

POLSKIEJ RZECZYPOSPOLITEJ LUDOWEJ OPIS PATENTOWY

Nr 46359

H02k 19/24
Kl. 21 d², 1
Kl. internat. H 02 k 19/24

Instytut Elektrotechniki*)

Warszawa, Polska

Prądnica synchroniczna reluktancyjna o odwracanym strumieniu magnetycznym

Patent trwa od dnia 17 lutego 1962 r.

Znane są jednofazowe synchroniczne prądnice reluktancyjne średniej częstotliwości z rozszczepionymi biegunami (fig. 1) lub o żłobkowaniu ciągłym (fig. 2), w których liczba zębów wirnika jest dwukrotnie mniejsza od liczby zębów stojana. Liczba zębów stojana tych prądnic jest zawsze krotnością liczby 4. Prądnice te nie zawierają żadnych uzwojeń w wirniku, a uzwojenie wzbudzenia i twornika umieszczone są w stojanie. W prądnicach z biegunami dzielonymi według fig. 1 zezwoje (cewki) uzwojenia wzbudzenia 4 założone są na pieńkach tych biegunów 2a, a zezwoje uzwojenia twornika 5 — w żłobkach dwóch sąsiednich różno-

imiennych biegunów 2. W prądnicach o żłobkowaniu ciągłym (fig. 2) boki zezwojów uzwojenia wzbudzenia 4 leżą w dwóch żłobkach, oddzielonych od siebie dwoma zębami i jednym żłobkiem, czyli poskok zezwoju uzwojeń tych prądnic równy jest $y = 2$. Zezwoje uzwojenia twornika 5 tych maszyn są identyczne (poza liczbą zwojów) jak zezwoje uzwojenia wzbudzenia i są przesunięte o jeden żłobek względem zezwojów wzbudzenia.

Zęby stojana 2 obu rodzajów maszyn są namagnesowywane przez uzwojenie wzbudzenia w taki sposób, że kolejno utworzone są po dwa bieguny północne N oraz po dwa bieguny południowe S. Liczba takich par biegunów północnych na obwodzie stojana jednej prądnicy powinna być równa liczbie biegunów południowych, a ponieważ jest zawsze po dwa zęby jednej biegunowości, więc liczba zębów stojana po-

*) Właściciel patentu oświadczył, że twórcą wynalazku jest mgr inż. Aleksander Straszewski.

$b_{22} < b_{41}$, otrzymuje się bardzo prosty obwód magnetyczny maszyny synchronicznej — fig. 3c. W zasadzie wszystkie procesy jak przepływ głównego strumienia wzbudzenia, przepływ strumienia oddziaływania twornika, zamykanie się strumieni rozproszenia, odbywają się w jednym i tym samym rdzeniu (torze magnetycznym). Rdzeń ten nie posiada żadnych dodatkowych żłobków, które w jakikolwiek sposób zniekształcałyby kształt strumienia magnetycznego przepływającego w tym rdzeniu.

Jednakże układ taki posiada tę wadę, że podczas wirowania wirnika w strumieniu wzbudzenia powstaje tętnienie, wywoływane zmianą przewodności magnetycznej między położeniem zębów wirnika naprzeciw zębów stojana (maksimum przewodności — fig. 3c) i położeniem zębów wirnika naprzeciw szczyrbinek żłobkowych stojana (minimum przewodności — fig. 3d).

To niekorzystne tętnienie strumienia wzbudzenia, powodujące powstawanie wyższych harmonicznych i zniekształcenie krzywej napięcia prądnicy, można usunąć, nadając zębom wirnika skos względem zębów stojana. Skos ten dla prądnicy jednofazowej powinien w zasadzie być równy połowie podziałki zębowej wirnika — $0,5\tau_{z2}$.

Na fig. 5a, b, c i d przedstawione są w rozwiniętym rzucie zęby stojana $z_1 - z_4$ i zęby wirnika $z_1 - z_3$ prądnicy synchronicznej reluktancyjnej o liczbie zębów stojana równej cztery i liczbie zębów wirnika równej dwa. Zęby wirnika mają skos równy $0,5\tau_{z2}$. Biegunowość zębów stojana jest oznaczona na fig. 5 literami N i S. Pod tymi rysunkami podana jest podziałka w stopniach elektrycznych z oznaczeniem każdorazowego położenia w stopniach i położenie na sinusoidzie strumienia wzbudzenia. Na rys. 5c podany jest kształt blach stojana i wirnika prądnicy.

