

(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2023 00846

(22) Data de depozit: 19/12/2023

(41) Data publicării cererii:
30/04/2024 BOPI nr. 4/2024

(71) Solicitant:
• GEDEREX ENGINEERING S.R.L.,
STR.ALUNIȘ NR.23, SAT VALEA URSULUI,
COMUNA MIROSLAVA, IS, RO

(72) Inventatori:
• VÎRLAN BOGDAN, STR.ALUNIȘ NR.23,
SAT VALEA URSULUI,
COMUNA MIROSLAVA, IS, RO;

• LIVADARU LEONARD,
PIATA VOIEVOZILOR NR.10, BL.X9, ET.4,
AP.2, IAȘI, IS, RO;
• MUNTEANU ADRIAN, STR.CRONICAR
MUSTEA NR.17, ET.3, AP.5, IAȘI, IS, RO;
• SIMION ALECSANDRU, BD.ALEXANDRU
CEL BUN NR.15, BL.E 3, SC.A, ET.5, AP.28,
IAȘI, IS, RO

Această publicație include și modificările descrierii,
revendicărilor și desenelor depuse conform art. 35 alin.
(20) din HG nr. 547/2008

(54) MAȘINĂ SINCRONĂ CU DUBLĂ EXCITAȚIE ȘI ȘUNTURI MAGNETICE

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o mașină electrică sincronă rotativă cu dublă excitație și șunturi magnetice. Mașina, conform invenției, prezintă niște magneți permanenți (1) lipiți sub tălpile unor poli inductori (2) și creând în creștăturile rotorice (3), de o parte și de alta a dinților rotorici (4), un flux magnetic principal, situație în care, pentru a avea un circuit magnetic închis, s-au adoptat șunturi magnetice (5), amplasate în creștături, iar piesele polare sunt prevăzute cu spațieri de aer (6) dispuse în formă de V, care au rolul de a ghida fluxul magnetic generat demagneții permanenți către întrefier, iar un flux magnetic complementar este creat de niște bobine concentrice (7) dispuse pe dinții rotorici (4), către fundul creștăturilor rotorice (3), sub șunturile magnetice (5).

Revendicări inițiale: 1
Revendicări amendate: 1
Figuri: 3

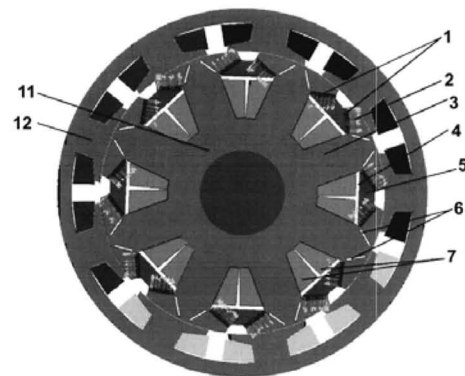


Fig. 1



Mașină sincronă cu dublă excitație și șunturi magnetice**Descriere**

OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI	
Cerere de brevet de invenție	
Nr.	a 2023 00846
19-12-2023	
Data depozit	

Domeniul tehnic

Invenția se referă la o mașină electrică sincronă rotativă, ce adoptă la nivel rotoric două tipuri de excitație: magneți permanenți respectiv, excitație electromagnetă. Acest tip de mașină electrică este pretabilă atât pentru producția de energie electrică în instalații eoliene, hidro sau de altă natură dar și în cadrul sistemelor de tracțiune electrică pe autovehicule complet electrice sau hibride.

Stadiul actual al domeniului

Sunt cunoscute mașini electrice sincrone clasice cu câmp magnetic radial realizate din două armături concentrice care, din punct de vedere electromagnetă îndeplinesc, una din ele funcția de indus iar cealaltă - funcția de inductor. Aceste mașini sincrone sunt utilizate preponderent în regim de generator hidroelectric sau eolian. În construcție directă, statorul are rol de indus al mașinii, fiind plasat la exterior, având aspectul unei coroane cilindrice feromagnetice din tole suprapuse cu creștături pe generatoarea circumferinței interioare în care se introduc înfășurări distribuite-trifazate, parcurse de curent alternativ, iar rotorul interior având rol de inductor, are forma unei armături cilindrice cu poli aparenti spre stator, în jurul cărora sunt plasate bobine concentrate, care produc câmpul magnetic de excitație cu închidere pe direcție radială, prin aer spre stator, când sunt alimentate în curent continuu de la o sursă din exterior. La aceste tipuri de mașini, cu excitație electromagnetă, intervin în funcționare, atât pierderile de putere prin efect electrocaloric în înfășurarea inductoare rotorice, notate prin p_{je} , cât și pierderile în materialul feromagnetic lamelat-din tole ale statorului, notate prin p_{Fe} ; ambele categorii de pierderi afectează randamentul mașinii, în sensul diminuării acestuia ([1],....[5]).

