



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2016 00905**

(22) Data de depozit: **25/11/2016**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **29/11/2023** BOPI nr. **11/2023**

(41) Data publicării cererii:
30/03/2017 BOPI nr. **3/2017**

(73) Titular:
• **UNIVERSITATEA "TRANSILVANIA" DIN
BRAȘOV, BD.EROILOR NR.29, BRAȘOV,
BV, RO**

(72) Inventatori:
• **SĂULESCU RADU-GABRIEL,
STR.PANSELUȚEI NR.10, BL.3, SC.A, ET.4,
AP.17, CODLEA, BV, RO;**
• **NEAGOE MIRCEA, STR.MOLIDULUI
NR.103, SĂCELE, BV, RO;**
• **VIȘA MARIA, STR. CLOȘCA NR.48,
BRAȘOV, BV, RO;**

• **JALIU ILEANA CODRUȚA, BD. VICTORIEI
NR. 10, AP. 43, BRAȘOV, BV, RO;**
• **MUNTEANU OLIMPIU,
STR. COL. BUZOIANU NR. 51, AP. 3,
BRAȘOV, BV, RO;**
• **ȚOȚU IOAN, PIAȚA SFATULUI NR.29,
AP.2, BRAȘOV, BV, RO;**
• **CREȚESCU NADIA RAMONA,
CALEA BUCUREȘTI NR. 84, BL. 2, SC. B,
ET. 1, AP. 6, BRAȘOV, BV, RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:
EP 2108082 B1; US 4291233 A

(54) **AMPLIFICATOR DE TURAȚIE PLANETAR MONOMOBIL
CU DOUĂ IEȘIRI CONTRAROTATIVE**



RO 131740 B1

1 Invenția se referă la un amplificator de turație planetar monomobil cu o intrare și două
ieșiri contrarotative, format dintr-o transmisie planetară cu trei roți centrale și sateliți dubli,
3 destinat integrării în construcția turbinelor eoliene cu un rotor eolian și un generator
contrarotativ în scopul armonizării turației nominale reduse a rotorului eolian cu turația
5 nominală ridicată a generatorului electric.

7 Brevetul de invenție **EP 2108082 B1** prezintă o turbină eoliană prevăzută cu o
transmisie planetară cu una sau mai multe trepte pentru multiplicarea turației rotorului
generatorului în raport cu turația rotorului eolian. În varianta cu o singură treaptă, rotorul
9 eolian este cuplat la un element portsateliți. Fiecare satelit cuprinde două roți dințate cu
diametre de divizare diferite, prima roată, cu diametrul de divizare mai mic, fiind angrenată
11 cu o roată dințată centrală fixă, cu dantură interioară, iar a doua roată a satelitului, cu
diametrul de divizare mai mare, antrenează o roată dințată centrală, cu dantură exterioară,
13 solidară cu rotorul generatorului, ce atinge astfel o turație mărită suplimentar.

15 Este cunoscut un amplificator de turație cu roți dințate cu o intrare și două ieșiri
contrarotative ("*Wind turbine generator*", brevet nr. **US 4291233**), din componența unei
turbine cu un rotor eolian și un generator electric contrarotativ (cu rotor și stator mobile),
17 format din două angrenaje conice cu axe fixe, care acționează o unitate planetară cilindrică
bimobilă cu sateliți simpli. Soluția menționată prezintă dezavantajul unei complexități
19 constructive ridicate și a unui randament redus.

21 Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în majorarea turației relative a
rotorului generatorului în raport cu statorul, prin antrenarea statorului în sens opus, dar fără
adăugarea de etaje de transmisie suplimentare.

23 Amplificatorul de turație planetar monomobil contrarotativ propus soluționează
problema tehnică printr-o transmisie planetară cilindrică monomobilă cu sateliți dubli și două
25 ieșiri contrarotative, în care intrarea se realizează printr-un element port-sateliți, cuplat cu un
rotor eolian, iar cele două ieșiri antrenează în sensuri opuse un rotor și un stator din
27 componența unui generator electric contrarotativ, în care turația rotorului este mai mare în
valoarea absolută decât turația statorului.

29 Amplificatorul de turație planetar monomobil cu două ieșiri contrarotative, conform
invenției, prezintă următoarele avantaje comparativ cu soluții cunoscute: a) complexitate
31 structural-constructivă mai scăzută; b) construcție robustă și o tehnologie de fabricație
nepretențioasă; c) costurile globale mai reduse; d) poate fi realizat pentru o gamă largă de
33 puteri ale turbinelor eoliene, cu ax vertical sau orizontal; e) realizează randamente supe-
rioare și implicit o putere mai mare de ieșire pentru aceeași putere de intrare.

