

POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY

46664

Patent dodatkowy
do patentu

27.IV.1962 (P 98766)

Zgłoszono:

Pierwszeństwo:

Opublikowano:

30.IV.1964

Kl 21 d² 1

MKP H 02 k

19/24

UKD

Twórca wynalazku: mgr inż. Aleksander Straszewski

Właściciel patentu: Instytut Elektrotechniki, Warszawa (Polska)

H02k 19/24

Prądnica synchroniczna reluktancyjna

1

Większość znanych maszyn elektrycznych jest tak skonstruowana, że nie jest możliwe niezależne korzystanie z dwóch lub kilku wydzielonych elektrycznie części uzwojenia z równoczesną niezależną regulacją napięcia w każdym z uzwojeń oddzielnie. Na przeszkodzie temu stoi wspólny obwód magnetyczny dla całej maszyny, w którym zamyka się strumień magnetyczny i który nie da się podzielić na niezależne od siebie części.

Przedmiot wynalazku stanowi prądnica synchroniczna reluktancyjna o odwracanym kierunku strumienia magnetycznego, podzielna na dowolną liczbę pojedynczych części, odizolowanych od siebie elektrycznie i magnetycznie.

Każda synchroniczna prądnica reluktancyjna o odwracanym kierunku strumienia magnetycznego, o poskoku zezwojów uzwojeń wzbudzenia i twornika $y = 2$ i o liczbie zębów stojana co najmniej dwukrotnie lub wielokrotnie większej od 4, a więc np. 8, 12, 16, 20 i tak dalej na przykład według fig. 1, może być podzielona na tyle oddzielnych niezależnych od siebie prądnic elementarnych, ile można otrzymać części zawierających po cztery zęby stojana. Grupę czterech zębów stojana nazywa się w dalszym ciągu opisu prądnicą elementarną, ponieważ jest to najmniejsza możliwa niepodzielna część prądnicy jednofazowej.

Każdą prądnicę opisywanego typu mającą Z_1 zębów stojana można więc podzielić na c prądnic elementarnych, przy czym

$$c = \frac{Z_1}{4}$$

2

Podział może być również przeprowadzony w taki sposób, że wydzielone części prądnicy będą zawierać po kilka prądnic elementarnych. Tak na przykład prądnicę złożoną z sześciu prądnic elementarnych ($Z_1 = 24$; $c = 6$) można podzielić na dwie części po trzy prądnice elementarne (uzyskując na przykład dwie niezależne prądnice trójfazowe) lub na trzy części po dwie prądnice elementarne (trzy prądnice jednofazowe) lub na sześć części po jednej prądnicie elementarnej (sześć prądnic jednofazowych).

Aby móc przeprowadzić taki podział, trzeba ażeby każda wydzielona część stojana prądnicy była odizolowana od pozostałych nie tylko elektrycznie, lecz i magnetycznie. Wirnik prądnicy pozostaje przy tym taki sam jak w zwykłej prądnicie reluktancyjnej o odwracanym kierunku strumienia magnetycznego na przykład według patentu nr 46359 lub nr 46360. Wydzielona część jest odizolowana magnetycznie od pozostałych części wówczas, gdy ma odpowiednie przerwy w jarzmie stojana i gdy pakiet blach prądnicy umieszczony jest w kadłubie niemagnetycznym. Strumień magnetyczny wydzielonej części zamyka się wówczas jedynie poprzez własne zęby i jarzmo oraz poprzez zęby i jarzmo wirnika. Podział elektryczny jest jeszcze łatwiejszy i polega na wydzieleniu uzwojeń wzbudzenia i twornika w niezależne obwoły.

