



(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

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

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

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

(71) Solicitant:
• UNIVERSITATEA POLITEHNICĂ 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;
• NICOLAE SERGIU, STR. PASCANI 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 INTERIOR

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un generator eolian hibrid, cu flux magnetic radial și rotor interior, utilizat pentru a converti energia cinetică a vântului, simultan, în energie electrică și termică. Generatorul conform invenției este alcătuit dintr-o carcasă (1) metalică, izolată termic la exterior cu un material (17) termoizolant, și realizată dintr-o coroană cilindrică și din două scuturi (13 și 14) laterale identice, fixate prin niște șuruburi (15), carcasa (1) adăpostind o parte fixă și o parte mobilă (III), partea mobilă a generatorului (I) eolian fiind alcătuită din două subsansambluri rotor (IV și V) similare, alcătuite din una sau mai multe perechi de magneti permanenți (2 și 3), montate pe niște miezuri magnetice (4 și 5) realizate din oțel masiv și fixate pe un arbore (6) principal al turbinei (II) eoliene, perechile de magneti permanenți (2 și 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 (I) este alcătuită dintr-un stator (IV) clasic de mașină sincronă cu flux radial, ce conține un miez (9) magnetic realizat din tole de oțel electrotehnic, izolate, prevăzute cu creștături spre întrefierul dintre stator și rotor, în creștături fiind dispuse mai multe bobine (8) în care se induc tensiuni electromotoare, respectiv, dintr-o serpentină (7) situată în contact cu suprafața exterioară a statorului (VI), și realizată din teavă din oțel magnetic, prin care circulă un agent termic lichid, aceasta fiind destinată preluării căldurii dezvoltate ca urmare a pierderilor în fier în miezul (9) magnetic, și a pierderilor Joule în bobine (8), iar pe de altă parte, supraîncălzirea agentului termic prin efectul Joule al curenților induși, dezvoltată în pereții serpentinei (7) pe tronsonul situat în dreptul rotorului (V), agentul termic intrând în stare rece în serpentină (7) printr-un orificiu (10), și evacuat cald prin alt orificiu (11).

Revendicări: 1
Figuri: 6

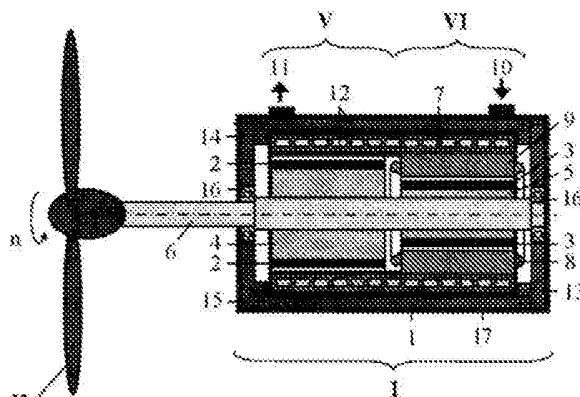


Fig. 2



GENERATOR EOLIAN HIBRID CU FLUX MAGNETIC RADIAL ȘI ROTOR INTERIOR

DESCRIERE

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

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

- randament relativ modest datorat existenței pierderilor în fier (în miezul feromagnetic statoric), a pierderilor Joule din înfășurări, respectiv a pierderilor prin curenți turbionari în magneți,
- gabarit relativ important,
- produce doar electricitate, nu și energie termică.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția, constă în creșterea randamentului conversiei energiei eoliene prin adoptarea unei soluții constructive de generator eolian hibrid compact capabil să producă simultan energie electrică și termică. O parte din energia termică produsă de generator se obține prin recuperarea unei părți importante a pierderilor de natură electromagnetică ale generatorului care sunt transformate în căldură. O altă parte a energiei termice furnizate de generatorul hibrid este obținută prin inducție electromagnetică.

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

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 magneți) 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.

