



(12)

## CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2012 00884

(22) Data de depozit: 26.11.2012

(41) Data publicării cererii:  
28.06.2013 BOPI nr. 6/2013

(71) Solicitant:  
• UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN  
CLUJ-NAPOCA, STR.MEMORANDUMULUI  
NR.28, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO

(72) Inventatori:  
• RUBA MIRCEA, STR.INDEPENDENȚEI  
NR.69, BL.UH, AP.3, SATU MARE, SM, RO;  
• FODOREAN DANIEL, STR. MOGOȘOAIA  
NR. 2, BL. F, SC. 2, AP. 12, CLUJ-NAPOCA,  
CJ, RO

## (54) MAȘINĂ CU RELUCTANȚĂ COMUTATĂ CU AUTOVENTILAȚIE INTERNĂ LA ROTOR

### (57) Rezumat:

Invenția se referă la un motor cu reluctanță comutată, cu autoventilație internă la nivelul rotorului. Motorul conform invenției este alcătuit dintr-un stator (1) construit din tole de oțel electrotehnic, formând opt poli statorici, și un circuit (2) electric format din patru faze, fiecare fază fiind compusă din două bobine înfășurate în jurul polilor aparenti, plasați diametral opus, și dintr-un rotor (3) amplasat în interiorul statorului (1), construit și el din tole de oțel electrotehnic, între fiecare doi poli aparenti, consecutivi, ai rotorului (3) fiind amplasate niște elemente (4) din material nemagnetic, unind marginile polilor din cele două capete extreme ale rotorului (3), elemente (4) care sunt amplasate pe direcție oblică, fiind răsucite în așa fel, încât să asigure o aliniere perfectă cu marginile polilor rotorici, la extremitățile rotorului (3), elementele(4) acționând ca un ventilator intern, care, odată cu mișcarea rotorului (3), ventilează înfășurările statorice, forțând aerul cald din jurul înfășurărilor să iasă afară, fiind înlocuit cu aer rece, introdus din exterior.

Revendicări: 5  
Figuri: 3

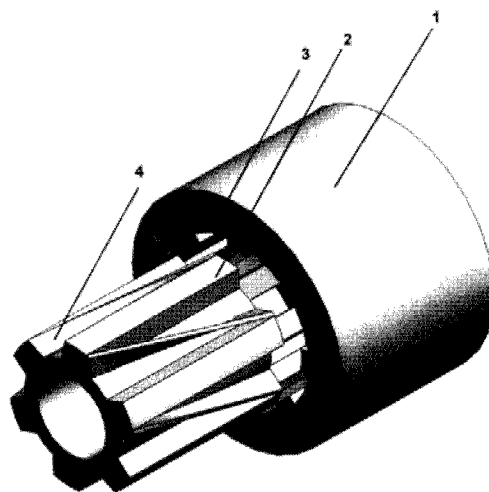


Fig. 1

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).



## Mașina cu reluctanță comutată cu autoventilație internă la rotor

Invenția se referă la un dispozitiv destinat autorăcirii interne pentru mașinile electrice care funcționează pe principiul reluctanței comutate.

Pentru medii de cu temperatură foarte ridicată mașina cu reluctanță comutată (*Switched Reluctance Machine*, în engleză, de unde și acronimul uzual SRM) este folosită aproape exclusiv. În plus, datorită alimentării înfășurărilor statorice se degajă căldură în circuitul magnetic al mașinii, denaturând proprietățile magnetice ale materialului din care acesta este conceput. Pentru evitarea acestui neajuns se impune ventilația internă a mașinii. Invenția care se dorește a fi brevetată aici oferă o soluție de răcire a rotorului SRM, prin autoventilație internă.

Se cunoaște că în baza principiului de funcționare al SRM, polii proeminenți (aparenți) rotorici sunt separați de un spațiu de aer. La temperaturi ridicate, oțelul tinde să își piardă proprietățile magnetice (de rezervor de energie magnetică), existând pericolul saturației (oțelul se comportă zonal sau global ca și aerul). Prin creșterea necontrolată a temperaturii, miezul magnetic devine inutilizabil în procesul de producere a lucrului mecanic, mașina diminuându-și performanțele energetice (randamentul și factorul de putere sunt reduse). Răcirea mașinilor electrice se face mereu la nivelul statorului. Problema tehnică pe care o rezolvă prezenta invenție se referă la realizarea unui rotor de construcție specială care să faciliteze și să forțeze răcirea directă cu jet de aer a înfășurărilor statorice respectiv a miezului statoric și rotoric al mașinii. În acest fel se elimină necesitatea utilizării unui agent de răcire exterior respectiv a unui echipament auxiliar care să forțeze răcirea mașinii. Astfel, se vor menține proprietățile magnetice ale miezului mașinii, respectiv se asigură longevitatea înfășurărilor a căror îmbătrânire este cauzată de cele mai multe ori de încălziri succesive.

