



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2014 00839**

(22) Data de depozit: **10/11/2014**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30/05/2023** BOPI nr. **5/2023**

(41) Data publicării cererii:
30/05/2016 BOPI nr. **5/2016**

(73) Titular:
• **UNIVERSITATEA POLITEHNICA DIN BUCUREȘTI, SPLAIUL INDEPENDENȚEI NR.313, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO;**
• **AEOLUS ENERGY INTERNATIONAL S.R.L., STR. NICOLAE TECLU NR. 46-48, SECTOR 3, BUCUREȘTI, B, RO;**
• **INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU INGINERIE ELECTRICĂ ICPE-CA, SPLAIUL UNIRII NR.313, SECTOR 3, BUCUREȘTI, B, RO**

(72) Inventatori:
• **TUDORACHE TIBERIU, STR.MOINEȘTI NR.5, BL.130, SC.A, AP.33, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO;**
• **PREDESCU MIHAIL, STR.SOLDAT VASILE CROITORU NR.7, BL.4, SC.3, AP.155, SECTOR 5, BUCUREȘTI, B, RO;**
• **NICOLAIE SERGIU, STR. PAȘCANI NR. 7, BL. D8, SC. D, AP. 38, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO;**
• **POPESCU MIHAIL, STR. FLOARE ROȘIE NR. 4, BL. 55, SC. 1, ET. 1, AP. 5, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:
JP 2011210656 A; US 20120193924 A1;
JPS 5614872 A

(54) **GENERATOR EOLIAN HIBRID CU FLUX MAGNETIC RADIAL ȘI ROTOR INTERIOR**



RO 131137 B1

1 Invenția se referă la un generator eolian hibrid cu magneți permanenți și flux mag-
2 netic radial, ce poate fi utilizat pentru a converti energia cinetică a vântului simultan în
3 energie electrică și energie termică.

4 Se cunosc mai multe tipuri de generatoare eoliene însă acestea sunt utilizate uzual
5 pentru conversia energiei eoliene doar în energie electrică. Un exemplu de astfel de gene-
6 rator eolian cu magneți permanenți interiori cu flux magnetic radial, utilizat pentru producerea
7 energiei electrice este descris în lucrarea **M. A. S. K. Khan, S. A. Saleh, M. A. Rahman:**
8 **“Generation and Harmonics in Interior Permanent Magnet Wind Generator”**, IEMDC '09
9 **IEEE International Electric Machines and Drives Conference, 2009**. Soluția descrisă în
10 lucrare prezintă următoarele dezavantaje:

11 - randament relativ modest datorat existenței pierderilor în fier (în miezul feromagnetic
12 statoric), a pierderilor Joule din înfășurări, respectiv a pierderilor prin curenți turbionari în
13 magneți;

14 - gabarit relativ important;

15 - produce doar electricitate, nu și energie termică.

16 Din documentul **JP 2011210656 A** se cunoaște un dispozitiv hibrid utilizat pentru
17 generarea, simultan sau independent, de energie electrică și/sau apă caldă, care folosește
18 un rotor interior de tip magnet permanent. Această soluție reprezintă o sursă de energie
19 electrică și de furnizare a apei calde ce rezultă prin conversia energiei cinetice din natură, cum
20 ar fi forța vântului. Dispozitivul hibrid are în componență o turbină eoliană care are prevăzut
21 un rotor cu magneți permanenți, în care este introdus un prim tronson stator prevăzut în inte-
22 rior cu o serpentină care produce apă încălzită, având o secțiune în care/din care este posibilă
23 introducerea/scoaterea rotorului pe o lungime predeterminată. Prin serpentină circulă apă
24 rece care se încălzește prin alternarea cîmpului magnetic generat de rotația rotorului, iar
25 transferul de căldură se realizează prin efect Joule, astfel încât fluidul care circulă prin inte-
26 riorul serpentinei o să fie încălzit și/sau în același timp în care rotorul și cel de-al doilea stator
27 se întrepătrund și funcționează ca un generator de energie electrică.

