



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2014 00838

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

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

(71) Solicitant:  
• 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 ELECTRICA 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;  
• MELCEȘCU LEONARD,  
STR. GRIGORE TOCILEȘCU NR. 2, BL. 2,  
SC. A, AP. 18, PITEȘTI, AG, 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

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

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un generator eolian hibrid, cu flux magnetic radial și rotor exterior, destinat conversiei energiei eoliene în energie electrică și termică. Generatorul conform invenției realizează acest lucru prin intermediul unei turbine (II) eoliene, fiind alcătuit dintr-o parte (III) fixă, interioară, și o parte (IV) mobilă, situată la exteriorul celei dintâi, acestea fiind separate de întrefier, partea (IV) mobilă fiind alcătuită din două rotoare (V și VI) exterioare, fiecare fiind alcătuită din mai multe perechi de magneți permanenți (2 și 3), montați pe niște miezuri (4 și 5) cilindrice, jugurile magnetice ale celor două miezuri fiind dispuse unul în prelungirea celuilalt, în direcție axială, cuplate direct la butucul turbinei (II) eoliene și centrate în raport cu un arbore (6) fix, prin intermediul unor scuturi (1) metalice prinse de juguri prin niște șuruburi (15), respectiv, prin intermediul unor lagăre (16) radial-axiale, perechile de magneți permanenți fiind magnetizate radial, alternativ, în vederea obținerii unor structuri magnetice heteropolare la periferiile interioare ale celor două rotoare (V și VI), iar partea fixă a generatorului (I) este alcătuită dintr-un stator (VII) interior similar cu cel al unui generator sincron cu flux radial, cu rol în producerea de energie electrică, respectiv, dintr-un sistem de răcire-încălzire reprezentat de o serpentină (7) tubulară, destinată producerii de energie termică, ce este fixată pe arbore (6), iar statorul (VII) este alcătuit din mai multe bobine (8) fixate în creștăturile unui miez (9) magnetic, realizat din tole și răcit prin intermediul serpentinei prin care circulă un agent termic lichid, injectat prin pompă, în stare rece, printr-un orificiu (10), acesta părăsind serpentina în stare caldă printr-un alt orificiu (11), temperatura la ieșire fiind controlată pentru a preîntâmpina supraîncălzirea generatorului, iar lichidul este transportat prin niște țevi (13 și 14).

Revendicări: 1  
Figuri: 5

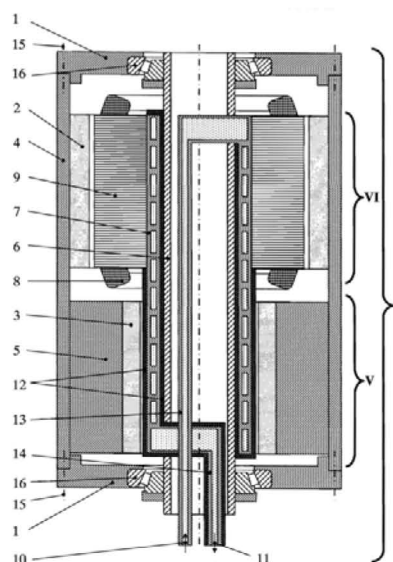


Fig. 2



## GENERATOR EOLIAN HIBRID CU FLUX MAGNETIC RADIAL ȘI ROTOR EXTERIOR

### DESCRIERE

Invenția se referă la un Generator Eolian Hibrid (GEH) cu rotor exterior și flux magnetic radial, având ca destinație conversia energiei cinetice a vântului simultan în energie electrică și energie termică.