35 Se prezintă, în continuare, un exemplu de realizare a invenției, în legătură cu
fig. 1...5:

37 - fig. 1, schemă conceptuală a unei turbine de tip un rotor eolian - amplificator de
turație planetar monomobil cu două ieșiri - generator electric contrarotativ;

39 - fig. 2, plan de viteze pentru un amplificator planetar de tipul celui din fig. 1;

41 - fig. 3, secțiune transversală printr-un generator electric contrarotativ;

43 - fig. 4, exemplu de variație a turației rotorului și respectiv statorului generatorului
electric în funcție de turația rotorului eolian, pentru un amplificator planetar de tipul celui din
fig. 1;

45 - fig. 5, curbă de variație a turației relative rotor-stator generator electric în funcție de
turația rotorului eolian, pentru exemplul numeric din fig. 4.

47 Amplificatorul de turație planetar monomobil cu două ieșiri contrarotative, conform
invenției, în legătură cu fig. 1, 2 și 3, conține o roată **1** dințată centrală cu dantură exterioară,
o roată **2** dințată centrală cu dantură interioară. Roțile **1** și **2** centrale angrenează simultan

RO 131740 B1

cu o roată-satelit **3** solidarizată cu o altă roată-satelit **4** care angrenează cu o roată **5** centrală fixă cu dantură interioară. Ansamblul roților-satelit **3** și **4** formează un satelit **6** dublu pus în mișcare de un element **7** port-sateliți. Roata **1** este solidară cu un rotor **8** mobil al unui generator electric, roata **2** este solidară cu un stator **9** mobil al generatorului electric, iar elementul **7** este solidar cu un rotor **10** eolian. Amplificatorul planetar poate avea doi sau mai mulți sateliți **6** dubli montați în paralel. Roțile **1, 2, 3, 4** și **5** pot fi roți dințate sau, în cazul unor sisteme de mică putere, roți de fricțiune.

Un generator contrarotativ are rotorul **8** și statorul **9** mobile, cu rotații de sensuri contrare, fig. 3. Pentru reducerea efectelor inerțiale în regim variabil de funcționare, rotorul **8** al generatorului se rotește cu o turație mai mare în valoare absolută decât cea a statorului **9**, așa cum rezultă și din diagrama de viteze din fig. 2 ($\delta_1 > \delta_2$). Energia electrică produsă de un generator electric este direct dependentă de turația relativă a rotorului **8** față de statorul **9**.

Un amplificator de turație contrarotativ realizează transmiterea determinată a unei mișcări de rotație de intrare la doi arbori de ieșire având mișcări de sensuri contrare. Turația relativă dintre cei doi arbori de ieșire este amplificată în raport cu turația de intrare.

Pentru exemplificare, se consideră un amplificator planetar pentru care se cunosc schema structurală și razele/numerele de dinți ale roților (roata i are raza r_i respectiv z_i dinți, $i = 1...5$), conform fig. 1 și 2. Pentru această soluție de amplificator planetar se aplică următoarea metodologie de calcul cinematic (**Miloiu, Gh., Dudiță, Fl., Diaconescu D.V. "Transmisii mecanice moderne", Ed. Tehnică, 1980**):

- calculul vitezei unghiulare ω_7 a elementului de intrare **7**:

$$\omega_7 = \frac{v_7}{r_1 + r_3} = \text{tg} \delta_7; \quad \omega_7 = \omega_{10}$$

- calculul vitezelor unghiulare ω_1 și ω_2 ale elementelor de ieșire **1** și **2**:

$$\omega_1 = \omega_7 \left(1 + \frac{r_5}{r_4} \cdot \frac{r_3}{r_1} \right) = \omega_7 \left(1 + \frac{z_5}{z_4} \cdot \frac{z_3}{z_1} \right); \quad \omega_1 = \frac{v_1}{r_1} = \text{tg} \delta_1; \quad \omega_8 = \omega_1$$

$$\omega_2 = \omega_7 \left(1 - \frac{r_5}{r_4} \cdot \frac{r_3}{r_2} \right) = \omega_7 \left(1 - \frac{z_5}{z_4} \cdot \frac{z_3}{z_2} \right); \quad \omega_2 = \frac{-v_2}{r_2} = -\text{tg} \delta_2; \quad \omega_9 = \omega_2$$

- calculul raportului cinematic de amplificare i_{8-9} rotor generator-stator generator:

$$i_{8-9} = \frac{\omega_8}{\omega_9} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = -\frac{\text{tg} \delta_1}{\text{tg} \delta_2}$$