Se oferă în continuare un exemplu nelimitativ, în legătură cu figurile 1 - 6 care reprezintă:

- figura 1, Principiul de conversie a energiei cinetice a vântului în energie electrică și energie termică folosind generatorul eolian hibrid;
- figura 2, Părți componente ale generatorului eolian hibrid cu flux magnetic radial destinat producerii energiei electrice și termice în varianta fără multiplicator de turație;
- figura 3, Părți componente ale generatorului eolian hibrid cu flux magnetic radial destinat producerii energiei electrice și termice în varianta cu multiplicator de turație;
- figura 4, Serpentina folosită pentru răcirea generatorului și pentru încălzirea agentului termic;
- figura 5, Partea mobilă a generatorului hibrid;
- figura 6, Subansamblu stator;

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**.

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**.

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**.

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.

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**. Serpentina **7** parcursă de fluid este realizată din țevă de oțel și fiind în contact direct cu suprafața exterioară a statorului **VI** permite preluarea unei părți importante a căldurii degajate 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 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 în pereții acesteia.

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.

Dimensiunile geometrice (diametre, lungimi etc.) ale generatorului hibrid și ale componentelor sale, respectiv alte caracteristici (numerele de spire ale serpentinei **7**, numărul 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 nelimitativ.

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 ajutorul șuruburilor **15**, carcasa fiind centrată în raport cu arborele **6** al turbinei prin intermediul 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). Carcasa este izolată la exterior cu materialul termoizolant **17** pentru a reduce pierderile termice ale sistemului.

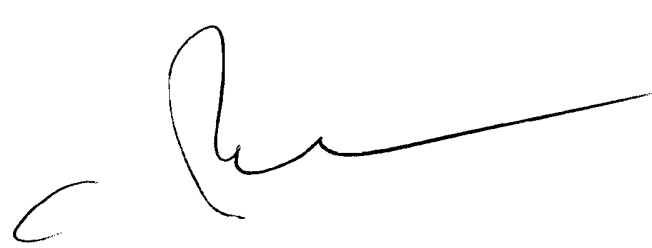
Câmpul magnetic învârtitor produs prin rotația magneților **2** și **3** solidar cu miezurile rotorice **4** și **5** determină:

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

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

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 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 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, oferind astfel fiabilitate sporită echipamentului.

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.



REVENDICĂRI

1. Generator eolian hibrid (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), ce poate fi echipată sau nu cu multiplicator de turație (VII) la nivelul axului principal (6), generatorul hibrid fiind alcătuit dintr-o carcasă metalică (1) izolată termic la exterior cu materialul termoizolant (17), carcasa fiind realizată dintr-o coroană cilindrică și din două scuturi laterale identice (13) și (14) fixate prin șuruburile (15), carcasa adăpostind o parte fixă și o parte mobilă (III), partea mobilă a generatorului eolian fiind alcătuită din două subansambluri rotor (IV) și (V) similare, alcătuite dintr-una sau mai multe perechi de magneți permanenți (2) respectiv (3) montate pe câte un miez magnetic (4) respectiv (5), miezurile fiind realizate din oțel masiv și fixate pe arborele principal (6) al turbinei eoliene, perechile de magneți permanenți (2) respectiv (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, prevăzut cu creștături spre întrefierul dintre stator și rotor, în creștături fiind dispuse mai multe bobine (8) în care se induc tensiuni electromotoare, respectiv dintr-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 bobinele (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) prin orificiul (10) și fiind evacuat în stare caldă prin orificiul (11), serpentina (7) fiind izolată la exterior cu materialul termoizolant (12) mai puțin în regiunea de contact cu statorul (VI), partea mobilă (III) a generatorului fiind centrată în raport cu partea fixă și carcasa (1) prin intermediul lagărelor (16), puterea generatorului fiind corelată cu dimensiunile turbinei, așa încât pentru a crește puterea sistemului fiind necesară creșterea diametrului turbinei (II) și lungimea și/sau diametrul generatorului hibrid (I) sau creșterea numărului de generatoare hibride (I) montate pe același ax (6).



