



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2011 00001

(22) Data de depozit: 03.01.2011

(41) Data publicării cererii:
30.11.2011 BOPI nr. 11/2011

(71) Solicitant:
• TUDOR-FRUNZĂ FLORIN EUGEN,
INTRAREA VIOLETELOR NR.14, OTOPENI,
IF, RO;
• STAVĂR IORDAN, CALEA GIULEȘTI
NR.44, BL.7, SC.C, ET.4, AP.87, SECTOR 6,
BUCUREȘTI, B, RO

(72) Inventatori:
• TUDOR-FRUNZĂ FLORIN EUGEN,
INTRAREA VIOLETELOR NR.14, OTOPENI,
IF, RO;
• STAVĂR IORDAN, CALEA GIULEȘTI
NR.44, BL.7, SC.C, ET.4, AP.87, SECTOR 6,
BUCUREȘTI, B, RO

(54) GENERATOR ELECTRIC CU RELUCTANȚĂ COMUTATĂ

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un generator electric cu reluctanță comutată, cu inductor și indus fix, destinat producerii de energie electrică prin mișcarea mecanică a unui comutator de circuit magnetic. Generatorul electric, conform invenției, este alcătuit dintr-un stator (1) feromagnetic, având, într-o variantă de bază, patru poli (P1, P2, P3 și P4), două înfășurări (2 și 2') electrogeneratoare, dispuse pe două laturi opuse ale statorului (1), și alte două înfășurări inductoare sau doi magneti permanenți (3 și 3'), amplasați pe celelalte două laturi ale statorului (1) și orientați astfel încât sensul magnetizării să fie convergent către laturile înfășurărilor (2 și 2') electrogeneratoare, și un rotor (4) feromagnetic ce realizează o închidere de circuit magnetic între doi poli opuși (P1 și P3 sau P2 și P4), după principiul reluctanței minime.

Revendicări: 5
Figuri: 9

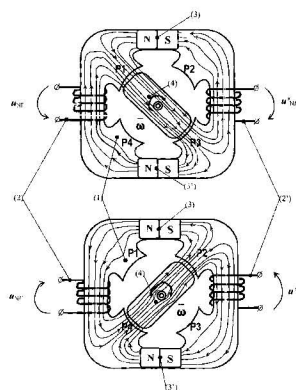


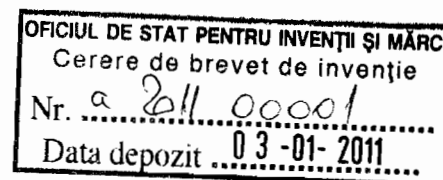
Fig. 2



421

Titlu : **GENERATOR ELECTRIC**
 CU
 RELUCTANTA COMUTATA

DESCRIERE



Inventia se refera la un generator electric, cu reluctanta comutata, cu inductor si indus fix, destinat producerii de energie electrica, prin miscarea mecanica a unui comutator de circuit magnetic, utilizabila in orice aplicatie de sistem energetic, inclusiv regenerabil.

In stadiul actual al tehnicii, este cunoscuta producerea de energie electrica din energia mecanica prin *deplasarea relativa* circulara sau oscilanta a doua elemente fundamentale denumite *indus* (elementul generator electric) si *inductor* (elementul care genereaza tensiunea magnetomotoare), ce au la baza legea inducției electromagnetice, care transforma energia mecanica in energie electrica prin variatia fluxului magnetic produs de o sursa de camp magnetic.

Datorita simetriei functionale toate masinile electrice bazate pe acest principiu atunci cand sunt cuplate la o sarcina electrica, curentul electric aparut in *indus* genereaza un alt camp magnetic ce se opune campului inductor generand o *forta de rezistenta* ce actioneaza direct asupra miscarii mecanice generatoare, fiind direct proportionala cu valoarea acestui curent al sarcinii electrice.

Acest fenomen face ca puterea mecanica necesara mentinerii unor parametrii electrici (tensiune , frecventa) sa creasca proportional cu consumul (puterea electrica).

Problema tehnica pe care o rezolva inventia este aceea ca, asigura o reducere a energiei mecanice necesare producerii de putere electrica prin faptul ca, cuplul mecanic rezistiv este *independent* fata de incarcarea cu sarcina electrica.

Generatorul electric cu reluctanta comutata, datorita particularitatilor constructive, realizeaza o crestere semnificativa a randamentului conversiei energiei mecanice in energie electrica deoarece utilizeaza un comutator neutru de circuit magnetic intre inductorii (generatorul de camp magnetic) si indusi, realizand variatia fluxului magnetic *fara* deplasarea relativa a acestora unul fata de altul, fiind fixati rigid in stator .

Masina electrica generatoare conform inventiei, prezinta urmatoarele avantaje:

- cuplul mecanic rezistent (la ax) este independent de incarcarea cu sarcina electrica; ceea ce implica ca, peste o anumita putere electrica generata, puterea mecanica necesara este semnificativ mai mica fata de cel mai performant generator electric cunoscut;
- fiabilitate maxima prin lipsa periiilor colectoare, deoarece inductorului si indusului sunt fixati pe stator ;
- inertie mica a rotorului datorata masei reduse;

- aplicabilitate universala - se poate proiecta pentru o gama larga de putere si turatie in limitele tehnologice cunoscute prin utilizarea multipolara pentru sistemele energetice clasice sau regenerative, grupuri electrogene stationare sau mobile;
- este ideal in aplicatiile submersibile sau in atmosfera exploziva..