- calculul raportului cinematic i_{8-10} stator generator-rotor eolian:

$$i_{8-10} = \frac{\omega_8}{\omega_{10}} = \frac{\omega_1}{\omega_7} = -\frac{\text{tg} \delta_1}{\text{tg} \delta_7}$$

- calculul raportului cinematic i_{9-10} stator generator-rotor eolian:

$$i_{9-10} = \frac{\omega_9}{\omega_{10}} = \frac{\omega_2}{\omega_7} = -\frac{\text{tg} \delta_2}{\text{tg} \delta_7}$$

- calculul vitezei unghiulare relative ω_{89} a rotorului **8** față de statorul **9**:

$$\omega_{89} = \omega_8 - \omega_9 = \omega_1 - \omega_2$$

RO 131740 B1

1 - calculul raportului cinematic de amplificare i_a generator electric-rotor eolian:

3
$$i_a = \frac{\omega_8 - \omega_9}{\omega_{10}} = i_{8-10} - i_{9-10}$$

5 - calculul turației relative a rotorului **8** față de statorul **9**:

7
$$n_{89} = \frac{30}{\pi} \omega_{89}$$

9 în care ω_i , $i = 1, 2, 7 \dots 10$ reprezintă viteza unghiulară absolută a elementului i ; v_1 , v_2 -
viteza liniară absolută periferică a roții **1** și, respectiv, **2**; v_7 - viteza liniară absolută a
11 elementului **7**, pentru centrul cuplei de rotație cu satelitul **6** dublu; δ_1 , δ_2 , δ_7 -unghiuri definite
conform fig. 2.

13 În continuare se prezintă un exemplu numeric pentru o turbină eoliană de putere
medie-mare cu un amplificator de turație planetar monomobil contrarotativ, conform soluției
15 conceptuale din fig. 1, având următoarele numere de dinți pentru roțile transmisiei: $z_1 = 20$,
 $z_2 = 320$, $z_3 = 150$, $z_4 = 20$, $z_5 = 190$. Ca urmare, se obțin: $i_{8-10} = 72,25$; $i_{9-10} = -3,45$; $i_{8-9} = -$
17 $20,92$ și $i_a = 75,70$. Turația n_8 a rotorului **8** și turația n_9 a statorului **9** pot fi stabilite cu ajutorul
nomogramelor din fig. 4 în funcție de turația n_{10} a rotorului eolian. Conform fig. 5, la o turație
19 a turbinei eoliene $n_{10} = 20$ rpm (rotații pe minut) se obține o turație relativă în generatorul
electric $n_{89} = 1514$ rpm.

RO 131740 B1

Revendicări

1. Amplificator de turație planetar contrarotativ ce echipează o turbină eoliană cu un rotor eolian și un generator electric contrarotativ, rotorul eolian (10) fiind cuplat la un element de intrare (7) port-sateliți care antrenează în mișcare de revoluție cel puțin doi sateliți dubli (6) cu axa proprie paralelă cu axa centrală, fiecare dintre sateliți fiind format din două roți dințate (3, 4) cilindrice coaxiale solidare, cu dantură exterioară, prima dintre aceste roți dințate (4) fiind angrenată cu o roată dințată (5) cilindrică centrală fixă, cu dantură interioară, iar a doua roată dințată (3) a satelitului dublu (6), antrenând o roată dințată cilindrică centrală (1), cu dantură exterioară, solidară cu rotorul (8) generatorului, diametrul cercului de divizare al celei de a doua roți dințate (3) a satelitului dublu (6) fiind mai mare decât diametrul cercului de divizare al primei roți dințate (4) a satelitului dublu (6), **caracterizat prin aceea că** a doua roată dințată (3) a satelitului dublu (6) antrenează, într-o rotație de sens opus rotației roții dințate cilindrice centrale (1) solidare cu rotorul (8), o roată dințată centrală (2), cu dantură interioară, solidară cu un stator rotativ (9) al generatorului electric contrarotativ. 15
2. Amplificator de turație planetar contrarotativ conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** roțile transmisiei pot fi roți de fricțiune în cazul unor sisteme eoliene de mică putere. 17

(51) Int.Cl.

