

**POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA**



**URZĄD
PATENTOWY
PRL**

O P I S P A T E N T O W Y

101930

**Patent dodatkowy
do patentu _____**

Zgłoszono: 17.01.75 (P. 177400)

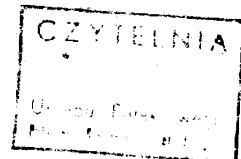
Pierwszeństwo: _____

Zgłoszenie ogłoszono: 14.08.76

Opis patentowy opublikowano: 15.11.1979

Int. Cl².

H02K 37/00



Twórca wynalazku: Jerzy Borkowski

Uprawniony z patentu: Polska Akademia Nauk,
Instytut Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej,
Warszawa (Polska)

Silnik skokowy reluktancyjny z podmagnesowaniem

Przedmiotem wynalazku jest silnik skokowy reluktancyjny z podmagnesowaniem.

W silnikach reluktancyjnych – moment rozwijany jest dzięki współdziałaniu prądów uzwojeń sterujących ze zmiennym strumieniem wytworzonym przez te uzwojenia, zmieniającym się przy ruchu wirnika pod wpływem zmian reluktancji niesymetrycznego obwodu magnetycznego silnika. Silniki skokowe wykorzystujące moment reluktancyjny mogą mieć dużo mniejsze skoki, a ich częstotliwości pracy są znacznie wyższe niż silników z aktywnym wirnikiem, w których moment obrotowy powstaje w wyniku oddziaływania strumieni uzwojeń sterujących (fazowych) na strumień wzbudzenia (najczęściej od magnesów trwałych). Dzięki małym skokom uzyskiwanych w silnikach skokowych reluktancyjnych, używa się je do bardziej precyzyjnych napędów.

Znane są silniki skokowe, w których wytwarza się dodatkowo strumienie stałe, zapewniające pewne tłumienie drgań i możliwość "zapamiętywania", ostatniego położenia. Najczęściej w takich rozwiązaniach strumień podmagnesowujący pochodzi od magnesu trwałego, przez co ze względu na małą przenikalność magnetyczną tych magnesów nie znajdują się one w głównym obwodzie magnetycznym silników, co znacznie ograniczałoby strumienie od uzwojeń sterujących. Dlatego też podmagnesowanie takie zapewnia tylko niewielkie tłumienie wewnętrzne i małe momenty trzymające w stanie bezprądowym; również wzmocnienie momentu obrotowego w takich silnikach jest niewielkie. Istnieją również rozwiązania, w których strumień podmagnesowujący wytworzony jest na drodze elektromagnetycznej przez uzwojenia umieszczone w tych samych żłobkach, czy na tych samych biegunach co uzwojenia sterujące. Zysk uzyskany przy takim rozwiązaniu w postaci tłumienia drgań i momentu trzymającego okupiony jest tu jednak mniejszym wykorzystaniem miejsca na uzwojenia sterujące, których przepływy muszą być wtedy mniejsze.

Istotą wynalazku jest to, że silnik posiada dwa jednakowe pakiety stojana o biegunach wydajnych umieszczonych obok siebie poosiowo, przy czym osie biegunów pakietów stojana umieszczone są w jednej płaszczyźnie i mają oddzielne cewki uzwojeń sterujących na biegunach każdego pakietu. Zęby wirnika pod obu pakietami stojana leżą również w jednych płaszczyznach. Pomiędzy pakietami stojana umieszczona jest jedna cewka centralna wywołująca strumień podmagnesowujący.

Cewki sterujące na biegunach obu pakietów stojana połączone są w ten sposób, że przy ich zasilaniu prądowym impulsami jednoimiennymi strumienie we wszystkich biegunach jednego pakietu są skierowane od stojana do wirnika a strumienie we wszystkich biegunach drugiego pakietu od wirnika do stojana. Strumień podmagnesowujący wywołany prądem stałym przepływającym przez cewkę centralną jest skierowany zgodnie ze strumieniami uzwojeń sterujących i przepływa po tej samej co one drodze. Na nabiegunkach pakietów stojana wycięte są zęby których podziałka żłobkowa jest równa podziałce żłobkowej wirnika. Zamiast cewki centralnej może być pomiędzy pakietami stojana umieszczony magnes trwały umieszczony w wirniku, wywołujący strumień podmagnesowujący.

