



(12)

BREVET DE INVENTIE

Notararea de acordare a brevetului de invenție poate fi revocată
în termen de 6 luni de la data publicării

(21) Nr. cerere: **94-00401**

(22) Data de depozit: **10.03.94**

(30) Prioritate

(41) Data publicării cererii:
29.09.95 BUIP nr. 9/95

(42) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului:
30.04.96 BUIP nr. 4/96

(45) Data eliberării și eliberării și publicării brevetului:
BUIP nr.

(61) Perfecționare la brevet:
Nr.

(62) Diviziuni din cererea:
Nr.

(86) Cerere internațională PCT:
Nr.

(87) Publicare internațională:
Nr.

(56) Documente din stadiul tehnicii:
Garin I.G., Kuznetsov H.: *Proektirovaniye serii elektricheskikh mashin*, Energiya, Moskva, 1978.
Ciobanu, E.: *Înțelegerea și utilizarea pentru armaturile mașinilor electrice cu statorie axată* EEA-Electrotehnica, 29, 6, aug.1981, p.236.
Bala C.: *Mașini electrice. Teorie, calcul, EDP, Buc. 1979*

(71) Solicitant: Institutul de Cercetări pentru Mașini Electrice, S.C. ICPE-ME S.A., București, RO

(73) Titular: (71)

(72) Inventatori: Căldăreanu Mădălin Vasile, Deneșter Elek, RO

Mentorat:

(54) Bobinaj pentru mașini electrice, de curent alternativ trifazat

(57) Rezumat: Invenția se referă la un bobinaj pentru mașini electrice, de curent alternativ, trifazate, cu optprezere crestătură la o pereche de poli (având 3 crestături pe pol și fază). Bobinele sunt realizate cu numere de spire diferite și au deschiderile unghiulare, stabilite astfel, încât să se atenueze sau să se anuleze armonicile spațiale ale tensiunii magnetice din întrefier și, de asemenea, să se reducă lungimile capetelor frontale de bobină. Cu referire la fig.2, din descriere, bobinajul este realizat pe fiecare fază din două grupe (5 și 6) de bobine concentrice, fiecare grupă având o bobină mare (7), cu deschidere de nouă crestături și numărul de spire raportat, egal cu 0,1527, o bobină mediană (8) cu deschiderea de șapte crestături și numărul de spire egal cu 0,2267 și o bobină mică (9) cu deschiderea de cinci crestături și numărul de spire raportat egal cu 0,1206.

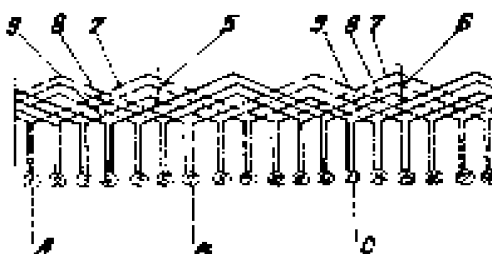


Fig. 2

Revenclcln: 2
Figur: 2



RO 110884 B

Invenția se referă la bobinajele mașinilor electrice, de curent alternativ, trifazate cu armonice spațiale atenuate și consum redus de material conductor destinate echipării armaturilor inductoare (induse) ale mașinilor asincrone (sincrone), având optsprezece creștături la perechea de poli, dar are în vedere și alte tipuri de mașini electrice trifazate la care performanțele funcționale sunt afectate de prezența armonicilor spațiale ale câmpului magnetic din întrefier.

În scopul atenuării unor armonici din câmpul magnetic produs în întrefier sunt cunoscute bobinajele mașinilor electrice trifazate cu 18 creștături la o pereche de poli, având o grupă de trei bobine la o pereche de poli, într-un strat, cu numere de spire egale [1, p.179, fig.14.5] sau în două straturi, cu grupa de trei bobine la fiecare pol [1, p.179, fig.14.6].

