



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2019 00167

(22) Data de depozit: 18/03/2019

(41) Data publicării cererii:
30/07/2019 BOPI nr. 7/2019

(71) Solicitant:
• UNIVERSITATEA TRANSILVANIA DIN
BRAȘOV, B-DUL 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 CODRUȚA ILEANA, BD.VICTORIEI
NR. 10, BL.43, BRAȘOV, BV, RO;
• MUNTEANU OLIMPIU,
STR. COL. BUZOIANU NR. 51, AP. 3,
BRAȘOV, BV, RO

(54) SISTEM EOLIAN CONTRAROTATIV CU AMPLIFICATOR
DE TURAȚIE MONOMOBIL ȘI GENERATOR ELECTRIC
CONTRAROTATIV

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un sistem eolian destinat transformării energiei eoliene în energie electrică. Sistemul conform invenției este compus din două rotoare (A și B) eoliene contrarotative, coaxiale, principal și, respectiv, secundar, și un generator electric contrarotativ având un rotor (E) mobil și un stator (F) mobil, interconectate cu un amplificator de turație planetar monomobil, cu două intrări și două ieșiri contrarotative, format prin cuplarea unei unități (C) conice cu axe fixe, cu o intrare și două ieșiri, cu o unitate (D) planetară cilindrică, diferențială, cu sateliți simpli, cu trei intrări și două ieșiri; unitatea (C) conică va conține o roată (1) centrală cu dantură conică, solidarizată cu rotorul (A) eolian principal, care angrenează cu o roată (2) conică solidarizată coaxial cu o altă roată (3) conică, ce angrenează cu o altă roată (4) conică; unitatea (D) planetară cilindrică, diferențială, conține o roată (5) cilindrică, având dantură interioară solidarizată cu o roată (4) conică, un element (6) suport-axe solidarizat cu roata (1) centrală, și articulată printr-o cuplă de rotație cu o roată (7) satelit, cilindrică, ce angrenează simultan cu o roată (8) centrală cilindrică, având dantură exterioră, și cu roata (5) cilindrică solidarizată cu rotorul (B) eolian secundar, prin intermediul unui element (9), în care rotorul (E) mobil este solidarizat cu roata (8) centrală, iar statorul (F) mobil este solidarizat coaxial cu roata (5) cilindrică.

Revendicări: 3
Figuri: 6

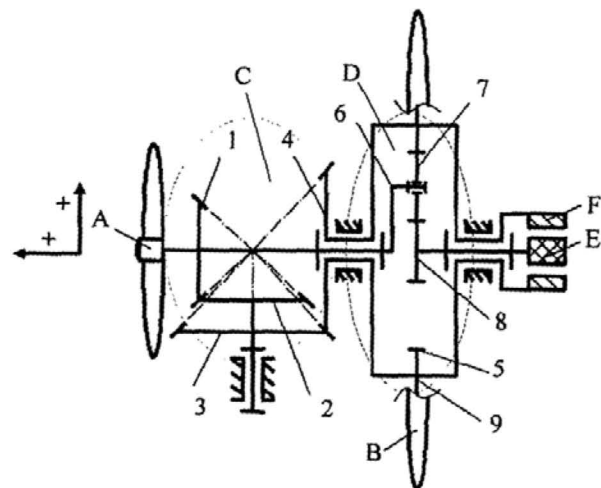


Fig. 1

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. act. BPI: 36/05.02.19

OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI
Cerere de brevet de invenție
Nr. a 2019 00167
Data depozit 18-03-2019

Sistem eolian contrarotativ cu amplificator de turație monomobil și generator electric contrarotativ

DESCRIEREA INVENȚIEI

Invenția se referă la un sistem eolian cu două rotoare eoliene contrarotative și un generator electric contrarotativ (cu rotor și stator rotative, în sensuri contrare), conectate la un amplificator de turație monomobil cu două intrări contrarotative și două ieșiri contrarotative, format dintr-o unitate conică monomobilă, obținută prin înserierea a două angrenaje conice cu axe fixe, conectate prin două legături mecanice cu o unitate planetară diferențială cilindrică cu sateliți simpli, care asigură amplificarea turației și însumarea momentelor, cu scopul de a transforma cu eficiență ridicată energia eoliană în energie electrică prin adaptarea turațiilor nominale reduse ale celor două rotoare eoliene la turația nominală ridicată a generatorului electric și prin creșterea puterii nominale a turbinei eoliene ca urmare a însumării puterilor mecanice generate de cele două rotoare eoliene contrarotative.