La unele variante constructive, în general caracterizate prin puteri reduse, în locul sistemului de excitație de tip electromagnet alimentat în curent continuu de pe rotor, care prezintă unele dezavantaje dictate de prezența contactelor alunecătoare, de tip perii-inele, se adoptă ca surse de câmp magnetic de excitație - magneții permanenți. Această soluție are avantajul anulării pierderilor din înfășurarea de excitație electromagnetă p_{je} . Cele mai frecvent, mașinile sincrone din această categorie posedă pe rotor în locul polilor aparenti, un număr echivalent de magneți permanenți, alternând ca polaritate pe periferia circulară a armăturii, care sunt supuși atât forțelor centrifuge în condițiile rotirii cât și celor inevitabile de atracție spre stator, având uneori ca efect dezlipirea acestora de suportul cilindric, cu rol de jug de închidere a câmpului magnetic. Din acest motiv, al prezenței pericolului de desprindere a acestora, soluția cu magneți permanenți pe rotor prezintă un prim dezavantaj, nefiind adoptată în anumite aplicații, mai ales la viteze variabile și de valori ridicate. Aceste tipuri de mașini sunt frecvent adoptate în aplicații de energie regenerabilă, cum ar fi turbinele eoliene și hidro-generatoarele, unde viteza de lucru este redusă, de ordinul sutelor de rotații pe minut. Câteva avantaje pe care le prezintă mașinile sincrone cu excitație cu magneți permanenți sunt: - eficiență ridicată, deoarece nu este nevoie de o sursă de energie electrică pentru a crea câmpul magnetic inductor, fapt ce conduce la reducerea pierderilor Joule în comparație cu generatoarele sincrone cu excitație electromagnetă; - prezintă dimensiuni și greutatea reduse ce le face potrivite pentru aplicații în care spațiul și greutatea sunt critice; - fiabilitatea este îmbunătățită deoarece nu există sistem perii inele. Deși mașinile sincrone cu magneți permanenți prezintă numeroase avantaje, există și un dezavantaj major al acestei construcții și anume imposibilitatea modificării câmpului magnetic inductor în scopul menținerii tensiunii constante la borne în condițiile în care mașina lucrează în regim de generator sau defluxarea acesteia în situația în care mașina lucrează în regim de motor în aplicațiile de tracțiune electrică, pentru a atinge în anumite condiții viteze ridicate de funcționare.

În ultima perioadă au fost cercetate și mașinile sincrone ce prezintă două surse de flux magnetic inductor la nivel rotoric, aceste mașini purtând denumirea de mașini sincrone cu dublă excitație. În principal mașinile sincrone cu dublă excitație prezintă sisteme de excitație ce se pot compune în două modalități: a) un câmp magnetic principal, fix ca amplitudine și sens, generat de magneții permanenți, care sunt plasați prin lipire sau inserați pe polii rotorici, și un câmp magnetic secundar,

suplimentar, variabil, adițional sau diferențial, ce se încheie pe același traseu, fiind creat de o înfășurare alimentată cu tensiune continuă, concentrică pe polii rotorici similar mașinii sincrone excitate pur electromagnetic; b) există soluții la care fluxul magnetic inductor rotorici, principal și variabil este creat de înfășurarea de excitație iar fluxul magnetic secundar este creat de magneții permanenți amplasați pe circuitul magnetic rotorici.

Din punct de vedere al circuitului magnetic, mașinile cu dublă excitație pot fi cu circuit magnetic serie sau cu circuit magnetic paralel. Majoritatea covârșitoare a problemelor care apar în mașinile cu excitație hibridă au la bază modalitatea de închidere a liniilor de câmp, atât în structura paralel, când pot apărea pierderi de flux la curenți de excitație mici, cât și în circuitul serie, când reluctanța circuitului magnetic este mare datorită magneților permanenți. În speța traseului serie, liniile fluxului magnetic produse de înfășurarea de excitație intersectează suprafața magneților permanenți, permeabilitatea magnetică a MP fiind mică, rezultă o reluctanță magnetică mare a întregului ansamblu. Traseul paralel presupune redirecționarea liniilor fluxului magnetic produse de magneți prin intermediul câmpului perpendicular produs de înfășurările de excitație, fără ca acesta să traverseze magnetul permanent. Această structură are dezavantajul unor scăpări de flux semnificative în situația în care înfășurarea de excitație nu este străbătută de curent, însă aduce avantajul unei risc mai redus de demagnetizare a magneților permanenți, dar și de necesitatea utilizării unui curent de excitație mai redus pentru a crea același efect magnetic în mașină.