Na fig. 1 przedstawiony jest przekrój poprzeczny przez prądnicę opisywanego typu o dwunastu zębach w stojanie, podzieloną na trzy części, czyli trzy prądnice elementarne A, B i C. Pakiety blach

stojana 1_A, 1_B i 1_C trzech wydzielonych części są umieszczone we wspólnym kadłubie niemagnetycznym 8. Każda z wydzielonych części stojana, czyli każda prądnica elementarna, zawiera jeden zezwój uzwojenia twornika 5 o poskoku $y = 2$, umieszczony w żłobkach między dwoma skrajnymi zębami, oraz dwa zezwoje uzwojenia wzbudzenia 4, również o poskoku $y = 2$, umieszczone jednym bokiem w żłobku środkowym, a drugim — w otwartym dwustronnie żłobku leżącym na zewnątrz skrajnego zęba. Uzwojenie twornika jest więc jednowarstwowe, a uzwojenie wzbudzenia — dwuwarstwowe. Rola obu uzwojeń może być również zamieniona i uzwojenie twornika wykorzystane jako uzwojenie wzbudzenia i odwrotnie.

Żłobki prądnic opisywanego typu przeznaczone dla uzwojenia twornika mogą być większe od żłobków przeznaczonych dla uzwojenia wzbudzenia. Jedna z elementarnych części prądnicy o nierównych żłobkach pokazana jest na fig. 1a.

Na fig. 2 pokazana jest prądnica według fig. 1 z zębami stojana i wirnika przedstawionymi w stanie rozwiniętym (fig. 2a) ze schematami uzwojeń wzbudzenia U_w i twornika U_t .

Każda z przedstawionych na fig. 1 i fig. 2 wydzielonych części stojana A, B, C, tworzy w połączeniu z wirnikiem niezależną od pozostałych części prądnice elementarną. Każda z tych części może być oddzielnie wzbudzana i napięcie jej regulowane niezależnie od pozostałych części. Uzwojenie każdej z wydzielonych części może być wykonane na dowolną wartość napięcia, jednakową lub różną od wartości napięcia pozostałych prądnic.

W ten sposób z jednej i tej samej prądnicy o wydzielonych częściach można czerpać napięcia zmienne i ewentualnie stałe — poprzez prostownik — o różnej wartości i z dowolnym zakresem i sposobem regulacji.

Mimo podziału na wydzielone obwody magnetyczne, uzwojenia mogą stanowić z punktu widzenia elektrycznego całość, będąc połączone równolegle lub w szeregu. Taki układ prądnicy daje możliwość wprowadzania korekcy napięcia w poszczególnych wydzielonych częściach oddzielnie, na przykład w poszczególnych fazach prądnicy wielofazowej, przez korekcję prądu wzbudzenia.

Prądnice z wydzielonymi częściami mogą być łatwo wykonywane jako wielofazowe przy zachowaniu równości jednej podziałki zębowej wirnika τ_2 dwóm podziałkom zębowym stojana τ_1 to znaczy $\tau_2 = 2\tau_1$. Praktycznie ten sposób daje możliwość wykonywania prądnic na dowolną liczbę faz o dowolnych przesunięciach fazowych. Przesunięcie fazowe uzyskuje się tu przez przesunięcie na obwodzie poszczególnych prądnic elementarnych (lub zespołów prądnic elementarnych) zawierających uzwojenia poszczególnych faz o taką część podziałki zębowej wirnika, jaka odpowiada żadanemu przesunięciu fazowemu w stopniach elektrycznych.

Na fig. 3 przedstawiony jest przekrój poprzeczny przez prądnice dwufazową. Stojan tej prądnicy zawiera dwie jednofazowe prądnice elementarne A i B. Wirnik prądnicy posiada pięć zębów. Części A i B przesunięte są względem siebie o taki kąt przestrzenny, jaki odpowiada kątowi elektrycznemu przesunięcia fazowego 90°, czyli o 1/4 podziałki

zębowej wirnika τ_2 . Część obwodu stojana, odpowiadająca jednej podziałce zębowej wirnika τ_2 , czyli dwóm podziałkom zębowym stojana $2\tau_1$, pozostaje niewykorzystana.