Aceste tipuri de bobinaje prezintă dezavantajul că necesită un consum mare de material conductor din cauza lungimii mari a capetelor de bobină în zona frontală, inactivă a mașinii și, de asemenea, au conținut de armonice spațiale, relativ important.

În scopul îmbunătățirii formeii câmpului magnetic din întrefier se cunosc, de asemenea, bobinaje cu distribuție sinusoidală [2] care conduc, în anumite condiții, la anularea unui număr de armonice din curba tensiunii magnetice egal cu $N-1$, N fiind numărul de bobine din grupa de bobine corespunzătoare la doi poli.

Aceste bobinaje prezintă dezavantajul că, având numere de spire diferite de la bobină la alta, conduc la un grad înalt de neuniformitate a încălzirii (umplerii) creștăturilor și, de asemenea, la un factor de înfășurare al fundamentalei relativ scăzut (în jurul valorii de 0,8).

Invenția de față înlătură dezavantajele menționate mai sus prin aceea că, în scopul reducerii consumului de material conductor și al anulării sau atenuării unui număr mare de armonice ale tensiunii magnetice din întrefier, bobinajul este realizat din grupe de

bobine concentrice, bobinele având deschiderile unghiulare, numerele de spire și amplasarea în creștăturile uniforme distribuite ale armaturii bine determinate prin prezența invenției. Scurtarea pasului bobinelor în scopul reducerii consumului de material conductor prin scurtarea lungimii capetelor de bobină și confecționarea bobinelor cu numere de spire diferite în funcție de poziția ocupată în creștăturile armaturii, în scopul anulării sau atenuării unor armonice superioare, conduc inclusiv la scăderea factorului de înfășurare al fundamentalei astfel încât cele două măsuri se aplică prin prezența invenției în mod corelat în vederea obținerii de economii efective de material conductor. Bobinajul realizat conform invenției este parțial într-un strat și parțial în două straturi în una din variante sau în totalitate în două straturi în a doua variantă, rezultând în ambele situații un grad mic de neuniformitate a umplerii creștăturilor, presupuse de secțiune constantă.

Prin aplicarea invenției se obțin următoarele avantaje:

- reducerea consumului de material conductor prin micșorarea lungimii capetelor frontale ale bobinelor;

- îmbunătățirea performanțelor funcționale prin atenuarea sau anularea unor armonice spațiale din curba tensiunii magnetice din întrefier.

Se dau în continuare două exemple de realizare a invenției în legătură și cu fig. 1 și 2, care reprezintă:

- fig.1 , schema de bobinaj cu optsprezece creștături la fiecare pereche de poli, realizată o treime în două straturi și două treimi într-un strat;

- fig.2 , schema de bobinaj cu optsprezece creștături la fiecare pereche de poli realizată în două creștături.

Bobinajul, conform invenției, este realizat astfel, încât sub fiecare pol există câte o grupă de câte două sau trei bobine concentrice, grupele conectându-se după regula sfârșit-sfârșit, în vederea creării succesiuni de polarități corespunzătoare. Axele magnetice ale grupelor de bobine concentrice aflate sub doi poli adiacenți,

sunt decalate cu un pas polar (π radiani electrice sau nouă creștături). Numerele de spire ale bobinelor sunt determinate astfel ca armonicele spațiale ale tensiunii magnetice create în întregul să fie atenuate sau anulate.

În cele ce urmează, se notează cu γ deschiderea unghiulară a unei bobine în grade electrice, cu ν ordinul armonicelor

spațiale, cu w număr de spire al bobinei și cu w' același număr de spire raportat la numărul total de spire w_{tot} existent în cele două grupe de bobine corespunzătoare la doi poli ai mașinii. Având în vedere expresia tensiunii magnetice create de o bobină parcursă de curentul $i(t)$ [3, p.93]:

$$u(\nu, \theta, t) = \frac{2w' i(t)}{\pi} \sum_{k=0}^{\infty} \frac{1}{k+1} \sin \frac{(k+1)\gamma}{2} \cos \frac{(k+1)\theta}{2} = \frac{2w' i(t)}{\pi} \sum_{k=0}^{\infty} \frac{A_k}{k+1} \cos \frac{(k+1)\theta}{2} \quad (2)$$

unde s-a notat cu $k_{w'}$ factorul de înfășurare al bobinei corespunzătoare armonicilor rezultați, expresia factorului de