Przy takim wzajemnym położeniu zębów stojana i wirnika przewodność magnetyczna w odniesieniu do stałego strumienia wzbudzenia podczas wirowania wirnika nie będzie ulegała zmianom. Wystarczy porównać różne położenia zębów wirnika względem zębów stojana ażeby skonstatować, że suma powierzchni zębów wirnika $z_1 - z_3$ pokrywających zęby stojana o biegunowości N (zęby $z_1 - z_2$) równa jest w każdym przypadku sumie powierzchni tych samych zębów pokrywających zęby stojana o przeciwnej biegunowości S (zęby $z_3 - z_4$). Oznacza to, że droga przepływu strumienia między biegunami

N i S pozostaje niezmienna w czasie wirowania wirnika a tym samym strumień stały nie wykazuje tętnienia.

Ponieważ każdy zezwój uzwojenia twornika ochwytuje dwa zęby różnej biegunowości N i S (np. zęby z_{12} i z_{13}), to każda para zębów jednakowej biegunowości należy do dwóch różnych zezwojów. Maksimum strumienia zmiennego wewnątrz jednego zezwoju uzwojenia twornika występuje wówczas, gdy ząb wirnika pokrywa tylko jeden ząb stojana i gdy powierzchnia nakładania się zęba wirnika na ząb stojana jest największa (fig. 5b i d). To maksimum występuje dla jednego zezwoju na przeciągu 360° elektrycznych dwa razy — jeden raz przy pokrywaniu się zęba wirnika z jednym zębem stojana o jednej biegunowości, — np. z_{12} , co odpowiada 90° elektrycznym (fig. 5b), a drugi raz przy pokrywaniu się tego samego zęba wirnika z następnym zębem o przeciwnej biegunowości — np. z_{13} należącym do tego samego zezwoju, licząc w kierunku wirowania, co odpowiada 270° elektrycznym (fig. 5d). W położeniach 0° i 180° elektrycznych (fig. 5a i c) jeden ząb wirnika pokrywa w równym stopniu dwa zęby o jednakowej lub dwa zęby o różnej biegunowości. W obu przypadkach przez zezwój twornika przepływają dwa strumienie skierowane przeciwnie do siebie, które znoszą się wzajemnie.

Można z tego wywnioskować, że dla określenia wartości stałego strumienia wzbudzenia, wytwarzanego przez zezwoje uzwojenia wzbudzenia, miarodajną jest suma powierzchni nakładania się jednego lub dwóch zębów wirnika na parę zębów stojana o jednakowej biegunowości, czyli np. $S_{st} = Sz_{11} + Sz_{12}$ (fig. 5a — d). Natomiast dla strumienia zmiennego (odwracanego), wykorzystywanego do wzbudzania siły elektromotorycznej w zezwojach twornika, miarodajną jest różnica powierzchni dwóch zębów różnoimiennej biegunowości, np. $S_{zm} = Sz_{12} - Sz_{13}$.

Prądnica synchroniczna reluktancyjna według wynalazku w swojej najprostszej postaci, t. zn. przy czterech zębach i żłobkach stojana i dwóch zębach wirnika jest prądnicą czterobiegunową (fig. 5e). Przy pozostawieniu tej samej liczby zębów stojana można jednak zwiększyć liczbę biegunów prądnicy, zwiększając liczbę zębów wirnika. Po to jednak ażeby nie utracić dobrych właściwości prądnicy, które zostały jej nadane przez wprowadzenie warunku $a > \delta$, należy wykonać prądnicę o większej liczbie par biegunów w taki sposób, ażeby również i tu został spełniony ten sam warunek.

winna wynosić co najmniej 4 lub stanowić krotność liczby 4.

Podczas wirowania wirnika strumień magnetyczny jest sprzęgany za pośrednictwem dwóch sąsiednich zębów wirnika 7 raz z jedną parą, a następnie znów z drugą parą zębów stojana. W stosunku do zezwoju twornika 5 ochwytyjącego dwa zęby o różnoimiennej biegunowości N i S strumień będzie kolejno przepływał podczas wirowania wirnika przez ten zezwój raz w jednym a drugi raz w przeciwnym kierunku, dzięki czemu wzbudzana w nim będzie zmienna siła elektromotoryczna.