Na fig. 4 przedstawiona jest w przekroju poprzecznym prądnica trójfazowa, złożona z trzech jednofazowych prądnic elementarnych A, B i C. Wirnik prądnicy posiada siedem zębów. W tej prądnicy zachowany jest również stosunek podziałek żłobkowych $\tau_2 = 2\tau_1$.

Na fig. 5a przedstawiony jest układ zębów i żłobków prądnicy według fig. 4 w stanie rozwiniętym, a na fig. 5b i 5c — uzwojenia wzbudzenia i twornika. Przesunięcie części A, B i C względem siebie

wynosi $\frac{5}{3} \tau_1$.

W podobny sposób jak na fig. 4 można wykonać prądnice trójfazową o 8 i większej liczbie zębów w wirniku, również przy zachowaniu warunku $\tau_2 = 2\tau_1$.

Stroną ujemną takich prądnic jak na fig. 3 i 4, a szczególnie przy większej liczbie zębów ich wirnika niż pokazano na fig. 3 i 4, jest niepełne wykorzystanie obwodu stojana. Zaradzić temu można przez nadanie zębom stojana kształtu odmiennego od konwencjonalnego prostego.

Na fig. 6 przedstawiony jest przekrój poprzeczny przez prądnice, kształt zębów której dobrany jest w taki sposób, ażeby z jednej strony wykorzystać do możliwego maksimum dysponowaną przestrzeń na obwodzie stojana, biorąc z drugiej strony pod uwagę, że dla uzwojenia wzbudzenia potrzeba mniej miejsca, niż dla uzwojenia twornika, czyli że żłobki dla uzwojenia wzbudzenia powinny być mniejsze od żłobków dla uzwojenia twornika.

Każdą z synchronicznych prądnic reluktancyjnych opisywanego typu z podziałem na prądnice elementarne lub bez takiego podziału, co najmniej o czterech zębach w stojanie, można wykonać jako prądnice segmentową, posiadającą stojan, zajmujący tylko część obwodu stojana — na przykład połowę, jedną trzecią, dwie trzecie itd. We wszystkich jednofazowych i wielofazowych prądnicach opisywanego typu z podziałem na wydzielone magnetycznie części powinien być stosowany skos zębów wirnika względem zębów stojana zawarty w przedziale od 0,3 do 0,5 podziałki zębowej wirnika τ_2 .

Prądnica o wydzielonych magnetycznie i elektrycznie częściach może być również wykorzystana w charakterze wzmacniacza. Szczególnie korzystny do tego celu jest przypadek prądnicy jednofazowej o dużej liczbie zębów na obwodzie. Na przykład w prądnicy jednofazowej o c częściach na obwodzie można wydzielić jedną część o czterech zębach, czyli 1/c całości, przy czym ta wydzielona część będzie stanowić pierwszy stopień, a pozostałe $\frac{c-1}{c}$

drugi, czyli wyjściowy stopień wzmacniacza.

Układ połączeń wzmacniacza wykonanego z prądnicy z wydzielonymi częściami stojana przedstawiony jest na fig. 7. Dwa zezwoje 4a dwuwarstwowego uzwojenia wzbudzenia wydzielonej części $\frac{1}{c}$ prądnicy są zasilane napięciem wzmacnianym U poprzez opornik regulacyjny R. W zezwoju 5a jed-

nowarstwowego uzwojenia twornika części wydzielonej będzie się indukowała siła elektromotoryczna podczas wirowania wirnika 6 prądnicy. Do zacisków wyjściowych zezwoju 5a jest podłączony prostownik Pr , z którego zasilane jest uzwojenie wzbudzenia 4 pozostałej części prądnicy o liczbie

wydzielonych części prądnicy $\frac{c-1}{c}$. Na zaciskach

uzwojenia U_T otrzymuje się napięcie zmienne wzmocnione U_w . Napięcie to może być również wyprostowane za pomocą dodatkowego prostownika. Obok zezwojów głównych 4a i 5a mogą być w tych samych żłobkach umieszczone dalsze zezwoje przeznaczone do różnego rodzaju sprzężeń zwrotnych i innych celów.