28 Problema tehnică pe care o rezolvă invenția, constă în creșterea randamentului con-
29 versiei energiei eoliene prin adoptarea unei soluții constructive de generator eolian hibrid
30 compact capabil să producă simultan energie electrică și termică.

31 O parte din energia termică produsă de generator se obține prin recuperarea unei
32 părți importante a pierderilor de natură electromagnetică ale generatorului care sunt
33 transformate în căldură. O altă parte a energiei termice furnizate de generatorul hibrid este
34 obținută prin inducție electromagnetică.

35 Invenția, prin soluția tehnică propusă, elimină dezavantajele soluției din lucrarea
36 menționată mai sus prin aceea că generatorul eolian hibrid propus permite obținerea
37 simultană de energie electrică și termică la un randament de conversie energetică superior,
38 respectiv prin ocuparea unui volum mai redus de către echipament.

39 Prin aplicarea invenției se obțin numeroase avantaje precum:

40 - energia eoliană este convertită simultan în energie electrică și termică cu ajutorul
41 unui singur generator hibrid ce funcționează la un randament superior generatoarelor elec-
42 trice clasice întrucât o mare parte a căldurii disipate în generator ca urmare a pierderilor
43 diverse (pierderi în fier, pierderi Joule, pierderi prin curenți turbionari în magneți) este
44 recuperată;

45 - volumul ocupat de generatorul hibrid este mai redus decât cel corespunzător gene-
46 ratoarelor electrice clasice (căldura datorată pierderilor este evacuată prin convecție forțată,
47 prin urmare dimensionarea generatorului permite adoptarea unor densități mai mari de
curent, cu o scădere a dimensiunilor de gabarit);

RO 131137 B1

- generatorul hibrid poate fi utilizat ca sursă de energie electrică și termică pentru diferite obiective rezidențiale sau industriale, fie în variantă independentă fie în combinație cu alte surse de energie (panouri fotovoltaice, panouri solare termice, pompe de căldură etc.);	1 3
- generatorul hibrid prezintă o funcționare robustă la viteze mari ale vântului întrucât frânarea turbinei eoliene se efectuează în mod natural datorită curenților induși în serpentina generatorului;	5 7
- comanda circuitului de răcire-încălzire este una simplă (senzor de temperatură montat la ieșirea circuitului termic + controler + pompă);	9
- generatorul eolian hibrid furnizează energie electrică/termică ieftină. Se oferă în continuare un exemplu nelimitativ, în legătură cu fig. 1...6 care reprezintă:	11
- fig. 1, principiul de conversie a energiei cinetice a vântului în energie electrică și energie termică folosind generatorul eolian hibrid;	13
- fig. 2, părți componente ale generatorului eolian hibrid cu flux magnetic radial destinat producerii energiei electrice și termice în varianta fără multiplicator de turație;	15
- fig. 3, părți componente ale generatorului eolian hibrid cu flux magnetic radial destinat producerii energiei electrice și termice în varianta cu multiplicator de turație;	17
- fig. 4, serpentina folosită pentru răcirea generatorului și pentru încălzirea agentului termic;	19
- fig. 5, partea mobilă a generatorului hibrid;	
- fig. 6, subansamblu stator.	21
Generatorul eolian hibrid I cu flux magnetic radial și cu rotor interior are ca destinație producerea simultană de energie electrică și termică prin conversia energiei cinetice a vântului. Energia cinetică a vântului ce acționează asupra turbinei eoliene II este transformată în energie mecanică rotativă la nivelul axului 6 al turbinei și ulterior prin intermediul generatorului eolian hibrid I în energie electrică și energie termică. Turbina poate fi echipată sau nu cu multiplicator de turație VII .	23 25 27
Din punct de vedere funcțional generatorul eolian hibrid I este alcătuit din două părți principale, o parte fixă și o parte mobilă III situată în interiorul părții fixe. Atât partea fixă cât și cea mobilă III sunt înglobate într-o carcasă metalică 1 .	29
Partea mobilă III este alcătuită din două rotoare IV și V montate pe același arbore 6 al turbinei eoliene. Fiecare din cele două rotoare IV și V sunt alcătuite din mai multe perechi de magneți permanenți 2 respectiv 3 , montate pe câte un miez magnetic cilindric 4 respectiv 5 . Miezurile magnetice sunt realizate din oțel magnetic masiv și fixate pe același arbore 6 rotit ca urmare a acțiunii vântului asupra turbinei eoliene. Perechile de magneți permanenți 2 respectiv 3 sunt polarizate alternativ în direcție radială așa încât să permită obținerea unei structuri magnetice heteropolare la periferiile celor două rotoare IV și V .	31 33 35 37
Partea fixă a generatorului eolian hibrid include în principal un stator clasic de generator sincron VI cu flux radial destinat producerii de electricitate, respectiv un sistem de răcire-încălzire format dintr-o serpentină tubulară 7 parcursă de agent termic lichid, în vederea producerii de energie termică.	39 41
Statorul VI este alcătuit din mai multe bobine 8 realizate din conductor din cupru izolat, montate în creștăturile unui miez magnetic 9 realizat din tole izolate, miezul fiind răcit la exterior prin intermediul serpentinei tubulare 7 situată în contact cu suprafața exterioară a statorului VI . Prin serpentina 7 circulă un agent termic lichid injectat prin pompă în stare rece prin orificiul 10 , agentul termic părăsind serpentina în stare caldă prin orificiul 11 .	43 45