Se da, in continuare, un exemplu de realizare a inventiei, in legatura cu fig.1- , care reprezinta :

- fig.1, model de ansamblu de baza **3D** a generatorului ;
- fig.2.1, model baza de functionare a generatorului cu rotorul pe pozitia **P1-P3**;
- fig.2.2, model baza de functionare a generatorului cu rotorul pe pozitia **P2-P4**;
- fig.3, model constructiv cu inductor bobinat;
- fig.4, model constructiv multipolar;
- fig.5.1, graficul variatiei cuplului rezistent la ax functie de sarcina rezistiva ;
- fig.5.2, graficul variatiei cuplului rezistent la ax functie de turatie la sarcina rezistiva constanta;
- fig.6.1, model constructiv de baza trifazat coaxial modular;
- fig.6.2, reprezentare liniara model constructiv multipolar trifazat;
- fig.6.3, reprezentare spatiala model constructiv multipolar trifazat modular;

Generatorul electric cu reluctanta comutata este o masina electrica de curent alternativ compusa dintr-un **stator** (1) (feromagnetic) ce contine, in varianta de baza, patru poli **P1, P2, P3** si **P4** ; cu doua *infasurari electrogeneratoare* (2) si (2') dispuse pe doua laturi opuse si doi *magneti permanenti* (3) si (3') inserati pe celelalte doua laturi, orientati astfel incat sensul magnetizarii sa fie convergent catre latura infasurarii (2) (conf. Fig.2.1 si Fig.2.2) ; si un **rotor** (4) (feromagnetic) ce realizeaza o inchidere de circuit magnetic intre doi poli opusi dupa principiul « reluctantei minime », respectiv **P1** si **P3** (conf. Fig.2.1), sau **P2** si **P4** (conf. Fig.2.2).

Pentru a explica principiul generarii *tensiunilor induse* $u_{N\Gamma}(t)$; respectiv $u'_{N\Gamma}(t)$ in infasurarile colectoare (2) si (2'), avem in vedere efectul fizic realizat de *comutatie* de circuit magnetic intre pozitiile alternate mentionate mai sus, ce realizeaza o *variatie* de flux magnetic $d\phi_{\Gamma}(t)$.

Vom calcula valoarea unitara a tensiunii $u_{\Gamma}(t)$ de-a lungul unei curbe Γ , aplicand :

- legea inductiei electromagnetice $u_{\Gamma}(t) = - \frac{d\phi_{\Gamma}(t)}{dt}$

Valoarea fluxului inductor este definit de o functie variabila in timp ce insumeaza vectorial fluxurile generate de cei doi magneti permanenti ce creeaza doua intensitati de camp magnetic H_p , respectiv H_p' astfel :

$$\bar{\varphi}_\Gamma(t) = \bar{\varphi}_p(t) + \bar{\varphi}'_p(t)$$

unde : $\varphi_\Gamma(t)$ este fluxul magnetic rezultat din stator in sectiunea din dreptul curbei Γ ;
 $\varphi_p(t)$ este fluxul magnetic din stator generat de magnetul (3) ;
 $\varphi'_p(t)$ este fluxul magnetic din stator generat de magnetul (3') ;

Daca nu exista rotorul (situatie la echilibru), atunci : $\varphi_\Gamma(t) = 0$.

Deci $\varphi'_p(t) = -\varphi_p(t)$;

In prezenta rotorului feromagnetic (4), variatia fluxului inductor se realizeaza prin comutarea circuitelor magnetice convergente in spatiul Γ dupa principiul « reluctantei minime » ; valoarea reluctantei avand o variatie in functie de timp $R_m(t)$ exprimata prin relatia :

$$R_m(t) = R_{m_{stat}}(t) + R_{m_{rot}}(t) = \frac{l_{stat}}{\mu S} + \frac{l_{rot}}{\mu(t) S}$$

Unde :

l_{stat} este lungimea spatiului circuitului magnetic in stator;
 l_{rot} este lungimea spatiului circuitului magnetic in rotorul (4);
 S este sectiunea circuitului magnetic in spatiul Γ

Aplicand Legea lui Ohm pentru circuite magnetice avem :

$$\varphi_\Gamma(t) = \frac{H_p l}{R_m(t)} + \frac{H_p' l}{R_m'(t)} \approx H_p \frac{l_{stat}}{l_{rot}} \mu(t) = H_p \frac{l_{stat}}{l_{rot}} \mu_0 (1 + \mu \cos 2\omega t);$$

ceea ce inseamna ca :

$$u_{N\Gamma}(t) = -N S \frac{dB(t)}{dt} \approx N S H_p \left[1 - \frac{l_{stat}}{l_{rot}} \right] 2\omega \mu \sin 2\omega t = u'_{N\Gamma}(t)$$

Dupa cum se observa valoarea tensiunilor induse in infasurarile induse este o functie variabila in timp, ce poate fi utilizata direct sau prin transformari si prelucrari electronice.

De asemeni, putem sa calculam si valorile momentului mecanic rezistiv la rotor $M(t)$ in functie de energia campului magnetic W_m si viteza unghiulara ω dupa expresia:

$$M(t) = \frac{dW_m(t)}{\omega t} \approx 4 \frac{H p^2}{\omega t} (1 - \sin 2\omega t) ;$$

Valori ale functiei fiind reprezentate in graficele din fig. 5.1 si fig. 5.2. ridicate cu valori obtinute de teste efectuate pe prototipul de baza.

Ceea ce inseamna ca, valoarea sa este o functie variabila in timp ce are « momente motoare » (pozitive) si « momente de franare » (negative) ; pe ansamblu putem spune ca la o rotatie completa de 360° suma momentelor in gol este :

$$\sum M(t) = 0$$

Din reprezentarile grafice putem trage concluzia ca, cuplul mecanic rezistent la axul generatorului nu depinde de valoarea curentului debitat; ajungand in scurtcircuit sa aiba valori aproape egale cu regimul fara sarcina (la curent nul).