Este cunoscută o turbină eoliană (Wind turbine generator, brevet nr. US4291233), compusă dintr-un rotor eolian, un generator electric contrarotativ și un amplificator de turație cu o intrare și două ieșiri contrarotative, format din două angrenaje conice cu axe fixe care acționează o unitate planetară cilindrică bimobilă cu sateliți simpli. Această soluție prezintă dezavantajul utilizării unui singur rotor eolian, care dezvoltă puteri nominale mai reduse comparativ cu turbinele eoliene contrarotative. De asemenea, roata conică de pe arborele de intrare formează, cu celelalte două roți conice coaxiale, două angrenaje cu unghiuri diferite între axele de rotație, fapt care generează dificultăți constructive și tehnologice semnificative.

Mai este cunoscut un sistem eolian cu două rotoare eoliene contrarotative (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, precum și un sistem cu două rotoare contrarotative (Maglev twin-turbine wind generator, brevet nr. CN103277243A) și un amplificator de turație format dintr-o unitate planetară diferențială cu roți dințate cilindrice și satelit dublu și un angrenaj conic. Acestea însumează mișcările de intrare, având dezavantajul unor mecanisme complexe 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 sunt cunoscute turbine eoliene cu două rotoare eoliene contrarotative (Counter rotating generator, brevet nr. US 2006/ 0163963 A1; Jet assisted counter rotating wind

61

turbine, brevet nr. US6127739; Dual-turbine wind power station placed on a vertical axis, brevet nr. WO2013038215A1; Turbină eoliană, brevet nr. RO127313B1; Electrical generator system, brevet nr. US006476513B1), în care un rotor eolian este cuplat direct la rotorul mobil al unui generator de curent electric, iar celălalt rotor eolian este conectat direct la statorul mobil al generatorului. Aceste soluții, fără amplificator de turație, au dezavantajul de a fi utilizate numai în sisteme eoliene de putere mică, permițând funcționarea cu turații ridicate ale rotoarelor eoliene contrarotative pentru a asigura cerința de turație relativ ridicată a generatorul electric.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția este creșterea puterii nominale a turbinelor eoliene și a turației generatorului electric din componența acestora prin utilizarea unor sisteme cu două rotoare eoliene contrarotative, un amplificator de turație monomobil, care să permită „însurarea momentelor de intrare”, și un generator contrarotativ, în condițiile unor costuri de fabricație reduse.

Sistemul eolian contrarotativ cu amplificator de turație monomobil și generator electric contrarotativ propus *soluționează problema tehnică* prin utilizarea a două rotoare eoliene contrarotative coaxiale, a unui generator electric contrarotativ și a unei transmisii cu roți dințate, formată prin cuplarea unei unități conice monomobile, formată prin însurarea a două angrenaje conice cu axe fixe, cu o unitate planetară diferențială cu roți cilindrice, care permite două intrări și două ieșiri a puterii mecanice. Un rotor eolian este cuplat la un angrenaj conic și celălalt la unitatea planetară cilindrică, rotorul și statorul generatorului electric sunt conectate la ieșirile unității planetare cilindrice, iar cele două ieșiri ale angrenajelor conice sunt cuplate la intrările unității planetare cilindrice, permițând astfel o mișcare a rotorului generatorului electric cu o turație mai mare în valoare absolută față de cea a statorului generatorului electric.

Sistemul eolian contrarotativ cu amplificator de turație monomobil și generator electric contrarotativ, *conform invenției*, prezintă următoarele avantaje comparativ cu soluțiile cunoscute:

- a) realizează puteri nominale superioare soluțiilor clasice cu un rotor eolian;
- b) poate fi utilizat pentru o gamă largă de puteri;
- c) poate fi utilizat cu ax orizontal sau vertical, prin adaptarea corespunzătoare a rotoarelor eoliene;
- d) asigură concomitent la arborele rotorului generatorului electric o turație amplificată față de cea a rotorului eolian principal și un moment mai ridicat obținut prin „însurarea” ponderată a momentelor de intrare generate de cele două rotoare eoliene;

e) are o construcție robustă și o tehnologie de fabricație nepretențioasă.

Se prezintă, în continuare, un exemplu de realizare a invenției, în legătură cu figurile 1, 2, 3, 4, 5 și 6:

- *fig.1*, schemă conceptuală a unui sistem cu două rotoare eoliene contrarotative – amplificator de turație monomobil cu două intrări și două ieșiri – generator electric contrarotativ;

- *fig.2*, exemplu de variație a raportului de amplificare i_a în funcție de raportul cinematic interior al mecanismului cu roți conice i_{01} , pentru diferite valori ale raportului cinematic interior al unității planetare diferențiale i_{02} ;

- *fig. 3*, exemplu de variație a raportului de amplificare i_a și a randamentului amplificatorului de turație η_{tot} în funcție de raportul de transmitere i_{01} pentru diferite valori ale raportului momentelor de intrare k_i ;

- *fig. 4*, exemplu de variație a raportului de amplificare i_a și a randamentului amplificatorului de turație η_{tot} în funcție de raportul cinematic interior i_{02} pentru diferite valori ale raportului momentelor de intrare k_i ;

- *fig. 5*, exemplu de variație a randamentului amplificatorului de turație η_{tot} și al momentului rotorului eolian secundar T_B , în funcție de raportul momentelor de intrare k_i ;

- *fig. 6*, exemplu de variație a aportului de putere adus de rotorul **B** eolian secundar și a puterii mecanice de antrenare a generatorului electric P_{ge} în funcție de raportul momentelor de intrare k_i (pentru $P_A = 1$ kW).