FIGURI

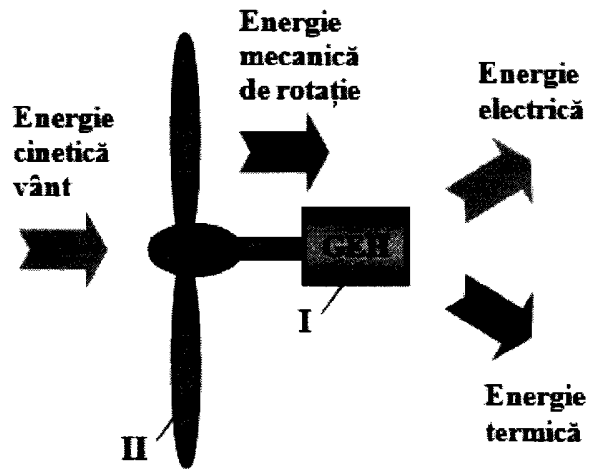


Figura 1

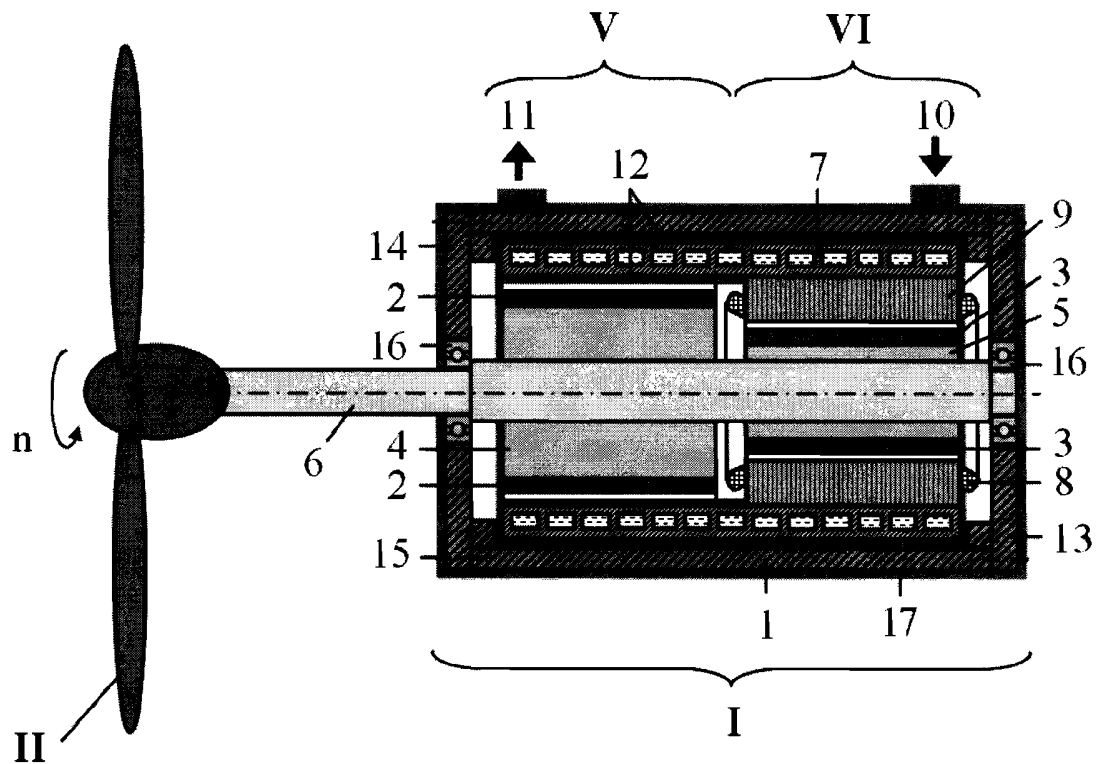