Mașina sincronă cu dublă excitație prezintă următoarele avantaje în raport cu mașina sincronă cu excitație electromagnetică sau mașina cu excitație cu magneți permanenți și anume: această abordare permite un control mai precis al mașinii sincrone într-o varietate de condiții de funcționare și oferă avantaje în ceea ce privește stabilitatea, eficiența și performanța; controlul independent al excitației principale sau auxiliare, în funcție de ponderea acesteia, oferă posibilitatea de ajustare fină a câmpului magnetic al rotorului, aspect ce poate fi folosit pentru a regla caracteristicile de funcționare ale mașinii în timp real, adaptându-le la schimbările în încărcare sau condițiile de funcționare; aceste mașini pot fi utilizate în aplicații în care sarcina variază semnificativ, cum ar fi în sistemele de exploatare a energie regenerabilă, unde condițiile de vânt sau fluxul de apă pot fluctua;

În practica de specialitate se regăsesc și mașini sincrone cu dublă excitație în care pe lungimea ideală a circuitului electromagnetic se regăsesc cele două tipuri de excitație: o jumătate de rotor este prevăzută cu excitație cu magnet permanent iar cealaltă jumătate este prevăzută cu excitație electromagnetică. Separarea circuitelor magnetice ale celor două părți componente ale mașinii sincrone cu dublă excitație (partea cu înfășurarea de excitație și partea cu magneți permanenți), elimină riscul apariției fenomenului de saturație sau a demagnetizării magneților permanenți la utilizarea unor valori inverse ale curentului de excitație. Marile avantaje pe care le aduce utilizarea unei astfel de structuri constau, în primul rând, într-o creștere atât a puterii generate cât și a randamentului, chiar la funcționarea la turații scăzute.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția este aceea de a realiza o mașină sincronă cu dublă excitație și șunturi magnetice, la care fluxul magnetic principal este creat de magneții permanenți (1), ce sunt lipiți sub tălpile polilor inductorilor (2), în creștăturile rotorului (3), de o parte și de alta a dinților rotorici (4) situație în care pentru a crea un circuit magnetic închis, s-au adoptat șunturi magnetice (5), amplasate în creștături. Piese polare sunt prevăzute cu spațieri de aer (6), dispuse în formă de V care au rolul de a orienta fluxul magnetic generat de magneții permanenți către întrefier. Excitația electromagnetică va produce fluxul magnetic complementar, cu ajutorul bobinelor concentrice (7) ce sunt dispuse pe dinții rotorici, amplasate către fundul creștăturilor rotorice, sub șunturile magnetice, ce vor fi alimentate în curent continuu în sensul întăririi câmpului produs de magneții permanenți. Mașina sincronă cu dublă excitație cu șunturi magnetice prezentată poate fi utilizată cu succes atât în regim de generator cât și în regim de motor. În situația funcționării ca generator fluxul magnetic creat de excitația electromagnetică, care se încheie pe traseul 9 va împinge către întrefier fluxul magnetic creat de magneții permanenți care se va încheie pe traseul 8, amplitudinea tensiunii la ieșire fiind modificată prin variația curentului de excitație aplicat. În situația funcționării ca motor, mașina sincronă cu dublă excitație și șunturi magnetice prezintă posibilitatea de reglaj al fluxului magnetic rezultat prin reducerea până la 0 a curentului de excitație situație în care mașina se va dezexcita, prin închiderea unei importante părți a fluxului magnetic generat de magneții permanenți prin jugul rotorici (11), pe traseul 10. În condițiile necesității de cuplu mare și turație redusă se procedează la creșterea curentului de excitație până la maximum posibil, obținând astfel un flux magnetic rezultat ca în situația funcționării în regim de generator când fluxurile magnetice generate de cele două sisteme de excitație se încheie pe trasele 8 și 9. Astfel, printr-o configurare precisă a barierei de flux se poate

obține o mașină sincronă cu caracteristică proprie pentru tracțiune electrică. Mașina sincronă cu dublă excitație și șunturi magnetice poate fi adoptată atât în cazul mașinilor sincrone cu înfășurare statorică distribuită în creștături cât și a celor cu înfășurări concentrice pe dinte.

