

**POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA**



**URZĄD
PATENTOWY
PRL**

OPIS PATENTOWY

53754

Patent dodatkowy
do patentu nr 48 768

Zgłoszono: 03.VI.1964 (P 104 783)

Pierwszeństwo: _____

Opublikowano: 31.VIII.1967

Kl. 21 d¹, 17

MKP H 02 k

23/00

CZYTELNIA

UKD Urzędu Patentowego
Miejscowość i data

Twórca wynalazku
i
właściciel patentu: Aleksander Ligaszewski, Bielsko-Biała (Polska)

Trójfazowa maszyna elektryczna z wirującą magnesnicą i zespołem komutatora

1

Przedmiotem wynalazku jest uniwersalna, szybkoieżna trójfazowa maszyna elektryczna prądu stałego i zmiennego wysokiego napięcia z wirującą magnesnicą i zespołem komutatora.

Istotą wynalazku jest zespół komutatora umieszczony w nastawnej wraz ze szczotkami skrzyni olejowej i dołączony do końca wału maszyny za pomocą sprzęgła. Służy on do komutacji prądu przemiennego, indukowanego przez magnesnicę wirującą w skojarzonym w gwiazdę trójfazowym uzwojeniu stojana, gdy maszyna działa jako generator prądu stałego, lub do komutacji doprowadzonego z sieci prądu stałego, gdy maszyna działa jako silnik prądu stałego.

Prąd przemienny stojana, doprowadzony do szczotek fazowych zespołu komutatora, jest prostowany i jako prąd jednokierunkowy jest pobierany ze szczotek biegunowych zespołu komutatora, w celu zasilania magnesnicy wirującej oraz obwodu zewnętrznego maszyny.

Prąd stały, doprowadzony z sieci do zacisków biegunowych maszyny zasilą magnesnicę wirującą, natomiast doprowadzony do szczotek biegunowych jest przetworzony na trójfazowy prąd przemienny, który przez szczotki fazowe zespołu komutatora zasilą uzwojenie stojana wzbudzając w nim wirujące pole magnetyczne.

Obrotowo nastawna wraz ze szczotkami skrzynia olejowa, z umieszczonym w niej zespołem komutatora, posiada z jednej strony czop osłowy

2

usytuowany w łożysku na dnie pokrywy ochronnej, przymocowanej do tarczy łożyskowej kadłuba maszyny, a z drugiej strony jest zamknięta tarczą cylindrycznego izolatora, w której środku jest umieszczone łożysko oraz sprzęgło dołączone do końca wału maszyny. W izolatorze są umieszczone szczotki biegunowe, szczotki fazowe połączone ze zwojnicami fazowymi stojana i połączona z opornikiem gaszącym szczotka separatora. Szczotki są docisknięte sprężynami do powierzchni tocznej zespołu komutatora, osadzonego wewnątrz izolatora na wale zakończonym sprzęgłem. Zespół komutatora posiada na obwodzie łopatki do tłoczenia oleju. Olej ze skrzyni wpływa do komory zawartej pomiędzy izolatorem, a zespołem komutatora i wypływa do skrzyni przez kanały w ścianie izolatora, co zapewnia stałą cyrkulację oleju oraz samoczyszczenie się komory. Zespół komutatora jest połączony z uzwojeniem maszyny za pośrednictwem szczotek i przewodów elektrycznych wyprowadzonych ze skrzyni poprzez tarczę izolatora zamykającego skrzynię oraz poprzez tarczę łożyskową kadłuba maszyny.

Skrzynia olejowa jest nastawiana wraz ze szczotkami w zależności od obciążenia maszyny przez osadzoną na niej część ruchomą elektromagnetycznego urządzenia, które stanowi odmianę silnika elektrycznego o ograniczonym kącie obrotu wirnika i którego uzwojenie jest dołączone do szczotek biegunowych zespołu komutatora. Ruch obrotowy

części ruchomej tego urządzenia jest hamowany przez spiralną sprężynę zwrotną, której koniec ruchomy jest zakończony wałkiem, sprzęgniętym z czopem osiowym skrzyni, a drugi koniec jest sztywno związany z nastawnym pokrętelem, dociśniętym do pokrywy ochronnej śrubami hamującymi. Część ruchoma urządzenia nastawczego skrzyni jest umieszczona pomiędzy biegunami elektromagnesu, ułożonego w pokrywie ochronnej skrzyni, którego uzwojenie jest włączone szeregowo do obwodu zewnętrznego maszyny. Zmiana prądu obciążenia powoduje zmianę pozycji części ruchomej, nastawiającej skrzynię ze szczotkami na zespole komutatora.