Se cunosc mai multe tipuri de generatoare eoliene însă acestea sunt destinate de regulă conversiei energiei eoliene doar în energie electrică. În lucrarea *Sorin Vlăsceanu, Alecsandru Simion, Leonard Livadaru, Nicolae-Daniel Irimia, Florin Lazăr: "FEM Analysis of a Low Speed Permanent Magnet Synchronous Machine with External Rotor for a Wind Generator", OPTIM '2012 13th International Conference on Optimization of Electrical and Electronic Equipment (OPTIM), 2012*, se prezintă un astfel de generator eolian cu magneți permanenți și rotor exterior cu flux magnetic radial, însă acesta este utilizat doar pentru producerea energiei electrice. Soluția descrisă în lucrarea de mai sus prezintă anumite dezavantaje precum: diametru mare, randament relativ modest, furnizează doar energie electrică.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția, constă în îmbunătățirea eficienței conversiei energiei eoliene prin utilizarea unei soluții constructive ultra-compacte de generator eolian hibrid cu rotor exterior, capabil să producă simultan atât energie electrică și termică. Energia electrică este produsă de către un generator electric de tip sincron, cu rotor exterior, integrat în structura generatorului hibrid, iar energia termică este produsă parțial prin recuperarea unei părți importante a pierderilor de natură electromagnetică ale generatorului electric, respectiv cu ajutorul unui sistem de încălzire bazat pe efectul Joule al curenților turbionari induși în conductoare masive.

Invenția, prin soluția tehnică propusă, elimină dezavantajele variantei prezentate în lucrarea menționată mai sus prin aceea că generatorul eolian hibrid permite conversia simultană de energie electrică și termică cu o eficiență energetică superioară, construcția acestuia fiind foarte compactă.

Prin aplicarea invenției se obțin numeroase avantaje precum:

- energia eoliană este convertită simultan în energie electrică și termică cu ajutorul unui singur generator hibrid ce funcționează la un randament superior generatoarelor electrice clasice întrucât o mare parte a căldurii disipate în generator ca urmare a pierderilor diverse (pierderi în fier, pierderi Joule, pierderi prin curenți

- turbionari în magneti) este recuperată;
- volumul ocupat de generatorul hibrid este mai redus decât cel corespunzător generatoarelor electrice clasice (căldura datorată pierderilor este evacuată prin convecție forțată, prin urmare dimensionarea generatorului permite adoptarea unor densități mai mari de curent, cu o scădere a dimensiunilor de gabarit);
- 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.);
- 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;
- comanda circuitului de răcire-încălzire este una simplă (senzor de temperatură montat la ieșirea circuitului termic + controler + pompă);
- generatorul eolian hibrid furnizează energie electrică/termică ieftină.

În figurile de mai jos se oferă un exemplu nelimitativ privind principiul de funcționare, structura și componentele principale ale unui generator eolian hibrid cu flux magnetic radial și rotor exterior. Astfel în figurile 1 - 6 se prezintă:

- figura 1, Principiul de conversie energetică a unui sistem eolian hibrid cu ax vertical;
- figura 2, Componente principale ale generatorului eolian hibrid cu flux magnetic radial și rotor exterior (vedere în secțiune);
- figura 3, Serpentină folosită pentru răcirea generatorului, respectiv pentru încălzirea prin curenți turbionari a agentului termic;
- figura 4, Partea mobilă a generatorului hibrid;
- figura 5, Subansamblu stator echipat cu serpentină pentru recuperarea căldurii.

Mașina propusă în invenție este un generator eolian hibrid **I** cu flux magnetic radial și cu rotor exterior utilizat în vederea conversiei energiei cinetice a vântului simultan în energie electrică și termică. Energia cinetică a maselor de aer în mișcare ce acționează asupra turbinei eoliene **II** este transformată în energie mecanică de rotație care la rândul său, prin intermediul generatorului eolian hibrid **I**, este convertită în energie electrică și energie termică. Rotorul generatorului eolian hibrid este cuplat direct la

butucul turbinei eoliene rotindu-se solidar cu rotorul turbinei.

Construcția generatorului eolian hibrid **I** include două părți principale, o parte fixă interioară **III** și o parte mobilă **IV** situată la exteriorul părții fixe, cele două părți fiind separate de întrefier.

Partea mobilă **IV** este alcătuită din două rotoare exterioare **V** și **VI**, fiecare din ele fiind alcătuite din mai multe perechi de magneți permanenți **2** respectiv **3**, montate pe miezurile magnetice cilindrice **4** respectiv **5**. Miezurile magnetice rotorice sunt realizate din oțel magnetic masiv, jugurile magnetice ale celor două miezuri fiind dispuse unul în prelungirea celuilalt în direcție axială și cuplate direct la butucul turbinei eoliene. Diametrele interioare ale celor două miezuri magnetice **4** și **5** sunt diferite. Perechile de magneți permanenți **2** respectiv **3** sunt magnetizate radial alternativ în vederea obținerii unor structuri magnetice heteropolare la periferiile interioare ale celor două rotoare **V** și **VI**.

