferm se folosesc niște benzi feromagnetice **16** și niște magneți permanenți **17**, jumătățile de cupe **9, 11** formează o cupă C_1 rigidă, cu o deschidere constantă $2a$, sau o cupă C_1 flexibilă, cu o deschidere variabilă $2b > 2a$, ce expune

vântului natural concavitătea și se va deplasa în sensul vântului cu viteza de consens V_{6S} , conform cu fig. 6, în primul semiciclu de rotație a turbinei, cursa de ducere, iar jumătățile de cupe **10, 12** formează o cupă C_2 , rigidă, cu o deschidere constantă $2a$, sau o cupă C_2 flexibilă, cu o deschidere variabilă $2c < 2a$, care expune vântului natural convexitatea și se va deplasa în sens contrar sensului vântului natural cu viteza de contrasens V_{6T} în al doilea semiciclu de rotație a turbinei, cursa de întoarcere, cupa C_1 este prevăzută cu niște cilindri Magnus **18, 19**, contrarotativi, cupa C_2 este prevăzută cu niște cilindri Magnus **20, 21**, de asemenea contrarotativi, acești cilindri pot fi netezi și antrenați de niște motoare electrice **22**, montate sub traversa inferioară **2**, cilindrii **18 ÷ 21** sunt montați în niște lagăre cu rulmenți montați în niște casete **23**, sau pentru antrenare cu o turație n , folosind energia vântului, pot fi spirali, pot fi niște cilindri **24** prevăzuți cu niște scobituri oblice **25**, pot fi niște cilindri **26** prevăzuți cu niște nervuri flexibile **27**, fig. 4,5, cilindrii **18, 19, 20, 21, 24, 26** sunt centrați pe niște arbori tubulari **28** prin intermediul unor scuturi **29**, arbori care sunt prevăzuți la partea inferioară cu câte un sistem de frânare **30**, arborele **1** al turbinei eoliene este prevăzut la partea inferioară cu un volant **31**, un sistem principal de frânare **32**, iar la partea superioară cu un sistem auxiliar de frânare **33**, sisteme de frânare acționate prin transmisii (nefigurată), de forța centrifugă ce îndepărtează jumătățile de cupe cu cilindrii extremi **19, 21** de jumătățile de cupe cu cilindrii mezi **18, 20**.

Turbina eoliană, conform invenției, funcționează într-o plajă largă de viteze ale vântului, după pornirea ei, la viteze mici ale vântului, un senzor de mișcare va conecta automat motoarele pentru acționarea electrică a cilindrilor Magnus **18 ÷ 21**, în cazul utilizării cilindrilor netezi, iar la viteze de peste 72 km/h și sub 100 km/h, forța centrifugă va smulge jumătățile extreme culisante **11, 12**, la o distanță de detașare $\delta = \delta_7 \approx a/2$, față de jumătățile mediane fixe **9, 10**, fig.3, rezultă o scădere a diferenței forțelor de rezistență aerodinamică a cupelor dezmembrate C_1, C_2 , în același timp sistemul de frânare **30** va reduce turația cilindrilor Magnus **18 ÷ 21** și, la vânt de furtună cu peste 100 km/h, în consecință, distanța de detașare a jumătăților mobile de cupe devine $\delta = \delta_8 \approx a$, scade accentuat diferența forțelor de rezistență aerodinamică, se previne distrugerea turbinei eoliene prin scăderea cuplului motor M_1 al turbinei, atât prin micșorarea diferențelor dintre forțele de rezistență aerodinamică ale celor două cupe C_1, C_2 , dezmembrate, cât și prin anularea forțelor Magnus în timpul furtunii.

Conform cu fig.6, când viteza vântului nu depășește 72 km/h, cupele au deschiderea $2a$, distanța de detașare $\delta = \delta_6 = 0$, aproximăm amplasarea în planul traverselor a două centre de presiune, P_1 pentru cupa C_1 și P_2 pentru cupa C_2 , cupele se rotesc în sens trigonometric cu turația n_1 , față de centrul de rotație O , aflat pe arborele **1** al turbinei eoliene, la o viteză a vântului natural V_{vn} cu valoarea $V = 36 \text{ km/h} = 10 \text{ m/s}$, arborele **1** are o turație $n_1 [\text{rot/min}] =$

ct., și dezvoltă un cuplu de rotație M_6 , cu valoarea M_6 . În punctele extreme S și T ale cupelor, vitezele liniare de deplasare sunt V_{6S} și V_{6T} iar vitezele liniare ale vântului în punctele extreme S și T, sunt:

$$V_{vrS} = V_{vnS} - V_{vaS} \quad (1)$$

unde:

V_{vrS} = viteza vântului real în punctul S

V_{vnS} = viteza vântului natural în punctul S

$V_{vaS} = \pi Dn_l/60$ = viteza vântului artificial în punctul S, este opusă vitezei liniare de deplasare în punctul S, $V_{vaS} = -V_{6S}$, diametrul $D = 2R \approx ST$.

$$V_{vrT} = V_{vnT} + V_{vaT} \quad (2)$$

unde:

V_{vrT} = viteza vântului real în punctul T

V_{vnT} = viteza vântului natural în punctul T

$V_{vaT} = \pi Dn_l/60$ = viteza vântului artificial în punctul T, este opusă vitezei liniare de deplasare în punctul T, $V_{vaT} = -V_{6T}$.