Pozycja skrzyni olejowej jest regulowana za pomocą dostępnego od zewnątrz pokrętła nastawnego opornika w obwodzie części ruchomej urządzenia nastawczego.

Właściwa praca zespołu komutatora według wynalazku została osiągnięta przez zastosowanie w nim komutatora, zawierającego pomiędzy ząbami się dwoma pierścieniowymi segmentami separatora w postaci izolowanej rurki z występami, zespolony pierścieniem ślizgowym, z którym kontaktuje szczotka połączona przez opornik gaszący ze środkiem skojarzonego w gwiazdę trójfazowego uzwojenia stojana. Szczotki zwojnic fazowych stojana, przesunięte na obwodzie komutatora o 120° , są kolejno wyłączane z obwodu przez separatora wraz z nimi zwojnice, do których jest chwilowo dołączony równolegle opornik gaszący. Pomocniczymi elementami gaszącymi są kondensatory, włączone pomiędzy szczotki zwojnic fazowych.

Maszyna może pracować jako samowzbudny silnik lub generator prądu stałego w równoległym lub szeregowym układzie uzwojenia magneśnicy z uzwojeniem stojana, jako silnik komutatorowy prądu przemiennego oraz jako samowzbudny generator synchroniczny i samorozruchowy silnik synchroniczny.

Rozruch i regulacja obrotów maszyny jako silnika mogą być dokonane z minimalnymi stratami energetycznymi, jeśli każda faza w stanie będzie złożona z kilku zwojnic, które są ze sobą łączone szeregowo lub równolegle przy pomocy nastawnika.

Stosowane dotychczas maszyny komutatorowe z komutacją prądu w uzwojeniu wirnika, ze względu na konstrukcję wielowycinkowego komutatora i wirujące uzwojenie prądowców, nie mogą być budowane na wysokie napięcie i duże obroty. Nie można dokonać rozruchu i regulacji obrotów tych maszyn bez znacznych strat energetycznych, jak to jest możliwe w maszynie według wynalazku, która ze względu na zespół komutatora umieszczony w oleju, małą średnicę komutatora, jego zwartą konstrukcję oraz umieszczenie uzwojenia prądowczego w stanie, jest maszyną szybkoobrotową wysokiego napięcia.

W porównaniu z dwufazową maszyną z komutacją prądu w nieskojarzonym układzie zwojnic fazowych stojana, według patentu głównego nr 48768, maszyna według wynalazku posiada w stanie trójfazowe uzwojenie skojarzone w gwiazdę, które może być bezpośrednio dołączone do sieci trójfazowej prądu zmiennego. Zespół komutatora umiesz-

czony w skrzyni olejowej, skonstruowany inaczej aniżeli zespół komutatora według patentu głównego, a także działający w inny sposób, umożliwia zastosowanie wysokiego napięcia do maszyny według wynalazku. Poza tym zespół komutatora, w odróżnieniu od konstrukcji maszyny według patentu głównego jest umieszczony na zewnątrz kadłuba maszyny, od wału której może być on w razie remontu odjęty wraz ze skrzynią olejową i zastąpiony przez inny taki sam zespół, bez potrzeby demontowania całej maszyny. Przedmiot wynalazku jest przedstawiony w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia w czterech poprzecznych przekrojach schemat ideowy zespołu komutatora z elektrycznymi obwodami maszyny jako silnika prądu stałego z dwustopniowym nastawnikiem rozruchu i regulacji obrotów, fig. 2 — układ szczotek na rozwiniętej powierzchni tocznej komutatora, na której jest przedstawiony wykres sił elektromotorycznych, indukowanych przez wirującą magneśnicę w trójfazowym uzwojeniu stojana, fig. 3 — w przekroju pionowym zespół komutatora umieszczony w skrzyni olejowej i znajdujący się wewnątrz cylindrycznego izolatora z zamocowanymi w nim szczotkami, cyrkulację oleju, urządzenie do nastawiania skrzyni olejowej wraz ze szczotkami w zależności od obciążenia, połączenie zespołu komutatora z wałem maszyny oraz połączenie układu komutacyjnego z uzwojeniem stojana i uzwojeniem magneśnicy, fig. 4 — w perspektywie równoległej fragment budowy zespołu komutatora z separatorem, fig. 5 — przekrój poprzeczny urządzenia do samoczynnego nastawiania skrzyni olejowej wraz ze szczotkami oraz schemat obwodów elektrycznych urządzenia.