Uzwojenie wzbudzenia 4a wydzielonej części może być zasilane zarówno napięciem stałym jak i zmiennym gdyż niezależnie od kształtu krzywej napięcia na zaciskach zezwoju 5a zostanie ono wyprostowane przez prostownik Pr i w uzwojeniu wzbudzenia 4 prądnicy będzie płynął prąd stały.

Pierwszy stopień wzmacniacza może zawierać, zależnie od potrzeby, również większą liczbę prądnic elementarnych. Jeżeli będzie to prądnica trójfazowa, to pierwszy stopień może być również trójfazowy i powinien składać się z trzech części wydzielonych, napięcia których są przesunięte względem siebie o 120° elektrycznych. Prądnica synchroniczna reluktancyjna o odwracającym kierunku strumienia magnetycznego, z zezwojami uzwojeń wzbudzenia i twornika o poskoku $y = 2$ o dowolnej liczbie zębów stojana (oczywiście podzielnej przez 4), jednofazowa lub wielofazowa może być wykonana jako wzmacniacz maszynowy również innym sposobem niż opisany poprzednio. Do tego celu w kadłubie prądnicy poza głównym pakietem blach stojana należy umieścić w kierunku poosiowym drugi, dodatkowy pakiet blach stojana o takiej samej liczbie zębów jak stojan podstawowy. Dodatkowy stojan zostaje wykorzystany jako pierwszy stopień wzmacniacza, a stojan główny — jako drugi stopień. Stojan główny przeznaczony jest do dostarczania głównej mocy wyjściowej wzmacniacza, a stojan dodatkowy — mocy wzbudzenia dla stojana głównego. Moc wzbudzenia stojana głównego jest mała i nie przekracza kilku procent jego mocy wyjściowej.

W związku z tym wielkość stojana dodatkowego powinna być również odpowiednio mała. Ponieważ oba stojany mają wspólny wirnik, ich średnica wewnętrzna i zewnętrzna jest jednakowa. Dodatkowy stojan powinien mieć więc odpowiednio krótszy pakiet stali czynnej.

Uzwojenia twornika stojana dodatkowego powinno zasilane poprzez prostownik uzwojenie wzbudzenia stojana głównego, natomiast uzwojenie wzbudzenia stojana dodatkowego powinno być zasilane ze źródła prądu stałego. Może ono być jednak zasilane również ze źródła prądu zmiennego, podobnie jak w układzie według fig. 7.

Na fig. 8 przedstawiony jest przekrój przez prądnicę wzmacniaczową. Obok stojana głównego 1 w kadłubie 8 jest umieszczony stojan dodatkowy 1a. Na obu stojanach 1 i 1a pokazane są czoła uzwojeń na przykład twornika odpowiednio 5 i 5a. Wewnątrz obu stojanów wiruje wirnik 6, osadzony

na łożyskach w tarczach łożyskowych 9. Na fig. 9 pokazany jest ideowy układ połączeń uzwojeń wzbudzenia i twornika stojanów 1 i 1a podobny jak na fig. 3. Uzwojenie wzbudzenia 4a stojana dodatkowego 1a zasilane jest napięciem z sieci prądu stałego poprzez opornik regulacyjny R . W uzwojeniu twornika 5a stojana dodatkowego 1a wzbudzana jest siła elektromotoryczna. Uzwojenie twornika 5a stojana dodatkowego 1a zasila za pośrednictwem prostownika Pr uzwojenie wzbudzenia 4 stojana głównego 1, skutkiem czego w uzwojeniu twornika 5 wzbudza się zmienna siła elektromotoryczna.

Można również wykonać wzmacniacz trój — lub czterostopniowy, umieszczając w jednym kadłubie trzy lub cztery stojany. Grubość pakietu blach każdego poprzedniego stojana będzie odpowiednio mniejsza, przy czym uzwojenie wzbudzenia pierwszego (najmniejszego) stojana, licząc od stojana wyjściowego wstecz, będzie służyło jako uzwojenie wzbudzenia całego wzmacniacza, uzwojenie twornika ostatniego (największego) stojana będzie służyło jako uzwojenie wyjściowe wzmacniacza, a każde z uzwojeń twornika poszczególnych stojanów dodatkowych będzie zasilane poprzez prostowniki uzwojenie wzbudzenia następnego kolejnego stojana.

