



(12)

## BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2016 00539**

(22) Data de depozit: **29/07/2016**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30/03/2022** BOPI nr. **3/2022**

(41) Data publicării cererii:  
**29/11/2016** BOPI nr. **11/2016**

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

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

• **JALIU ILEANA CODRUȚA, BD. VICTORIEI  
NR. 10, AP. 43, BRAȘOV, BV, RO;**

• **MUNTEANU OLIMPIU,  
STR.COL.ION BUZOIANU NR.51, AP.3,  
BRAȘOV, BV, RO;**

• **CREȚESCU NADIA RAMONA,  
CALEA BUCUREȘTI NR. 84, BL. 2, SC. B,  
ET. 1, AP. 6, BUCUREȘTI, B, RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:  
**US 2014/0021722 A1; US 5876181 A**

(54) **SISTEM EOLIAN CONTRAROTATIV MONOMOBIL**



# RO 131512 B1

1           Invenția se referă la un sistem eolian destinat producerii energiei electrice prin  
2           conversia energiei vântului, format din două rotoare eoliene contra rotative - rotorul principal  
3           fiind de putere superioară celui secundar, un generator electric cu stator fix și o transmisie  
4           planetară monomobilă cu două intrări contrarotative la care sunt cuplate cele două rotoare  
5           eoliene și o ieșire la care este conectat rotorul generatorului, care permite „însumarea”  
6           momentelor de intrare și amplificarea turației de intrare generată de rotorul eolian principal.

7           Se cunoaște din documentul **US 2014/0021722 A1** un sistem eolian cu două rotoare  
8           constituit dintr-un amplificator planetar cu două intrări și o ieșire. Primul rotor este legat la  
9           prima intrare, al doilea rotor este legat la a doua intrare, iar generatorul este legat la ieșirea  
10          amplificatorului. Prima intrare este reprezentată printr-un inel de ghidare dințat, a doua  
11          intrare este reprezentată printr-un element port-satelit, iar ieșirea printr-o roată dințată  
12          centrală. Cele două rotoare generează două surse de cuplu astfel: primul cuplu generat de  
13          primul rotor este transferat la roțile dințate planetare printr-un manșon și un inel de ghidare  
14          dințat, al doilea cuplu generat de al doilea rotor este transferat către roțile dințate planetare  
15          prin axul turbinei, elementul port-satelit și știft. Cuplul este îmbinat la angrenarea dintre inelul  
16          de ghidare dințat și roțile dințate planetare și este transferat ieșirii amplificatorului printr-o  
17          roată dințată centrală de pe axul central.

18          Sunt cunoscute din documentul **US 8794094 B2** două amplificatoare planetare cu roți  
19          dințate cu o intrare și o ieșire, din componența unei turbine eoliene, în care un amplificator  
20          este alcătuit dintr-o unitate planetară cilindrică monomobilă cu satelit simplu înseriată cu  
21          două angrenaje cilindrice exterioare cu axe fixe, iar cel de-al doilea amplificator este un  
22          agregat serie format din două unități planetare cilindrice monomobile cu satelit simplu și un  
23          angrenaj cilindric exterior cu axe fixe. Soluțiile menționate prezintă dezavantajul unei  
24          complexități constructive relativ ridicate, a unui randament relativ redus și implicit un moment  
25          de ieșire redus, precum și a unui gabarit axial mărit.

26          Mai este cunoscut din documentul **US 5876181 A** un sistem eolian cu două rotoare  
27          eoliene, în care amplificatorul de turație integrează angrenaje conice cu axe fixe și o unitate  
28          planetară cilindrică bimobilă cu mai două intrări și o ieșire, care însumează mișcările de  
29          intrare, având dezavantajul unui mecanism complex cu gabarit mărit și a unui moment la  
30          rotorul generatorului mult redus față de momentul unui rotor eolian (Climescu, O. ș.a.  
31          “*Specific features of a counter-rotating transmission for renewable energy systems*”).

32          Problema tehnică pe care o rezolvă invenția este amplificarea turației unui rotor  
33          eolian concomitent cu asigurarea unui moment ridicat la ieșirea din amplificator, în condiții  
34          de simplitate constructivă și costuri relativ reduse.

