

(12)

## CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2017 00326**

(22) Data de depozit: **30/05/2017**

(41) Data publicării cererii:  
**30/10/2017** BOPI nr. **10/2017**

(71) Solicitant:  
• 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;  
• JALIU ILEANA CODRUȚA, BD. VICTORIEI  
NR. 10, AP. 43, BRAȘOV, BV, RO

### (54) AMPLIFICATOR DE TURAȚIE DIFERENȚIAL, CU DOUĂ IEȘIRI CONTRAROTATIVE

#### (57) Rezumat:

Invenția se referă la un amplificator de turație diferențial cu două intrări și două ieșiri contrarotative, destinat integrării în sisteme eoliene cu două rotoare eoliene contrarotative și un generator contrarotativ în scopul armonizării turațiilor nominale reduse ale celor două rotoare eoliene cu turația nominală ridicată a generatorului electric. Amplificatorul conform invenției este alcătuit dintr-o roată (1) dințată centrală cu dantură exterioară, solidarizată cu un rotor (8) mobil al unui generator electric contrarotativ, o roată (2) dințată centrală cu dantură interioară, solidarizată pe de o parte cu un stator (9) mobil al generatorului electric și pe de altă parte cu un rotor (10) eolian secundar, roțile (1 și 2) centrale angrenând simultan cu o roată (3) satelit solidarizată cu o roată (4) satelit care angrenează cu o roată (5) cu dantură interioară solidarizată cu un rotor (11) eolian principal, iar roțile (3 și 4) satelit formează un satelit (6) dublu care păstrează contactul cu roțile (1, 2 și 5) centrale prin intermediul unui element (7) port-sateliți, amplificatorul planetar putând avea doi sau mai mulți sateliți (6) dubli montați în paralel, iar roțile (1, 2, 3, 4 și 5) pot fi roți dințate sau, în cazul unor sisteme de mică putere, roți de fricțiune.

Revendicări: 2  
Figuri: 4

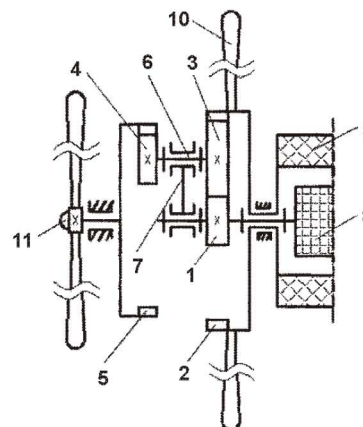


Fig. 1

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozițiilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).



Nr. doc. BPI: 74/12, 05.17

9

OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI
Cerere de brevet de invenție
Nr. <u>a 2017 00326</u>
Data depozit <u>30-05-2017</u>

### Amplificator de turație diferențial cu două ieșiri contrarotative

*Invenția se referă la un amplificator de turație diferențial cu două intrări și două ieșiri contrarotative, format dintr-o transmisie planetară cu trei roți centrale și sateliți dubli, destinat integrării în construcția turbinelor eoliene cu două rotoare eoliene contrarotative și un generator contrarotativ, în scopul armonizării turațiilor nominale reduse a celor două rotoare eoliene cu turația nominală ridicată a generatorului electric.*

*Este cunoscut un sistem eolian cu două rotoare eoliene (Multi-unit rotor blade system integrated wind turbine, brevet nr. US5876181A), în care amplificatorul de turație integrează angrenaje conice cu axe fixe și o unitate planetară cilindrică bimobilă cu două intrări și o ieșire, care însumează mișcările de intrare, având dezavantajul unui mecanism complex cu gabarit mărit și a unui moment la rotorul generatorului mult redus față de momentul unui rotor eolian (Climescu, O. ș.a. Specific features of a counter-rotating transmission for renewable energy systems).*

*Mai este cunoscut un amplificator de turație cu roți dințate cu o intrare și două ieșiri contrarotative (Wind turbine generator, brevet nr. US4291233), din componența unei turbine cu un rotor eolian și un generator electric contrarotativ (cu rotor și stator mobile), format din două angrenaje conice cu axe fixe, care acționează o unitate planetară cilindrică bimobilă cu sateliți simpli. Soluția menționată prezintă dezavantajul unei complexități constructive ridicate și a unui randament redus.*