Silnik według wynalazku jest dokładniej omówiony na przykładzie wykonania przedstawionym na rysunku, na którym na fig. 1 przedstawiono silnik czterofazowy z cewką centralną w przekroju podłużnym na fig. 2 i fig. 3 — dwa przekroje poprzeczne a na fig. 4 — wirnik silnika z magnesem trwałym w przekroju podłużnym i poprzecznym. W korpusie 1 silnika znajdują się dwa ułożone obok siebie jednakowe pakiety blach stojana 2. W pakietach stojana 2 ukształtowane są umieszczone symetrycznie na obwodzie bieguny wydane 3 których liczba wynosi $2m$ dla m faz silnika. Wewnątrz pakietów stojana znajduje się wirnik 4 ułożony względem korpusu za pomocą tarcz łożyskowych 5. Na nabiegunkach biegunów wycięte są zęby 6, których liczba uzależniona jest od liczby faz silnika i projektowanej wartości skoku. Rdzeń wirnika z materiału magnetycznego ma kształt walca, na którego powierzchni bocznej wycięte są zęby wirnika 7. W częściach czołowych wirnika wykonano wybrania, aby w ten sposób zmniejszyć jego masę. Zarówno zęby na nabiegunkach stojana 6 jak i zęby wirnika 7 mają taką samą podziałkę żłobkową. Dzięki symetrycznemu rozłożeniu biegunów w każdym pakiecie i odpowiedniej liczbie zębów wirnika, zęby na nabiegunkach sąsiadnych biegunów są przesunięte o $1/m$ podziałki żłobkowej w stosunku do zębów wirnika. Nie są natomiast przesunięte względem siebie na obwodzie ani pakiety stojana ani zęby na obu powierzchniach bocznych wirnika znajdujących się pod pakietami stojana. Na wszystkich biegunach obu pakietów stojana umieszczone są osobne cewki uzwojeń sterujących 9, przy czym połączone są one w taki sposób, że przy zasilaniu kolejnych faz impulsami jednoimiennymi przepływy wszystkich cewek w jednym pakiecie skierowane są do wirnika a w drugim pakiecie — od wirnika. Dzięki takiemu rozmieszczeniu uzwojeń i ich połączeniu strumienie wywołane przez uzwojenia sterujące przepływają po drodze 8, oznaczonej na fig. 1 strzałkami, od biegunów w jednym pakiecie (na przekroju AA) do szczeliny powietrznej przez zęby wirnika, jarzmo wirnika, zęby wirnika i szczelinę powietrzną pod drugim pakietem, bieguny drugiego pakietu i korpus stojana. Pomiedzy pakietami na stojanie umieszczona jest cylindryczna cewka skupiona 10, wywołująca przepływ podmagnesowujący skierowany zgodnie z przepływami uzwojeń sterujących, a strumień wywołany jej przepływem zamyka się po tej samej drodze co strumienie uzwojeń sterujących. W ten sposób w momencie gdy zęby wirnika są pod zębami nabiegunka włączonej aktualnie fazy sterującej, przepływ podmagnesowujący wzmacnia przepływ sterujący i uzyskany moment obrotowy jest większy. W czasie przejścia wirnika w inne położenie strumień podmagnesowujący przepływający przez wszystkie bieguny powoduje tłumienie drgań przebiegów przejściowych. W przypadku gdy żadne z uzwojeń sterujących nie jest zasilane przepływ od cewki centralnej utrzymuje wirnik w położeniu odpowiadającym ostatniemu skokowi wirnika. A więc dzięki takiemu umieszczeniu cewki centralnej i odpowiedniemu skierowaniu przepływów, reduktorowy silnik reluktancyjny, który może mieć bardzo małe skoki (przy dostatecznie dużej liczbie zębów wirnika) ma wewnętrzne tłumienie drgań i zdolność utrzymywania ostatniego położenia przy odłączeniu od źródła uzwojeń sterujących.

Przepływ od cewki centralnej można zastąpić przepływem od magnesu trwałego. W tym przypadku łatwiej jest umieścić magnes trwały na wirniku tak jak to jest zilustrowane na fig. 4. Pozostałe elementy silnika i drogi strumieni pozostają takie same jak przy cewce centralnej. Odpada wtedy konieczność zasilania dodatkowego uzwojenia podmagnesowującego i silnik może być nieco krótszy. Własności materiału magnetycznego użytego na magnes trwały muszą być jednak bardzo wysokie. Materiał powinien charakteryzować się dużym stosunkiem zmagazynowanej energii magnetycznej do objętości magnesu, przy stosunkowo wysokiej przenikalności magnetycznej. W tak zbudowanych silnikach udaje się uzyskać zalety zarówno silników reluktancyjnych jak i silników z wirnikiem aktywnym takich jak mały skok, duże częstotliwości pracy, możliwość „zapamiętania” ostatniego położenia po odłączeniu źródła zasilającego uzwojenia sterujące.