Na pierwszym stopniu wzmacniacza mogą być umieszczone, obok uzwojenia wzbudzenia, dodatkowe uzwojenia przeznaczone do celów regulacji.

Zastrzeżenia patentowe

1. Prądnica synchroniczna reluktancyjna jednofazowa lub wielofazowa, w szczególności z uzwojeniami wzbudzenia i twornika o poskoku $y = 2$, znamienna tym, że posiada pakiet blach stojana zajmujący jego pełny obwód umieszczony w kadłubie niemagnetycznym z jarzmem podzielonym wzdłuż obwołu na dwie lub większą liczbę części zawierających każda po cztery zęby, stanowiących prądnice elementarne lub części zawierających wielokrotność czterech zębów, czyli złożonych z kilku prądnic elementarnych, tak iż żadna z wydzielonych części pakietu stojana nie posiada bezpośredniego połączenia magnetycznego z żadną z pozostałych części pakietu stojana, a główny strumień magnetyczny, wywołany przez uzwojenie wzbudzenia, zamyka się jedynie wewnątrz danej części wydzielonej pakietu stojana poprzez własne zęby i własny odcinek jarzma, poprzez szczelinę powietrzną oraz zęby i jarzmo wirnika.
2. Prądnica według zastrz. 1, znamienna tym, że w swojej elementarnej części o czterech zębach posiada uzwojenie wzbudzenia dwuwarstwowe, składające się z dwóch zezwojów (4) o poskoku $y = 2$ umieszczonych jednym bokiem w środkowym żłobku, a drugim bokiem w dwóch skrajnych żłobkach oraz jednowarstwowe uzwojenie twornika, składające się z jednego zezwoju (5) również o poskoku $y = 2$, umieszczone w dwóch żłobkach, zawartych każdy między środkowym i skrajnym zębem części elementarnej.
3. Prądnica według zastrz. 1 i 2, znamienna tym, że uzwojenie twornika spełnia rolę uzwojenia

wzbudzenia, a uzwojenie wzbudzenia — rolę uzwojenia twornika (fig. 1 i 2).

4. Prądnica według zastrz. 1 — 3, znamionna tym, że jedna lub kilka części elementarnych jej stojana mająca po cztery zęby każda jest wykorzystana jako pierwszy stopień wzmacniacza, przy czym uzwojenie wzbudzenia (4a) tej pierwszej części wzmacniacza zasilane jest z sieci prądu stałego lub zmiennego, a uzwojenie twornika (5a) pierwszej części wzmacniacza zasila poprzez prostownik (Pr) uzwojenie wzbudzenia (4) drugiej części wzmacniacza, przy czym na wyjściu uzwojenia twornika drugiej części wzmacniacza otrzymane jest napięcie wzmocnione (fig. 7).
5. Prądnica według zastrz. 1 — 4, wielofazowa, znamionna tym, że podziałka zębowa wirnika τ_2 wyrażona w jednostkach kątowych jest równa dokładnie dwóm podziałkom zębowym stojana τ_1 wyrażonym również w jednostkach kątowych, a liczba podziałek zębowych wirnika na jego obwodzie jest większa od dwukrotnej liczby podziałek zębowych stojana τ_1 co najmniej o jedną podziałkę zębową (fig. 3, 4 i 5).
6. Prądnica według zastrz. 5, znamionna tym, że poszczególne części wydzielone stojana prądnicy są rozmieszczone na obwodzie w taki sposób, że ich przesunięcie względem siebie odpowiada takiej części podziałki zębowej wirnika τ_2 , jaka konieczna jest dla otrzymania wymaganego przesunięcia fazowego między wektorami sił elektromotorycznych w zewojach poszczególnych faz uzwojenia twornika (fig. 3, 4 i 5).
7. Prądnica według zastrz. 5 i 6, znamionna tym, że kształt zębów poszczególnych części wydzielonych stojana jest wykrzywiony celem powiększenia przekroju użytkowego żłobków, przy czym przekrój żłobków przeznaczonych dla uzwojenia wzbudzenia jest mniejszy od przekroju żłobków przeznaczonych dla uzwojenia twornika (fig. 6).