Prin urmare alura gaussiana a cuplului recomanda generatorul cu reluctanta variabila utilizarii in aplicatiile de sudura si de incarcarea bateriilor de acumulatori; fara utilizarea de echipamente suplimentare de reglaj.

Pentru utilizarii in aplicatii unde valoarea tensiunii electrice debitate pe sarcini variabile aleatoriu necesita o reglare automata , se poate inlocui inductorul realizat cu magneti permanenti cu doua infasurari de excitatie amplasate conform cu fig.3., numite « **inductor** », asupra carora se vor aplica tensiuni de curent continuu astfel incat sa se respecte principiul polarizarii magnetice ce asigura convergenta campurilor catre infasurarile denumite « **indus** » similar cu reprezentarea campurilor din fig.2.1 sau fig.2.2.

In cazul unor aplicatii energetice regenerabile (turbine eoliene sau hidro) in care este necesara obtinerea de valori utilizabile de tensiune si frecventa la turatii ale rotorului reduse, generatorul electric, conform inventiei, poate fi realizat cu un numar suplimentar de poli in multiplu de patru $P4n$ ($n \in N$), si rotorul cu $P4n / 2$, conform modelului din fig.4, circuitele magnetice realizandu-se din doi in doi poli, astfel incat sa fie eliminata utilizarea unui angrenaj intermediar multiplicator de turatie intre axul elicei si axul generatorului.

Deoarece in configuratia de baza exista un cuplu reluctant (de pornire) avand un maxim ce atinge o valoare excesiv de mare (conform fig. 5.2) si prezinta (sub 50 rot/min) o variatie sinusoidala, amortizata cu cresterea turatiei, existand zone de maxim si minim ce afecteaza continuitatea cuplului rezistent la ax inclusiv in gol; se impune realizarea unui model constructiv de baza – conform fig.6.1.- ce prezinta o compensare interna a cuplurilor reluctante astfel incat suma cuplurilor statice si dinamice sa fie nula la orice pozitie a rotorului, dupa modelul sistemelor trifazate, dar spre deosebire de acestea, defazajul la 120 grd. este realizat prin amplasarea coaxiala a trei statori modulari amplasati de-a lungul aceluiasi rotor reprezentati in modelul liniar din fig. 6.2. si spatial in fig. 6.3.

Pentru proiectare la puteri si turatii diferite de configuratiile de baza, se va utiliza modelul modular coaxial de amplasare a statorilor, fapt ce permite obtinerea oricoror faze, si oricarei puteri cu valori diferite de tensiune si curenti la turatii nominale ce pot cobora si la valori de 50 rot/min..

REVEDICARI

R1. Generator electric, cu reluctanta comutata, **caracterizat prin aceea ca** are inductori si indusi fixati pe un stator circular de-a lungul circuitului magnetic intre poli, in ordine succesiva, destinat producerii de energie electrica, prin miscarea de rotatie mecanica a unui comutator de circuit magnetic denumit rotor, care realizeaza o variatie de flux magnetic in infasurarile inductoare, iar cuplul mecanic rezistiv este independent fata de incarcarea cu sarcina electrica, utilizabil in orice aplicatie de sistem energetic, inclusiv regenerabil.

R2. Generatorul electric cu reluctanta comutata, conform revendicarii **R1**, **caracterizat prin aceea ca** este o masina electrica de curent alternativ compusa dintr-un stator feromagnetic circular ce contine, in varianta de baza, patru poli P1, P2, P3 si P4 cu doua infasurari electrogeneratoare dispuse pe doua laturi opuse de-a lungul circuitului magnetic produs de alte doua infasurari inductoare sau doi magneti permanenti inserati pe celelalte doua laturi, orientati astfel incat sensul magnetizarii sa fie convergent catre laturile infasurarilor electrogeneratoare, si un rotor feromagnetic ce realizeaza o inchidere de circuit magnetic intre doi poli opusi dupa principiul « reluctantei minime » consecutiv, respectiv P1 si P3 sau P2 si P4 .

R3. Generatorul electric cu reluctanta comutata, conform revendicarii **R1**, **caracterizat prin aceea ca** numarul de poli statorici este in multiplu de patru, dupa relatia $P4n$ ($n \in \mathbb{N}$) si rotorul cu $P4n/2$ ($n \in \mathbb{N}$), circuitele magnetice realizandu-se din doi in doi poli , destinat obtinerii de valori de tensiune si frecventa exploatabile, la turatii ale rotorului reduse, fara utilizarea de multiplicatori mecanici.