Sistemul eolian contrarotativ cu amplificator de turație monomobil și generator electric contrarotativ, *conform invenției*, în legătură cu fig. 1, este format din două rotoare eoliene **A** și **B** contrarotative, având rotații de sensuri contrare, un amplificator de turație monomobil, format prin cuplarea unei unități conice **C** monomobile cu axe fixe cu o unitate planetară **D** diferențială, și un generator electric contrarotativ compus dintr-un rotor **E** și un stator **F**, care se rotesc în sensuri contrare.

Amplificatorul de turație monomobile este compus dintr-o unitate conică **C** monomobilă cu axe fixe, cu o intrare și două ieșiri, și dintr-o unitate planetară **D** cilindrică diferențială cu sateliți simpli, cu trei intrări și două ieșiri. Toate intrările și ieșirile sunt coaxiale. Rotorul eolian **A** principal este conectat la intrarea unității conice **C** monomobile, iar rotorul eolian **B** secundar la o intrare a unității planetare **D**. Cele două ieșiri ale unității conice **C** sunt cuplate la două dintre intrările unității planetare **D**. Ieșirile unității planetare **D** sunt conectate la rotorul **E** și, respectiv, la statorul **F** din componența generatorului electric.

Unitatea conică **C** monomobilă este formată prin înscrierea a două angrenaje conice cu axe fixe și conține o roată **1** cu dantură conică, solidarizată cu rotorul eolian **A** principal, un ansamblu **2-3** format dintr-o roată **2** conică solidarizată coaxial cu o roată **3** conică și articulat printr-o cuplă de rotație la carcasa sistemului considerată fixă. Roata **2** conică angrenează cu roata **1**, iar roata **3** angrenează cu o roată **4** conică, obținându-se astfel un mecanism monomobil cu axe fixe cu o intrare și două ieșiri, în care roata **1** este roată de intrare, iar roțile **1** și **4** roți coaxiale de ieșire.

Unitatea planetară **D** cilindrică diferențială conține o roată **5** cilindrică cu dantură interioară, solidarizată cu roata **4**, și un element **6** suport-axe, solidarizat cu roata **1**, articulat printr-o cuplă de rotație cu o roată **7** satelit cilindrică, care angrenează simultan cu roata **5** și cu o roată **8** centrală cilindrică cu dantură exterioară. Roata centrală **5** cu dantură interioară este solidarizată cu un element **9** pe care este montat rotorul eolian **B** secundar. Unitatea planetară **D** cilindrică diferențială permite însumarea ponderată a mișcărilor de intrare, respectiv însumarea ponderată a momentelor generate de cele două rotoare eoliene (rotorul **A** principal și rotorul **B** secundar) și transmiterea puterilor către rotorul **E** mobil, solidarizat cu roata **8**, și către statorul **F** mobil, solidarizat cu roata **5**. Intrările de putere în unitatea planetară **D** se realizează prin elementul **6** suport-axe, de la rotorul eolian **A**, și simultan prin roata **6** în mod direct de la rotorul eolian **B** și indirect, prin unitatea conică **C**, de la rotorul eolian **A**.

Unitatea conică **C** poate avea mai multe ansambluri **2-3** montate în paralel pentru a permite transmiterea ramificată a puterii de la roata **1** la roata **4**. În particular, când roțile **1** și **4** au același număr de dinți, ansamblul **2-3** se înlocuiește cu o singură roată conică. În general, pentru cazul $i_{01} \neq -1$, ansamblul **2-3** poate fi înlocuit cu o singură roată conică, de construcție specială, care intervine în două angrenaje conice cu unghiuri dintre axe diferite. Unitatea planetară **D** poate avea doi sau mai mulți sateliți **7** simpli montați în paralel.

Un generator contrarotativ are rotorul **E** și statorul **F** mobile, cu rotații de sensuri contrare. Pentru reducerea efectelor inerțiale în regim variabil de funcționare, rotorul **E** al generatorului electric se rotește cu o turație mai mare în valoare absolută decât cea a statorului **F**. Energia produsă de un generator electric este direct dependentă de turația relativă a rotorului **E** față de statorul **F**, momentele acestora fiind egale și de sens contrar.