Partea fixă **III** a generatorului eolian hibrid este alcătuită în principal dintr-un stator interior **VII** de generator electric sincron cu flux radial, cu rol în producerea de energie electrică, respectiv dintr-un sistem de răcire-încălzire reprezentat de o serpentină tubulară **7** străbătută de un agent termic lichid, destinată producerii de energie termică. Statorul **VII** este alcătuit din mai multe bobine **8** construite din conductor din cupru izolat electric, montate în creșturile miezului magnetic **9**. Miezul magnetic **9** este realizat la rândul său din tole și este răcit prin intermediul serpentinei tubulare **7** situată în contact cu suprafața interioară a statorului **VII**. Serpentina **7** este parcursă de un agent termic lichid injectat prin pompare în stare rece prin orificiul **10**, agentul termic părăsind serpentina în stare caldă prin orificiul **11**. Serpentina **7** este realizată din țevă din oțel și aflându-se în contact direct cu suprafața interioară a miezului statoric al generatorului electric **VII** permite recuperarea unei părți importante a căldurii disipate datorită pierderilor în fier în miezul magnetic **9** și a pierderilor Joule în bobinele statorice **8**. Prin parcurgerea tronsonului de serpentină aflată în contact cu statorul **VII**, agentul de lucru se încălzește de la temperatura  $T_0$  (stare rece) până la temperatura  $T_1$  (stare caldă intermediară). Lichidul este apoi încălzit ca urmare a curenților induși în pereții serpentinei **7** pe tronsonul inferior situat în dreptul rotorului **V**, fiind astfel adus la temperatura  $T_2$  (stare fierbinte) atent controlată.

Cu excepția zonei de contact cu suprafața interioară a statorului **VII**, serpentina **7** este izolată termic cu un material termoizolant **12** pentru a reduce pierderile termice ale circuitului de răcire-încălzire. Serpentina **7** este fixată pe arborele **6** realizat din țevă cilindrică din oțel. Agentul termic pătrunde în serpentina **7** în stare rece prin orificiul **10** și părăsește serpentina

în stare caldă prin orificiul **11**. Lichidul este transportat către/dinspre serpentină prin țevile **13** respectiv **14** dispuse în spațiul din interiorul arborelui fix **6**. Țeava **14** este izolată la exterior pentru a diminua pierderile termice de pe circuitul termic.

Detaliile dimensionale privind componentele generatorului hibrid și structura lor (precum numărul de spire al serpentinei **7**, configurația bobinelor **8**, numărul de magneți permanenți **2** și **3** etc.) se stabilesc funcție de puterea sistemului, exemplul prezentat în figurile de mai jos fiind nelimitativ.

Jugurile rotorice **4** și **5** cuplate la butucul turbinei eoliene se centrează în raport cu arborele **6** al turbinei prin intermediul scuturilor metalice **1** prinse de juguri prin șuruburile **15**, respectiv prin intermediul lagărelor radial-axiale (de presiune) **16**.

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

- apariția unor tensiuni induse în bobinele statorice **8**, similar generatoarelor sincrone obișnuite cu flux radial (energie electrică), respectiv
- apariția unor curenți turbionari induși în pereții tronsonului de serpentină **7** situat în dreptul rotorului **V**, determinând prin efect Joule încălzirea serpentinei și deci încălzirea suplimentară a lichidului ce parcurge serpentina (energie termică).

Temperatura agentului termic aflat în stare fierbinte la ieșirea din serpentină prin orificiul **11** trebuie controlată atent pentru a evita supraîncălzirea generatorului.

Întrucât statorul **VII** este răcit forțat, dimensiunile sale de gabarit pot fi reduse semnificativ în comparație cu cele ale unui generator clasic, întrucât mașina poate funcționa la solicitări electrice și magnetice superioare. În plus, prin dispunerea magneților la exterior aceștia se pot răci mai bine decât în cazul structurii cu rotor interior. Puterea sistemului se corelează cu diametrul generatorului și/sau cu lungimea acestuia.