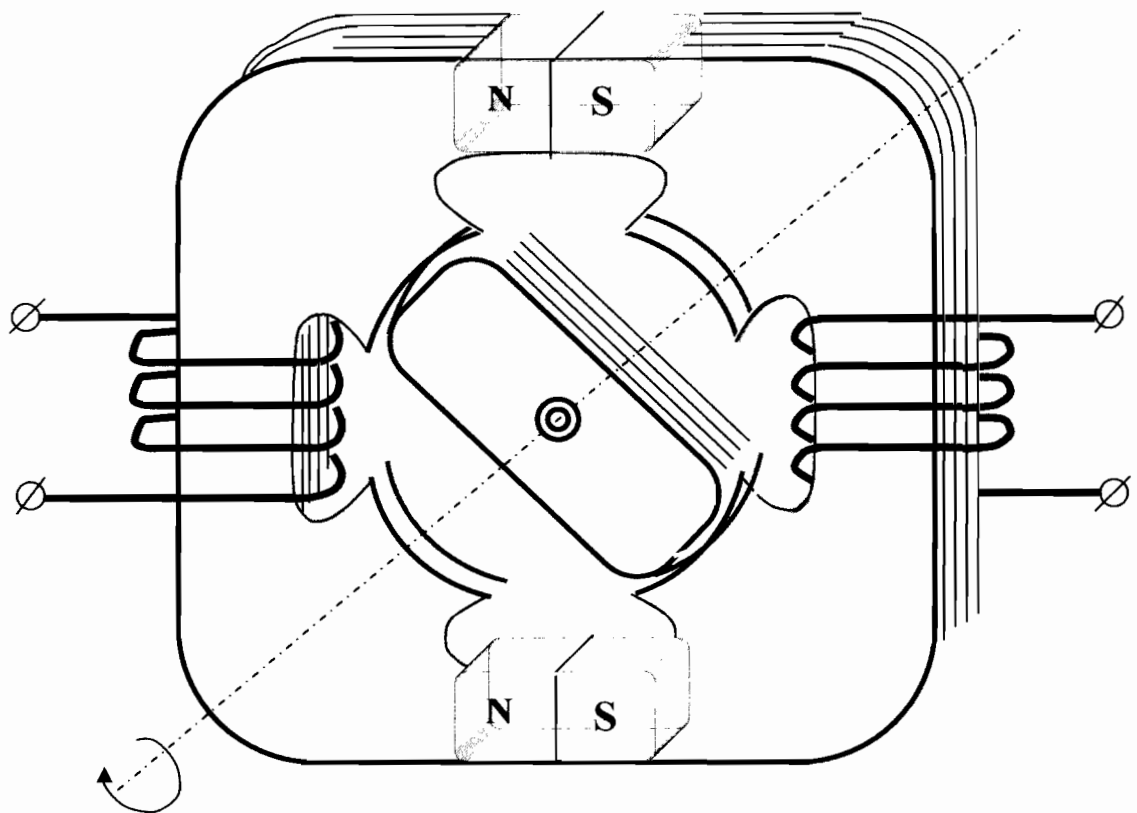
R4. Generatorul electric cu reluctanta comutata, conform revendicarii **R1**, si **R2** **caracterizat prin aceea ca** este compus dintr-un ansamblu de trei statori modulari , **W ; V ; U ;** amplasati coaxial fata de un acelasi rotor, si defazati astfel incat sa se realizeze o compensare totala a cuplurilor reluctante statice si dinamice astfel incat suma cuplurilor sa fie nula la orice pozitie a rotorului, ce produc tensiuni electromotoare in raport trifazat si independent una fata de alta.

R5. Generatorul electric cu reluctanta comutata, conform revendicarii **R3**, si **R4** **caracterizat prin aceea ca** este compus dintr-un ansamblu de trei statori modulari **W ; V ; U ;** multipolari, defazati si amplasati coaxial fata de un acelasi rotor, astfel incat sa se realizeze turatii nominale reduse de lucru fata de configuratia de baza fara a utiliza angrenaje de multiplicare intermediare, cat si puteri multiplicata modular dupa relatia $n \times (W_n + V_n + U_n)$ unde ($n \in \mathbb{N}$).

Titlu :