Avantajul care se obține cu această invenție în raport cu mașinile sincrone cu dublă excitație de altă construcție este dată de faptul că magneții permanenți nu sunt supuși riscului demagnetizării ca urmare a creării fluxului magnetic dat de excitația electromagnetică. Totodată, amplasarea magneților permanenți sub tălpile polare ale inductorului, face ca această mașină sincronă să fie utilizată și la viteze de lucru considerabile fără ca forța centrifugă să afecteze mecanic magneții permanenți. Un alt avantaj este legat de faptul că dinții rotorici se pot realiza în lățimi considerabil mai mici ca urmare a reducerii valorii fluxului ce se închide prin aceștia (doar componenta dată de excitația electromagnetică nu și cea a magnetului permanent).

Bibliografie

[1] Simion, Al. – Mașini electrice, vol. II, Mașina sincronă, Editura Gh. Asachi Iași, ISBN 973-621-015-4, 2003,

[2] Simion, Al. – Mașini electrice, vol. IV, Mașina de curent continuu, Editura PIM Iași, ISBN 978-606-13-3737-8, 2017,

[3] Simion, Al. - Mașini electrice speciale pentru automatizări, Editura Universitas Chișinău, Rep. Moldova , 1993, ISBN 5-362-01071-9.

[4] Viorel, I. A.; Ciorba, R. C. – Mașini electrice în sisteme de acționare, Editura U.T. Press Cluj -Napoca 2002, ISBN 973-8335-37-X,

[5] Răduleț, R.; Opaschi M. – Proiectarea hidrogenatoarelor și a motoarelor sincrone, Editura Tehnică, București, 1980, ISBN 973-8335-37-X,

Revendicări

1. *Invenția este aceea de a realiza o mașină sincronă cu dublă excitație și șunturi magnetice, la care fluxul magnetic principal este creat de magneții permanenți (1), ce sunt lipiți sub tălpile polilor inductorilor (2), în creștăturile rotorului (3), de o parte și de alta a dinților rotorici (4) situație în care pentru a crea un circuit magnetic închis, s-au adoptat șunturi magnetice (5), amplasate în creștături. Piesele polare sunt prevăzute cu spațieri de aer (6), dispuse în formă de V care au rolul de a ghida fluxul magnetic generat de magneții permanenți către întrefier. Excitația electromagnetică, ce va crea fluxul magnetic complementar, ce este creat de bobinele concentrice (7) ce sunt dispuse pe dinții rotorici, amplasate către fundul creștăturilor rotorice, sub șunturile magnetice.*

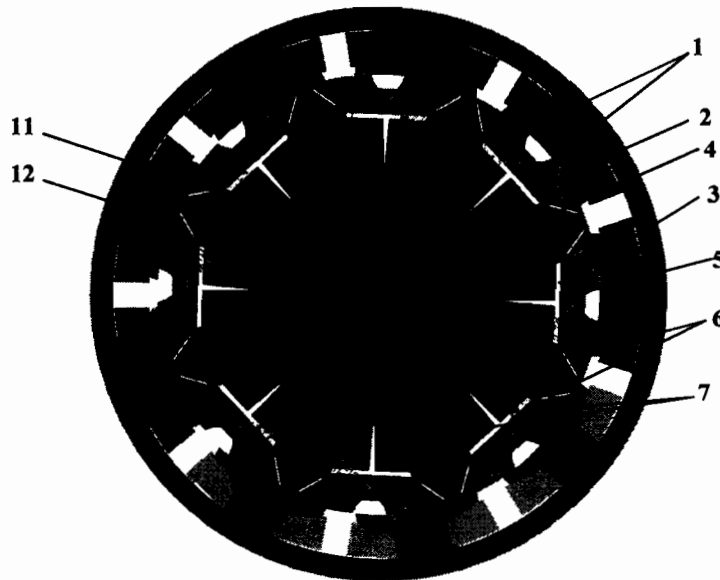


Fig. 1. Mașină sincronă cu dublă excitație cu șunturi magnetice.