înfășurare al unui bobinaj conform invenției:

$$k_{w'} = \sum_{k=0}^{\infty} k^2 \sin^2 \frac{(k+1)\gamma}{2} \quad (3) \quad k_{w'} = \sum_{k=0}^{\infty} k^2 \sin^2 \frac{(k+1)\gamma}{2} \quad (3')$$

În expresia (2) prima sumă este extinsă asupra tuturor bobinelor concentrice aflate sub un pol iar cea de a doua este extinsă asupra tuturor

bobinelor concentrice aflate sub polul adiacent, numerele de spire raportate w' , fiind, pentru exemplificare date de:

$$w' = \frac{w}{\sum w' + \sum w'} = \frac{w}{2w} \quad (4)$$

Expresia (2) pune în evidență modul cum depind factorii de înfășurare ai fundamentalei și ai armonicilor superioare de numerele de spire, presupune diferite, ale bobinelor și permite determinarea unor repartiții de spire pe bobine și pe grupe de bobine pentru atenuarea sau anularea unora dintre armonicile superioare.

Bobinajul de mașină electrică trifazată, conform invenției [fig.1], se realizează având pe fiecare fază câte două grupe **1** și **2** de bobine concentrice, axele celor două grupe de bobine **1** și **2** fiind decalate spațial cu nouă creștături.

Fiecare grupă de bobine este formată din două bobine concentrice, o bobină mare **3** cu deschiderea de opt creștături și cu numărul de spire raportat egal cu 0,32 și o altă bobină mică **4**, concentrică cu bobina **3**, care are deschiderea de șase creștături și numărul de spire raportat egal cu 0,18. Cele trei faze ale bobinajului sunt identice din punct de vedere al construcției, fiind decalate între ele cu câte șase creștături, rezultând în ansamblu un bobinaj simetric cu laturile de bobine amplasate în creștături două

treimi într-un strat și o treime în două straturi.

Bobinajul conform invenției se poate realiza și în totalitate în două straturi (fig. 2), având pe fiecare fază două grupe **5** și **6** de bobine amplasate sub fiecare pol, grupele fiind decalate între ele cu nouă crestături. Fiecare din cele două grupe **5** și **6** este formată din câte trei bobine concentrice, o bobină mare **7** cu deschiderea de nouă crestături și numărul de spine egal cu 0,1527, o bobină mediană **8** cu deschiderea de șapte crestături și numărul de spine egal cu 0,2267 și o bobină mică **9** cu deschiderea de cinci crestături și numărul de spine egal cu 0,1206 (toate numerele de spine sunt raportate).

Factorii de înfășurare ai bobinajului conform invenției calculați cu relația (2) pentru bobinajele din fig. 1 și 2 sunt prezentați în tabelul 1. Se observă că bobinajul din fig. 1 anulează toți factorii de înfășurare ai armonicelor pare și atenuează sensibil factorii de înfășurare ai armonicelor impare.

Factorul de înfășurare al

fundamentalei are o valoare relativ ridicată (0,942). Bobinajul din fig. 2 anulează armonicile până la ordinul armonicilor de dantură ($Z/p \pm 1$, adică șaptesprezece și nouăsprezece), factorul de înfășurare al fundamentalei fiind 0,916.

În tabelul 1 sunt prezentați și factorii de neuniformizare a umplerii crestăturilor și definiți ca diferența dintre numerele de conductoare ce intră în crestătura cea mai încărcată și crestătura cea mai descărcată, raportată la numărul de conductoare ce intră în crestătura cea mai încărcată, pentru care se face dimensionarea geometriei transversale a tolei.