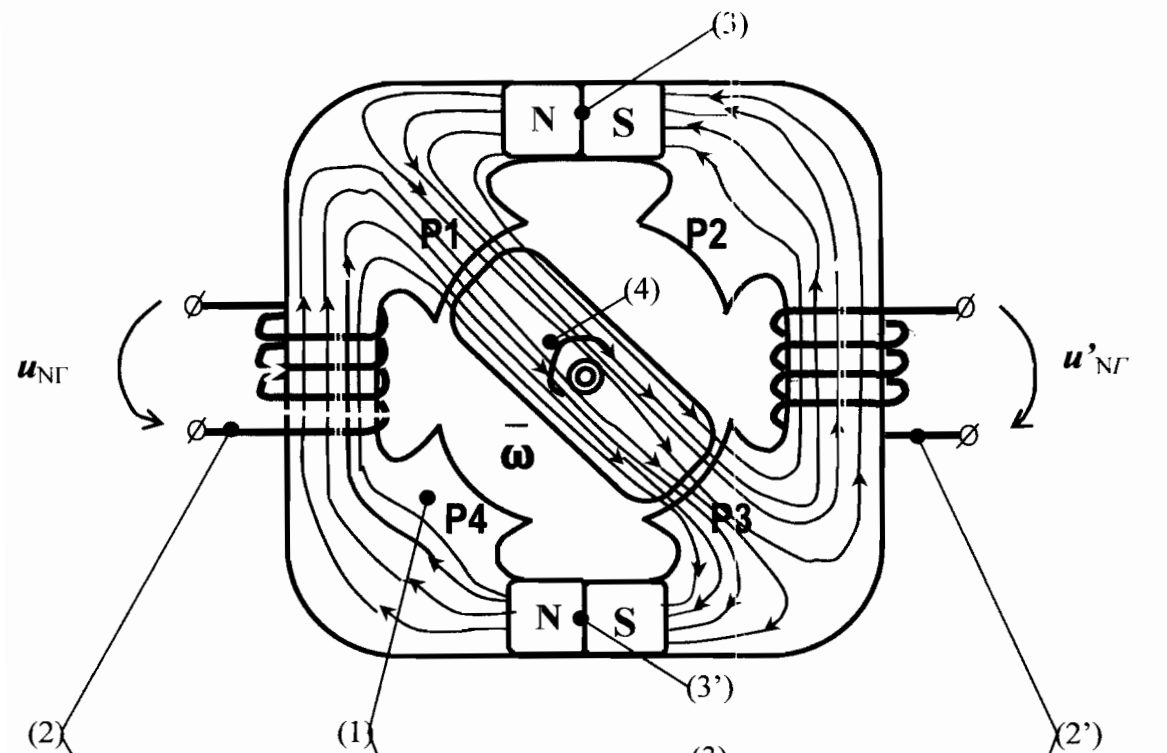
GENERATOR ELECTRIC CU RELUCTANTA COMUTATA

DESENE

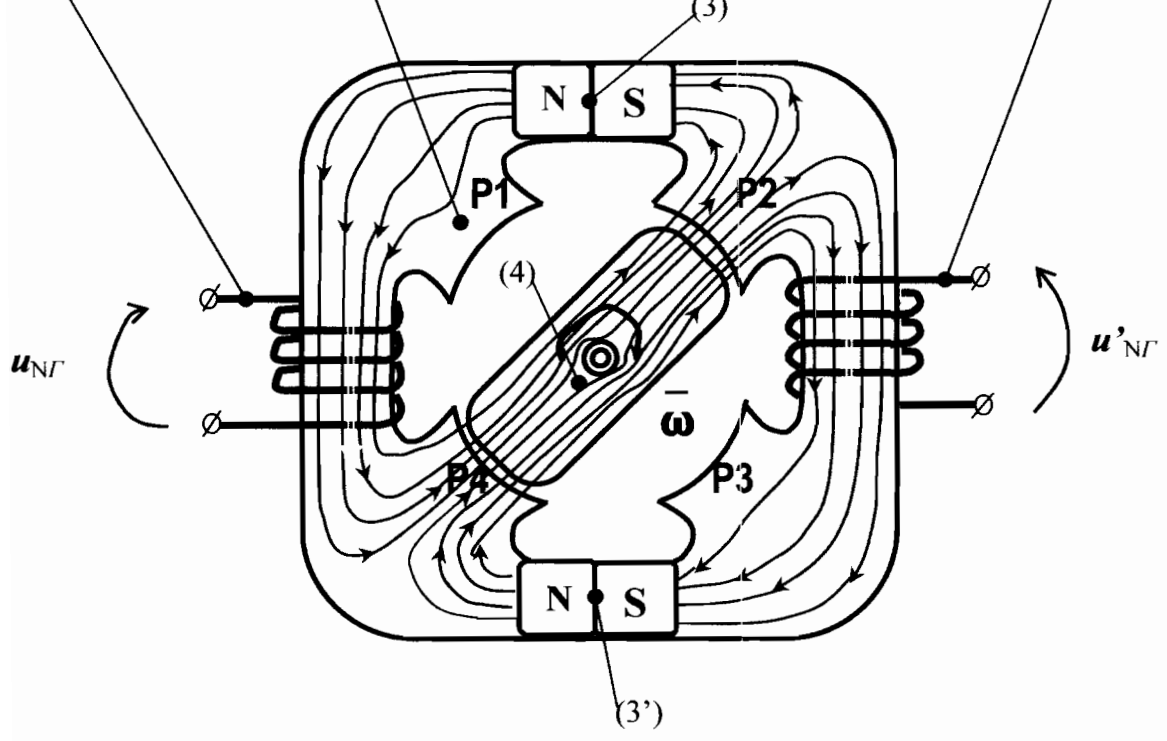


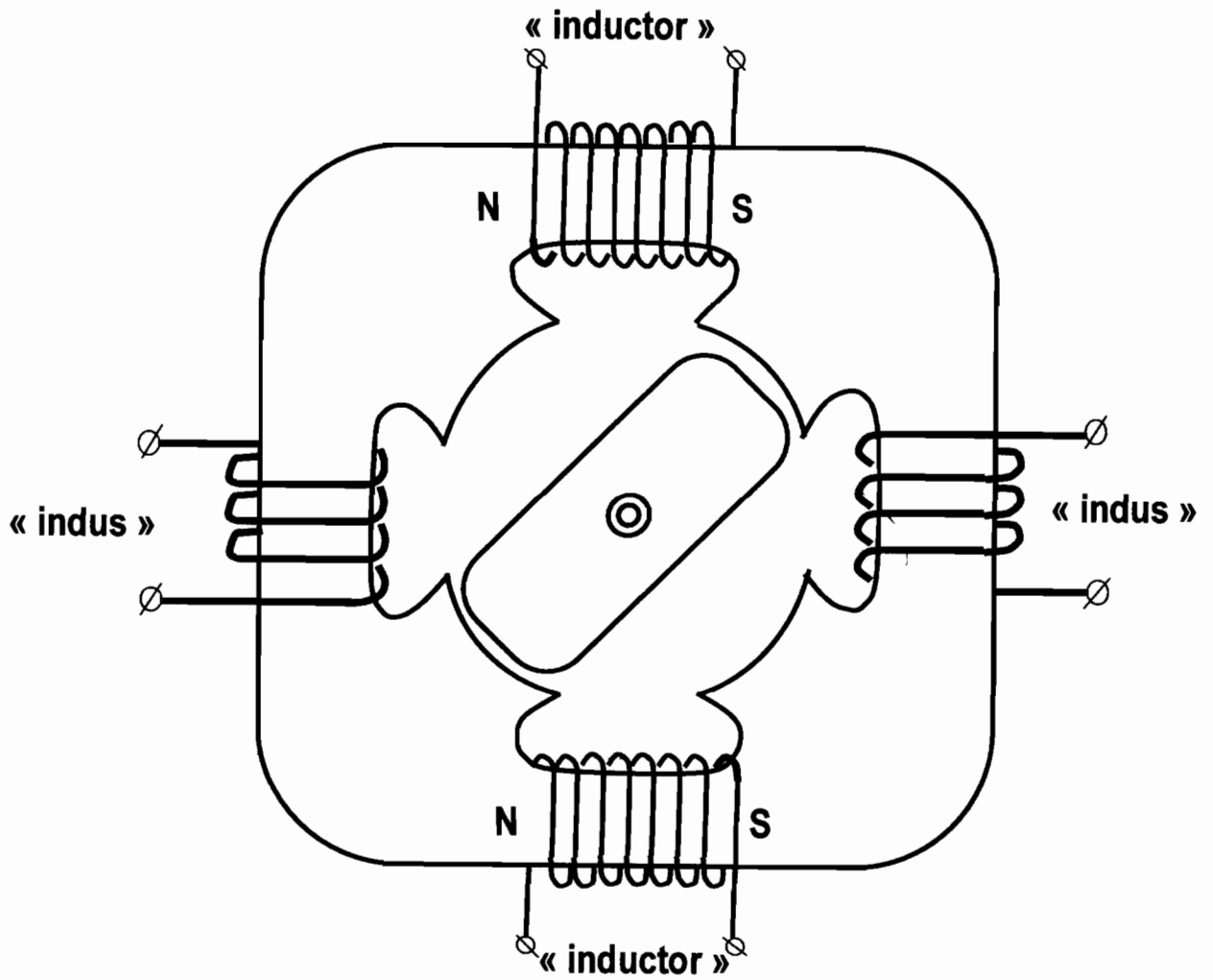
« Fig. 1 »