Ze względu na taki sposób odwracania kierunku strumienia magnetycznego w stosunku do zezwoju twornika, prądnice te zostały nazwane prądnicami o odwracanym polu magnetycznym, względnie o przełączanym strumieniu magnetycznym.

Z pośród obu przedstawionych na fig. 1 i fig. 2 konstrukcji prądnicy znacznie korzystniejsza zarówno pod względem technologicznym jak i pod względem wykorzystania przestrzeni jest prądnica według fig. 2, czyli prądnica o żłobkowaniu ciągłym.

Wykonywane dotychczas prądnice jednofazowe według fig. 1 i 2 mają dwie podstawowe wady. Są one obciążone bardzo dużym strumieniem rozproszenia, który się zamyka wewnątrz zezwoju twornika przy przechodzeniu zęba wirnika pod dwoma zębami stojana o różnej biegunowości, jak również w położeniu gdy ząb wirnika stoi naprzeciw zęba stojana i w innych położeniach przejściowych. Drugą wadę stanowi duża zawartość harmonicznych w krzywej napięcia, wywołana tętnieniem strumienia wzbudzenia.

Przedmiotem niniejszego zgłoszenia patentowego jest prądnica synchroniczna reluktancyjna o odwracanym strumieniu magnetycznym o specjalnych kształtach zębów stojana i wirnika, dzięki którym strumienie rozproszenia tej prądnicy są zredukowane do bardzo małych wartości. Na fig. 3a i b przedstawiony jest kształt zębów prądnicy stosowany w dotychczasowych jej wykonaniach, a na fig. 3c i d kształt zębów nowej prądnicy.

Jak widać z fig. 3b strumień rozproszenia w chwili przechodzenia zęba wirnika pod dwoma sąsiednimi zębami stojana o różnej biegunowości zamyka się na drodze: ząb stojana z_{11} — szczelina powietrzna — ząb wirnika z_1 — szczelina powietrzna — ząb stojana z_{12} — jarzmo

stojana. Przy wysokich stopniach nasycenia stali czynnej maszyny duża część strumienia rozproszenia Φ_r zamyka się również bezpośrednio przez szczerbinkę żłobkową b_{41} . W położeniu według fig. 3a powstaje również przy nasyceniu stali czynnej duży strumień rozproszenia, obniżający strumień główny.

Ten strumień rozproszenia zamyka się całkowicie wewnątrz zezwoju twornika 5. Tym samym nie wzbudza on żadnej sem, a więc jest strumieniem pasożytniczym.

Przy kształcie zębów według fig. 3c i d t. zn. przy utrzymaniu szerokości zęba wirnika mniejszej od szerokości szczerbinki żłobkowej, strumień rozproszenia Φ_r ma do przebycia znacznie większą drogę w powietrzu niż przy kształcie zębów wg fig. 3a i b. Decyduje o tym wielkość odstępów a między obu krawędziami zęba wirnika 7 i zębów stojana 2 (fig. 4), przez które powinien zamykać się strumień rozproszenia Φ_r . Odstęp a jest zależny od wielkości szczeliny δ , od szerokości zęba wirnika b_{z2} i od szerokości szczerbinki żłobkowej stojana b_{41} , jak również od położenia zęba wirnika 7 względem szczerbinki żłobkowej 3.

Najbardziej korzystne warunki dla zamykania się strumienia rozproszenia Φ_r istnieją wówczas, gdy ząb wirnika 7 stoi pośrodku szczerbinki żłobkowej 3 stojana 1. Wówczas odstęp a po obu stronach zęba wirnika 7 są sobie równe.

Dla określenia odstępu a — (fig. 4) można pominąć wpływ krzywizny zębów stojana i wirnika i uważać, że są one proste, jak na fig. 4. Wówczas odstęp a można określić z trójkąta ABC za pomocą wzoru

$$a = \sqrt{\frac{(b_{41} - b_{z2})^2}{4\delta}}$$

Z powyższego wzoru oraz z warunku $b_{z2} < b_{41}$ wynika, że $a > \delta$.

Utrzymując dostatecznie dużą wartość a można zapewnić bardzo mały poziom strumieni rozproszenia prądnicy. Inne drogi zamykania się strumieni rozproszenia prądnicy prowadzą prawie wyłącznie poprzez duże odcinki powietrza i te strumienie rozproszenia są bardzo małe w porównaniu ze strumieniem zamykającym się poprzez zęby stojana i wirnika oraz przez dwa odstęp a . Strumienie rozproszenia na czołach uzwojenia są ze względu na małe długości czoł zezwojów również bardzo małe.