Pentru cupe fixe, de gabarit $2a$, forța rezistentă aerodinamică F_{r61} , a cupei **C1**, care expune concavitățile, vântului natural, este de cca. trei ori mai mare decât F_{r62} , forța rezistentă aerodinamică a cupei **C2**, care expune convexitatea, vântului natural, diferența acestor două forțe rezistente $F_{r61} - F_{r62}$, conduce la mișcarea de rotație a arborelui 1.

Pentru o mișcare uniformă, n_l [rot/min] = ct, forța de inerție este nulă, neglijăm forțele de frecare mecanică în lagăre, transmisie, etc., relația cuplului motor al turbinei este:

$$M_6 = R \times (F_{mr61} - F_{mr62} + F_{M62}) \quad (3)$$

unde:

R = raza vectorială a centrelor de presiune P_1 și P_2 , considerând $OP_1 = OP_2 = R$, fig. 6.

F_{mr61} = forța motoare a vântului real asupra cupei **C1**, $F_{mr61} = -F_{r61}$

F_{r61} = forța de rezistență aerodinamică a cupei **C1**.

F_{mr62} = forța motoare a vântului real asupra cupei **C2**, $F_{mr62} = -F_{r62}$

F_{r62} = forța de rezistență aerodinamică a cupei **C2**.

$F_{M62} = F_{M'} + F_{M''}$ = forța Magnus rezultantă în cupa **C2**, prin compunerea forțelor Magnus aferente cilindrilor **20**, **21**. Această forță F_{M62} contracarează din forța rezistentă aerodinamică a cupei **C2**, care se deplasează în contracurent, forța F_{M62} acționând în sensul rotației n_l , este o forță motoare, forța F_{M62} va suplimenta forța motoare a vântului, măbind randamentul turbinei eoliene. Cilindrii Magnus **18**, **19**, produc forțe Magnus neglijabile, deoarece fluxul de aer care le mătură, este mic.

Conform cu fig.7, pentru o viteză a vântului natural V_{vn} cu valoarea $V = (72 - 100)$ km/h, forța centrifugă va determina dezmembrarea cupelor de gabarit $2a$, prin îndepărtarea jumătăților extreme culisante **11, 12**, față de jumătățile mediane fixe **9, 10**, la o distanță de detașare $\delta = \delta_7 \approx a/2$, arborele **1** are o turație n_1' [rot/min]= ct., și dezvoltă un cuplu de rotație M_7 , care are valoarea M_7 .

Pentru cupe dezmembrate fixe, la o distanță de detașare $\delta_7 \approx a/2$, forța rezistentă aerodinamică a celor două jumătăți C_1 , detașate, care expun concavitățile, vântului natural, este de 1,5 - 2 ori mai mare decât forța rezistentă aerodinamică a celor două jumătăți C_2 , care expun convexitatea, vântului natural. În punctele extreme U și W ale cupelor, vitezele liniare de deplasare sunt V_{7U} și V_{7W} iar vitezele liniare ale vântului în punctele extreme U și W, ale celor două cupe sunt:

$$V_{vrU} = V_{vnU} - V_{vaU} \quad (4)$$

unde:

V_{vrU} = viteza vântului real în punctul U

V_{vnU} = viteza vântului natural în punctul U

$V_{vaU} = \pi D n_1' / 60$ = viteza vântului artificial în punctul U, este opusă vitezei liniare de deplasare în punctul U, $V_{vaU} = - V_{7U}$, diametrul $D = 2R \approx UW$.

$$V_{vrW} = V_{vnW} + V_{vaW} \quad (5)$$

unde:

V_{vrW} = viteza vântului real în punctul W

V_{vnW} = viteza vântului natural în punctul W

$V_{vaW} = \pi D n_1' / 60$ = viteza vântului artificial în punctul W, este opusă vitezei liniare de deplasare în punctul W, $V_{vaW} = - V_{7W}$.

Pentru o mișcare uniformă, n_1' [rot/min]= ct, forța de inerție este nulă, neglijăm forțele de frecare mecanică în lagăre, transmisie, etc., cuplul motor al turbinei rezultă din produsul vectorial:

$$M_7 = R \times (F_{mr71} - F_{mr72} - F_{M1} + F_{M2}) \quad (6)$$

unde:

R = raza vectorială a centrelor de presiune P_1 și P_2 , considerând $OP_1 = OP_2 = R$, fig. 7.

F_{mr71} = forța motoare a vântului real asupra cupei C_1 , $F_{mr71} = - F_{r71}$

F_{r71} = forța de rezistență aerodinamică a cupei C_1 .

F_{mr72} = forța motoare a vântului real asupra cupei C_2 , $F_{mr72} = - F_{r72}$

F_{r72} = forța de rezistență aerodinamică a cupei C_2 , fig. 7.

$F_{M1} = F_{M1'} + F_{M1''}$ = forța Magnus rezultantă în cupa C₁, fig.7, prin compunerea forțelor Magnus aferente cilindrilor Magnus 18, 19. Forța F_{M1} are un sens opus mișcării cupei C₁, este deci o forță de frînare care combate ambalarea turbinei la vânt foarte puternic.

$F_{M2} = F_{M2'} + F_{M2''}$ = forța Magnus rezultantă în cupa C₂, prin compunerea forțelor Magnus aferente cilindrilor 20, 21. Deoarece $V_{vrW} > V_{vrU}$, viteza vântului real înfruntat de cupa C₂ este mai mare decât viteza vântului real care mătură cupa C₁, cilindrii Magnus se rotesc aproximativ cu aceeași turație n_7 , $F_{M2} > F_{M1}$, forța Magnus dezvoltată de cilindrii cupei C₂ acționează în sensul mișcării arborelui 1, este o forță motoare care va suplimenta forța motoare a vântului, măbind randamentul turbinei eoliene.