Schemele de bobinaj prezentate în fig. 1 și 2 sub forma desfășurată pentru o pereche de poli se aplică întocmai, prin repetare, pentru orice număr de perechi de poli ar avea o mașină fizică cu respectarea modului de conectare (serie sau paralel) a grupelor de bobine corespunzătoare la o pereche de poli, dictat de necesitățile concrete ale mașinii fizice.

Tabelul 1

Factorii de înfășurare $k_{w\alpha}$ și factorul de neuniformitate a umplerii crestăturilor ϵ pentru bobinajele din fig. 1 și 2.

ϵ	fig.1 0,125	fig.2 0,12
k_{w1}	0,942	0,916
k_{w3}	0,0996	0
k_{w5}	0,0929	0
k_{w11}	0,0996	0
k_{w13}	0,0996	0

În textul revendicărilor prin număr de spine al unei bobine se înțelege exprimarea prin valoarea lui raportată la numărul total de spine al grupelor de bobine aflate sub doi poli consecutivi ai înfășurării. În cazul concret al unei mașini ce urmează să se realizeze conform invenției, este necesar să se notunțască

la valoarea întreagă numărul de spine al fiecărei bobine, rezultat prin înmulțirea valorii raportate, stabilită conform invenției, cu numărul total de spine al grupelor de bobine corespunzătoare la doi poli, cu respectarea conservării acestuia din urmă.

Revenind:

1. Bobinaj pentru mașini electrice de curent alternativ, trifazate, așezat în creștăturile egal distanțate ale unei armături, în număr de optsprezece pentru fiecare pereche de poli, având capetele de bobine organizate în curvura de grupe de bobine concentrice, **caracterizat prin aceea că** o treime din laturile de bobină sunt amplasate în două straturi și două treimi sunt amplasate într-un strat, fiecare fază continuând câte două grupe identice **(1 și 2)** de câte două bobine concentrice la o pereche de poli, cele două grupe axele magnetice cu un pas polar adică cu nouă creștături, bobinele mari **(3)** având deschiderea de opt creștături și numărul de spire egal cu 0,32 și bobinele mici **(4)** având deschiderea de șase creștături și numărul de spire egal cu 0,18, grupele **(1 și 2)** de bobine fiind conectate în serie sau în paralel după regula sfârșit-sfârșit pentru realizarea configurației polilor, bobinajele celor trei faze fiind identice din punct de vedere al construcției dar decalate între

ele cu câte șase creștături.

2. Bobinaj pentru mașini electrice de curent alternativ, trifazate, așezat în creștăturile egal distanțate ale unei armături, în număr de optsprezece pentru fiecare pereche de poli, având capetele de bobine organizate în curvura de grupe de bobine concentrice, **caracterizat prin aceea că** fiecare fază are la doi poli câte două grupe **(5 și 6)** identice de câte trei bobine concentrice fiecare, grupele având axele magnetice decalate cu un pas polar adică nouă creștături, bobinele mari **(7)** având deschiderea de nouă creștături și numărul de spire egal cu 0,1527, bobinele mediane **(8)** având deschiderea de șapte creștături și numărul de spire egal cu 0,2267, iar bobinele mici având deschiderea de cinci creștături și numărul de spire egal cu 0,1206 grupele **(5 și 6)** de bobine fiind legate între ele în serie sau în paralel după regula sfârșit-sfârșit pentru realizarea configurației polilor, bobinajelor celor trei faze fiind identice din punct de vedere al construcției dar decalate între ele cu câte șase creștături.