Przy zachowaniu warunku $a > \delta$, t. zn. przy utrzymaniu szerokości zęba wirnika mniejszej od szerokości szczerbinki żłobkowej stojana

rdzeniach blachy anizotropowe o uprzywilejowanym kierunku przewodzenia strumienia magnetycznego i niskiej stratności. Ponadto możliwość dowolnego doboru kształtu blach pozwala dostosować wymiary zewnętrzne prądnicy do każdego kształtu kałłuba, nie tracąc przy tym nic na wykorzystaniu przestrzeni oraz dobrać równocześnie najkorzystniejszy kształt obwodu magnetycznego i formy zezwojów uzwojeń.

Zastrzeżenia patentowe

1. Prądnica synchroniczna reluktancyjna o odwracającym strumieniu magnetycznym o czterech żłóbkach jednakowej wielkości i czterech zębach, z uzwojeniem wzbudzenia o poskoku $y = 2$ umieszczonym w dwóch przeciwległych żłóbkach i uzwojeniem twornika o poskoku również $y = 2$ umieszczonym w dwóch pozostałych przeciwległych żłóbkach, z pakietem blach wirnika o liczbie zębów Z_2 dwukrotnie mniejszej od liczby zębów Z_1 pakietu blach stojana, czyli o dwóch zębach, nie zawierającym żadnych uzwojeń, o podziałce zębowej wirnika τ_{z2} równej dokładnie dwóm podziałkom zębowym τ_{z1} stojana, znamienna tym, że szerokość zęba wirnika (7) prądnicy jest mniejsza od szerokości szczyrbinki żłóbkowej (3) stojana.
2. Prądnica według zastrz. 1, ze skosem zębów wirnika względem stojana, znamienna tym, że skos zębów (b) jest równy połowie podziałki zębowej wirnika τ_{z2} lub zawiera się w przedziale od 0,3 do 0,5 tej podziałki, co odpowiada skosowi od około 110 do 180 stopni elektrycznych, tak iż wskutek skosu zębów wirnika względem zębów stojana stały strumień magnetyczny wytwarzany przez uzwojenie wzbudzenia i przechodzący w szczelnie między nakładającymi się na siebie powierzchniami zębów stojana i wirnika prostopadle do tych powierzchni, nie licząc strumienia magnetycznego przechodzącego przez boczne powierzchnie zębów, jest proporcjonalny do sumy przykrytych przez zęby wirnika powierzchni dwóch położonych obok siebie zębów stojana jednakowej biegunowości, objętych jednym zezwojem uzwojenia wzbudzenia i ma w przybliżeniu wartość niezmienną, niezależnie od chwilowego położenia zębów wirnika względem zębów stojana, a zmienny strumień magnetyczny, służący do wzbudzania sem w zwoju twornika, obejmującym dwa zęby stojana o różnej bieguno-

wości, przechodzący między nakładającymi się na siebie powierzchniami zębów stojana i wirnika prostopadle do tych powierzchni, również bez uwzględnienia strumienia magnetycznego przechodzącego przez boczne powierzchnie zębów, jest proporcjonalny do różnicy przykrytych przez zęby wirnika powierzchni dwóch położonych obok siebie zębów stojana różnej biegunowości, objętych jednym zezwojem uzwojenia twornika i zmienność tego zmiennego strumienia magnetycznego jest w przybliżeniu sinusoidalna, a pełny okres sinusoidy tego strumienia odpowiada przesunięciu się zębów wirnika względem zębów stojana o jedną pełną podziałkę zębową wirnika.