Na rysunku liczbą 1 oznaczono plusowy segment komutatora, 2 — minusowy segment, 3 — separator, 4 — tulejkę sprzęgającą elementy zespołu komutatora, 5 — dociskową nakrętkę tulejki, posiadającą na obwodzie łopatkę do tłoczenia oleju, 6 — wał komutatora, 7 — sprzęgło, 8 — łożysko główne maszyny, 9 — tarczę łożyskową, 10 — łożysko, w którym osadzony jest jeden koniec wału komutatora, 11 — skrzynię olejową, 12 — izolator cylindryczny z tarczą, zamykającą skrzynię olejową, 13 — śruby dociskowe tarczy izolatora, 14 — łożysko ślizgowe, 15 — czop osiowy skrzyni olejowej, 16 — łożysko ślizgowe, 17 — pokrywę ochronną skrzyni, 18 — szczotkę fazową, 19 — przewód elektryczny, 20 — śrubę kontaktową zwojnicy fazowej, 21 — izolator ze śrubami kontaktowymi uzwojenia maszyny, 22 — zawór sprężynowy, 23 — kanał przepływowy oleju, 24 — zbiornik nadmiaru oleju, 25 — zawór regulacji ciśnienia gazu, 26 — gaszący opornik elektryczny, 27 — kondensatory gaszące, 28 — nastawnik rozruchu i regulacji obrotów, 29 — nastawny opornik elektryczny płynnej regulacji obrotów, 30 — magneśnicę wirującą, 31 — pierścienie ślizgowe magneśnicy, 32 — szczotki węglowe, 33 — nastawny opornik elektryczny płynnej regulacji obrotów magneśnicy wirującej, 34 — elektromagnes urządzenia nastawczego skrzyni olejowej, 35 — część ruchomą urządzenia nastawczego, 36 — spiralną sprężynę zwrotną, 37 — wałek, na którym zamocowana jest sprężyna, 38 —

pokrętko nastawcze sprężyny, 39 — koniec sprężyny zamocowany w pokrętku, 40 — śruby dociskowe ustalające pozycję pokrętła, 41 — nastawny opornik elektryczny, 42 — pokrętko opornika, 43 — plusową szczotkę biegunową, 44 — szczotkę separatora, O — pierścień ślizgowy separatora, U_1X_1 , V_1Y_1 , W_1Z_1 , U_2X_2 , V_2Y_2 , W_2Z_2 — zwojnice fazowe równolegle ułożone w tych samych żłobkach pierścienia stojana maszyny.

Zespół komutatora zawiera komutator z dwoma ząbającymi się segmentami 1 i 2, pomiędzy którymi jest umieszczony izolowany od nich separator 3 w kształcie rurki z występami zespolonej z pierścieniem ślizgowym O. Wszystkie elementy zespołu są dociśnięte do tarczy oporowej tulejki sprzęgającej 4 nakrętką 5. Na obwodzie tarczy oporowej oraz na obwodzie nakrętki znajdują się łopatki do tłoczenia oleju. Zespół komutatora jest osadzony na wale komutatora 6, zakończonym sprzęgłem 7, dołączonym do końca wału maszyny. Sprzęgło 7 jest umieszczone w łożysku 14, znajdującym się w środku tarczy cylindrycznego izolatora 12, zamykającej skrzynię olejową 11, której czop osiowy 15 jest umieszczony w łożysku 16, znajdującym się w dnie pokrywy ochronnej 17, przymocowanej do tarczy łożyskowej kadłuba maszyny.