*Problema tehnică pe care o rezolvă invenția este reducerea complexității constructive și creșterea raportului de transmitere al amplificatoarelor mecanice de turație destinate turbinelor eoliene cu două rotoare eoliene contrarotative și un generator contrarotativ, în condițiile unor costuri de fabricație mai reduse.*

*Amplificatorul de turație diferențial cu două ieșiri contrarotative propus soluționează problema tehnică printr-o transmisie planetară cilindrică bimobilă cu sateliți dubli și două ieșiri contrarotative, în care intrarea principală se realizează printr-o roată centrală cu dantură interioară, cuplată cu un rotor eolian principal, respectiv intrarea secundară printr-o roată centrală cu dantură interioară, cuplată cu cel de-al doilea rotor eolian, secundar, iar cele două ieșiri antrenează în sensuri opuse un rotor și un stator din componența unui generator electric, în care turația rotorului este mai mare în valoarea absolută decât turația statorului.*

*Amplificatorul de turație diferențial cu două ieșiri contrarotative, conform invenției, prezintă următoarele avantaje comparativ cu soluțiile cunoscute:*

- a) complexitate structural-constructivă mai scăzută;*
- b) construcție robustă și o tehnologie de fabricație nepretențioasă;*

1

Madu  7057

- c) asigură la arborele generatorului electric o turație mai ridicată obținută prin “însurubirea” ponderată a vitezelor de intrare generate de cele două rotoare eoliene contrarotative;
- d) poate fi realizat pentru o gamă largă de puteri ale turbinelor eoliene, cu ax vertical sau orizontal;
- e) asemenea construcție poate asigura un randament superior celor clasice.

*Se prezintă, în continuare, un exemplu de realizare a invenției, în legătură cu figurile 1, 2, 3 și 4:*

- *fig.1*, schemă conceptuală a unei turbine de tip două rotoare eoliene contrarotative – amplificator de turație planetar diferențial cu două ieșiri – generator electric contrarotativ;
- *fig.2*, plan de viteze pentru un amplificator planetar de tipul celui din *fig. 1*;
- *fig. 3*, exemplu de variație a raportului de amplificare în funcție de raportul vitezelor celor două intrări ( $k$ );
- *fig.4*, exemplu de variație a turației relative rotor-stator generator electric ( $n_{89}$ ) în funcție de turația rotorului eolian principal ( $n_{11}$ ).

Amplificatorul de turație diferențial cu două ieșiri contrarotative, *conform invenției*, în legătură cu *fig. 1* și *2*, conține o roată **1** dințată centrală cu dantură exterioară, o roată **2** dințată centrală cu dantură interioară, roțile **1** și **2** centrale angrenează simultan cu o roată **3** satelit solidarizată cu o altă roată **4** satelit care angrenează cu o roată **5** centrală cu dantură interioară. Ansamblul roților **3-4** formează un satelit **6** dublu care păstrează contactul cu roțile centrale **1, 2** și **5** prin intermediul unui element **7** port-sateliți. Roata **1** este solidarizată cu un rotor **8** mobil al unui generator electric, iar roata **2** este solidarizată cu un stator **9** mobil al generatorului electric. Roata **2** este solidarizată cu un rotor **10** eolian secundar, iar roata **5** este solidarizată cu un rotor **11** eolian principal a cărui rotație este de sens contrar rotorului **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. 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**.

Sistemul eolian cu două rotoare eoliene contrarotative (**10, 11**) – amplificator planetar (**1-2-3-4-5-6-7**) – generator electric contrarotativ (**8, 9**) utilizează o transmisie planetară diferențială cu două intrări (**5** - intrare principală, **2** - intrare secundară) și două ieșiri (**1** - ieșire principală, **2** - ieșire secundară). Transmisia planetară este formată prin legarea în paralel a două unități planetare UP-I (**5-4-3-1-7**) și respectiv UP-II (**2-3-1-7**), cu proprietățile:

- are două mișcări exterioare independente pe care le însumează, obținându-se o mișcare amplificată la rotorul 8 mobil al generatorului electric;
- datorită mișcării contrarotative a rotorului 8 față de statorul 9, precum și a legăturii directe dintre rotorul 10 eolian secundar și statorul 9 mobil al generatorului, turația echivalentă/nominală a generatorului este dată de turația relativă a rotorului față de stator,  $n_{89}$ , și se obține prin însumarea valorilor absolute ale turațiilor rotorului și statorului;
- mișcarea de ieșire de la roata 1 este amplificată în raport cu mișcarea independentă a intrării 11 principală;
- mișcările de rotație ale celor două intrări sunt de sens contrar, proprietate asigurată prin sensurile de înclinare opuse ale palelor celor două rotoare 10 și 11 eoliene;

Pentru exemplificare, se consideră un amplificator de turație 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 se aplică următoarea metodologie de calcul cinematic (Miloiu, Gh., Dudiță, Fl., Diaconescu D.V. Transmisii mecanice moderne, Ed. Tehnică, 1980):

- calculul vitezelor unghiulare  $\omega_5$  a elementului de intrare 5, respectiv  $\omega_2$  a elementului de intrare 2:

$$\omega_5 = \frac{v_5}{r_1 + r_3 + r_4} = \frac{v_5}{r_5} = tg\delta_5; \quad \omega_5 = \omega_{11};$$

$$\omega_2 = -\frac{v_2}{r_1 + 2r_3} = -\frac{v_2}{r_2} = -tg\delta_2; \quad \omega_2 = \omega_{10};$$

- calculul vitezelor unghiulare  $\omega_1$  și  $\omega_2$  ale elementelor de ieșire 1 și 2:

$$\omega_1 = \omega_2 \frac{(1 - i_{0I})}{(i_{0II} - i_{0I})} - \omega_5 \frac{(1 - i_{0II})}{(i_{0II} - i_{0I})}; \quad \omega_1 = \frac{v_1}{r_1} = tg\delta_1; \quad \omega_8 = \omega_1;$$

în care:  $i_{0I} = -\frac{z_4 z_1}{z_5 z_3}$ ,  $i_{0II} = -\frac{z_1}{z_2}$ ,  $\omega_9 = \omega_2 = \omega_{10}$ ;

- calculul vitezei unghiulare relative  $\omega_{89}$  a rotorului 8 față de statorul 9:

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

$$\omega_{89} = (\omega_2 - \omega_5) \frac{(1 - i_{0II})}{(i_{0II} - i_{0I})};$$

Notând  $\frac{\omega_{10}}{\omega_{11}} = \frac{\omega_2}{\omega_5} = k$ , în care  $k \in [-1, 0)$ , rezultă:

$$\omega_{89} = \omega_{11}(k - 1) \frac{(1 - i_{0II})}{(i_{0II} - i_{0I})}$$

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

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

în care  $\omega_i$ ,  $i = 1, 2, 5 \dots 11$  reprezintă viteza unghiulară absolută a elementului  $i$ ;  $v_1, v_2, v_5$  – viteza liniară absolută periferică a roților 1, 2 și, respectiv, 5;  $\delta_1, \delta_2, \delta_5$  – unghiuri definite conform fig. 2.

În continuare se prezintă un exemplu numeric pentru o turbină eoliană de putere mică-medie cu un amplificator de turație planetar diferențial și generator contrarotativ, conform soluției conceptuale din fig. 1, având următoarele numere de dinți pentru roțile transmisiei:  $z_1 = 300$ ,  $z_2 = 400$ ,  $z_3 = 50$ ,  $z_4 = 25$ ,  $z_5 = 375$ . Ca urmare, se obțin:  $i_{0I} = -0,4$ ;  $i_{0II} = -0,75$  și  $i_a = 5$  pentru cazul în care  $k = 0$ , fig. 3. Raportul  $i_a$  crește odată cu creșterea în modul a raportului  $k$ . Turația  $n_{89}$  a generatorului poate fi stabilită cu ajutorul nomogramei din fig. 4 în funcție de turația rotorului eolian principal și valoarea parametrului  $k$ . Conform fig. 4, la o turație a turbinei eoliene principale  $n_{II} = 150$  rpm (rotații pe minut), se obține o turație relativă în generator electric  $n_{89} = 1500$  rpm pentru  $k = -1$  și, respectiv,  $n_{89} = 825$  rpm pentru  $k = -0,1$ .