Deoarece $M_7 > M_6$, rezultă $n_1' > n_1$; dacă n_1' va depăși o turație de siguranță, n_{sig} , atunci un subansamblu de protecție va cupla sistemele de frânare 32, 33, reducând turația arborelui 1.

Conform cu fig.8, pentru o viteză a vântului natural V_{vn} cu valoarea $V = 30 \text{ m/s} = 108 \text{ km/h}$, furtună violentă, forța centrifugă va determina creșterea distanței prin îndepărtarea jumătăților extreme culisante 11, 12, față de jumătățile mediane fixe 9, 10, la o distanță de detașare $\delta = \delta_8 \approx a$, arborele 1 are o turație n_1'' [rot/min]= ct., și dezvoltă un cuplu de rotație M_8 , cu valoarea M_8 .

Pentru cupe dezmembrate fixe, fiecare jumătate de cupă care are deschiderea $2a + \delta_8$ și o distanță de detașare $\delta_8 \approx a$, forța rezistentă aerodinamică a celor două jumătăți C₁, care expun concavitățile, vântului natural, este de 1,1 – 1,5 ori mai mare decât forța rezistentă aerodinamică a celor două jumătăți C₂, care expun convexitățile, vântului natural. În punctele extreme X și Y ale cupelor, vitezele liniare de deplasare sunt V_{8X} și V_{8Y} , iar vitezele liniare ale vântului în punctele extreme X și Y, ale celor două cupe sunt:

$$V_{vrX} = V_{vnX} - V_{vaX} \quad (7)$$

unde:

V_{vrX} = viteza vântului real în punctul X

V_{vnX} = viteza vântului natural în punctul X

$V_{vaX} = \pi D n_1'' / 60$ = viteza vântului artificial în punctul X, este opusă vitezei liniare de deplasare în punctul X, $V_{vaX} = - V_{8X}$ diametrul $D = 2R \approx XY$.

$$V_{vrY} = V_{vnY} + V_{vaY} \quad (8)$$

unde:

V_{vrY} = viteza vântului real în punctul Y

V_{vnY} = viteza vântului natural în punctul Y

$V_{vaY} = \pi D n_1'' / 60$ = viteza vântului artificial în punctul Y, este opusă vitezei liniare de deplasare în punctul Y, $V_{vaY} = - V_{8Y}$.

Pentru o mișcare uniformă, n_1'' [rot/min]= ct, forța de inerție este nulă, neglijăm forțele de frecare mecanică în lagăre, transmisie, etc., relația cuplului motor al turbinei este:

$$\mathbf{M}_8 = \mathbf{R} \times (\mathbf{F}_{mr81} - \mathbf{F}_{mr82}) \quad (9)$$

unde:

\mathbf{R} = raza vectoare a centrelor de presiune P_1 și P_2 , considerând $OP_1 = OP_2 = R$, fig. 8.

\mathbf{F}_{mr81} = forța motoare a vântului real asupra cupei C_1 , $\mathbf{F}_{mr81} = - \mathbf{F}_{r81}$.

\mathbf{F}_{r81} = forța de rezistență aerodinamică a cupei C_1 , cu jumătățile detașate la o distanță $\delta = \delta_8 \approx a$.

\mathbf{F}_{mr82} = forța motoare a vântului real asupra cupei C_2 , $\mathbf{F}_{mr82} = - \mathbf{F}_{r82}$.

\mathbf{F}_{r82} = forța de rezistență aerodinamică a cupei C_2 , cu jumătățile detașate, la o distanță $\delta = \delta_8 \approx a$.

Comparând fig. 6 – 8 și relațiile aferente, constatăm:

$$\mathbf{F}_{r81} < \mathbf{F}_{r71} < \mathbf{F}_{r61} \quad (10)$$

$$\mathbf{F}_{r82} < \mathbf{F}_{r72} < \mathbf{F}_{r62} \quad (11)$$

$$\mathbf{F}_{r81} - \mathbf{F}_{r82} < \mathbf{F}_{r71} - \mathbf{F}_{r72} < \mathbf{F}_{r61} - \mathbf{F}_{r62} \quad (12)$$

Pe măsură ce crește viteza vântului, crește și forța centrifugă, aceasta determină creșterea distanței de detașare de la $\delta = \delta_6 = 0$, la $\delta = \delta_7 = a/2$ și apoi la $\delta = \delta_8 = a$, forțele de rezistență aerodinamică ale cupelor C_1 și C_2 , scad, și mai important, scade diferența dintre forțele de rezistență aerodinamică ale cupelor C_1 și C_2 , adică, turbina eoliană se autoprotejează pe măsura creșterii intensității vântului.

Dacă turația n_7 a cilindrilor Magnus antrenați de vânt, devine periculoasă, la atingerea valorii $n_8 = n_{sig.M}$, se vor acționa sistemele de frânare **30**, care vor opri cilindrii Magnus.

Dacă una din turațiile n_1' , n_1'' ale arborelui **1** al turbinei eoliene depășește o valoare prescrisă de siguranță, n_{sig} , atunci în mod automat vor acționa sistemele de frânare **32**, **33**, care vor atenua sau vor anula turația arborelui **1**.