Sistemul eolian contrarotativ cu amplificator de turație monomobil și generator electric contrarotativ, conform invenției, are următoarele proprietăți:

- are o mișcare de rotație exterioară independentă - mișcarea intrării principale **A**, pe care o transmite determinat către celelalte legături exterioare: **B** (intrare secundară) și **E**, **F** (ieșiri);

- mișcările de rotație ale celor două intrări 1 și 5 \equiv 9 sunt de sens contrar, proprietate asigurată prin sensurile de înclinare opuse ale palelor celor două rotoare A și B eoliene;
- turația de ieșire la roata 8 este amplificată în raport cu turația independentă a intrării principale 1;
- cele două ieșiri 5 și 8 au mișcări contrarotative și implicit turația relativă a acestora este superioară turației de ieșire la roata 8;
- datorită mișcării contrarotative a rotorului E față de statorul F, turația echivalentă/ nominală a generatorului este dată de turația relativă a rotorului E față de statorul F, care se obține prin însumarea valorilor absolute ale turațiilor rotorului și statorului;
- are o funcție de transmitere a momentelor exterioare, conform căreia momentul mecanic din generatorul electric (T_{ge}) se obține prin însumarea ponderată a celor două momente de intrare (T_A și T_B);
- însumează puterile mecanice generate de cele două rotoare eoliene, solidarizate cu intrările amplificatorului de turație.

Un amplificator de turație monomobil cu două intrări contrarotative și două ieșiri contrarotative realizează transmiterea determinată a unei mișcări de rotație de la intrarea principală la intrarea secundară, cu mișcare de sens contrar intrării principale, și la doi arbori de ieșire cu mișcări de sensuri contrare. Amplificatorul cu două intrări și două ieșiri are patru legături exterioare, notate $L = 4$.

Energia electrică produsă de un generator electric este direct dependentă de momentele induse de rotoarele eoliene A și B și de turația relativă a rotorului E față de statorul F.

Un generator electric contrarotativ are asociat un generator electric echivalent cu stator fix obținut prin inversiunea mișcării față de statorul generatorului. Ca urmare, generatorul echivalent este identic cu generatorul contrarotativ cu statorul fix și cu rotorul care are o turație $\omega_{ge} = \omega_E - \omega_F$.

Pentru exemplificare, se consideră un amplificator planetar monomobil cu două intrări și două ieșiri, conform invenției, pentru care se cunosc schema structurală și razele / numerele de dinți ale roților (roata i are raza r_i , respectiv z_i dinți, $i = 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8$), conform fig. 1. Pentru această soluție de amplificator de turație planetar se aplică următoarea metodologie de calcul cinematic și static (Miloiu, Gh., Dudiță, Fl., Diaconescu D.V. *Transmisii mecanice moderne*):

- notând $\frac{T_B}{T_A} = -k_t$, în care $k_t \in (0, 2]$, rezultă

$$T_B = -k_i T_A;$$

- notând cu $i_{01} = i_{41} = -\frac{z_1 z_3}{z_2 z_4}$ și $i_{02} = i_{85}^6 = \frac{\omega_{86}}{\omega_{56}} = -\frac{z_5}{z_8}$, respectiv

- considerând următoarele egalități cinematice:

$$\omega_A = \omega_1 = \omega_6; \omega_2 = \omega_3; \omega_4 = \omega_5 = \omega_9 = \omega_B = \omega_F; \omega_8 = \omega_E; \omega_{ge} = \omega_E - \omega_F,$$

se pot calcula:

- viteza roții 8 centrale de ieșire din unitatea planetară D cilindrică, în funcție de viteza intrării 1 principale:

$$\omega_8 = \omega_1 [i_{02} i_{01} + (1 - i_{02})];$$

- vitezele rotorului și statorului generatorului electric în funcție de viteza rotorului eolian A principal:

$$\omega_E = \omega_A [i_{02} i_{01} + (1 - i_{02})], \quad \omega_F = \omega_A i_{01};$$

- viteza generatorului electric:

$$\omega_{ge} = \omega_E - \omega_F;$$

- raportul de amplificare a vitezelor transmise de la rotorul eolian A principal la rotorul E al generatorului electric:

$$i_{aA-E} = \frac{\omega_E}{\omega_A} = i_{01} i_{02} + (1 - i_{02});$$

- raportul de amplificare a vitezelor transmise de la rotorul eolian A principal la statorul F al generatorului electric:

$$i_{aA-F} = \frac{\omega_F}{\omega_A} = i_{01};$$

- raportul de amplificare a vitezelor transmise de la rotorul eolian A principal la generatorul electric:

$$i_a = i_{aA-ge} = \frac{\omega_{ge}}{\omega_A} = i_{aA-E} - i_{aA-F} = (1 - i_{01})(1 - i_{02}).$$

- considerând egalitatea momentelor mecanice pentru generatorul electric:

$$T_F = -T_E,$$

se pot calcula:

- funcțiile de transmitere a momentelor:

$$T_A = -T_E \frac{\left(1 - \frac{i_{01}}{\eta_{01}}\right) \left(1 - \frac{i_{02}}{\eta_{02}}\right)}{1 - \frac{i_{01}}{\eta_{01}} k_t}, T_B = -k_t T_A;$$