Skrzynia 11 jest obrotowo nastawna wraz ze szczotkami na powierzchni tocznej zespołu komutatora. Szczotki fazowe 18 na komutatorze, szczotka 44 na pierścieniu ślizgowym separatora O oraz szczotki biegunowe 43 na pierścieniach ślizgowych komutatora są zamocowane w izolatorze cylindrycznym 12 i dociskane sprężynami do powierzchni tocznej zespołu komutatora, znajdującego się wewnątrz izolatora. Łopatki do tłoczenia oleju 5 powodują cyrkulację oleju, wpływającego ze skrzyni 11 do komory, w której zespół komutatora jest zamknięty i wypływającego z niej do skrzyni poprzez kanały 23 części cylindrycznej izolatora 12. Skrzynia olejowa 11 posiada zawór sprężynowy 22 do doprowadzenia oleju, oraz zbiornik nadmiaru oleju 24. Zespół komutatora jest połączony za pośrednictwem szczotek fazowych 18 i szczotki separatora 44, przewodów elektrycznych przechodzących poprzez tarczę cylindrycznego izolatora 12 oraz śrub kontaktowych 20 osadzonych w tarczy łożyskowej kadłuba maszyny z uzwojeniem stojana, oraz w ten sam sposób lecz przez szczotki biegunowe 43 z biegunami elektrycznymi maszyny, a z uzwojeniem magnesnicy wirującej za pośrednictwem szczotek 32 i pierścieni ślizgowych 31, osadzonych na wale maszyny.

Nastawianie skrzyni olejowej jest zależne od prądu obciążenia w uzwojeniu elektromagnesu 34, zamocowanego w pokrywie ochronnej 17, oraz od prądu w uzwojeniu części ruchomej elektromagnesu 35 umieszczonej pomiędzy jego biegunami. Część ruchoma 35 elektromagnesu jest osadzona na występach części czołowej skrzyni olejowej 11, a jej czop osiowy 15 poprzez sprzężony z nim wałek pośredni 37 jest połączony z ruchomym końcem spiralnej sprężyny zwrotnej 36, której drugi koniec 39, zamocowany w nastawnym pokrętku 38 może być dowolnie ustalony w pokrywie ochronnej 17 przez unieruchomienie pokrętła śrubami docisko-

wymi 40. W obwodzie prądu części ruchomej znajduje się nastawny opornik 41 z pokrętkiem 42, służący do korygowania nastawienia skrzyni olejowej wraz ze szczotkami względem komutatora.

Obieg prądu w maszynie, działającej jako silnik prądu stałego w układzie równoległym uzwojenia stojana z uzwojeniem magnesnicy wirującej, w chwili komutacji prądu w uzwojeniu fazy UX (fig. 1) jest następujący: prąd magnesujący przepływa przez nastawny opornik płynnej regulacji obrotów 33, szczotkę 32, pierścień ślizgowy 31, uzwojenie magnesnicy 30, drugi pierścień ślizgowy 31 i przez szczotkę 32 doprowadzony jest do sieci. Prąd główny przepływa przez nastawny opornik płynnej regulacji obrotów 29, plusową szczotkę biegunową 43, segment 1 komutatora, szczotkę 18 fazy WZ i połączone szeregowo przez nastawnik 28 zwojnicę W_1Z_1 i W_2Z_2 , środek układu trójfazowego w gwiazdę, zwojnice Y_2Z_2 i Y_1V_1 , szczotkę 18 fazy VY, segment 2 komutatora i przez szczotkę minusową 43 doprowadzony jest do sieci. Uzwojenie fazy UX, ze szczotką fazową 18, jest wyłączone z obwodu prądu wraz z chwilowo dołączonym równolegle do tej fazy opornikiem gaszącym 26. Przepływowi prądu przeciwstawiają się sinusoidalnie zmienne siły elektromotoryczne E_p , indukowane w uzwojeniu stojana przez magnesnicę wirującą.

Zespół komutatora przetwarza prąd stały na trójfazowy prąd przemienny, który doprowadzony przez szczotki fazowe 18 do uzwojenia stojana wytwarza w nim wirujące pole magnetyczne. Zależnie od stanu obciążenia zmienia się o pewien kąt kierunek wypadkowego strumienia magnetycznego względem kierunku strumienia przy nieobciążonej maszynie. O taki sam kąt część ruchoma 35 nastawczego urządzenia elektromagnetycznego przesuwają szczotki na zespole komutatora zgodnie z kierunkiem obrotów wirnika.

Przebieg beziskrowej komutacji prądu jest następujący: szczotka fazowa 18 przesuwa się z segmentu 2 komutatora na separator 3 łącząc ze sobą oba te elementy. Z tą chwilą do połączonych ze sobą równolegle segmentem 2 faz UX i VY dołączony jest wysokoomowy opornik gaszący 26. Na skutek zmniejszania się powierzchni styku szczotki 18 z segmentem 2 prąd w fazie UX maleje. W chwili przerwania kontaktu szczotki z segmentem komutatora i wyłączenia z obwodu fazy UX wraz ze zwierającym ją opornikiem 26, prąd fazy zanika do 0, a powstająca sem samoindukcji rozładowuje się przez włączony chwilowo do fazy opornik. Pomocniczym elementem przeciwwiskrowym jest kondensator 27, włączony pomiędzy szczotkę 18 fazy UX wyłączoną z obwodu przez separator 3 a szczotką 18 fazy VY, pozostającą na segmentie 2 komutatora. W czasie przesuwania się szczotki 18 z separatora 3 na segment 1 komutatora następuje w fazie UX zmiana kierunku prądu, którego narastaniu przeciwdziała sem samoindukcji.