Ca atare, autorii invenției propun dispunerea unor fante nemagnetice de-a lungul creștăturilor formate în rotorul mașinii, având o dispunere oblica prin unirea marginilor a doi poli rotorici consecutivi. Astfel se crează în interiorul rotorului un dispozitiv de tip ventilator, de unde și denumirea de „autoventilație internă la rotor” pentru mașinile cu reluctanță comutată.

Invenția se referă la un motor electric rotativ a cărui rotor este de construcție specială având inserții de material nemagnetic, fixate în așa fel încât să se formeze un ventilator interior, acesta facilitând atât răcirea înfășurărilor mașinii cât și a circuitului magnetic.

În general la motoarele electrice răcirea se face din exterior fie cu agent lichid fie cu aer. Dacă se utilizează răcire prin ventilație, atunci se fixează în exteriorul mașinii, pe axul ei, un ventilator auxiliar asigurând în timpul funcționării un jet de aer care trece peste carcasa exterioară a mașinii și asigură diminuarea temperaturii acesteia (această ventilație nu este internă).

Invenția se referă la un motor electric rotativ tetrafazat cu reluctanță variabilă cu rotor de construcție specială care asigură o răcire internă a înfășurărilor și miezului magnetic al mașinii.

Problema tehnică pe care o rezolvă prezenta invenție se referă la realizarea unui rotor de construcție specială, și de cost redus, care să asigure răcirea directă și fermă a înfășurărilor.



26-11-2012

Motorul electric cu reluctanță comutată și răcire prin ventilație internă, conform invenției are statorul obișnuit cu 4 faze și 8 poli, rotorul pasiv având 6 poli aparenti, iar între marginile a 2 poli consecutivi de pe rotor, se introduce din material nemagnetic, pe direcție oblică, element care împreună cu rotorul propriu zis, va forma un ventilator intern în mașină. Acest ventilator intern are rolul de a forța aerul, preluat din exterior dintr-o parte a mașinii, să treacă prin interiorul ei, ieșind în partea opusă. În acest fel, aerul trecut prin mașină, va realiza o răcire fermă și consistentă atât a înfășurărilor cât și a circuitului magnetic statoric și rotoric, supus încălzirii.

Circuitul magnetic al rotorului se construiește din tole de oțel electrotehnic stanțate formând pachetul de tole rotorice. Între polii consecutivi ai rotorului se prevede prin lipire, din material nemagnetic, un element care unește marginile polilor la capetele extreme ale rotorului. Astfel, pe principiul ventilatorului, aerul de o parte a materialului nemagnetic este forțat să intre în mașină, iar de cealaltă parte a materialului nemagnetic este forțat să iasă din mașină. Astfel aerul cald din jurul înfășurărilor este înlocuit cu aer rece, cel cald fiind evacuat din mașină.

Materialul din care se realizează lamelele este un material plastic, ușor, ieftin și rezistent la încercări de natură termică care nu influențează operarea mașinii și nu modifică valoarea inerției rotorului.

Motorul funcționează pe baza principiului reluctanței magnetice minime, adică rotorul se așează în aceea poziție în care polii săi sunt aliniați cu polii statorici ai modului cu bobina alimentată. Excitând secvențial cu pulsuri de curenți bobinele motorului se poate asigura o deplasare continuă a rotorului în direcția dorită.

Astfel, fiind o mașină a cărei alimentare se bazează pe pulsuri de tensiune, datorită comutației electronice pierderile cresc, iar acestea sunt manifestate sub formă de creștere a temperaturii înfășurărilor. Ca atare, o răcire locală și fermă a înfășurărilor și miezurilor magnetice este foarte importantă evitând astfel încălzirea lor și, evident, se va evita alterarea caracteristicilor operaționale ale mașinii.

Se dă în continuare un exemplu de realizare a acestei invenții, ca implementare practică. Pe baza figurilor 1, 2 și 3 se va explica metodologia de realizare și implementare a prezentei invenții.