RO 131137 B1

1 Serpentina **7** parcursă de fluid este realizată din țeava de oțel și fiind în contact direct cu
suprafața exterioară a statorului **VI** permite preluarea unei părți importante a căldurii degajate
3 în urma pierderilor în fier în miezul magnetic **9** și a pierderilor Joule în bobinele statorice **8**.
Agentul termic este parțial încălzit prin parcurgerea tronsonului de serpentină situat în
5 contact cu statorul **VI** și este ulterior încălzit suplimentar până la temperatura impusă pe
tronsonul de serpentină situat în dreptul rotorului **V** ca urmare a curenților induși nemijlocit
7 în pereții acesteia.

9 Cu excepția zonei de contact cu suprafața exterioară a statorului **VI**, serpentina **7** este
izolată termic cu un material termoizolant **12** pentru a reduce pierderile termice ale circuitului
de răcire-încălzire.

11 Dimensiunile geometrice (diametre, lungimi etc.) ale generatorului hibrid și ale com-
ponentelor sale, respectiv alte caracteristici (numerele de spire ale serpentinei **7**, numărul
13 și configurația bobinelor **8**, numărul de magneți permanenți **2** și **3** etc.) se stabilesc funcție
de puterea și dimensiunile dispozitivului, exemplul prezentat în figurile de mai jos fiind
15 nelimitativ.

17 Carcasa **1** care adăpostește partea fixă și cea mobilă a generatorului hibrid este
alcătuită dintr-o coroană cilindrică pe care se fixează două capace frontale **13** și **14** cu aju-
torul șuruburilor **15**, carcasa fiind centrată în raport cu arborele **6** al turbinei prin intermediul
19 lagărelor **16**. Turbina eoliană II poate avea axul orizontal sau vertical. În cazul construcției
cu ax vertical cel puțin unul din lagărele **16** trebuie să fie lagăr radial-axial (de presiune). Car-
casa este izolată la exterior cu materialul termoizolant **17** pentru a reduce pierderile termice
21 ale sistemului.

23 Câmpul magnetic învârtitor produs prin rotația magneților **2** și **3** solidar cu miezurile
rotorice **4** și **5** determină:

25 - apariția unor tensiuni induse în bobinele statorice **8**, similar generatoarelor sincrone
obișnuite cu flux radial (energie electrică), respectiv

27 - apariția unor curenți induși în pereții tronsonului de serpentină **7** situat în dreptul
rotorului **V**, determinând prin efect Joule încălzirea serpentinei și prin convecție, încălzirea
29 suplimentară până la temperatura dorită a lichidului ce parcurge serpentina (energie
termică).

31 Temperatura lichidului fierbinte evacuat din serpentină prin orificiul **11** trebuie
controlată electronic și păstrată între anumite limite optime, pentru a evita supraîncălzirea
33 generatorului întrucât aceasta ar putea determina distrugerea sistemului de izolație respectiv
demagnetizarea ireversibilă a magneților permanenți.