Revendicări

1. *Invenția este aceea de a realiza o mașină sincronă cu dublă excitație și șunturi magnetice, la care fluxul magnetic principal este creat de magneții permanenți (1), ce sunt lipiți sub tălpile polilor inductori (2), în creștăturile rotorului (3), de o parte și de alta a dinților rotorici (4) situație în care pentru a crea un circuit magnetic închis, s-au adoptat șunturi magnetice (5), amplasate în creștături. Piesele polare sunt prevăzute cu spațieri de aer (6), dispuse în formă de V care au rolul de a ghida fluxul magnetic generat de magneții permanenți către întrefier. Excitația electromagnetică, ce va crea fluxul magnetic complementar, ce este creat de bobinele concentrice (7) ce sunt dispuse pe dinții rotorici, amplasate către fundul creștăturilor rotorice, sub șunturile magnetice.*

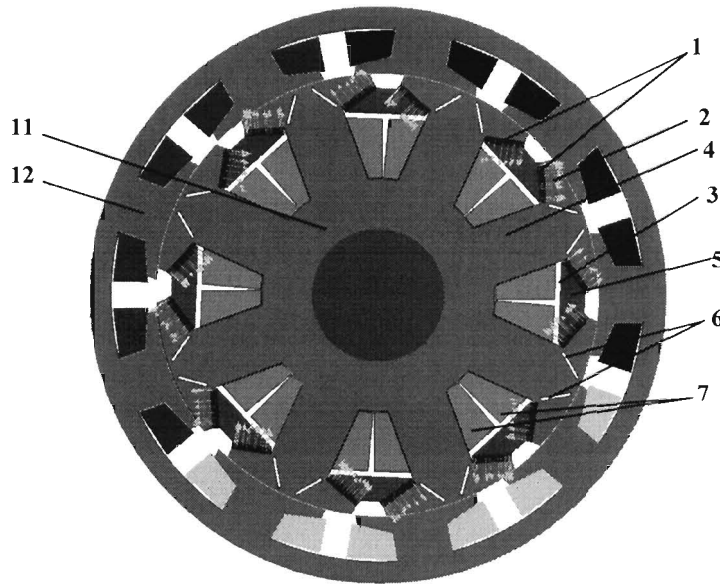


Fig. 1. Mașină sincronă cu dublă excitație cu șunturi magnetice.

Desene

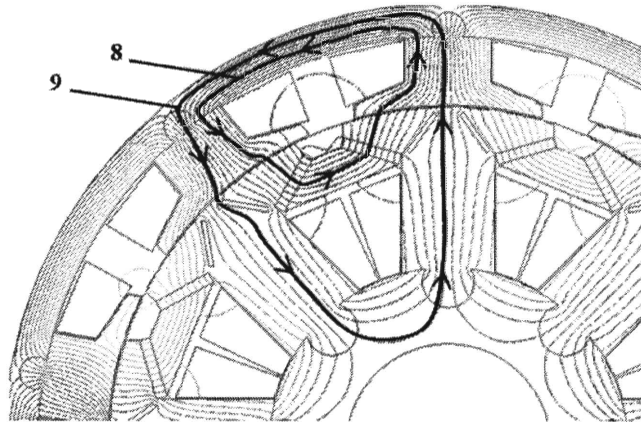


Fig. 2. Mașină sincronă cu dublă excitație cu șunturi magnetice – închiderea fluxului magnetic în prezența curentului pe excitația electromagnetică

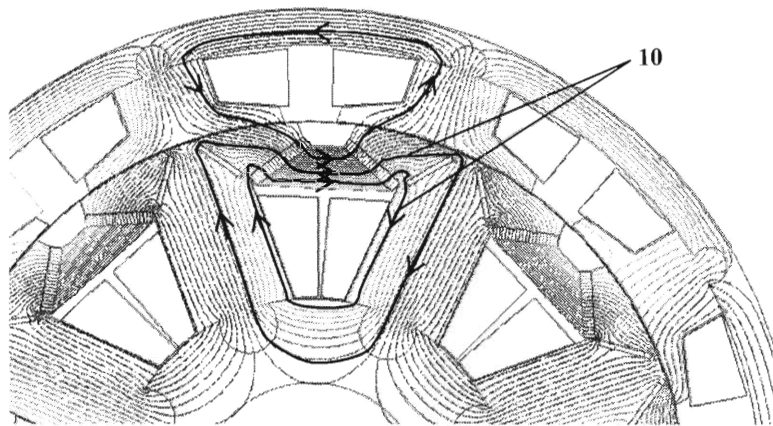


Fig. 3. Mașină sincronă cu dublă excitație cu șunturi magnetice – închiderea fluxului magnetic în absența curentului pe excitația electromagnetică