Caracteristicile constructive și de funcționare ale motorului sunt explicate pe baza figurilor anexate în cele ce urmează:

-figura 1 – reprezintă vederea în spațiu a motorului cu rotorul extras spre exterior pentru vedere simplificată;

-figura 2 - reprezintă secțiunea axială a motorului;

-figura 3 – reprezintă vederea verticală a rotorului mașinii;

Conform figurilor motorul cu reluctanță comutată este compus dintr-un stator 1 construit din tole din oțel electrotehnic, formând opt poli statorici și un circuit electric 2 format din patru faze, fiecare fază fiind compusă din două bobine înfășurate în jurul polilor aparenti plasați diametral opuși. În interiorul statorului 1 este plasat rotorul 3 construit și el din tole de oțel



electrotehnic. Între fiecare doi poli aparenti consecutivi ai rotorului **3** sunt plasate elementele **4** din material nemagnetic, unind marginile polilor din cele două capete extreme ale rotorului. Aceste elemente sunt plasate pe direcție oblică, fiind răsucite în așa fel încât să asigure alinierea perfectă cu marginile polilor rotorici la extremitățile rotorului **3**. Fixarea acestor elemente se realizează prin lipire cu adeziv special atât pe cele 2 margini extreme cât și de-a lungul creștăturii rotorice, formate între cei doi poli consecutivi.

Construcția specială a rotorului permite forțarea fluxului de aer în așa fel încât bobinele motorului să fie ventilate o dată cu rotația rotorului, înlăturând aerul cald și înlocuind-ul cu altul rece, introdus în mașina din exteriorul ei. Structura este simplă, și adăugirea elementelor de răcire este o soluție ieftină, simplă de implementat și care nu denaturează în nici un fel performanțele mașinii. Totodată, metoda poate fi extrapolată la orice mașina cu poli aparenti pe rotor indiferent de numărul sau dimensiunile acestora.

Motorul propus este de fapt unul cu reluctanță comutată (SRM – Switched Reluctance Motor) având toate caracteristicile acestui tip de mașină electrică (construcție foarte simplă, poli aparenti atât pe stator cât și pe rotor, bobine concentrate, rotorul pasiv, etc.) și funcționează pe principiul reluctanței minime rotind rotorul astfel încât câmpul statoric să se închidă pe calea de reluctanță minimă, adică poziția în care polii statorici și rotorici sunt aliniați.

Menținerea proprietăților magnetice ale oțelului rotoric și statoric, respectiv răcirea directă a înfășurărilor prin autoventilație, față de cazul în care mașina nu dispune de sistemul rotoric de tip ventilator, implică următoarele avantaje:

- reducerea consumului de energie prin îmbunătățirea factorului de putere;
- randamentul mașinii este mai ridicat.
- fiabilitate ridicată;
- construcție foarte simplă;
- costuri de implementare foarte reduse;
- lipsa necesității unui sistem de răcire auxiliar în exteriorul mașinii, ca atare reducerea gabaritului și spațiului acordat mașinii în cadrul aplicației;
- lipsa necesității unui control auxiliar pentru sistemul de răcire al mașinii;
- posibilitate de extrapolare la orice structură de mașină care are poli aparenti pe rotor;
- lipsa influenței în mod negativ asupra preformanțelor mașinii sau asupra inerției rotorului acesteia;

În concluzie soluția tehnică oferită structurilor existente de motoare cu reluctanță comutată reprezintă un sistem de răcire ferm, fiabil, sigur, simplu și ieftin fără ca acesta să denatureze performanțele operaționale ale mașinii electrice; dimpotrivă, o dată cu o răcire fermă, scad pierderile, crescând randamentul mașinii.



*Revendicările autorilor:*

1. Motorul cu reluctanță comutată cu autoventilație la rotor, **caracterizat prin aceea că** are o construcție simplă a rotorului (2) alcătuit din tole din oțel electrotehnic, iar în creștăturile formate între polii lui aparenti sunt prevăzute elementele (4) care unesc marginile extreme ale polilor consecutivi, pe cale oblică pentru a forma un sistem ventilator care să forțeze aerul cald să fie evacuat din motor fiind înlocuit de altul rece, introdus din exteriorul mașinii.
2. Motorul conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** sistemul de răcire al mașinii este asigurat în interiorul ei, fără a fi necesar orice alt sistem de răcire atașat în exteriorul mașinii, sistemul asigurând o răcire fermă, directă și consistentă a înfășurărilor statorice respectiv a circuitului magnetic statoric și rotoric.
3. Motorul conform revendicărilor 1 și 2, **caracterizat prin aceea că** sistemul de răcire din interiorul mașinii poate fi implementat foarte simplu și cu implicații financiare extrem de reduse.
4. Motorul conform revendicărilor 1, 2 și 3, **caracterizat prin aceea că** sistemul de răcire din interiorul mașinii nu denaturează performanțele operaționale ale mașinii electrice, în plus, aceasta crește randamentul mașinii prin reducerea pierderilor de natura termică.
5. Motorul conform revendicărilor 1, 2, 3 și 4, **caracterizat prin aceea că** sistemul de răcire din interiorul mașinii poate fi extrapolat la orice mașină electrică, având poli aparenti pe rotor.