în care $\eta_{01} = \eta_{12}\eta_{34}$, $\eta_{02} = \eta_{57}^6\eta_{78}^6$ sunt randamentele interioare ale unității conice **C**, respectiv unității planetare **D**;

- randamentul amplificatorului de turație:

$$\eta_{tot} = -\frac{\omega_E T_E + \omega_F T_F}{\omega_A T_A + \omega_B T_B} = \frac{(1 - i_{01})(1 - i_{02}) \left(1 - \frac{i_{01}}{\eta_{01}} k_t\right)}{\left(1 - \frac{i_{01}}{\eta_{01}}\right) \left(1 - \frac{i_{02}}{\eta_{02}}\right) (1 - i_{01} k_t)};$$

- puterea mecanică generată de rotorul eolian **A** principal:

$$P_A = T_A \omega_A;$$

- puterea mecanică generată de rotorul eolian **B** secundar:

$$P_B = T_B \omega_B;$$

- puterea mecanică la intrarea în generatorul electric:

$$P_{ge} = T_{ge} \omega_{ge} = -T_A \omega_A \eta_{tot}.$$

În continuare se prezintă un exemplu numeric pentru un sistem eolian contrarotativ cu amplificator de turație monomobil și generator electric contrarotativ, conform soluției conceptuale din fig. 1, pentru care se consideră o valoare unitară a puterii rotorului eolian principal ($P_A = 1$ kW) și următoarele rapoarte cinematice și randamente interioare: $i_{01} = -1$, $i_{02} = -8$, $\eta_{01} = 0,96$ și $\eta_{02} = 0,95$.

Conform fig. 2, odată cu creșterea raportului cinematic interior i_{01} al unității conice **C** și a raportului cinematic interior i_{02} al unității planetare **D** diferențiale, crește și raportul de amplificare total i_a .

Conform fig. 3, odată cu creșterea raportului cinematic interior i_{01} randamentul amplificatorului de turație η_{tot} scade pentru $k_t < 1$, rămâne constant pentru $k_t = 1$ și crește pentru $k_t > 1$. Pentru aceeași valoare a raportului cinematic interior i_{01} , odată cu creșterea raportului momentelor de intrare k_t randamentul total η_{tot} crește până când $k_t = 1$, după care η_{tot} scade. Conform fig. 4, odată cu creșterea raportului cinematic interior i_{02} randamentul amplificatorului de turație η_{tot} scade. Pentru aceeași valoare a raportului cinematic interior i_{02} , odată cu creșterea raportului momentelor de intrare k_t , randamentul total η_{tot} crește până când $k_t = 1$, după care η_{tot} scade.

Conform fig. 5 (vezi și fig. 3 și 4), pentru valori constante ale rapoartelor cinematice interioare i_{01} și i_{02} , randamentul total η_{tot} crește odată cu creșterea raportului k_t până la atingerea valorii $k_t = 1$ și descrește pentru $k_t > 1$.

Conform fig. 6, odată cu creșterea raportului momentelor de intrare k_t , puterea generată de rotorul eolian **B** secundar P_B crește, puterea generatorului electric P_{ge} crește, în condițiile în care randamentul η_{tot} este cvasi-constant (scade pe întreg domeniul de variație al raportului k_t cu cca. 1%, η_{tot} fiind maxim la $k_t = 1$, vezi fig. 5).

Comparativ cu soluția propusă, conform invenției, un sistem eolian similar care utilizează însă un generator clasic având statorul fix (roata 5 este decuplată de la statorul **F**, $k_t = 0$, amplificatorul planetar are în acest caz 3 legături exterioare $L=3$) realizează un randament total minim (fig. 5, $\eta_{tot} = 0,94$ pentru $k_t = 0$).

Aportul de putere adus de rotorul eolian **B** secundar variază liniar în raport cu puterea generată de rotorul eolian **A** principal (fig. 6) pentru $0 \leq k_t \leq 2$, rezultând o putere mecanică la intrare în generatorul electric P_{ge} ce variază între 0,94 și 2,84 P_A .

Varianta $k = 0$ corespunde unei turbine eoliene cu un rotor eolian (rotorul principal), având o intrare **A** (1) și două ieșiri **E** ($\equiv 8$) și **F** ($\equiv 5$). În fig. 5 și 6 sunt evidențiate efectele intrării în funcțiune a celui de-al doilea rotor eolian ($k_t > 0$) comparativ cu cazul funcționării unui singur rotor eolian ($k_t = 0$), respectiv efectele considerării a două rotoare eoliene cu o ieșire ($L = 3$ – generator clasic cu stator fix) sau cu două ieșiri ($L = 4$ – generator contrarotativ).