Președintele comisiei de examinare **ing. Erhan Valeriu**
Examinator principal: **ing. Costinescu Petru**

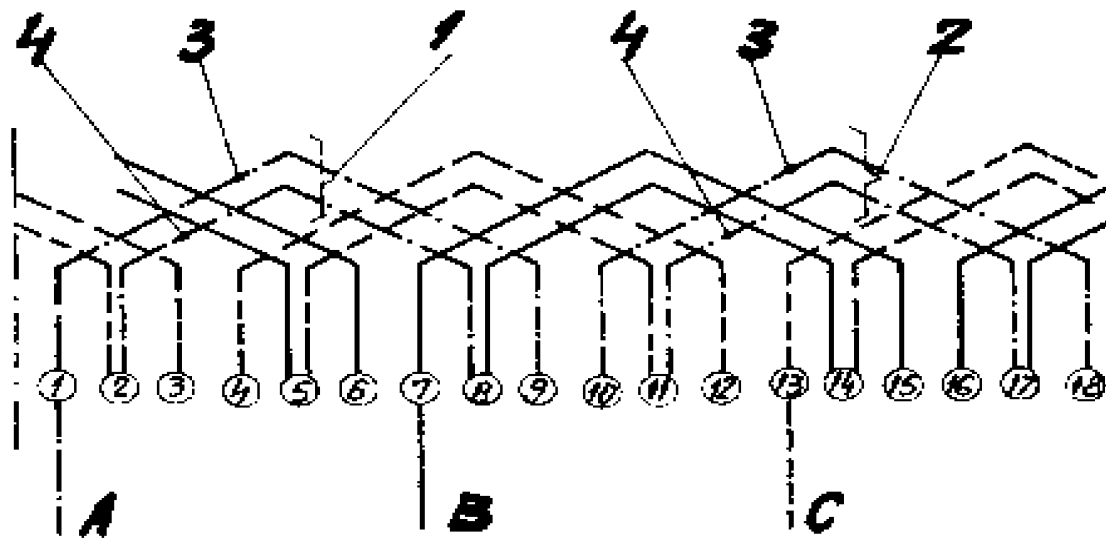


Fig. 1

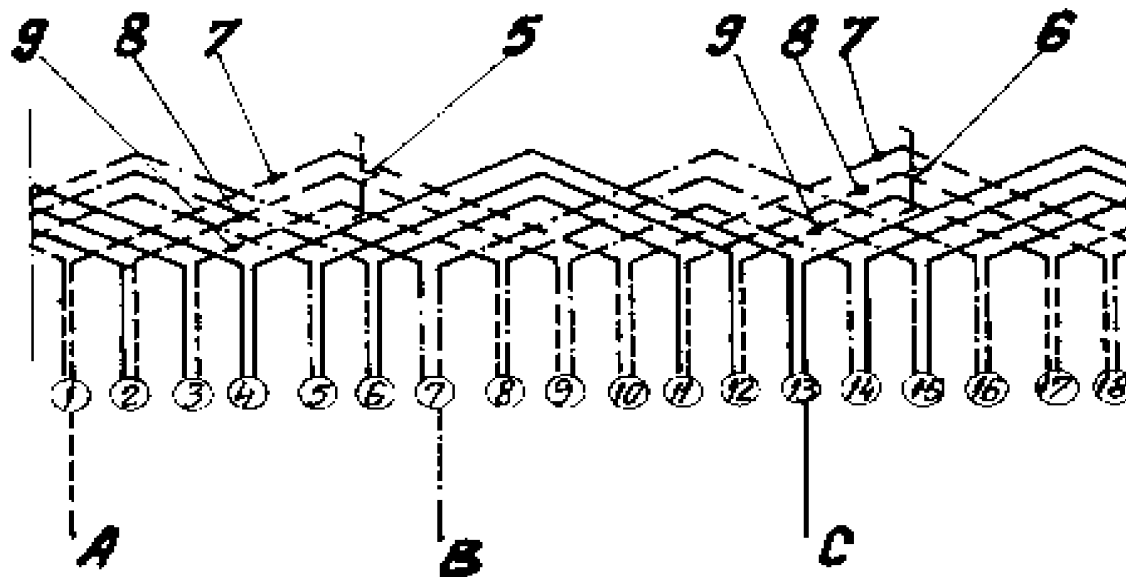


Fig. 2