35          Sistemul eolian contrarotativ propus soluționează problema tehnică prin utilizarea  
36          unui amplificator planetar monomobil cu două intrări și o ieșire, două rotoare eoliene  
37          contrarotative și un generator electric cu stator fix, în care o intrare este realizată printr-un  
38          element port-satelit solidar cu un rotor eolian principal, a doua intrare se realizează printr-o  
39          roată cu dantură interioară solidară cu un rotor eolian secundar, iar ieșirea este solidară cu  
40          rotorul generatorului electric.

41          Sistemul eolian contrarotativ monomobil, conform invenției, prezintă următoarele  
42          avantaje comparativ cu soluțiile cunoscute de turbine eoliene:

- 43           - are o complexitate structural-constructivă relativ scăzută;
- 44           - are o construcție robustă și o tehnologie de fabricație relativ simplă;
- 45           - poate fi realizată în ambele variante cu ax vertical și, respectiv, cu ax orizontal;
- 46           - asigură concomitent arborelui generatorului electric o turație amplificată față de cea  
47           a rotorului eolian principal și un moment mai ridicat obținut prin „însumarea” ponderată a  
          momentelor de intrare generate de cele două rotoare eoliene;

# RO 131512 B1

- amplificatorului planetar are un randament relativ ridicat, care scade puțin semnificativ (sub 1%) odată cu creșterea, în limite largi, a raportului cinematic de amplificare.	1
Se prezintă, în continuare, un exemplu de realizare a invenției, în legătură cu fig. 1...7:	3
- fig. 1, schema conceptuală a unei turbine eoliene contrarotative monomobile;	5
- fig. 2, schema bloc a unui amplificator planetar de tipul celui din fig. 1;	
- fig. 3, plan de viteze pentru un amplificator planetar de tipul celui din fig. 1;	7
- fig. 4, exemplu de variație a randamentului amplificator planetar în funcție de raportul de amplificare;	9
- fig. 5, exemplu de curbă de variație a coeficientului de putere al rotorului secundar în funcție de raportul momentelor de intrare;	11
- fig. 6, exemplu de variație a coeficientului de putere al generatorului în funcție de raportul momentelor de intrare;	13
- fig. 7, exemplu de variație a coeficientului de putere al generatorului în funcție de raportul de amplificare.	15
Sistemul eolian contrarotativ monomobil, conform invenției, în legătură cu fig. 1, 2 și 3, conține un element <b>H</b> port-satelit (suport-axe) solidar cu un rotor <b>R1</b> eolian principal, doi sau mai mulți sateliți dubli montați în paralel și articulați la elementul <b>H</b> port-satelit, formați din două roți <b>1</b> și <b>2</b> cu dantură exterioară solidare între ele. Roata <b>1</b> satelit pune în mișcare o roată <b>3</b> dințată centrală cu dantură exterioară, solidară cu un rotor <b>G</b> al unui generator electric cu stator fix, prin intermediul unei roți <b>4</b> dințate centrale fixe cu dantură interioară. O roată <b>5</b> dințată centrală cu dantură interioară este solidară cu un rotor <b>R2</b> eolian secundar și angrenează cu roata <b>2</b> satelit care transmite puterea mecanică generată de rotorul <b>R2</b> eolian secundar la rotorul <b>G</b> al generatorului electric prin intermediul angrenajului exterior constituit din roțile <b>1-3</b> .	17
Sistemul eolian contrarotativ cu două rotoare <b>R1</b> , <b>R2</b> eoliene - amplificator planetar <b>H-1-2-3-4-5</b> - generator electric, conform invenției, utilizează o transmisie planetară monomobilă cu două intrări (elementul <b>H</b> port-satelit reprezentând intrarea principală, roata <b>5</b> dințată centrală cu dantură interioară reprezentând intrarea secundară) și o ieșire reprezentată prin roata <b>3</b> dințată cu dantură exterioară. Acest mecanism complex este format prin conectarea în paralel a două unități <b>UP-I (3-1-4-H)</b> și <b>UP-II (5-2-1-4-H)</b> planetare monomobile	19
- fig. 2, având proprietățile:	21
- are o mișcare de rotație exterioară independentă - mișcarea intrării <b>H</b> principale, pe care o transmite determinat către celelalte două legături <b>3</b> și <b>5</b> exterioare;	23
- mișcarea de ieșire a roții <b>3</b> este amplificată în raport cu mișcarea independentă a intrării <b>H</b> principale;	25
- mișcărilor de rotație ale celor două intrări sunt de sens contrar, proprietate asigurată prin sensurile de înclinare opuse ale palelor celor două rotoare <b>R1</b> și <b>R2</b> eoliene;	29
- însumează puterile mecanice și implicit momentele generate de cele două rotoare eoliene, solidare cu intrările mecanismului.	31
Roțile <b>1</b> , <b>2</b> , <b>3</b> , <b>4</b> , <b>5</b> pot fi roți dințate sau, în cazul unor sisteme de mică putere, roți de fricțiune.	33
Pentru exemplificare, se consideră un amplificator planetar conform invenției pentru care se cunoaște schema cinematică (fig. 1 și 3), în care roata $i$ are raza $r_i$ și respectiv $z_i$ dinți. Conform fig. 1, 2 și 3, se aplică următoarea metodologie de calcul cinematic și static:	35
	37
	39
	41
	43
	45