35 Prin echiparea statorului **VI** cu circuitul de răcire forțată **7** acesta devine mai compact
decât un stator de generator obișnuit întrucât mașina poate opera la densități mai mari de
37 curent și la solicitări magnetice superioare rezultând dimensiuni de gabarit mai reduse. Prin
înlăturarea unei părți importante a căldurii degajate în statorul **VI**, viteza de îmbătrânire a
39 sistemului său de izolație este diminuată, iar magneții permanenți **2** și **3** montați pe miezurile
magnetice **4** și **5** sunt protejați contra demagnetizării ireversibile datorate solicitărilor termice,
41 oferind astfel fiabilitate sporită echipamentului.

43 Pentru a crește puterea sistemului se pot crește diametrul generatorului și/sau lungi-
mea acestuia, respectiv se pot cupla mai multe generatoare eoliene hibride pe același ax.

45 Cu excepția zonei de contact cu exteriorul statorului, serpentina metalică este izolată
termic cu un material termoizolant pentru a reduce pierderile termice. Dimensiunile geo-
metrice ale componentelor generatorului eolian hibrid, numerele de spire ale serpentinei
47 metalice, structura și numărul de bobine statorice și numărul de magneți permanenți rotorici

RO 131137 B1

se stabilesc funcție de puterea și caracteristicile dispozitivului. Carcasa metalică a generatorului eolian hibrid este alcătuită dintr-o coroană cilindrică pe care se fixează prin șuruburi două capace frontale, partea fixă și carcasa fiind centrate în raport cu partea mobilă prin intermediul unor lagăre cu bile/role. În cazul turbinelor cu ax vertical cel puțin unul din lagăre trebuie să fie lagăr radial-axial (de presiune). Carcasa este izolată la exterior cu material termoizolant pentru a reduce pierderile termice ale sistemului.	1 3 5
Câmpul magnetic învârtitor produs prin rotația magneților permanenți solidar cu partea mobilă a generatorului hibrid, determină pe de o parte apariția unor tensiuni induse în bobinele statorice, ca în cazul unui generator sincron obișnuit cu flux radial, iar pe de altă parte determină apariția unor curenți induși în pereții tronsonului de serpentină situat în dreptul rotorului de diametru mai mare. Curenții induși în pereții serpentinei determină prin efect Joule încălzirea acesteia și, prin convecție, încălzirea suplimentară până la temperatura dorită a fluidului ce parcurge serpentina. Temperatura lichidului fierbinte evacuat din serpentină trebuie controlată electronic și păstrată între anumite limite optime, pentru a se evita supraîncălzirea generatorului, distrugerea sistemului său de izolație, respectiv demagnetizarea ireversibilă a magneților permanenți.	7 9 11 13 15
Prin echiparea statorului cu circuit de răcire forțată acesta devine mai compact decât un stator de generator obișnuit întrucât mașina poate opera la densități mai mari de curent și la solicitări magnetice superioare rezultând dimensiuni de gabarit mai reduse. Prin înlăturarea căldurii din statorul generatorului, viteza de îmbătrânire a sistemului său de izolație este diminuată, iar magneții permanenți rotorici sunt protejați contra demagnetizării ireversibile datorate supraîncălzirii, oferind astfel fiabilitate sporită echipamentului.	17 19 21
Pentru a crește puterea sistemului se pot crește diametrul generatorului și/sau lungimea acestuia, respectiv se pot cupla mai multe generatoare eoliene hibride pe același ax.	23 25