Figura 2

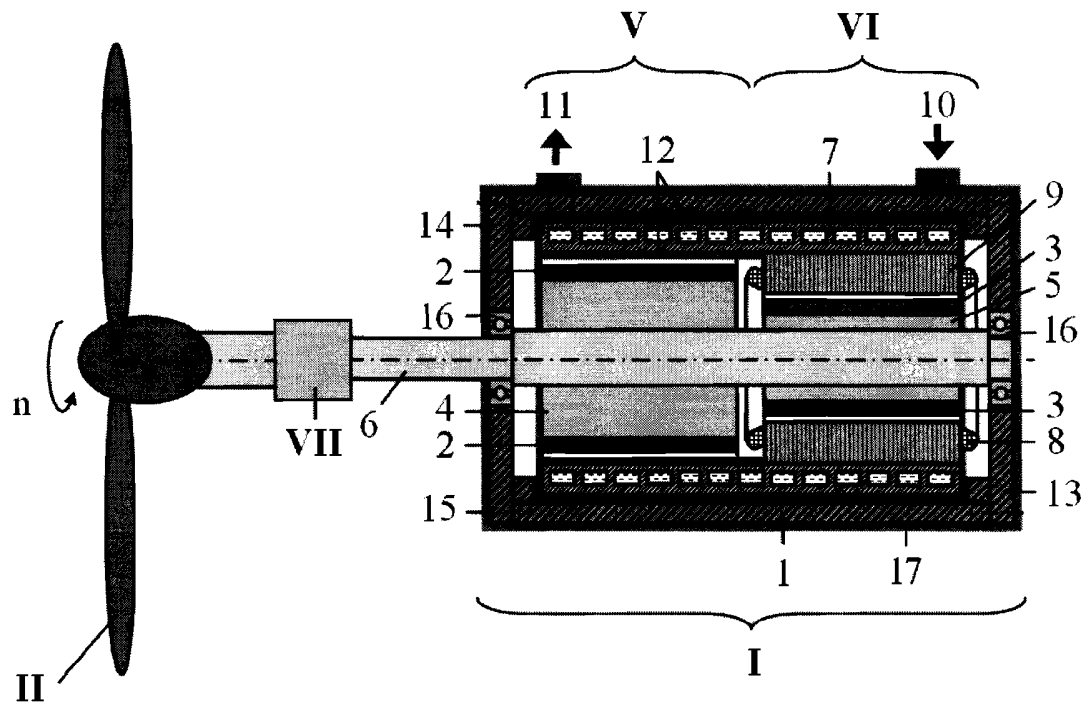
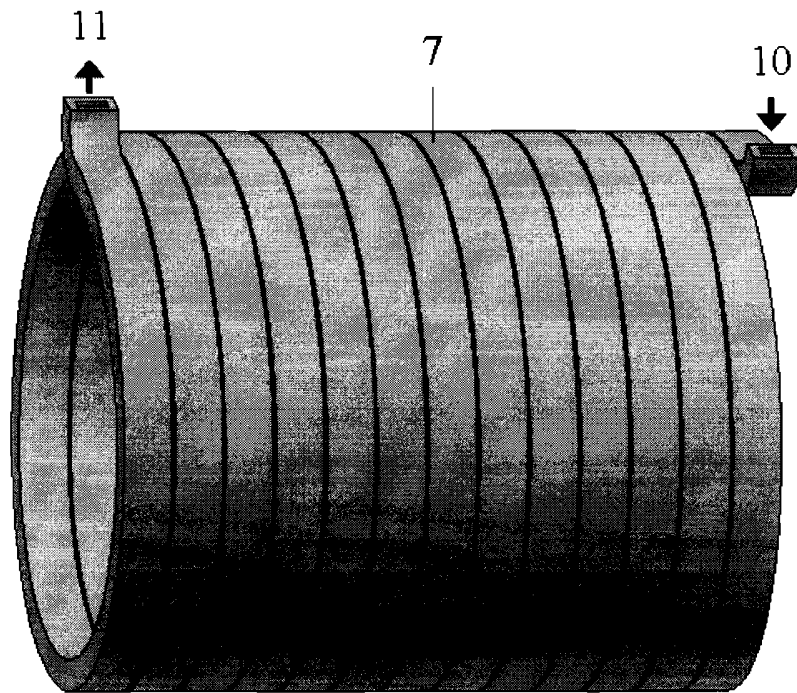