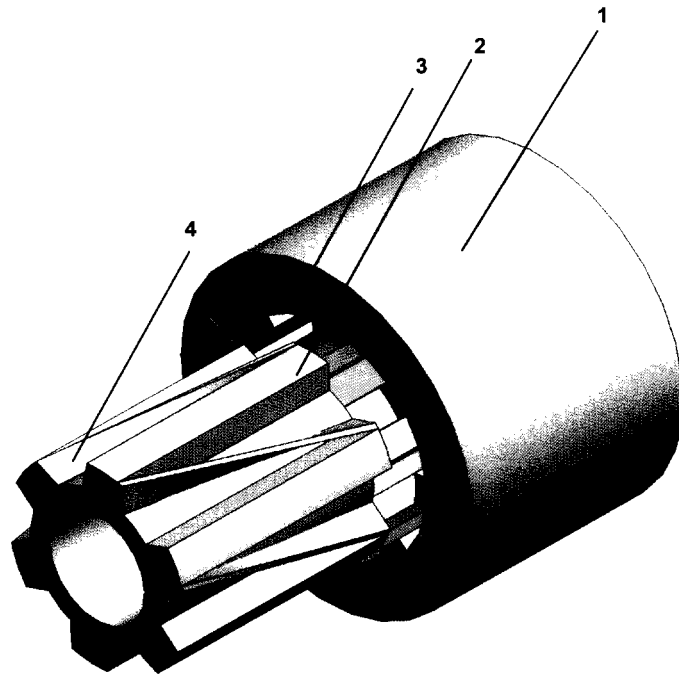


Fig.1 Vederea în spațiu a motorului cu rotorul extras spre exterior



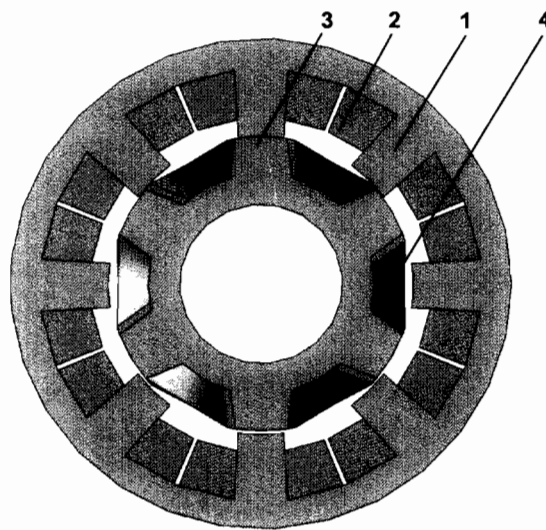


Fig.2 Vedere în secțiune axială a motorului



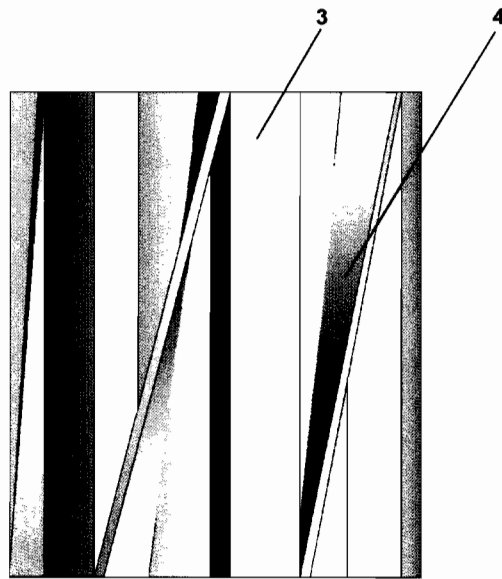


Fig.3 Vedere verticală a rotorului mașinii