Conform rezultatelor din fig. 5 și 6, prin conectarea unui rotor eolian secundar sau a unui generator contrarotativ la un amplificator planetar monomobil cu două intrări și două ieșiri rezultă următoarele proprietăți:

- 1) aportul suplimentar de putere adus de rotorul eolian **B** crește proporțional cu raportul k_t al momentelor de intrare, fig. 6;
- 2) sistemul eolian contrarotativ cu amplificator de turație monomobil și generator electric contrarotativ, conform invenției, asigură o creștere majoră a puterii utile la generator P_{ge} (în funcție de raportul k_t) față de varianta echivalentă cu o intrare și două ieșiri ($L = 3$, $k_t = 0$), fig. 6;
- 3) randamentul η_{tot} al amplificatorului planetar, conform invenției, variază relativ nesemnificativ cu creșterea raportului momentelor de intrare k_t , crește pentru $0 < k_t < 1$ și scade pentru $k_t > 1$, fig. 5.

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. Cen, Y. Maglev twin-turbine wind generator, brevet nr. CN103277243A, 2013.
4. 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.
5. Flores, P. Jr., Counter rotating generator, brevet nr. US 2006/ 0163963 A1, 2006.
6. Appa, K. Jet assisted counter rotating wind turbine, brevet nr. US6127739, 2000.
7. Varga, I., Kovacs, J.C., Dual-turbine wind power station placed on a vertical axis, brevet nr. WO2013038215A1, 2013.
8. Tănase, C.S., Căvescu, D., Turbină eoliană, brevet nr. RO127313B1, 2014.
9. Miloiu, Gh., Dudiță, Fl., Diaconescu D.V. Transmisii mecanice moderne, Ed. Tehnică, 1980.

REVENDICĂRI

1. Sistem eolian contrarotativ cu amplificator de turație monomobil și generator electric contrarotativ, *conform invenției*, format din două rotoare eoliene (A și B) contrarotative coaxiale, un amplificator de turație monomobil cu roți dințate, cu două intrări și două ieșiri, și un generator electric contrarotativ format dintr-un rotor (E) mobil și un stator (F) mobil, *caracterizat prin aceea că* amplificatorul de turație este format prin cuplarea unei unități conice (C) monomobile cu axe fixe, cu o intrare și două ieșiri, cu o unitate planetară (D) cilindrică diferențială cu sateliți simpli, cu trei intrări și două ieșiri, *precum și prin aceea că* unitatea conică (C) conține o roată (1) cu dantură conică, solidarizată cu rotorul eolian (A) principal, care angrenează cu o roată (2) conică, articulată printr-o cuplă de rotație la carcasa sistemului, solidarizată cu o roată (3) conică care angrenează cu o roată (4) conică coaxială cu roata (1) conică, *precum și prin aceea că* unitatea planetară (D) cilindrică diferențială conține o roată (5) cilindrică cu dantură interioară solidarizată cu roata (4), un element (6) suport-axe solidarizat cu roata (1) și articulată printr-o cuplă de rotație cu o roată (7) satelit cilindrică, care angrenează simultan cu o roată (8) centrală cilindrică cu dantură exterioară și cu roata (5) solidarizată cu rotorul eolian (B) secundar prin intermediul unui element (9), în care rotorul (E) mobil este solidarizat cu roata (8), iar rotorul (F) mobil este solidarizat cu roata (5).
2. Sistem eolian contrarotativ cu amplificator de turație monomobil și generator electric contrarotativ, *conform revendicării 1*, *caracterizat prin aceea că* unitatea conică (C) poate conține mai multe ansambluri (2-3) dispuse echiunghiular pentru transmiterea ramificată a puterii mecanice prin unitatea conică (C).
3. Sistem eolian contrarotativ cu amplificator de turație monomobil și generator electric contrarotativ, *conform revendicării 1*, *caracterizat prin aceea că* ansamblul (2-3) poate fi înlocuit cu o singură roată (2 sau 3).