## REVENDICĂRI

1. Generator eolian hibrid cu flux magnetic radial și rotor exterior (I) caracterizat prin aceea că energia mecanică de rotație necesară antrenării sale se obține prin conversia energiei cinetice a vântului simultan în energie electrică și termică prin intermediul unei turbine eoliene (II), generatorul hibrid (I) fiind alcătuit dintr-o parte fixă interioară (III) și o parte mobilă (IV) situată la exteriorul părții fixe, cele două părți fiind separate de întrefier, partea mobilă (IV) fiind alcătuită la rândul său din două rotoare exterioare (V) și (VI), fiecare din ele fiind alcătuite din mai multe perechi de magneți permanenți (2) respectiv (3), montate pe miezurile magnetice cilindrice (4) respectiv (5) realizate din oțel magnetic masiv, jugurile magnetice ale celor două miezuri fiind dispuse unul în prelungirea celuilalt în direcție axială și cuplate direct la butucul turbinei eoliene și centrate în raport cu arborele fix (6) de tip țevă cilindrică prin intermediul scuturilor metalice (1) prinse de juguri prin șuruburile (15), respectiv prin intermediul lagărelor radial-axiale (16), perechile de magneți permanenți (2) respectiv (3) fiind magnetizate radial alternativ în vederea obținerii unor structuri magnetice heteropolare la periferiile interioare ale celor două rotoare (V) și (VI), iar partea fixă (III) a generatorului eolian hibrid este alcătuită în principal dintr-un stator interior (VII) similar cu cel al unui generator sincron cu flux radial, cu rol în producerea de energie electrică, respectiv dintr-un sistem de răcire-încălzire reprezentat de o serpentină tubulară (7) realizată din țevă din oțel, destinată producerii de energie termică, serpentina fiind fixată pe arborele (6), statorul (VII) fiind alcătuit din mai multe bobine (8) construite din conductor de cupru izolat electric, fixate în creștăturile miezului magnetic (9), realizat la rândul său din tole și răcit prin intermediul serpentinei tubulare (7) prin care circulă un agent termic lichid, injectat prin pompare, în stare rece, prin orificiul (10), acesta părăsind serpentina în stare caldă prin orificiul (11), temperatura la ieșire fiind strict controlată pentru a preîntâmpina supraîncălzirea generatorului, lichidul fiind transportat către/dinspre serpentină prin țevile (13), respectiv (14), ultima fiind izolată termic la exterior, cele două țevi fiind dispuse în spațiul din interiorul arborelui fix (6), serpentina (7) fiind în contact cu suprafața interioară a statorului (VII) în vederea recuperării parțiale a căldurii disipate datorită pierderilor în fier în miezul magnetic (9) și a pierderilor Joule în bobinele statorice (8), urmând ca apoi lichidul să fie supraîncălzit ca urmare a curenților turbionari induși în pereții serpentinei (7), pe tronsonul situat în dreptul rotorului (V), serpentina (7) fiind izolată termic la exterior cu un material termoizolant (12) în vederea reducerii pierderilor termice.