3. Odmiana prądnicy według zastrz. 1 i 2, znamienna tym, że żłobki pakietu blach stojana przeznaczone dla umieszczenia w nich zezwojów uzwojenia wzbudzenia (4 — fig. 8, 9, 11, 12, 13 i 14) są mniejsze od żłóbków przeznaczonych do umieszczenia w nich zezwojów uzwojenia twornika (5).
4. Odmiana prądnicy według zastrz. 1—3, znamienna tym, że liczba żłóbków i zębów na obwodzie pakietu blach stojana jest równa wielokrotności liczby 4, czyli 8 lub 12 lub 16 itd., przy czym w taki sam sposób zwielokrotniona jest liczba zezwojów uzwojeń — wzbudzenia i twornika.
5. Prądnica według zastrz. 1—4, o zwiększonej liczbie zębów wirnika w celu powiększenia częstotliwości prądnicy, znamienna tym, że posiada zmniejszoną szerokość zębów stojana i wirnika oraz poszerzoną szczyrbinkę żłóbkową stojana, przy czym liczba zębów wirnika jest powiększona przez pomnożenie podstawowej liczby zębów wirnika (Z_2) przez pierwsze proste liczby nieparzyste, tzn. przez 3 lub przez 5 lub przez 7 lub przez 9 lub przez każdą inną kolejną liczbę nieparzystą i w tym samym stosunku zmniejszona jest szerokość zębów stojana i wirnika i poszerzona szczyrbinka żłóbkowa stojana w ten sposób, że odległość między dwoma zewnętrznymi bocznymi powierzchniami dwóch sąsiednich zębów wirnika przy liczbie zębów wirnika $3Z_2$, pierwszego i czwartego spośród czterech zębów wirnika, przy liczbie zębów wirnika $5Z_2$, pierwszego i szóstego spośród sześciu zębów wirnika, przy liczbie zębów wirnika $7Z_2$ itd., jest każdorazowo mniejsza od szczyrbinki żłóbkowej stojana a podziałka zębowa wirni-

Sposób zwiększenia liczby par biegunów prądnicy jest podany na fig. 6. Na fig. 6a przedstawiony jest układ zębów stojana i wirnika prądnicy czterobiegunowej, czyli przy $2p = 2$. Pod nią narysowany jest na fig. 6b układ zębów prądnicy o liczbie biegunów zwiększonej trzykrotnie, czyli przy $2p = 6$. Liczba zębów stojana prądnicy według fig. 6b pozostała taka sama jak w prądnicy według fig. 6a t. zn. cztery zęby, a liczba zębów wirnika została zwiększona trzykrotnie, czyli do liczby $3Z_2 = 2 \cdot 3 = 6$. Równocześnie został zmniejszony około trzykrotnie przekrój zębów i jarzma stojana i wirnika przez zmniejszenie szerokości zębów i jarzma.

Przez zwiększenie liczby par biegunów prądnicy w stosunku 1:3 zwiększyła się również częstotliwość prądnicy w tym samym stosunku. Chcąc utrzymać to samo napięcie prądnicy o zwiększonej częstotliwości jakie miała pierwotna prądnica czterobiegunowa, należy zmniejszyć trzykrotnie strumień prądnicy, co wynika ze wzoru na siłę elektromotoryczną prądnicy

$$E = 4,44 \cdot w \cdot f \cdot \Phi \cdot 10^{-8}$$

(w którym pominięto współczynnik uzwojenia). Po to aby E pozostało niezmiennie przy niezmiennym liczbie zwojów w trzeba, aby również iloczyn częstotliwości przez strumień, tzn. wyraz $f \cdot \Phi$ pozostał niezmienny. Przy trzykrotnym zwiększeniu częstotliwości f , strumień Φ musi więc być trzykrotnie zmniejszony. Należy przy tym założyć, że indukcja w obu maszynach według fig. 6a i według fig. 6b nie ulegnie zmianie. Indukcja B przy określonym strumieniu magnetycznym Φ zależy od przekroju stali czynnej S , co wynika ze wzoru $\Phi = B \cdot S$. Jeżeli więc przy stałej indukcji B ulega trzykrotnemu zmniejszeniu strumień Φ , to przekrój stali czynnej S musi również być zmniejszony w stosunku 3:1. Oznacza to zwięźenie zębów w tym samym stosunku.

Na fig. 6b pokazane są zęby stojana i wirnika, które są około 3-krotnie węższe od zębów prądnicy według fig. 6a.

Teraz należy zadbać o to, aby był spełniony warunek $a > \delta$. Na fig. 6c przedstawiony jest układ zębów prądnicy według fig. 6b lecz z przesunięciem wirnika o 90° elektrycznych. Widać z tego rysunku, że warunek $a > \delta$ przez odpowiedni dobór szerokości zębów wirnika i stojana może być spełniony.