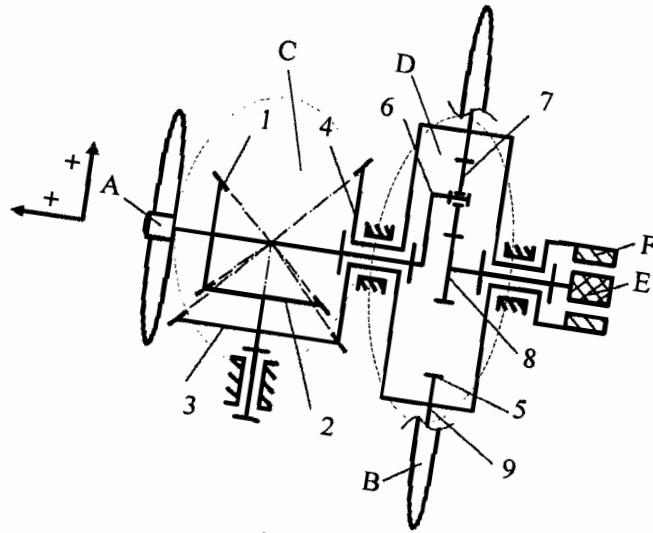


Fig. 1

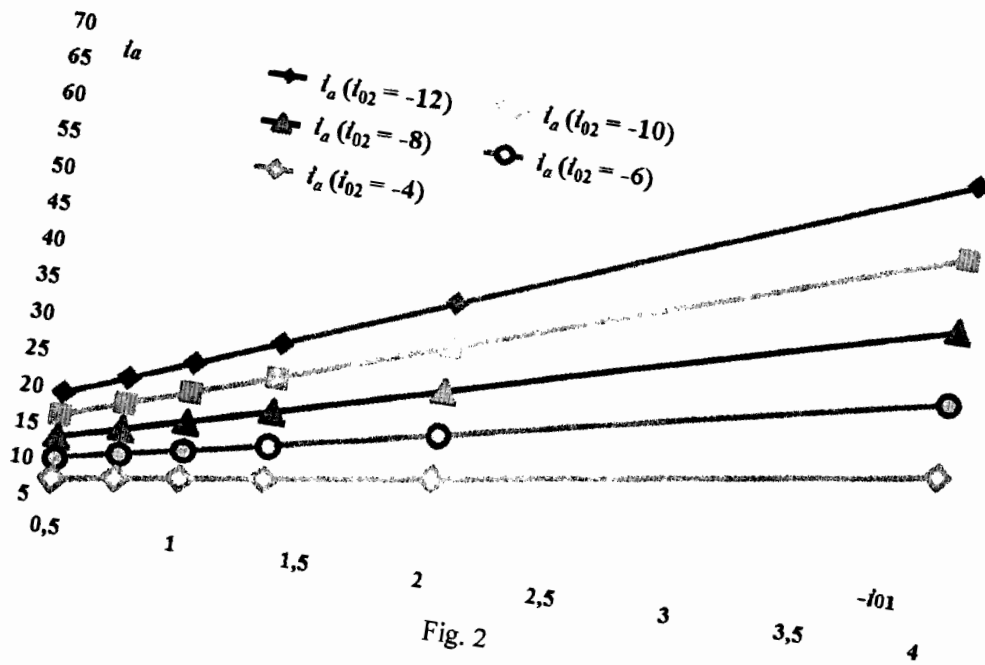


Fig. 2

Madu ab far Net

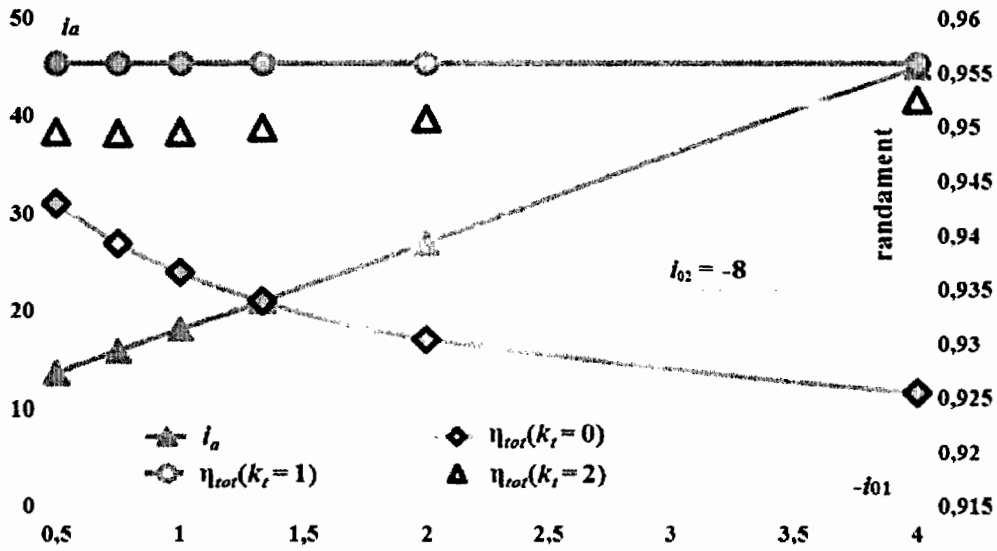


Fig. 3