RO 131137 B1

Revendicări

1

3

1. Generator eolian hibrid (I) cuprinzând o turbină eoliană (II) fixată pe un ax principal (6), un generator hibrid alcătuit dintr-o carcasă metalică (1) izolată termic la exterior cu un material termoizolant (17), carcasa fiind realizată dintr-o coroană cilindrică și din două scuturi laterale identice (13, 14), carcasa adăpostind o parte fixă și o parte mobilă (III), partea mobilă a generatorului eolian fiind alcătuită din două subansambluri rotor (IV, V) similare, alcătuite dintr-una sau mai multe perechi de magneți permanenți (2, 3) montate pe câte un miez magnetic (4, 5), miezurile fiind realizate din oțel masiv și fixate pe arborele principal (6) al turbinei eoliene, perechile de magneți permanenți (2, 3) fiind polarizați alternativ în direcție radială, așa încât să se realizeze la periferiile celor două rotoare câte o structură magnetică heteropolară, iar partea fixă a generatorului eolian hibrid fiind alcătuită dintr-un stator clasic de mașină sincronă cu flux radial (VI) ce conține un miez magnetic (9) realizat din tole de oțel electrotehnic izolate, prevăzută cu creștături spre întrefierul dintre stator și rotor, în creștături fiind dispuse mai multe bobine (8) în care se induc tensiuni electromotoare, **caracterizat prin aceea că** generatorul eolian hibrid cuprinde o serpentină (7) situată în contact cu suprafața exterioară a statorului (VI) și realizată din țevă din oțel magnetic prin care circulă un agent termic lichid, serpentina (7) fiind destinată pe de o parte preluării căldurii dezvoltate ca urmare a pierderilor în fier în miezul magnetic (9) și a pierderilor Joule în bobine (8), iar pe de altă parte supraîncălzirii agentului termic prin efectul Joule al curenților induși dezvoltați în pereții serpentinei pe tronsonul situat în dreptul rotorului (V), agentul termic intrând în stare rece în serpentina (7) printr-un orificiu (10) și fiind evacuat în stare caldă printr-un alt orificiu (11), serpentina (7) fiind izolată la exterior cu un material termoizolant (12), mai puțin în regiunea de contact cu statorul (VI).

25

2. Generator eolian hibrid (I) conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** partea mobilă (III) a generatorului este centrată în raport cu partea fixă și carcasa (1) prin intermediul unor lagăre (16), puterea generatorului fiind corelată cu dimensiunile turbinei.

27

29

3. Generator eolian hibrid (I) conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** axul principal (6) al turbinei eoliene (II) poate fi orizontal sau vertical.

31

4. Generator eolian hibrid (I) conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** turbina eoliană (II) este echipată cu un multiplicator de turație (VII).