« Fig. 2.1 »

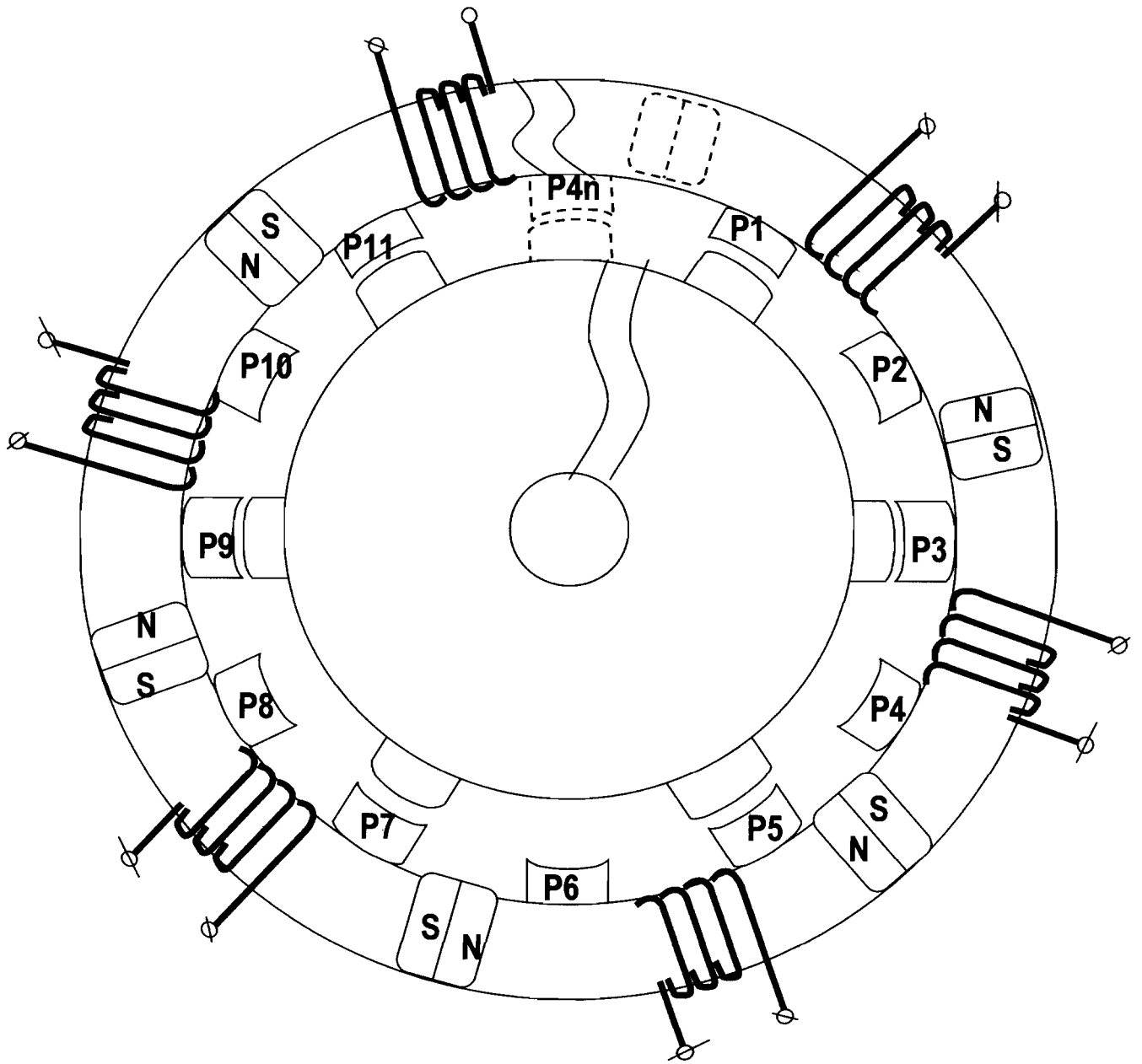


« Fig. 2.2 »