8. Prądnica według zastrz. 1 i 2, znamionna tym, że posiada uzwojony pakiet blach stojana w kształcie segmentu o dowolnej długości łuku, a pozostała część obwodu stojana nie jest wykorzystana (fig. 1a).
9. Prądnica według zastrz. 1 — 8 jednofazowa lub wielofazowa, wykorzystana jako wzmacniacz, znamionna tym, że posiada dwa, trzy lub cztery pakiety blach stojana umieszczone poosio-
wo w kadłubie prądnicy, przy czym długość pakietu ostatniego, największego stojana, wykorzystywanego jako stopień wyjściowy wzmacniacza, jest największa, a każdego poprzedniego — mniejsza, proporcjonalnie do zmniejszenia jego mocy.
10. Prądnica według zastrz. 9, znamionna tym, że wszystkie pakiety jej stojanów posiadają oddzielne uzwojenia wzbudzenia i twornika każde o poskoku zewojów $y = 2$.
11. Prądnica według zastrz. 9 i 10, znamionna tym, że uzwojenie wzbudzenia pierwszego, najmniejszego stojana (4a) jest zasilane prądem stałym lub zmiennym poprzez opornik regulacyjny (R), uzwojenie twornika (5a) tego stojana zasila poprzez prostownik uzwojenie wzbudzenia (4) drugiego stojana, a na jego wyjściu otrzymywane jest wzmocnione napięcie zmienne (fig. 9) lub napięcie stałe wyprostowane przez prostownik, a w przypadku trzech lub czterech stojanów uzwojenie twornika drugiego stojana zasila poprzez prostownik uzwojenie wzbudzenia trzeciego stojana, a uzwojenie twornika trzeciego stojana zasila poprzez prostownik uzwojenie wzbudzenia czwartego stojana.
12. Prądnica według zastrz. 9 — 11, znamionna tym, że posiada na pakiecie blach pierwszego, najmniejszego stojana, wykorzystywanego jako stopień wejściowy wzmacniacza, obok normalnego uzwojenia wzbudzenia jedno lub kilka dodatkowych uzwojeń, wykorzystywanych do sprzężeń zwrotnych oraz do innych celów regulacji.