# FIGURI

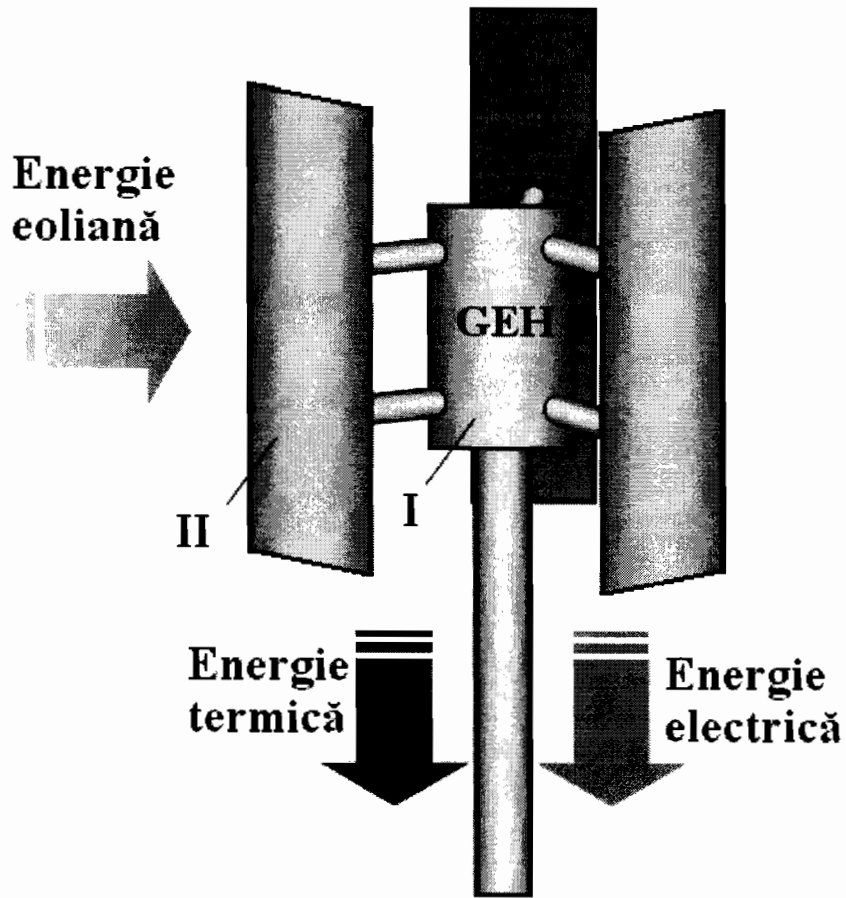


Figura 1

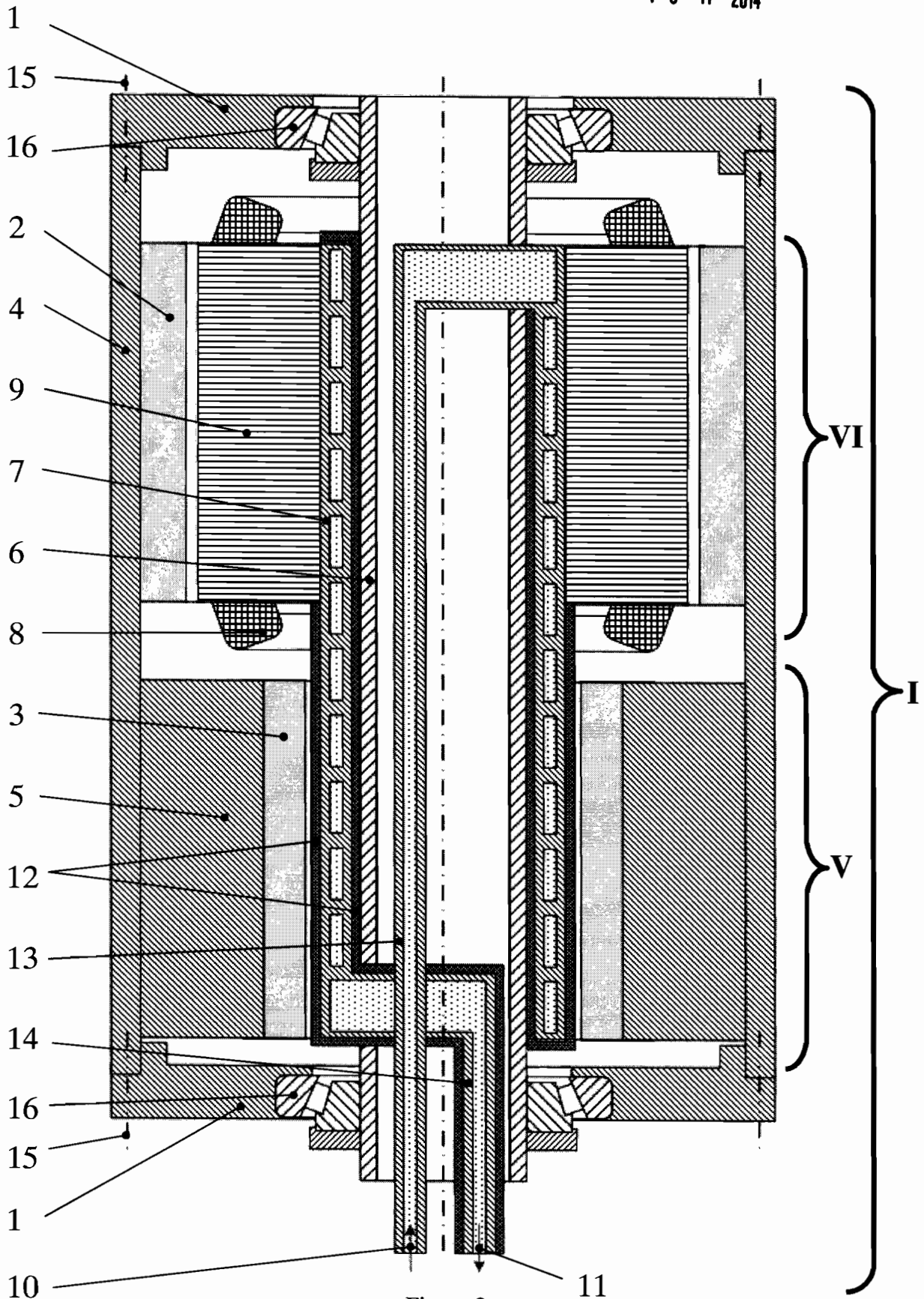