Zwiększenie częstotliwości w prądnicach opisywanego typu przez zwiększenie liczby zębów

wirnika w stosunku do podstawionego stosunku

$$\text{liczby zębów stojana i wirnika } Z_2 = \frac{Z_1}{2} \text{ przy}$$

pozostawieniu niezmiennych liczby zębów stojana może być dokonywane tylko w ten sposób, że liczba zębów wirnika Z_2 będzie zwiększona trzykrotnie, pięciokrotnie, siedmiokrotnie i t.d. $Z'_2 = 3Z_2, 5Z_2, 7Z_2, \dots$, czyli przez dodawanie do istniejącej liczby zębów wirnika każdorazowo dwukrotnej, czterokrotnej, sześciokrotnej itd. liczby zębów o odpowiednio zmniejszonej szerokości. Stosunek liczby zębów wirnika i stojana będzie wówczas wynosił przy trzykrotnym zwiększeniu

$$\text{liczby zębów wirnika } Z'_2 = 3Z_2 = \frac{3}{2} Z_1,$$

przy pięciokrotnym zwiększeniu liczby zębów

$$\text{wirnika } Z'_2 = 5Z_2 = \frac{5}{2} Z_1 \text{ itd.}$$

W prądnicach reluktancyjnych o odwracającym strumieniu magnetycznym oraz o żłobkowaniu ciągłym i żłobkach jednakowej wielkości gęstość prądu w żłobkach przeznaczonych dla uzwojenia wzbudzenia powyżej określonej mocy staje się bardzo mała lub żłobek pozostaje nie wypełniony. Wykorzystanie przestrzeni maszyny jest w takim przypadku nieekonomiczne. Należy to mieć na uwadze przy projektowaniu prądnicy i przewidywać dla uzwojenia wzbudzenia żłobki odpowiednio mniejszych wymiarów, powiększając ich kosztem żłobki przeznaczone dla uzwojenia twornika.

Prądnice o żłobkach niejednakowej wielkości dla uzwojeń wzbudzenia i twornika przedstawiono na fig. 8, 9, 11, 12, 13 i 14.

Blachy pakietu stojana prądnicy czterobiegunowej mogą przybierać różnorodne kształty. Na fig. 7 do fig. 14 przedstawiono różne kształty wykonania blach prądnic czterobiegunowych. Fig. 7 przedstawia prądnice czterobiegunową o jednakowych żłobkach dla uzwojeń wzbudzenia i twornika o kształcie okrągłym blach. Na fig. 8 została przedstawiona taka sama prądnica, lecz o zmniejszonych żłobkach dla uzwojenia wzbudzenia. Na fig. 9, 10 i 11 przedstawione są takie same prądnice w kształcie kwadratu, a na fig. 12 w kształcie prostokąta, natomiast na fig. 13 i fig. 14 w postaci sześciokąta i ośmiokąta. Kształt blach prądnic według fig. 9 do fig. 12 a nawet według fig. 13 i fig. 14 umożliwia składanie (pakietowanie) rdzeni z pojedynczych blach prostokątnych, dzięki czemu można stosować w tych

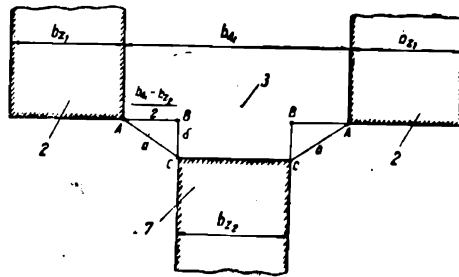
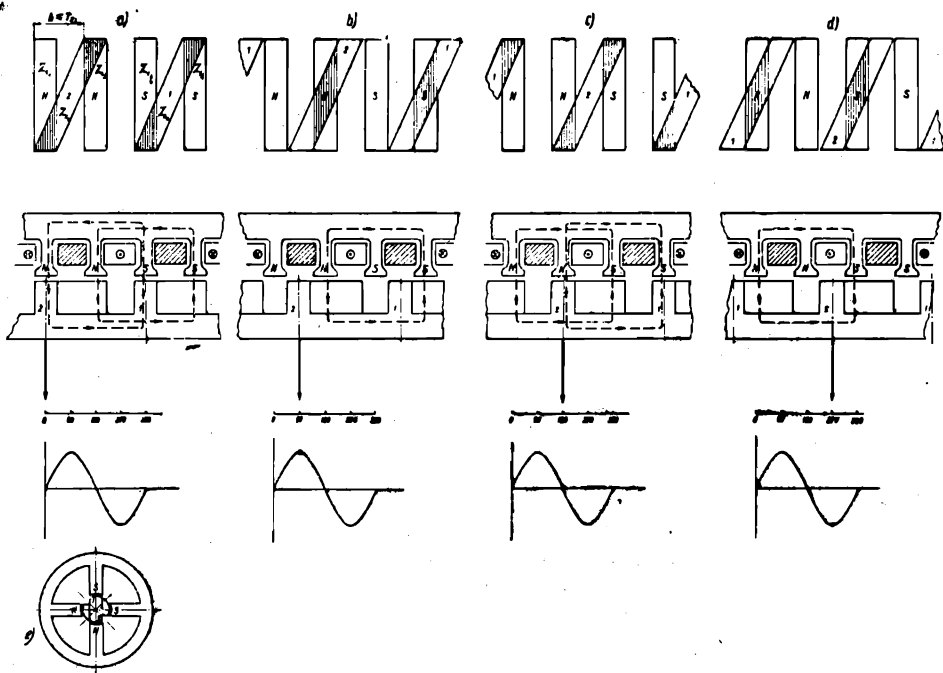