BIBLIOGRAFIE, WEBOGRAFIE

1. <https://patents.google.com/patent/DE102011100630A1/en> "Savonius turbine"
Application DE102011100630A Germania 2011
2. http://kho.unis.no/doc/Savonius_windrotor_basics.pdf Savonius_windrotor_basics
Norvegia 2015
3. <https://patents.google.com/patent/US7008171B1/en> Modified Savonius rotor US 2006
4. http://www.utgjiu.ro/revista/ing/pdf/2012-1/6_LUCIAN_Rus.pdf Turbine Savonius,
experimente, Tg. Jiu, 2012-1
5. http://www.utgjiu.ro/revista/ing/pdf/2012-3/1_Lucian%20RUS.pdf Turbine Savonius,
experimente, Tg. Jiu, 2012-3
6. <https://patents.google.com/patent/US4446379A/en> Magnus effect power generator
<https://patentimages.storage.googleapis.com/62/fc/0e/858b2834a5260a/US4446379.pdf>
7. https://sedaghat.iut.ac.ir/sites/sedaghat.iut.ac.ir/files//file_pubwdet/book_chapter-808-progress_in_magnus_type_wind_turbine_theories.pdf "Progress in Magnus Type Wind
Turbine Theories" Motor eolian Magnus cu ax orizontal și cinci cilindri canelați.
8. <https://patents.google.com/patent/US6375424B1/en> "Magnus effect horizontal axis wind
turbine" 2002
<https://patentimages.storage.googleapis.com/bb/f1/29/269f2ede32b05f/US6375424.pdf>
Magnus effect horizontal axis wind turbine" 2002
9. "Turbină eoliană cu geometrie variabilă" BI RO nr. 67407 / 1981
10. "Instalație eoliană" BI RO nr. 72738 / 1981
11. <http://www.e-automobile.ro/categorie-dinamica/79-coeficient-aerodinamic-cx.html>
11. Coeficient aerodinamic autoturisme.
12. <https://www.coursehero.com/file/p68kpmf/%CF%81-apa-10%C2%B3-kgm%C2%B3-17-RD21cm-10-2-m-p-FS-F-%CF%80R%C2%B2-10-5-Pa-Q-Sv-v-%CF%80r%C2%B2-v-%CF%80R%C2%B2-vv-rR%C2%B2/> Coeficient
aerodinamic: disc plan, semisfera concavă, semisferă convexă, sferă.
13. <http://android.automarket.ro/stiri/coeficient-aerodinamic-cx-86537.html> Coeficient
aerodinamic sfera, semisfera.
14. "Utilizarea energiei vântului" V. Ilie ș.a. Editura Tehnică, București, 1984.
15. "Efecte fundamentale în fizică" Gh. Huțanu. Editura Albatros, 1975.

REVENDICĂRI

1. Turbină eoliană prin efect Magnus este alcătuită dintr-un arbore vertical (1), două traverse horizontale fixate pe acest arbore, o traversă inferioară (2) și o traversă superioară (3), cel puțin două cupe (C_1 , C_2), **caracterizată prin aceea că**, în scopul creșterii fiabilității turbinei, într-o plajă largă de viteze ale vântului, cupele își modifică rezistența aerodinamică în funcție de viteza vântului, astfel că se utilizează două jumătăți de cupe ondulate (9), (10), rigide sau flexibile, fixate pe traverse, două jumătăți de cupe culisante ondulate (11), (12), rigide sau flexibile, fixate pe niște tuburi metalice (13), culisante față de traverse, tuburile (13) sunt presate de niște resorturi (14), reglabile cu ajutorul unor piulițe (15), astfel încât fiecare jumătate de cupă culisantă să fie în poziție apropiată de câte o jumătate de cupă fixă, aceasta fiind starea normală la viteze ale vântului sub 72 km/h, pentru cuplajul ferm al jumătăților de cupă se folosesc niște benzi feromagnetice (16) și niște magneți permanenți (17), jumătățile de cupe (9, 11) formează o cupă (C_1) cu deschiderea $2a$, ce expune vântului natural concavitatea și se va deplasa în sensul vântului cu viteza de V_{6S} , în primul semiciclu de rotație a turbinei, cursa de ducere, iar jumătățile de cupe (10,12) formează o cupă (C_2) de aceeași deschidere $2a$, ce expune vântului natural convexitatea și se va deplasa în sens contrar sensului vântului natural cu viteza de contrasens V_{6T} în al doilea semiciclu de rotație a turbinei, cursa de întoarcere, la viteze de peste 72 km/h și sub 100 km/h, forța centrifugă va smulge jumătățile extreme culisante (11, 12) ale cupelor (C_1 , C_2), acestea fiind detașate la o distanță $\delta_7 = a/2$ față de jumătățile mediane fixe (9, 10), rezultă o scădere a diferenței forțelor de rezistență aerodinamică $F_{r71} - F_{r72} < F_{r61} - F_{r62}$, ale cupelor dezmembrate (C_1 , C_2), iar la vânt de furtună cu peste 100 km/h, distanța de detașare a jumătăților mobile de cupe devine $\delta_8 = a$, scade accentuat diferența forțelor de rezistență aerodinamică $F_{r81} - F_{r82} < F_{r71} - F_{r72}$, se previne automat distrugerea turbinei eoliene.