# RO 131512 B1

1 - calculul vitezelor unghiulare ale elementelor de intrare:

$$3 \quad \omega_H = \frac{v_H}{r_H} = \frac{v_H}{r_1 + r_3} = tg \delta_H; \omega_H = \omega_{R1}$$

$$5 \quad \omega_5 = \frac{v_5}{r_5} = -tg \delta_5; \omega_5 = \omega_H \left( 1 - \frac{r_2}{r_5} \cdot \frac{r_4}{r_1} \right) = \omega_H (1 - i_{0II}); \omega_5 = \omega_{R2}$$

7 în care  $i_{0II}$  este raportul cinematic interior al unității **UP-II** planetare.

- calculul raportului cinematic rotor eolian principal - rotor eolian secundar:

$$9 \quad i_{R1-R2} = i_{H-5} = \frac{\omega_H}{\omega_5} = - \frac{tg \delta_H}{tg \delta_5}$$

11

- calculul vitezei unghiulare a elementului de ieșire:

$$13 \quad \omega_3 = \omega_H \left( 1 + \frac{r_4}{r_3} \right) = \omega_H (1 - i_{0I}); \omega_3 = \frac{v_3}{r_3} = tg \delta_3; \omega_3 = \omega_G$$

15

în care  $i_{0I}$  este raportul cinematic interior al unității **UP-I** planetare.

17 - calculul raportului de amplificare al transmisiei planetare (raportul cinematic generator - rotor eolian principal):

$$19 \quad i_a = i_{G-R1} = \frac{\omega_3}{\omega_H} = \frac{tg \delta_3}{tg \delta_H}$$

21

- calculul raportului cinematic rotor eolian secundar - generator:

$$23 \quad i_{aR2-G} = \frac{\omega_5}{\omega_3} = \frac{tg \delta_5}{tg \delta_3}$$

25

- calculul randamentului transmisiei planetare:

$$27 \quad \eta = \frac{1 - i_{0I}}{1 - i_{0I}} \cdot \frac{1 + k(1 - \overline{i_{0II}})}{1 + k(1 - \overline{i_{0II}})}, k = \frac{T_{R2}}{T_{R1}}, \overline{i_{0I}} = i_{0I} (\eta_{31} \eta_{14})^{-1}, \overline{i_{0II}} = i_{0II} \eta_{52} \eta_{14}$$

29

31 - calculul coeficientului de putere al rotorului secundar:

$$33 \quad \lambda_{R2} = \frac{P_{R2}}{P_{R1}} = \frac{T_{R2} \omega_{R2}}{T_{R1} \omega_{R1}} = k(1 - i_{0II})$$

35

- calculul coeficientului de putere al generatorului:

$$37 \quad \lambda_G = - \frac{P_G}{P_{R1}} = \frac{T_G \omega_G}{T_{R1} \omega_{R1}} = \frac{(1 - i_{0I})(1 + k(1 - \overline{i_{0II}}))}{1 - \overline{i_{0I}}}$$

39

În continuare se prezintă un exemplu numeric privind stabilirea parametrilor cinematici și statici ai unui sistem eolian contrarotativ monomobil, conform invenției, cu un amplificator planetar (fig. 1, 2) caracterizat prin următoarele valori ale rapoartelor cinematice interioare și randamentul unui angrenaj:  $i_{0I} = i_{34}^H = -39$ ;  $i_{0II} = i_{54}^H = -3$ ;

41

43  $\eta_{ang} = 0.975$ . Ca urmare, se obțin:  $i_a = i_{G-R1} = 40$  și  $\eta_{0I} = \eta_{0II} = 0.9506$ .