## Bibliografie

1. Kirschbaum, H.S. Wind turbine generator, brevet nr. US4291233, 1981.
2. Shin, C. Multi-unit rotor blade system integrated wind turbine, brevet nr. US5876181, 1999.
3. Climescu, O., Saulescu, R., Jaliu, C. Specific features of a counter-rotating transmission for renewable energy systems, Environmental Engineering and Management Journal, August 2011, Vol.10, No. 8, p. 1105-1113.
4. Miloiu, Gh., Dudiță, Fl., Diaconescu D. V. Transmisii mecanice moderne, Ed. Tehnică, 1980.

✓

**REVEDICĂRI**

1. Amplificator de turație diferențial cu două ieșiri contrarotative, *conform invenției, caracterizat prin aceea că* este format dintr-o roată (5) centrală cu dantură interioară, solidarizată cu un rotor (11) eolian principal, o roată (2) centrală cu dantură interioară solidarizată cu un rotor (10) eolian secundar, care pun în mișcare doi sau mai mulți sateliți (6) dubli montați în paralel și articulați echidistant pe un element (7) suport-axe, fiecare satelit (6) având două roți (3) și (4) coaxiale solidarizate, cu dantură exterioară, în care roata (4) angrenează cu roata (5) și roata (3) angrenează simultan cu roata (2), solidarizată cu un stator (9) mobil al unui generator electric contrarotativ, și cu o roată (1) cu dantură exterioară, solidarizată cu un rotor (8) mobil al generatorului electric, în care rotorul (8) are o turație mai mare și de sens opus turației statorului (9).
2. Amplificator de turație, *conform revendicărilor 1, 2 și 3, caracterizată prin aceea că* roțile transmisiei pot fi roți de fricțiune în cazul unor sisteme eoliene de mică putere.