Revendicări

1. **Mașina sincronă cu dublă excitație și șunturi magnetice** este caracterizată prin aceea că fluxul magnetic principal este creat de magneții permanenți (1), ce sunt lipiți sub tălpile polilor inductori (2), în creștăturile rotorului (3), de o parte și de alta a dinților rotorici (4) situație în care pentru a crea un circuit magnetic închis, s-au adoptat șunturi magnetice (5), amplasate în creștături iar piesele polare sunt prevăzute cu spațieri de aer (6), dispuse în formă de V care au rolul de a ghida fluxul magnetic generat de magneții permanenți către întrefier, astfel excitația electromagnetică, ce va crea fluxul magnetic complementar, ce este creat de bobinele concentrice (7) sunt dispuse pe dinții rotorici, amplasate către fundul creștăturilor rotorice, sub șunturile magnetice.

Desene

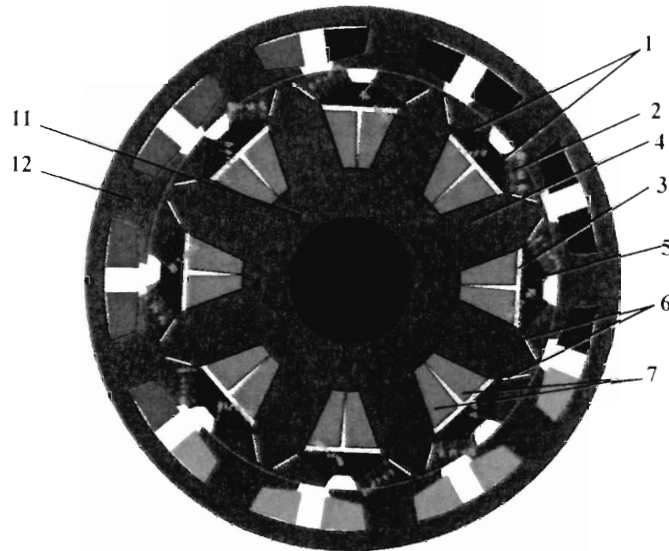


Fig. 1. Mașină sincronă cu dublă excitație cu șunturi magnetice.

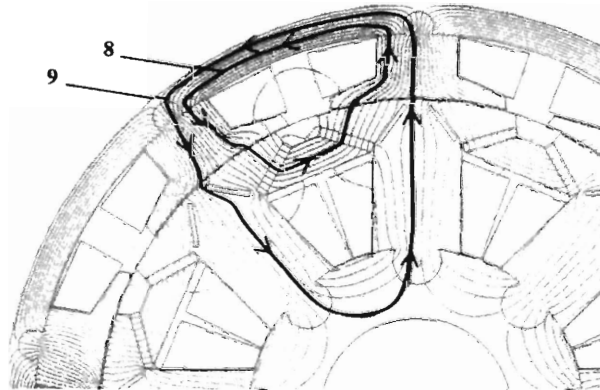


Fig. 2. Mașină sincronă cu dublă excitație cu șunturi magnetice – închiderea fluxului magnetic în prezența curentului pe excitația electromagnetică

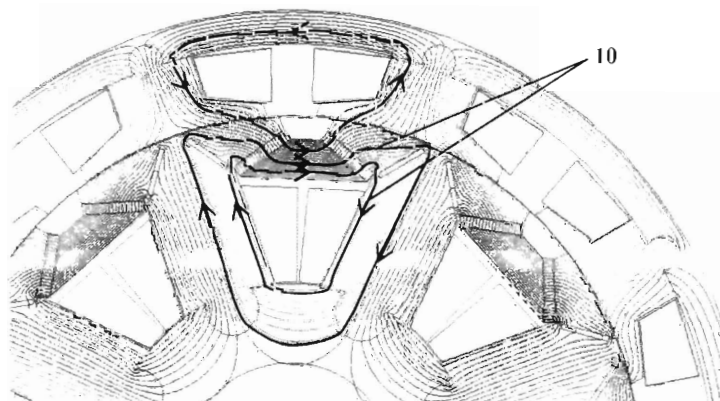


Fig. 3. Mașină sincronă cu dublă excitație cu șunturi magnetice – închiderea fluxului magnetic în absența curentului pe excitația electromagnetică