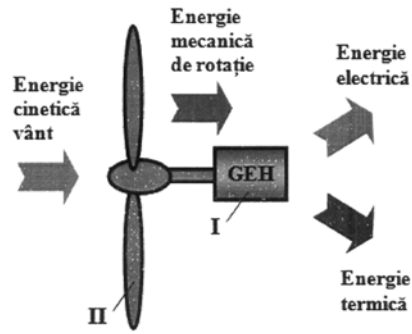


Fig. 1

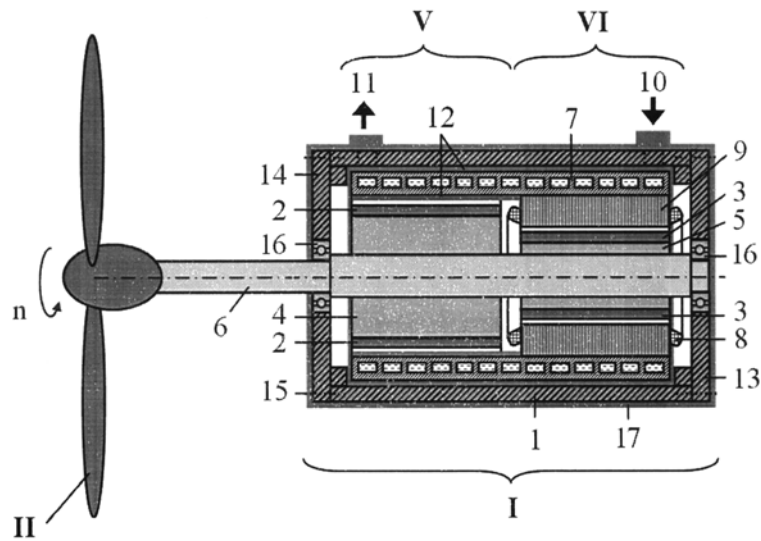


Fig. 2

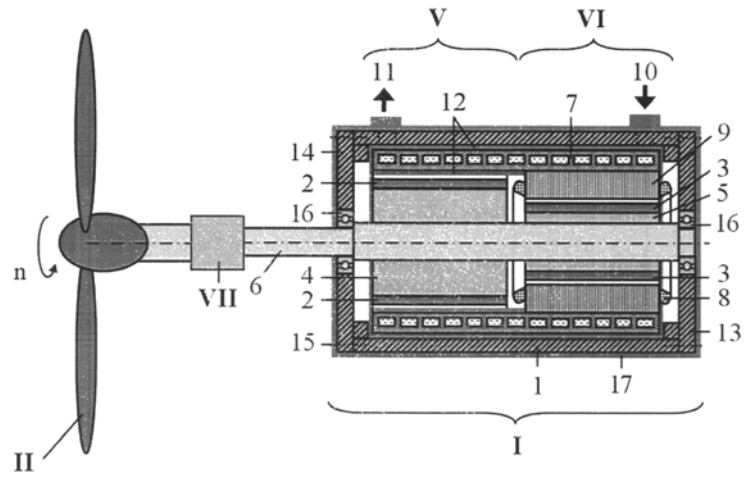


Fig. 3

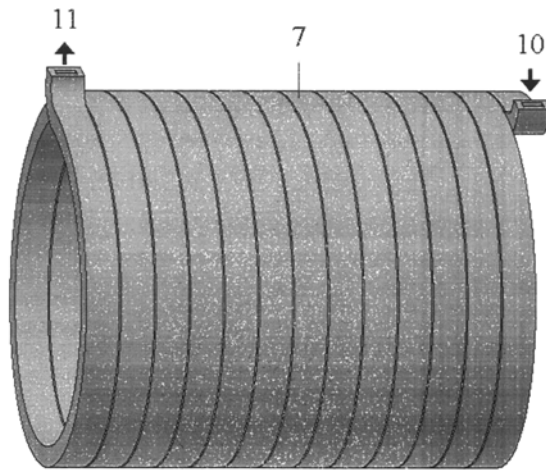


Fig. 4

(51) Int.Cl.
F03D 1/00 (2006.01);
F03D 1/02 (2006.01)

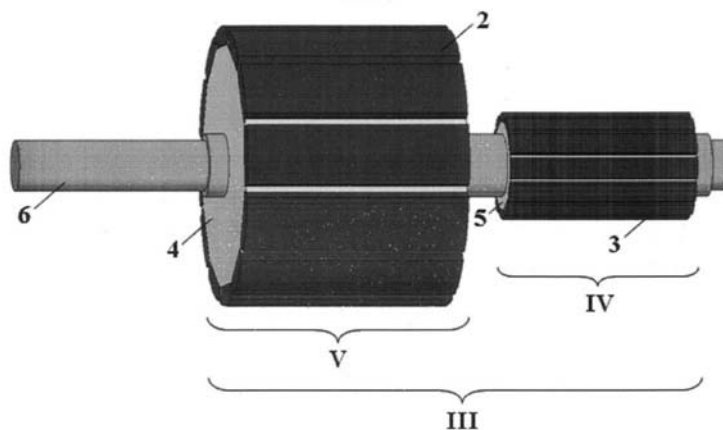


Fig. 5

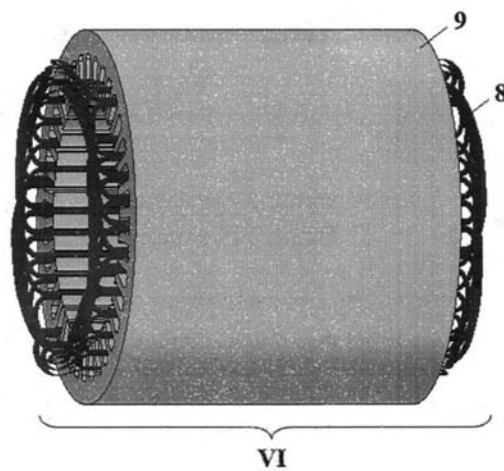


Fig. 6