Fig. 4



ka τ_{z2} przy liczbie zębów wirnika zwiększonej do $3Z_2$ równa jest — podziałki zębowej stojana τ_{z1} , przy liczbie zębów wirnika zwiększonej do $5Z_2$ równa jest — podziałki zębowej stojana τ_{z1} , przy liczbie zębów wirnika zwiększonej do $7Z_2$ równa jest — podziałki zębowej stojana τ_{z1} itd.

6. Prądnica według zastrz. 1—3, znamienne tym, że posiada kształt blach stojana kwadratowy (fig. 9, 10 i 11), lub prostokątny (fig. 12) lub sześciokątny (fig. 13) lub też ośmiokątny (fig. 14), a rdzeń składany z poszczególnych prostych odcinków blach magnetycznych, przy czym stosuje się w nim blachy o uprzywilejowanym kierunku przewodzenia strumienia magnetycznego i niskiej stratności, np. anizotropowe zimnowalcowane.

Instytut Elektrotechniki

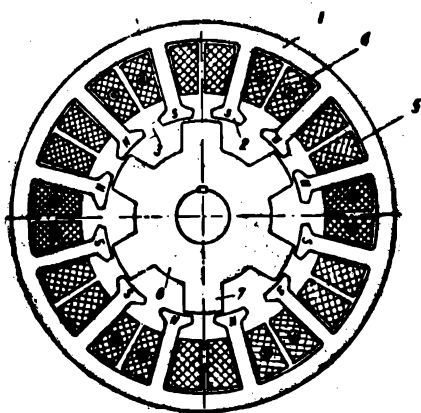


Fig. 2

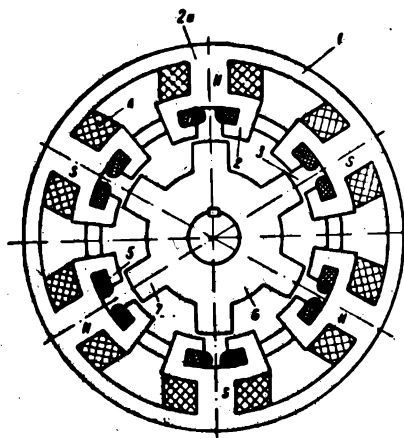


Fig. 1

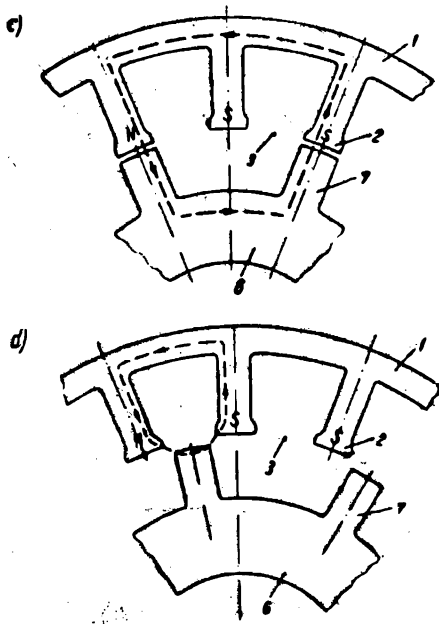
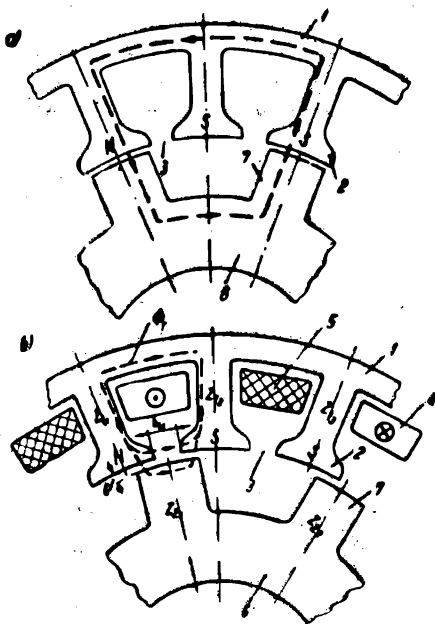