Figura 2

*Handwritten signature*



5

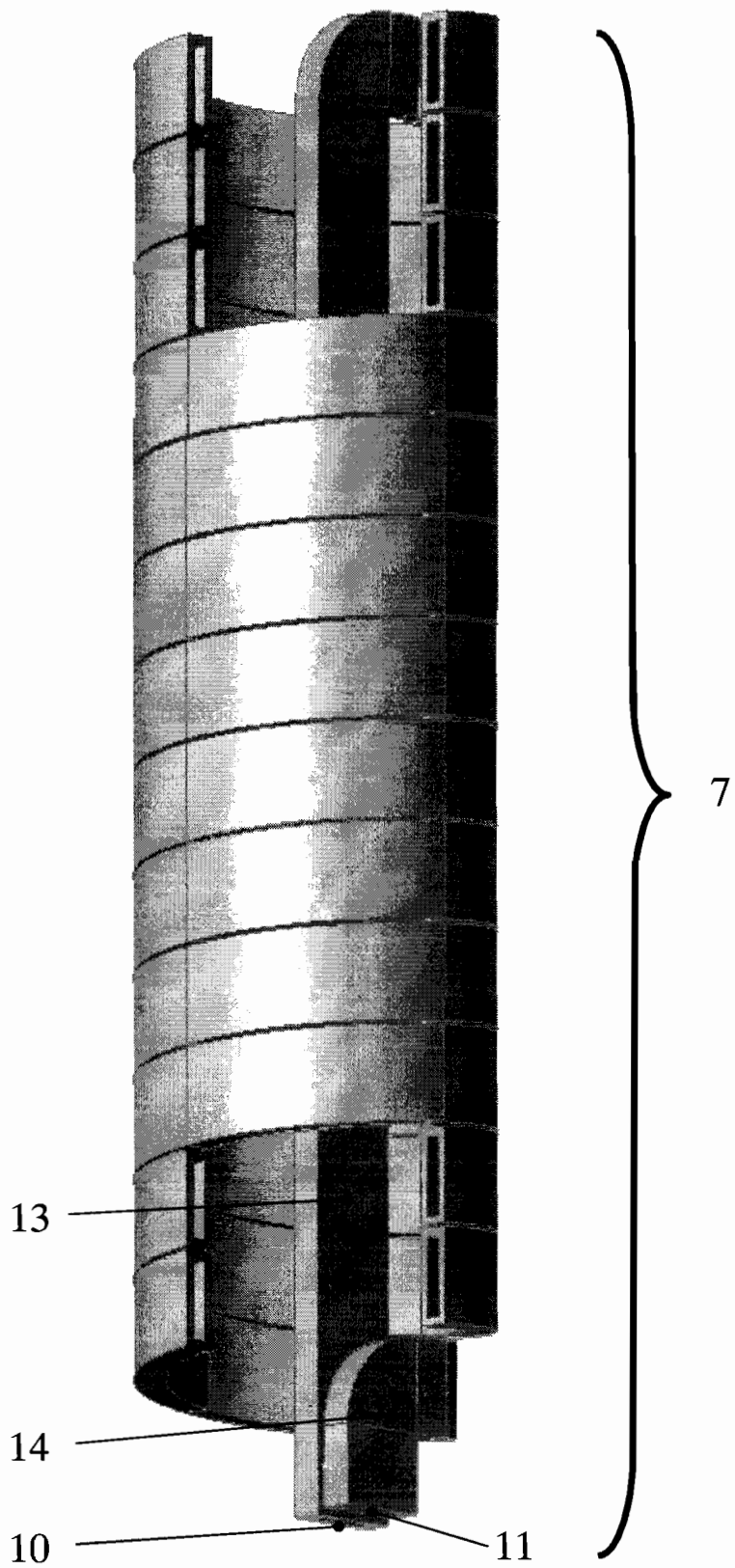