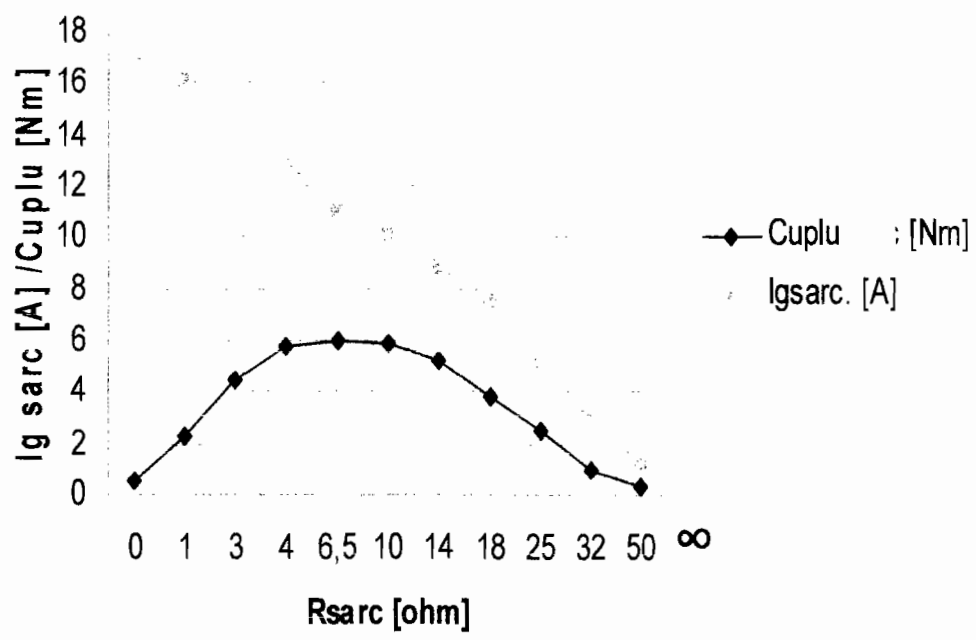




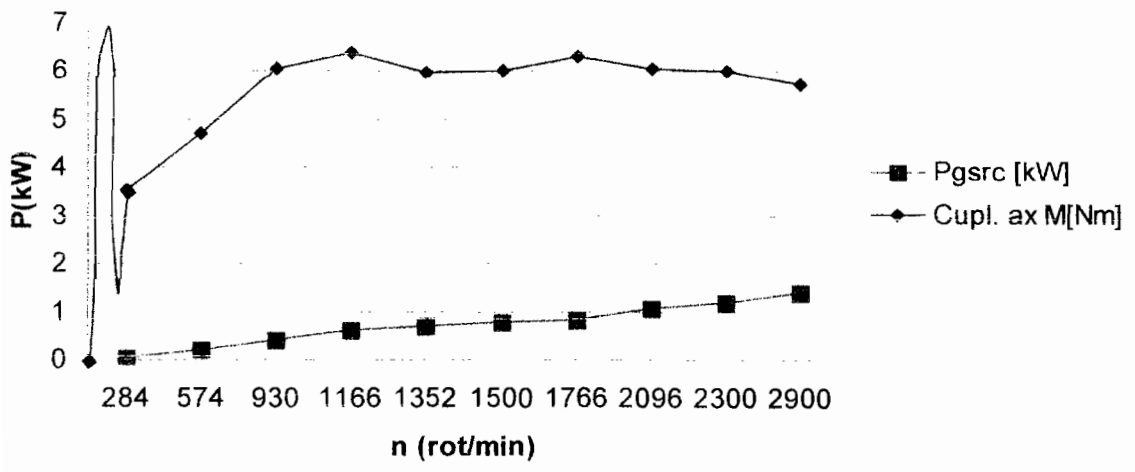
« Fig. 3 »



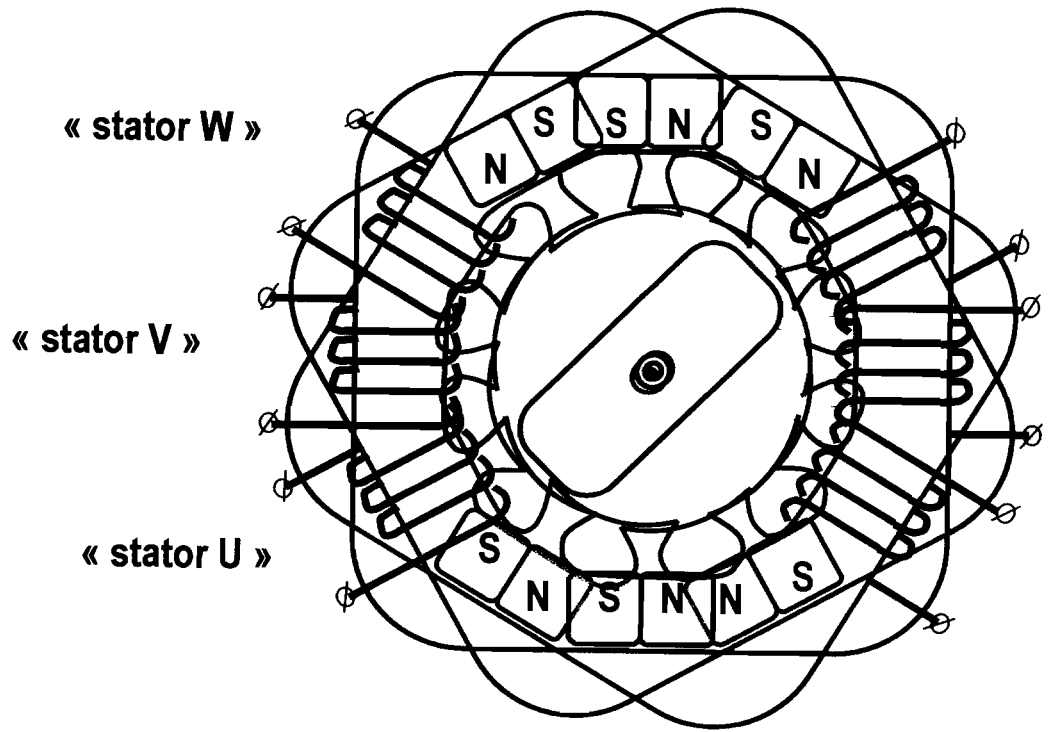
« Fig. 4 »