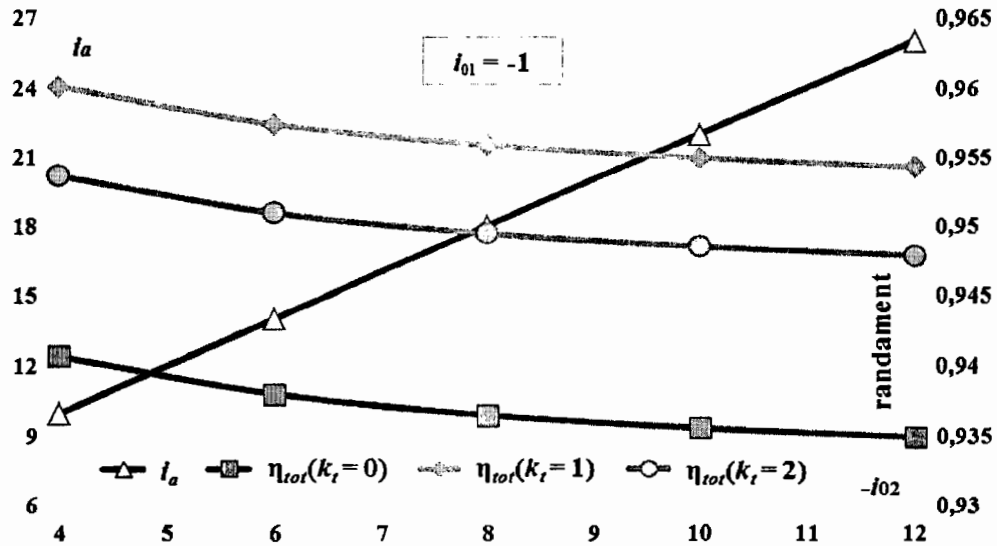


Fig. 4

Made of gas nut

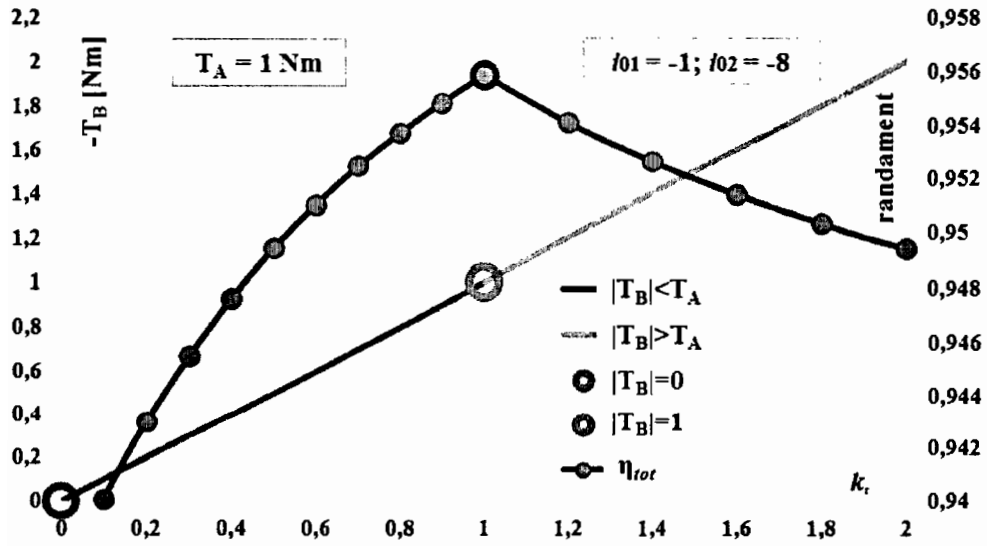


Fig. 5

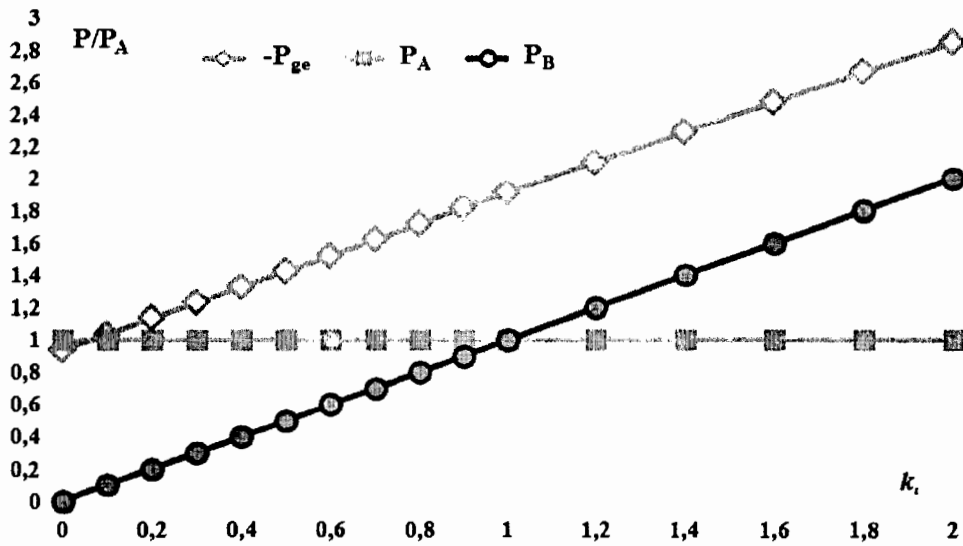


Fig. 6

Madr. et al. 2019