Figura 3

*Handwritten signature*

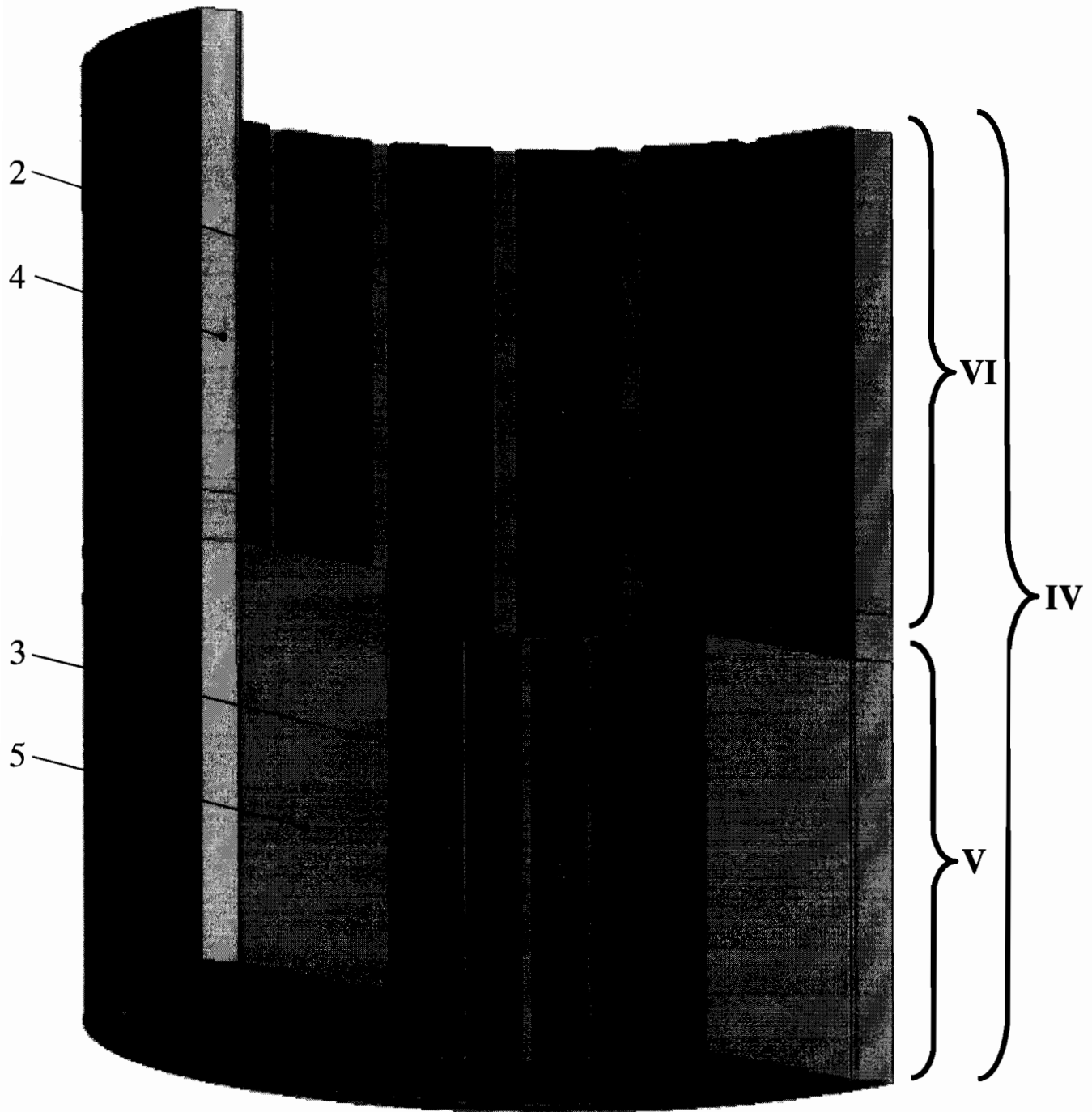


Figura 4