« Fig. 5.1 »

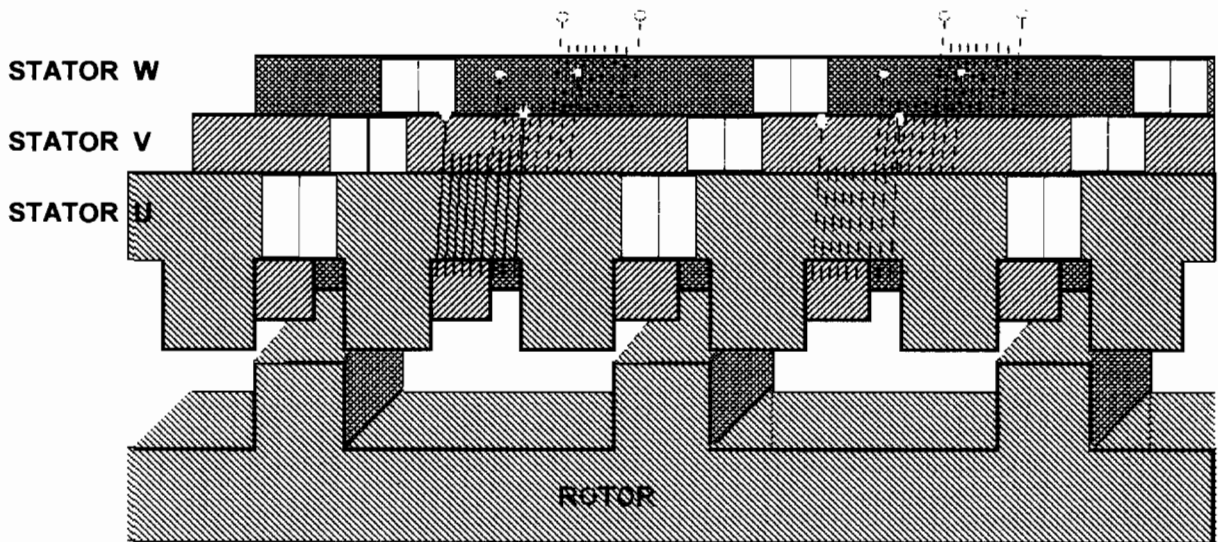
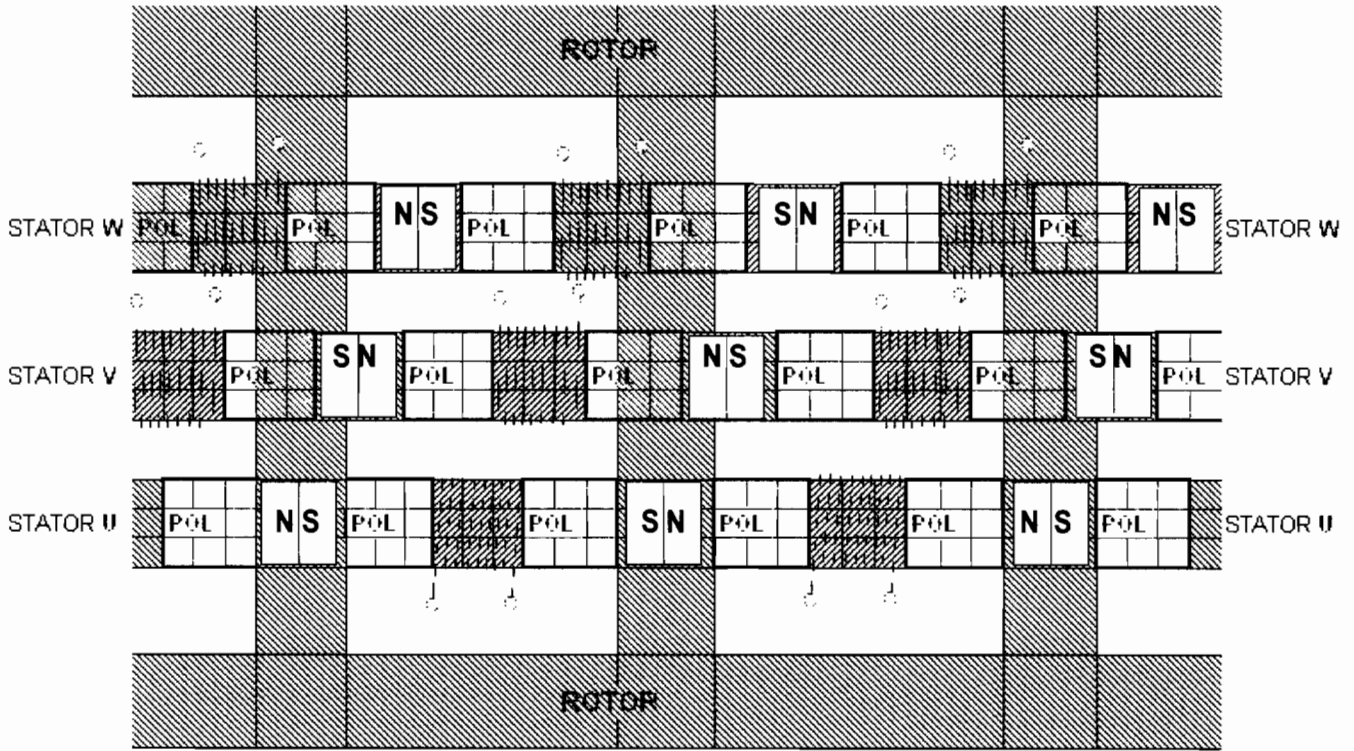


« Fig. 5.2 »



« Fig. 6.1 »

« Fig. 6.2 »



« Fig. 6.3 »