F16H 1/32 (2006.01);

F16H 1/46 (2006.01);

F03D 1/00 (2006.01)

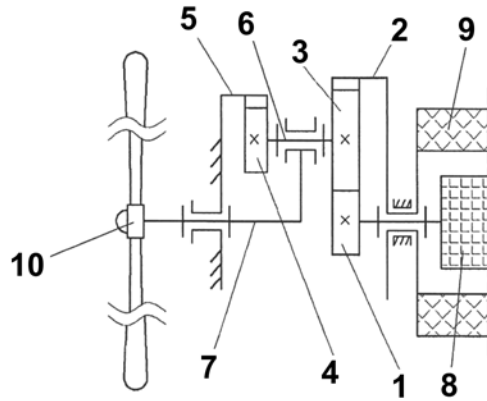


Fig. 1

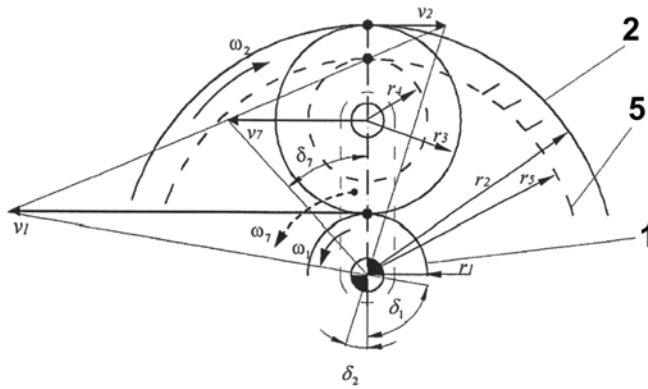


Fig. 2

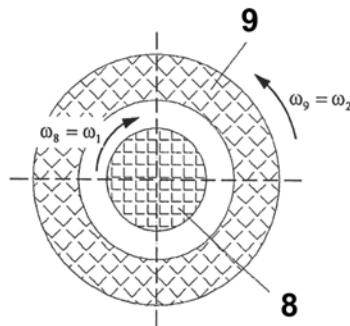


Fig. 3

(51) Int.Cl.

F16H 1/32 (2006.01);

F16H 1/46 (2006.01);

F03D 1/00 (2006.01)

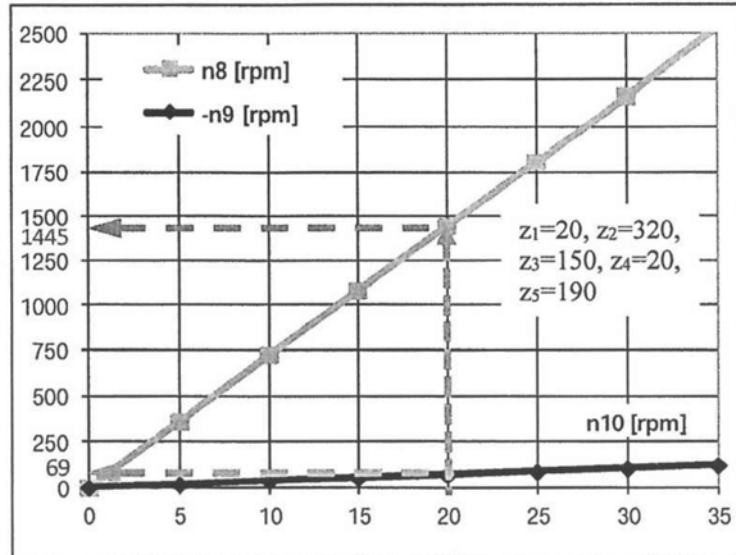


Fig. 4

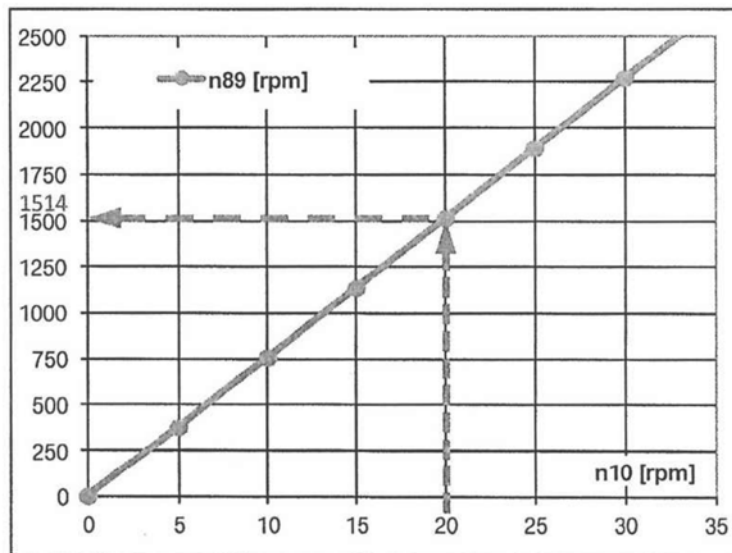


Fig. 5



Editare și tehnoredactare computerizată - OSIM
 Tipărit la Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci
 sub comanda nr. 440/2023