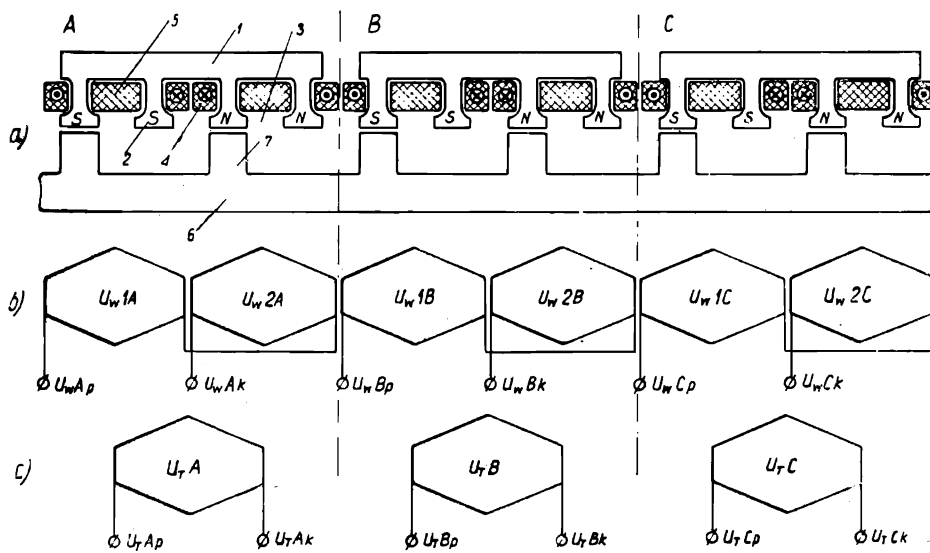
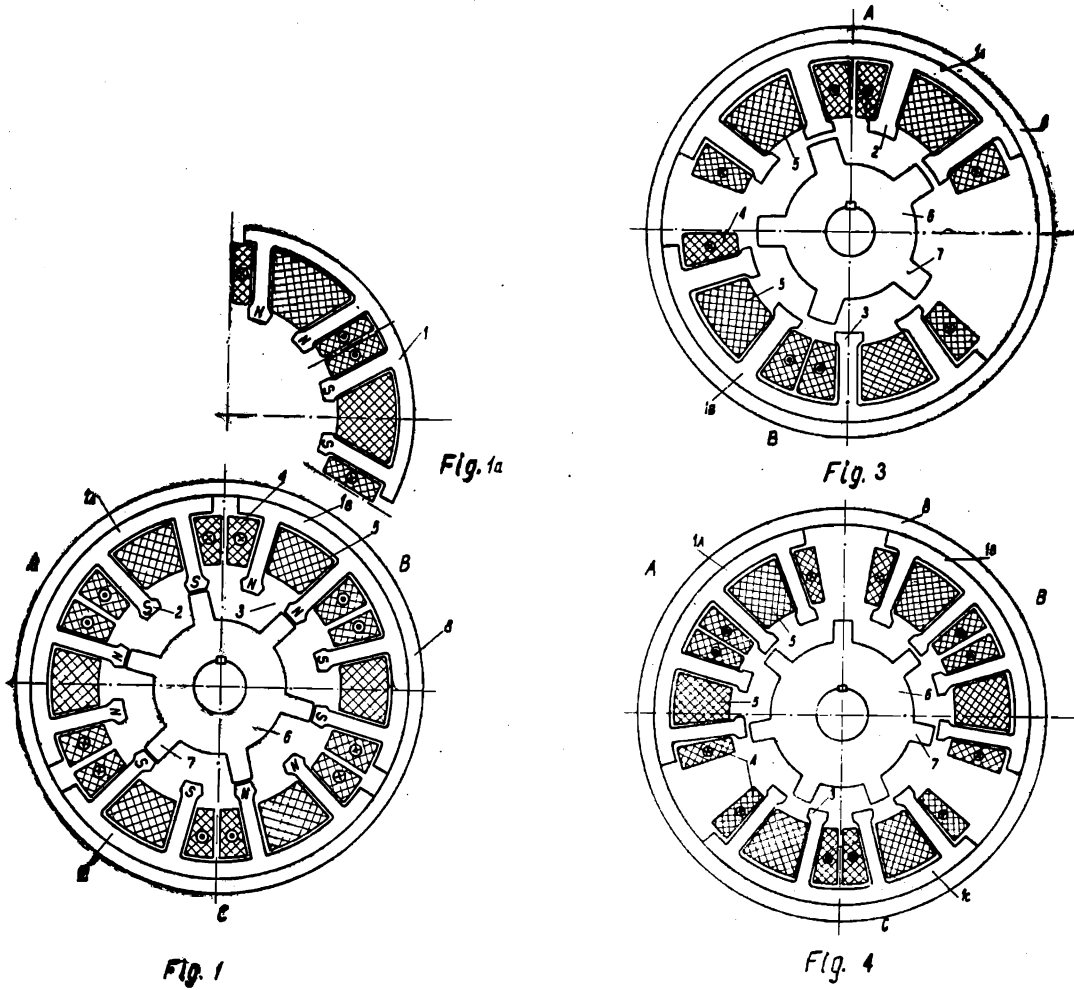