Figura 3



Handwritten signature

Figura 4

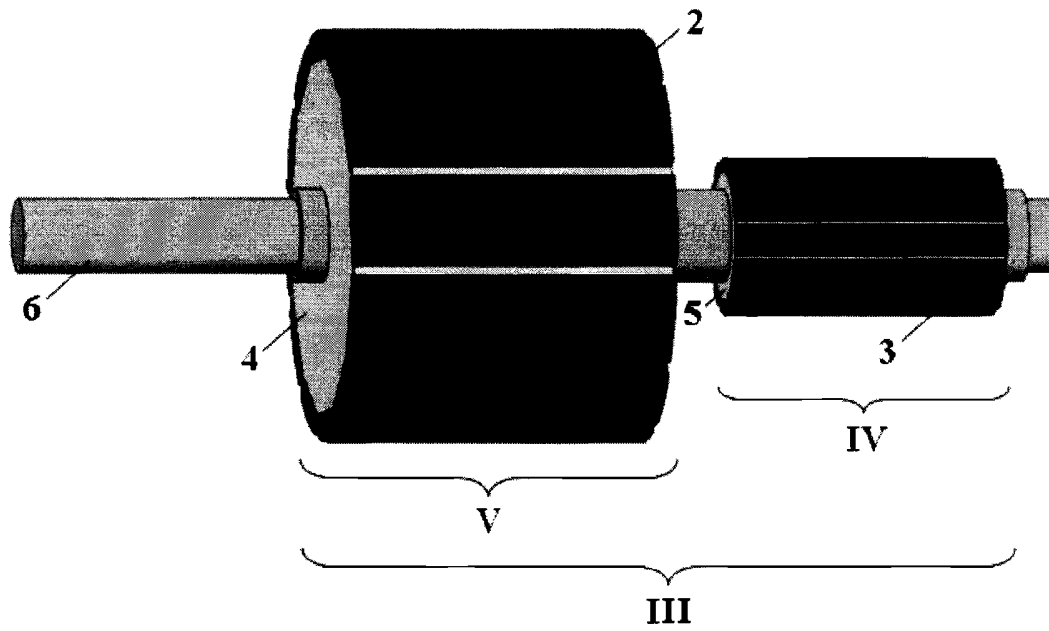


Figura 5

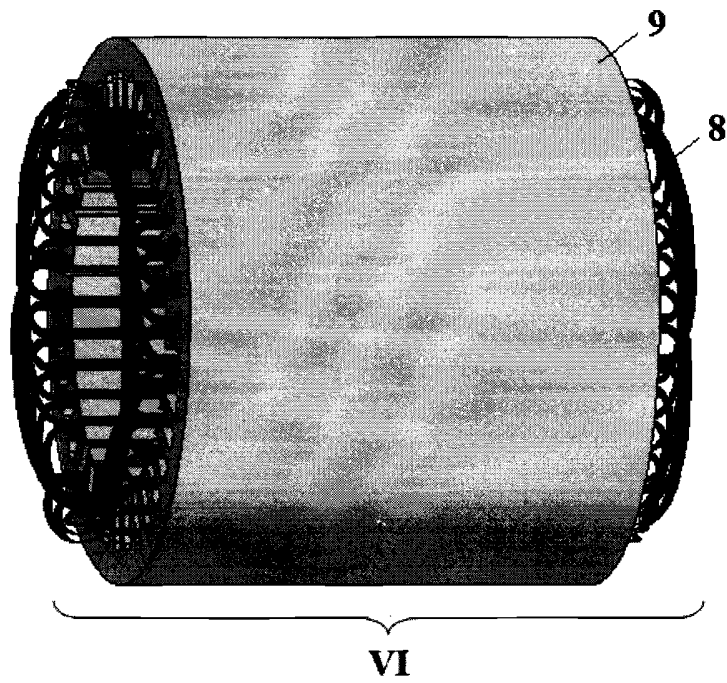


Figura 6

[Handwritten signature]