5

Madu  2017

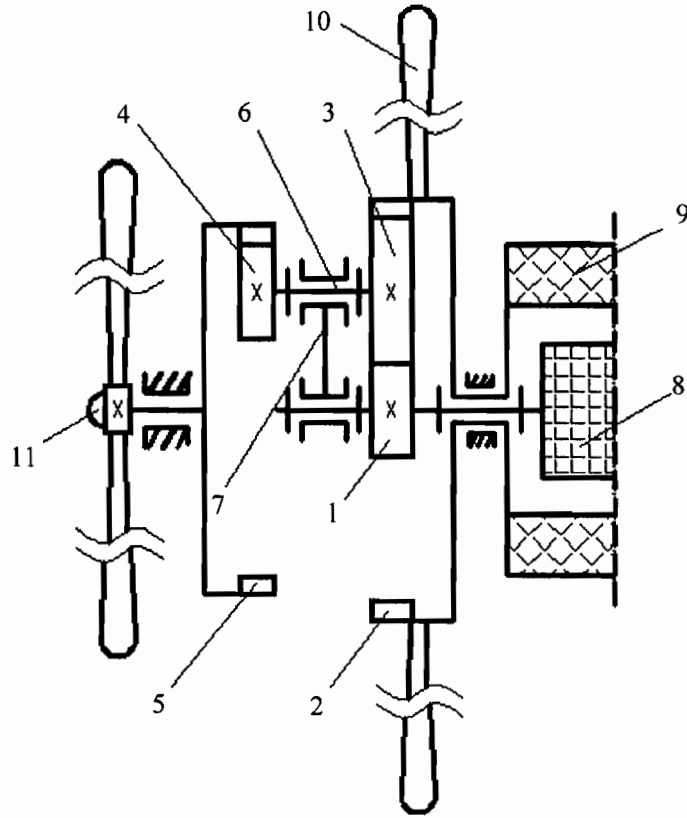


Fig. 1

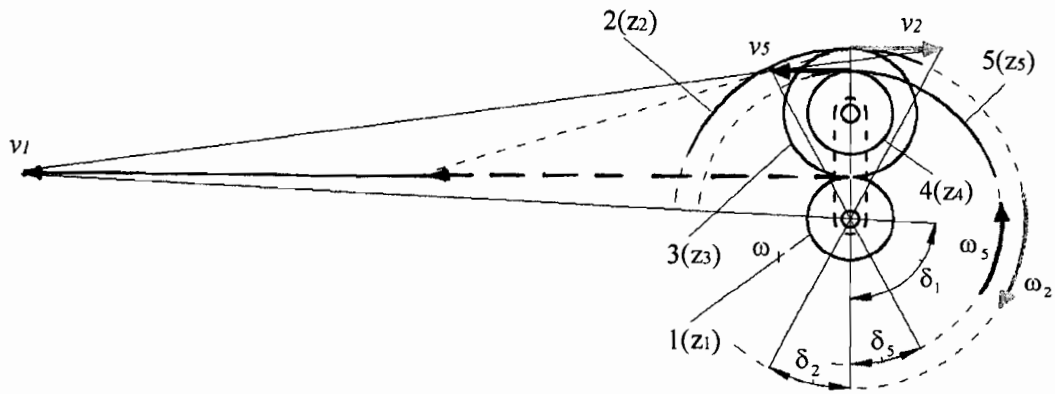


Fig. 2

6 Made off 4057



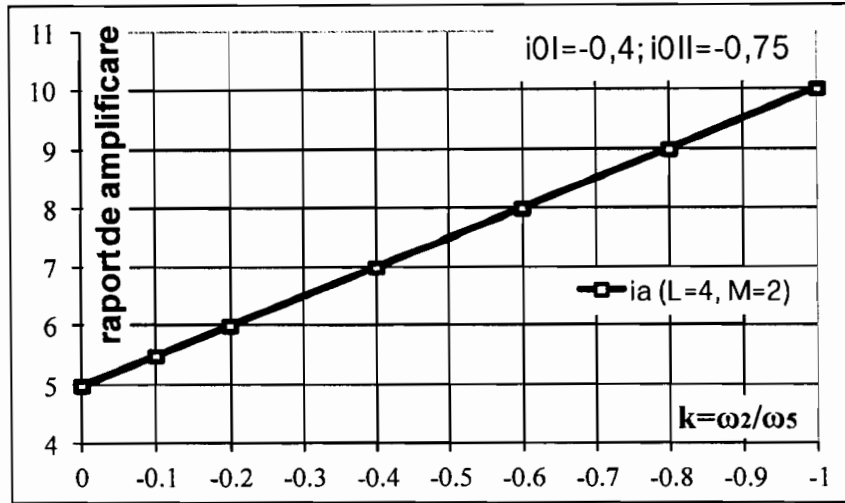


Fig. 3

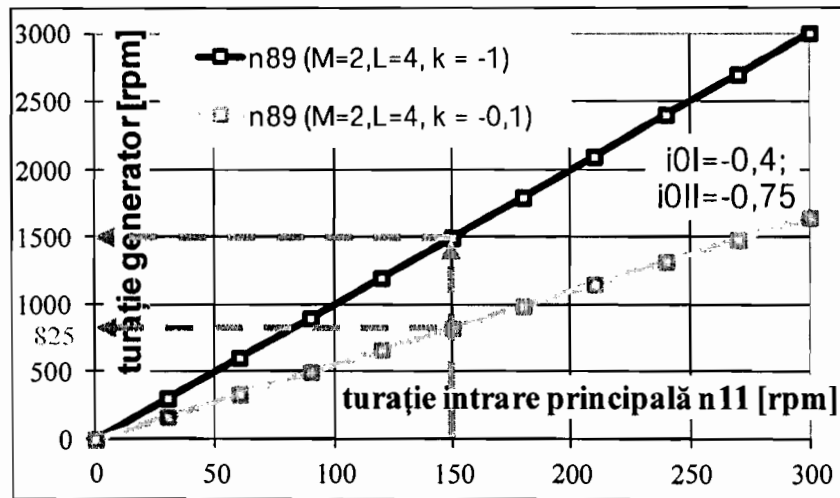


Fig. 4

7

Radu of 2017