2. Turbină eoliană prin efect Magnus, conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că**, în scopul creșterii randamentului turbinei eoliene, se utilizează cupe flexibile, astfel că acestea au o deschidere variabilă, când cupa (C_1) se deplasează în sensul vântului natural, $2b > 2a$, în cursa activă, pe semiciclu de ducere, iar când cupa (C_2) se deplasează în sens opus vântului natural $2c < 2a$, în cursa pasivă, pe semiciclu de întoarcere, crește astfel diferența dintre forțele aerodinamice rezistente în cele două curse, crește cuplul motor la arborele (1) al turbinei, crește astfel și randamentul.

3. Turbină eoliană prin efect Magnus, conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că**, în scopul folosirii efectului Magnus pentru frânarea turbinei eoliene la viteze mari ale vântului, cupa (C_1) este prevăzută cu niște cilindri Magnus (18, 19) contrarotativi, cupa (C_2)

este prevăzută cu niște cilindri Magnus (20, 21), de asemenea contrarotativi, cilindrii Magnus (18, 19), produc forțele Magnus $F_{M1'}$ respectiv $F_{M1''}$, prin compunerea acestora, forța Magnus rezultantă F_{M1} , are un sens opus față de viteza V_{7U} , din punctul extrem U al cupei (C1), este deci o forță de frânare care combate ambalarea turbinei la vânt puternic

4. Turbină eoliană prin efect Magnus, conform revendicărilor 1, 3, **caracterizată prin aceea că**, în scopul folosirii efectului Magnus pentru creșterea randamentului turbinei eoliene, prin compunerea forțelor Magnus $F_{M'}$ și $F_{M''}$ aferente cilindrilor (20, 21), forța Magnus rezultantă F_{M62} în cupa (C2), contracarează din forța rezistentă aerodinamică F_{r62} a cupei (C2), care se deplasează în contrasens cu vântul natural, forța F_{M62} acționând în sensul turației n_1 , este o forță motoare, forța F_{M62} va suplimenta forța motoare a vântului, măbind randamentul turbinei eoliene.

5. Turbină eoliană prin efect Magnus, conform revendicărilor 1, 3, 4, **caracterizată prin aceea că**, în scopul economisirii energiei electrice, cilindrii Magnus pot fi niște cilindri (24) prevăzuți cu niște scobituri oblice (25), pot fi niște cilindri (26) prevăzuți cu niște nervuri flexibile (27), cilindrii (24, 26) sunt centrați pe niște arbori tubulari (28) prin intermediul unor scuturi (29), și sunt antrenați cu o turație n , folosind energia vântului.

6. Turbină eoliană prin efect Magnus, conform revendicărilor 1÷5, **caracterizată prin aceea că**, pentru creșterea proporției de utilizare a potențialului eolian, se utilizează două sau trei perechi de traverse, rezultând patru sau șase brațe superioare și patru sau șase brațe inferioare, pe fiecare pereche de brațe se pot monta două sau trei cupe cu jumătăți detașabile.

7. Turbină eoliană prin efect Magnus, conform revendicărilor 1÷6, **caracterizată prin aceea că**, în scopul creșterii robusteții turbinei, vârful arborelui (1) este prevăzut cu un disc rotitor (6), cu niște ancore (7) între discul (6) și sol, niște ancore (8) între discul (6) și capetele traverselor superioare (3), iar între vârfurile brațelor se prevăd tiranți flexibili de forma unui poligon închis.

8. Turbină eoliană prin efect Magnus, conform revendicărilor 1÷7, **caracterizată prin aceea că**, în scopul controlării turațiilor, arborii cilindrilor Magnus sunt prevăzuți la partea inferioară cu câte un sistem de frânare (30), arborele (1) al turbinei eoliene este prevăzut la partea inferioară cu un volant (31), un sistem principal de frânare (32), iar la partea superioară cu un sistem auxiliar de frânare (33), sisteme de frânare acționate prin transmisii (nefigurate), de forța centrifugă ce îndepărtează jumătățile de cupe cu cilindrii (19, 21) de jumătățile de cupe cu cilindrii (18, 20), pentru evitarea avarierii motorului eolian la vânt cu viteză mare.