45

Pentru valorile extreme ale raportului  $k$  al momentelor de intrare ( $k = T_{R2}/T_{R1}$ ) se obțin următoarele randamente:  $\eta_{a(k=-1)} = 0.9046$  și  $\eta_{a(k=0)} = 0.9516$  (fig. 4). Aportul de putere  $\lambda_{R2}$  adus de rotorul secundar variază între 0 și 2 (fig. 5) pentru  $0 < |k| < 1$ , rezultând o putere mecanică la intrare în generatorul electric ce variază între 0.95 și 2.72  $P_{R1}$  (fig. 6 și 7).

47

# RO 131512 B1

Varianta $k = 0$ corespunde unui sistem eolian clasic cu un rotor eolian (rotorul principal), având o intrare <b>H (R1)</b> și o ieșire <b>3 (G)</b> . În fig. 4...7 sunt evidențiate efectele intrării în funcțiune a celui de-al doilea rotor eolian ( $k \neq 0$ ) comparativ cu cazul funcționării unui singur rotor eolian ( $k = 0$ ). Conform rezultatelor din fig. 4...7, prin conectarea unui rotor eolian secundar la un amplificator planetar monomobil cu două intrări și o ieșire rezultă următoarele proprietăți:	1
- randamentul amplificatorului planetar, conform invenției, scade relativ nesemnificativ cu creșterea raportului de amplificare și poate să scadă cu până la 5% față de randamentul variantei echivalente cu o intrare și o ieșire (fig. 4);	3
- aportul suplimentar adus de rotorul <b>R2</b> secundar al unui sistem eolian contrarotativ monomobil, conform invenției, crește proporțional cu raportul $k$ al momentelor de intrare, fig. 5;	5
- sistem eolian contrarotativ monomobil, conform invenției, asigură o creștere a puterii utile la generator cu circa 250% (în funcție de raportul cinematic interior $i_{011}$ ) față de varianta echivalentă cu o intrare și o ieșire.	7
	9
	11
	13
	15

# RO 131512 B1

## Revendicări

1

3

1. Sistem eolian contrarotativ monomobil format din două rotoare (**R1**, **R2**) eoliene, principal și secundar, contrarotative legate la un generator electric cu stator fix printr-o transmisie planetară monomobilă amplificatoare de turație, prevăzută cu două intrări, conectate la cele două rotoare (**R1**, **R2**) eoliene și o ieșire conectată la un rotor (**G**) al generatorului electric, **caracterizat prin aceea că** transmisia planetară monomobilă amplificatoare de turație este constituită dintr-un element (**H**) port-satelit, solidar cu rotorul (**R1**) eolian principal care pune în mișcare cel puțin doi sateliți dubli montați în paralel și articulați la elementul (**H**) port satelit, formați din câte două roți (**1**, **2**) satelit dințate cu dantură exterioară, solidaritate între ele, unde prima roată (**1**) satelit pune în mișcare o roată (**3**) dințată centrală cu dantură exterioară, solidară cu rotorul (**G**) generatorul electric, printr-o altă roată (**4**) dințată centrală cu dantură interioară, iar a doua roată (**2**) satelit angrenează o roată (**5**) dințată centrală cu dantură interioară, aceasta fiind solidară cu rotorul (**2**) eolian secundar.

9

11

13

15

2. Sistem eolian contrarotativ monomobil, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** în cazul unui sistem de mică putere, roțile transmisiei planetare cu două intrări și o ieșire sunt roți de fricțiune.

17

(51) Int.Cl.