Na skutek zwiększania się powierzchni styku szczotki 18 z segmentem komutatora 1 prąd w fazie wzrasta, natomiast na skutek zmniejszania się powierzchni styku szczotki 18 z separatorem 3

prąd w oporniku 26 maleje i osiąga wartość zero-
wą w chwili całkowitego przesunięcia się szczotki
na segment komutatora, co następuje równocze-
śnie z odłączeniem opornika 26 od fazy UX.

Rozruch i regulacja obrotów maszyny z mini-
malnymi stratami energetycznymi odbywa się za
pomocą nastawnika 23, który przełącza układ sze-
regowy zwojnic fazowych stojana w układ równo-
legły. Prędkość obrotowa jest regulowana nastaw-
nymi opornikami 29 i 33.

Zastrzeżenia patentowe

1. Trójfazowa maszyna elektryczna z wirującą
magneśnicą i zespołem komutatora według pa-
tentu nr 48 768, **znamienna tym**, że zespół ko-
mutatora usytuowany na zewnątrz kadłuba,
umieszczony jest w skrzyni olejowej (11) i do-
łączony do wału maszyny za pomocą sprzęgła
(7), przy czym skrzynia olejowa (11) posiada
z jednej strony czop (15), osadzony za pomocą
łożyska ślizgowego (16) w pokrywie ochronnej
(17) przymocowanej do kadłuba maszyny,
a z drugiej strony zamknięta jest przez tarczę
izolatora (12), wewnątrz którego jest umieszczo-
ny zespół komutatora i który osadzony jest za
pośrednictwem łożyska ślizgowego (14) na wale
komutatora (6) zakończonym sprzęgłem (7), przy
czym zespół komutatora posiada na obwodzie
łopatki (5) do tłoczenia oleju i jest połączony
za pośrednictwem zamocowanych w izolatorze
(12) szczotek (18, 43, 44) i przewodów elektrycz-
nych, wyprowadzonych poprzez tarczę izolatora
(12) zamykającego skrzynię olejową (11) oraz
tarczę łożyskową (9) kadłuba maszyny z uzwo-

jeniem stojana i z uzwojeniem magneśnicy wi-
rującej (30).

2. Trójfazowa maszyna według zastrz. 1, **znamienna tym**, że posiada elektromagnetyczne urzą-
dzenie do nastawiania skrzyni olejowej wraz ze
szczotkami na zespole komutatora, składające
się z elektromagnesu (34), umieszczonego w po-
krywie ochronnej (17) i jego części ruchomej
(35), osadzonej na występach części czołowej
skrzyni olejowej (11), przy czym część ruchoma
(35) poprzez czop (15) skrzyni olejowej (11)
i sprzężony z nim wałek (37) połączona jest
z jednym końcem spiralnej sprężyny zwrotnej
(36), której drugi koniec zamocowany jest do
pokrętła nastawczego (38), połączonego z pokry-
wą ochronną (17).
3. Trójfazowa maszyna według zastrz. 1 i 2, **zna-
mienna tym**, że posiada opornik nastawny (41)
z pokrętłem (42) połączony z uzwojeniem części
ruchomej (35) urządzenia elektromagnetycznego,
służącego do korygowania ustawienia skrzyni
olejowej (11) wraz ze szczotkami względem ko-
mutatora w zależności od obciążenia maszyny.
4. Trójfazowa maszyna według zastrz. 1—3, **zna-
mienna tym**, że zespół komutatora zawiera po-
między zazębiającymi się dwoma pierścieniowy-
mi segmentami komutatora separator (3) zespola-
ny z pierścieniem ślizgowym (0), którego
szczotka (44) jest połączona ze środkiem skoja-
rzonego w gwiazdę trójfazowego uzwojenia sto-
jana przez gaszący opornik (26) a pomiędzy
szczotki fazowe (18) przesunięte względem sie-
bie na komutatorze o 120°, włączone są kon-
densatory gaszące (27).