35

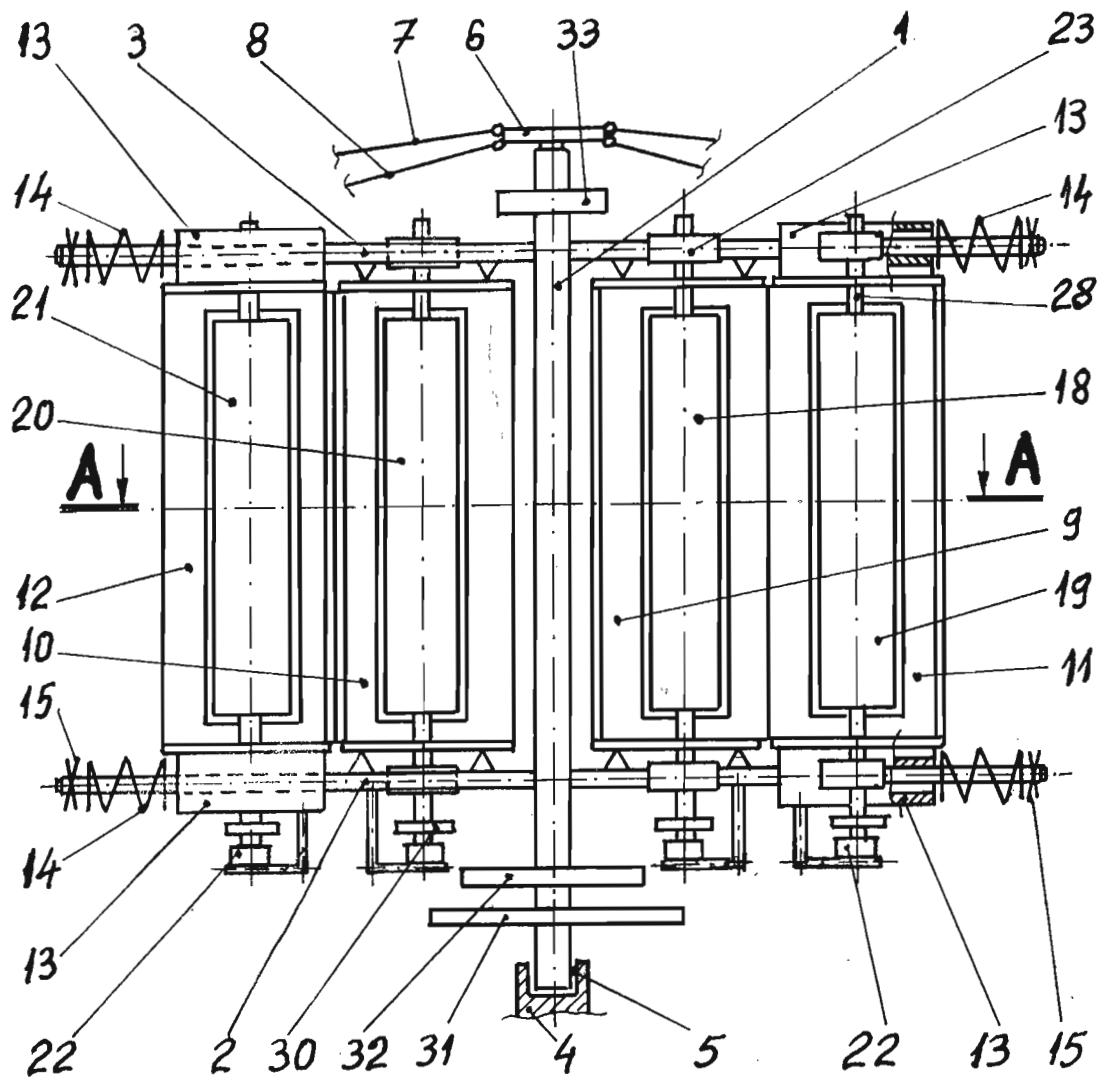


Fig. 1

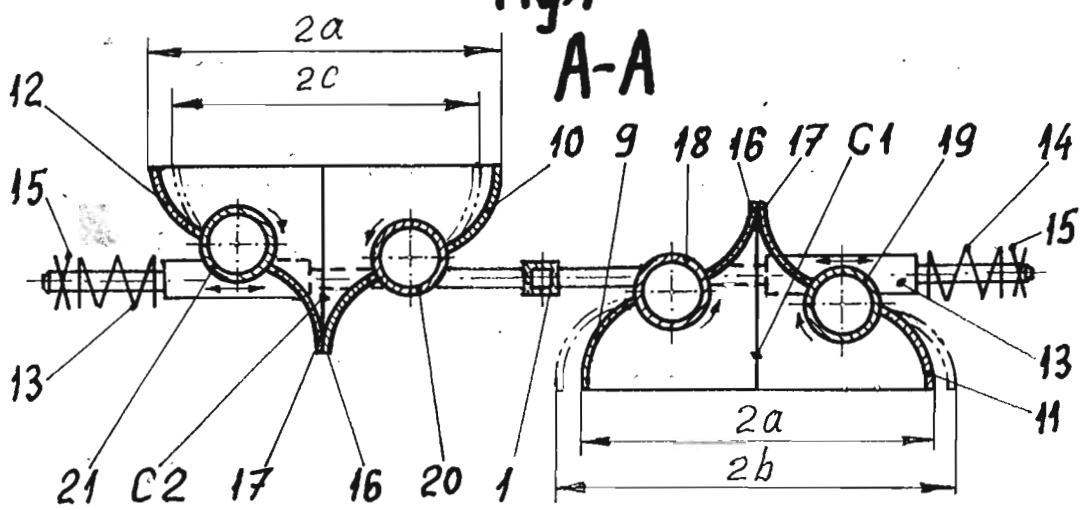


Fig. 2

A-A