Fig. 3

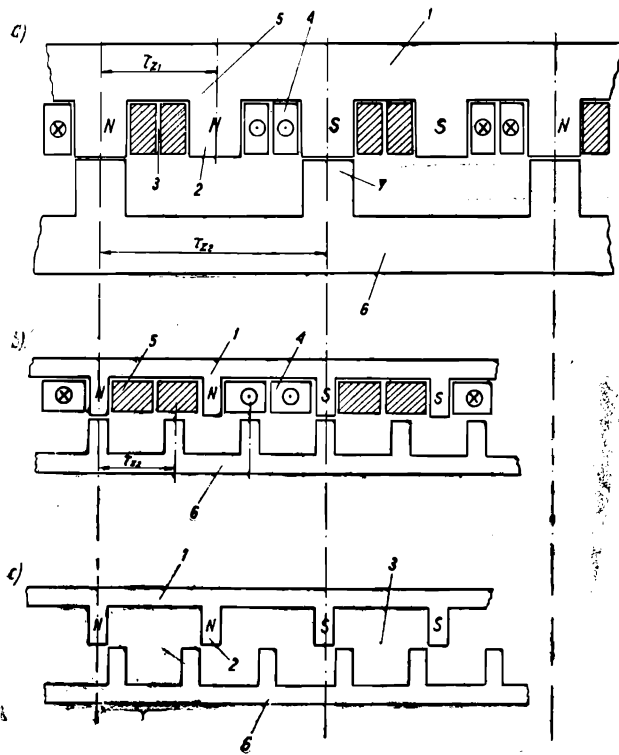


Fig. 6

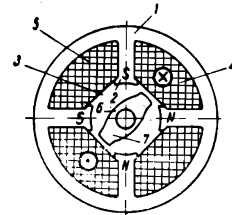


Fig. 7

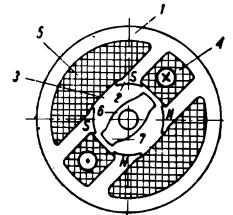


Fig. 8

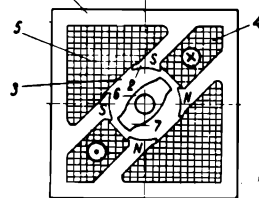


Fig. 9

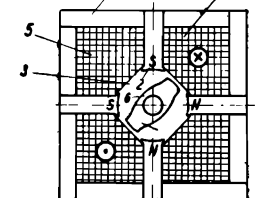


Fig. 10

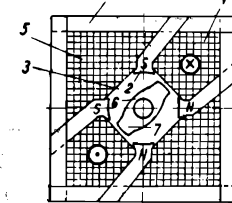


Fig. 11

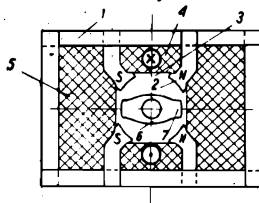


Fig. 12

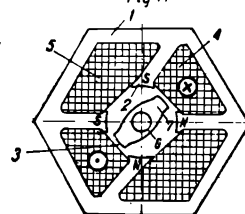


Fig. 13

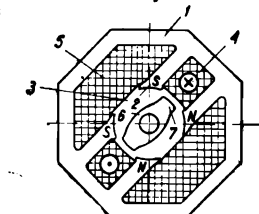


Fig. 14

BIBLIOTEKA
Urzędu Patentowego
Polskiej Rzeczypospolitej Ludowej