Zastrzeżenia patentowe

1. Silnik skokowy reluktancyjny z podmagnesowaniem posiadający dwa jednakowe pakiety stojana o biegunach wydanych umieszczonych obok siebie poosiowo, z n a m i e n n y m, że osie biegunów pakietów

stojana (2) umieszczone są w jednej płaszczyźnie i mają oddzielne cewki uzwojeń sterujących (9) na biegunach każdego pakietu natomiast zęby wirnika (4) pod obu pakietami stojana leżą również w jednych płaszczyznach a pomiędzy pakietami stojana umieszczona jest jedna cewka centralna (10) wywołująca strumień podmagnesowujący.

2. Silnik skokowy według zastrz. 1, z n a m i e n n y t y m, że cewki sterujące na biegunach obu pakietów stojana połączone są w ten sposób, że przy ich zasilaniu prądowymi impulsami jednoimiennymi strumienie we wszystkich biegunach jednego pakietu są skierowane od stojana do wirnika a strumienie we wszystkich biegunach drugiego pakietu od wirnika do stojana.

3. Silnik skokowy według zastrz. 1 lub 2, z n a m i e n n y t y m, że strumień podmagnesowujący wywołany prądem stałym przepływającym przez cewkę centralną (10) jest skierowany zgodnie ze strumieniami uzwojeń sterujących i przepływa po tej samej co one drodze.

4. Silnik skokowy według zastrz. 1, z n a m i e n n y t y m, że na nabiegunkach pakietów stojana wycięte są zęby, których podziałka żłobkowa jest równa podziałce żłobkowej wirnika.

5. Silnik skokowy reluktancyjny z podmagnesowaniem posiadający dwa jednakowe pakiety stojana, o biegunach wydutych, umieszczonych obok siebie poosiowo, z n a m i e n n y t y m, że osie biegunów pakietów stojana (2) umieszczone są w jednej płaszczyźnie i mają oddzielne cewki uzwojeń sterujących (9) na biegunach każdego pakietu natomiast zęby wirnika (4) pod obu pakietami stojana leżą również w jednych płaszczyznach przy czym pomiędzy częściami wirnika leżącymi pod pakietami stojana umieszczony jest magnes trwały (11) wywołujący strumień podmagnesowujący.

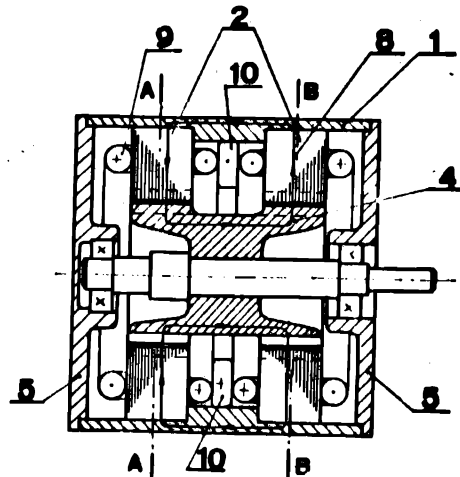


FIG. 1

101 930

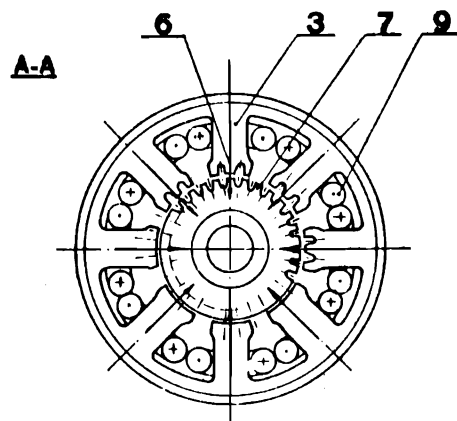


FIG. 2

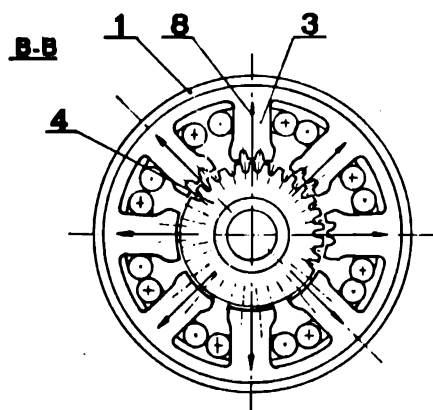


FIG. 3

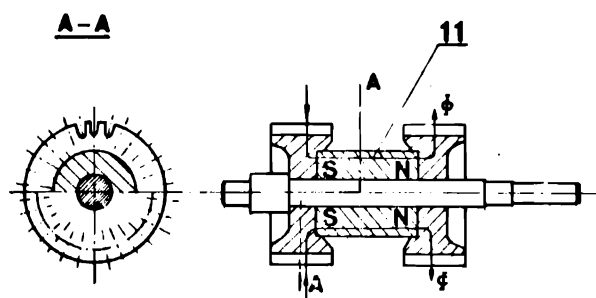


FIG. 4