Fig 2

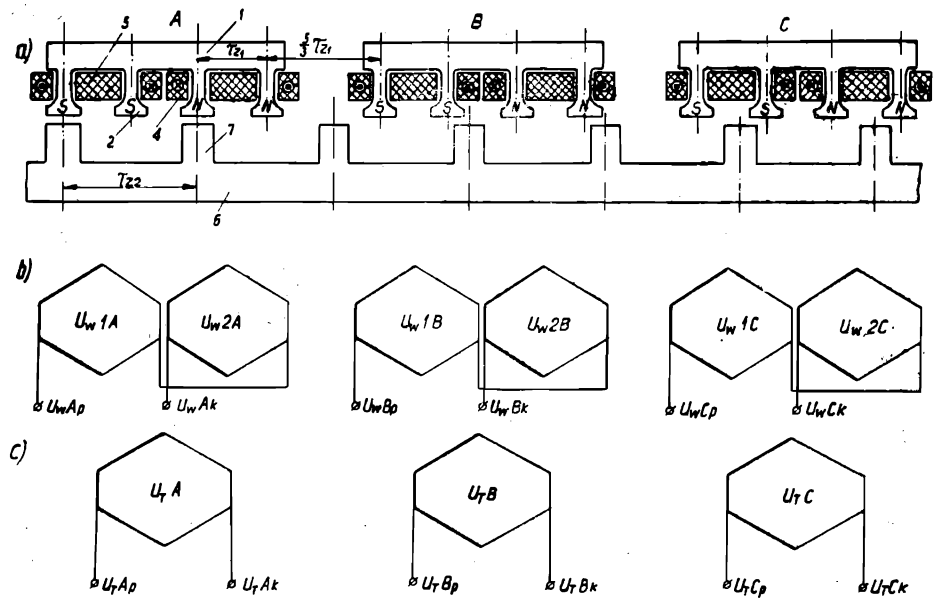


Fig. 5

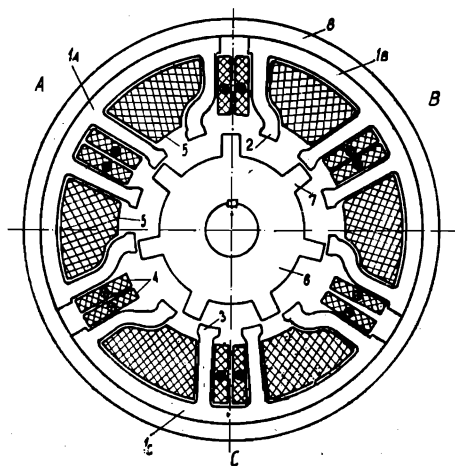


Fig. 6

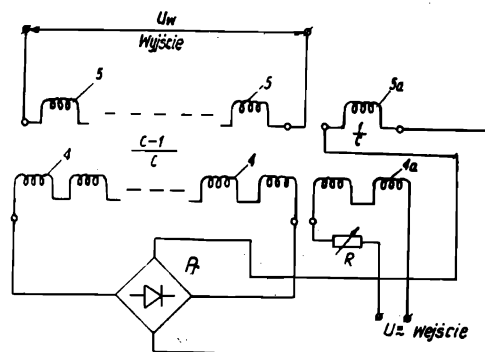


Fig. 7

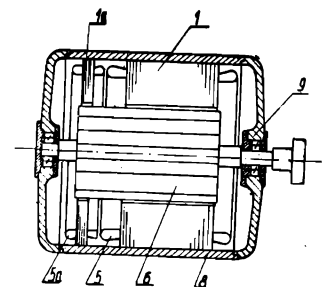


Fig. 8

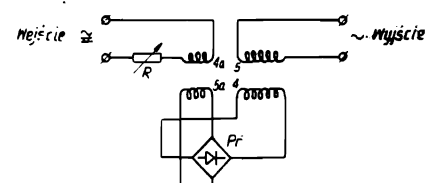


Fig. 9