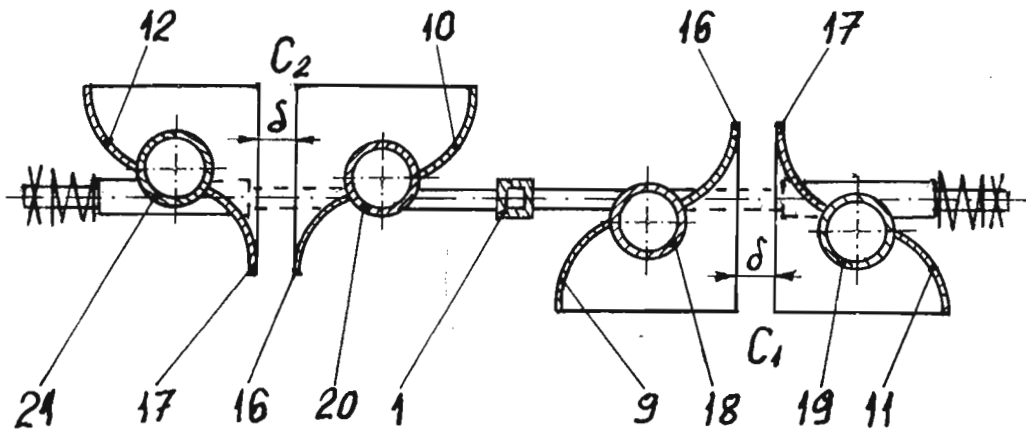


Fig.3

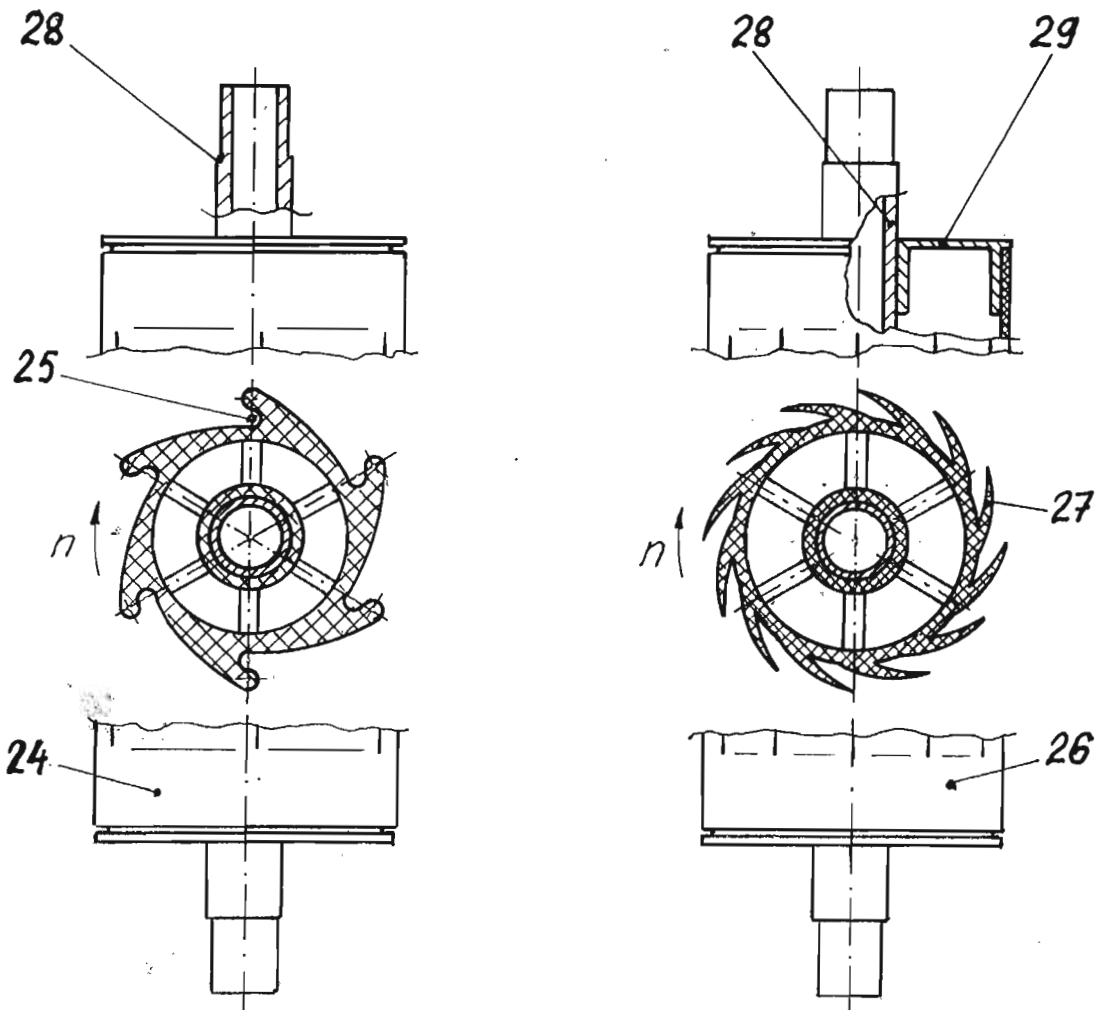


Fig.4

Fig.5

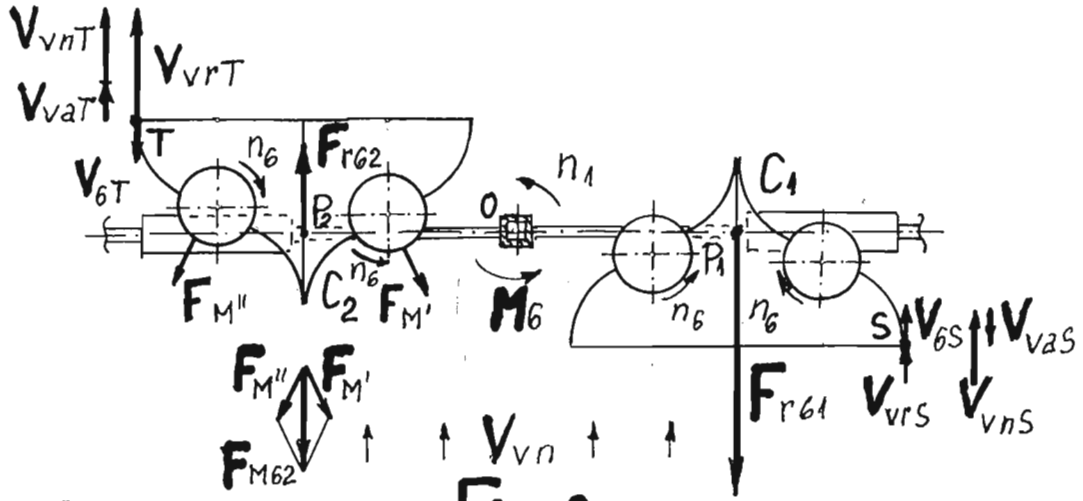