*[Handwritten signature]*

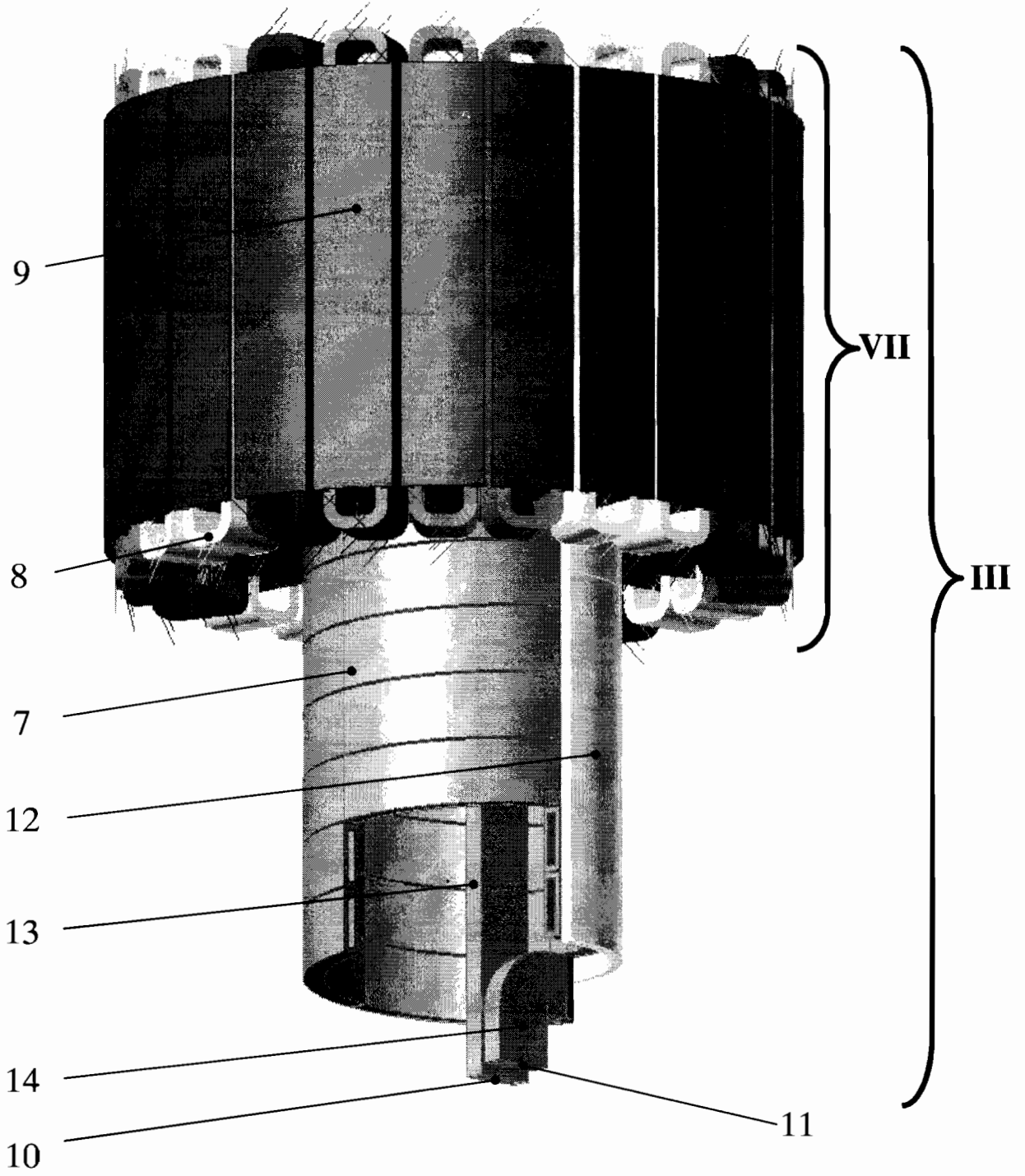


Figura 5

*Handwritten signature*