F03D 1/02 (2006.01),

F03D 15/10 (2016.01)

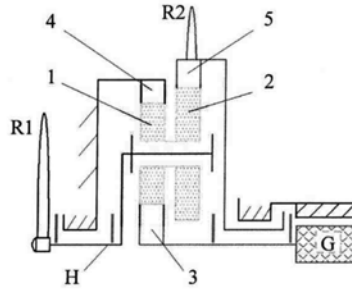


Fig. 1

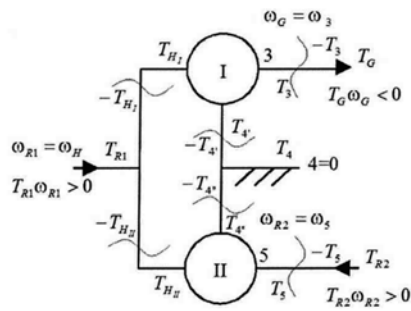


Fig. 2

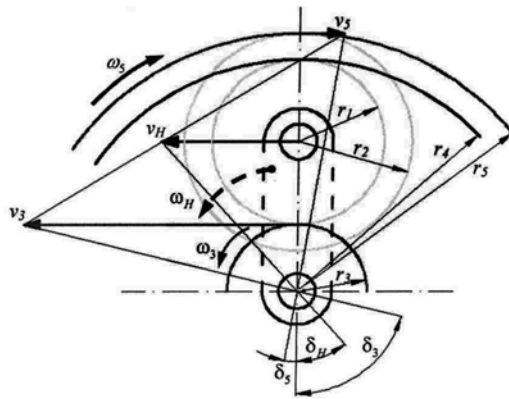


Fig. 3

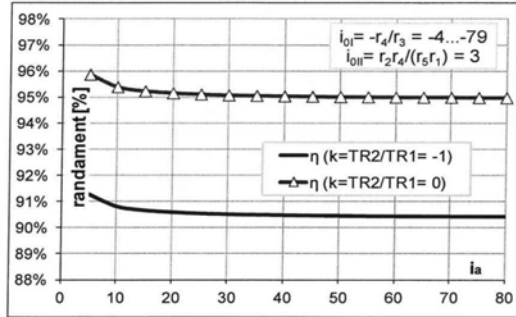


Fig. 4

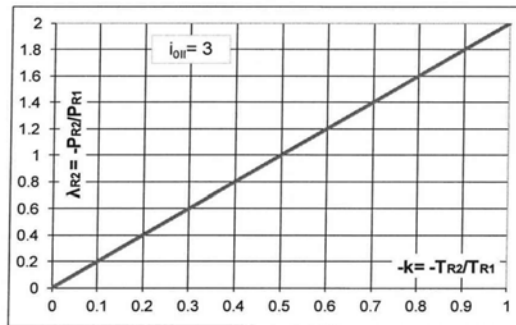


Fig. 5

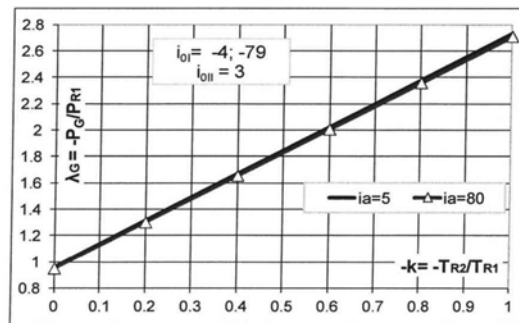


Fig. 6



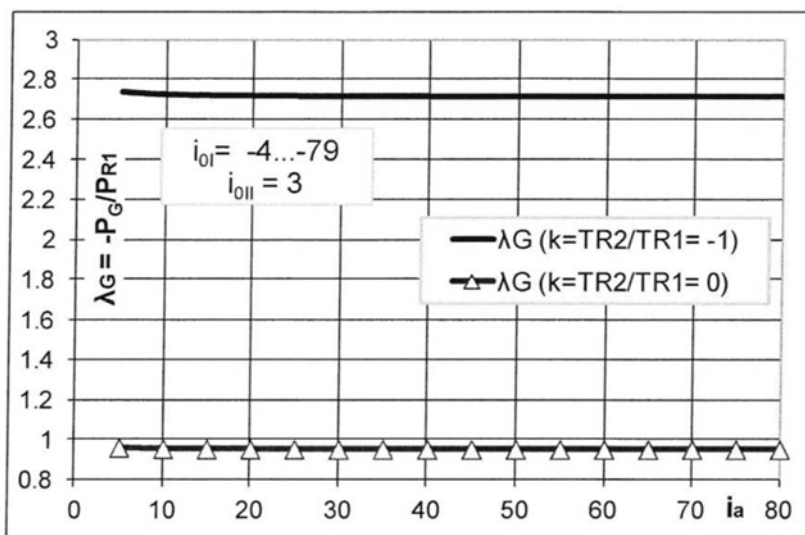


Fig. 7