Fig. 6

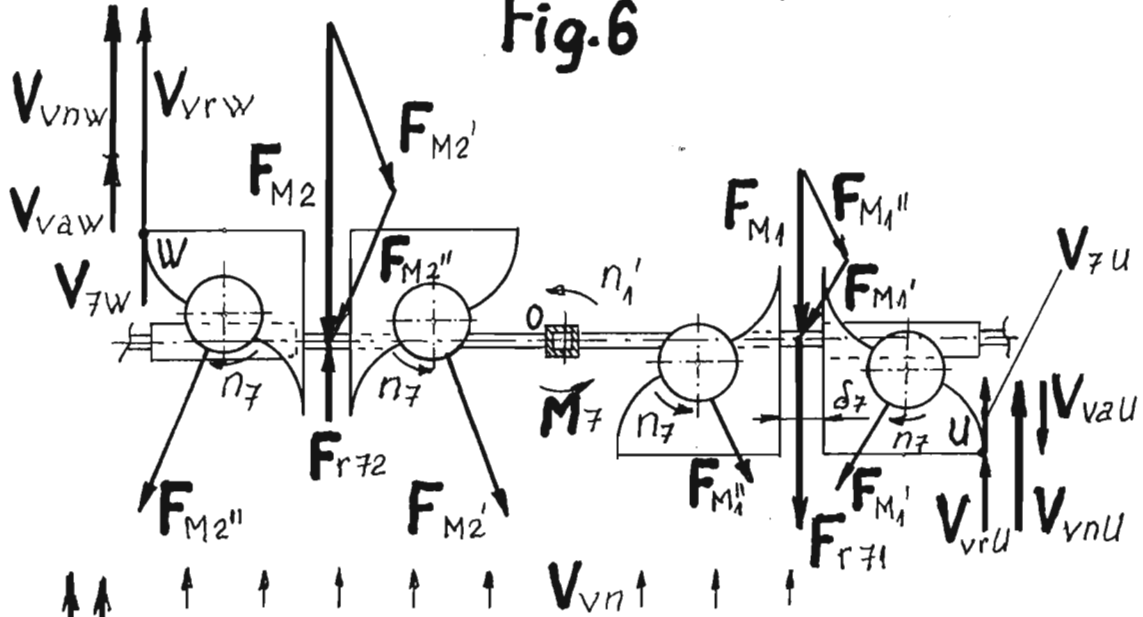


Fig. 7

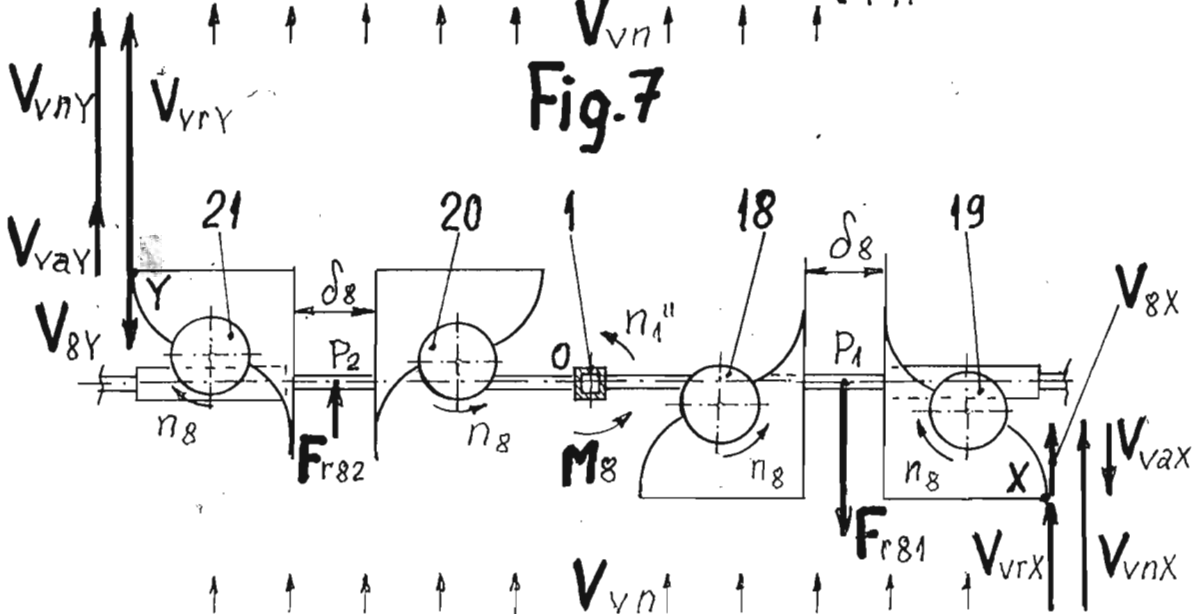


Fig. 8