

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **232584**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **426287**

(51) Int.Cl.
H02K 23/58 (2006.01)

(22) Data zgłoszenia: **09.07.2018**

(54)

Urządzenie elektryczne i układ do sterowania

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

17.12.2018 BUP 26/18

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

28.06.2019 WUP 06/19

(73) Uprawniony z patentu:

POLITECHNIKA LUBELSKA, Lublin, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:

PRZEMYSŁAW FILIPEK, Lublin, PL

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Maciej Nowicki

PL 232584 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest urządzenie elektryczne w postaci silnika albo hamulca z układem sterowania, albo prądnicy - posiadające magnesy trwałe i wykorzystujące prąd stały.

Z opisu zgłoszenia patentowego nr EP0422539 (A1) znana jest maszyna elektryczna z wirnikiem i stojanem, w której umieszczone są cewki elektryczne i magnesy stałe, które oddziałują na siebie interakcyjnie podczas ruchu obrotowego wirnika. Maszyna charakteryzuje się m.in. tym, że składa się z rotora, zamocowanego na osi rotora, zaś na obrzeżach rotora znajdują się rozmieszczone w równych odległościach od siebie, o jednakowy kąt względem osi rotora pary biegunów zespołu magnesów trwałych posiadającego bieguny w parzystej ilości oraz bezrdzeniowego nieruchomego uzwojenia statora otaczającego wirnik.

Z opisu patentowego nr KR101798331 (B1) znany jest bezrdzeniowy bezszczotkowy silnik prądu stałego (silnik BLDC), z wirnikiem, w którym wałek obrotowy jest umieszczony pomiędzy przednią pokrywą a tylną pokrywą oraz cewkę. Na cewce nawinięta jest inna cewka zainstalowana na zewnętrznym obwodzie wirnika z obudową. Silnik zawiera pewną liczbę magnesów wytwarzających pole magnetyczne odpowiadające polu elektrycznemu cewki w każdym z zespołów rowków utworzonych w górnej części, dolnej części i obu wewnętrznych stron wirnika.

Z opisu zgłoszenia patentowego nr JP2017208973 (A1) znany jest bezrdzeniowy silnik, który zawiera: wałek obrotowy, płytkę obrotową przymocowaną do obrotowego wału i cylindryczną cewkę wirnika, której jedna strona końcowa jest podparta na wsporniku obrotowym. Cewka wirnika zawiera: uzwojenie cewki i pozorne uzwojenie, które nie jest zasilane energią.

W każdej z powyższych konstrukcji, uzwojenia statorów są cewkami i jedynie pośrednio oddziałują z magnesami rotora wytwarzając pola magnetyczne.

Znana jest z katalogu firmy Enes klisza magnetyczna, umożliwiająca wizualną kontrolę położenia linii granicznej pomiędzy biegunami magnesu trwałego (linii międzybiegunowej).

Celem wynalazku jest poprawa wydajności silnika, prądnicy albo hamulca, posiadających magnesy trwałe i wykorzystujących prąd stały.

Przedmiotem wynalazku jest urządzenie w postaci silnika albo prądnicy, albo hamulca prądu stałego z magnesami trwałymi posiadające rotor, uzwojenie statora i oś rotora, w którym rotor, zamocowany jest na osi rotora, zaś na obrzeżach rotora znajdują się rozmieszczone w równych odległościach od siebie, o jednakowy kąt względem osi rotora pary biegunów zespołu magnesów trwałych posiadającego bieguny w parzystej ilości oraz bezrdzeniowego nieruchomego uzwojenia statora otaczającego rotor.

Istotą wynalazku jest to, że oś rotora należy do płaszczyzn wyznaczonych przez linie międzybiegunowe pomiędzy biegunami zespołu magnesów trwałych. W położeniu ustalonym rotora w pobliżu linii międzybiegunowych zespołu magnesów trwałych znajdują się odcinki nieruchomego uzwojenia statora pokrywające się z płaszczyznami wyznaczonymi przez linie międzybiegunowe rotora. Przy czym w pobliżu co najmniej jednego z odcinków nieruchomego uzwojenia statora umieszczony jest czujnik umożliwiający wykrycie biegunów zespołu magnesów trwałych.

Korzystnie, rotor posiada kształt walca albo pierścienia.

Korzystnie, zespół magnesów trwałych składa się z magnesów trwałych umieszczonych w taki sposób, że bieguny sąsiadujących ze sobą magnesów trwałych są jednoimienne.

Alternatywnie, zespół magnesów trwałych jest magnesem wielobiegunowym.

Osie pierwszych odcinków uzwojenia statora leżą równolegle do osi rotora. Dodatkowo wskazane jest, gdy osie drugich odcinków uzwojenia statora leżą prostopadle do osi rotora.

Alternatywnie, magnesy w zespole magnesów trwałych posiadają kształt walca, a trzecie odcinki uzwojenia statora posiadają zarysy łuków.

Pożądane jest, gdy osie odcinków uzwojenia statora leżą w równych odległościach od magnesów zespołu magnesów trwałych.

Czujnik może być czujnikiem hallotronowym albo czujnikiem indukcyjnym.

Dodatkowo w osi rotora zamocowany jest czujnik położenia kąowego.

Istotą układu do sterowania urządzeniem elektrycznym w postaci silnika albo hamulca prądu stałego posiadającego czujnik hallotronowy, wzmacniacze operacyjne, mostek H i regulator napięcia jest to, że w pobliżu co najmniej jednego z odcinków nieruchomego uzwojenia statora umieszczony jest czujnik w postaci czujnika hallotronowego, który połączony jest z pierwszym wzmacniaczem operacyj-

nym w konfiguracji wzmacniacza nieodwracającego oraz z drugim wzmacniaczem operacyjnym w konfiguracji wzmacniacza odwracającego. Wzmacniacze operacyjne połączone są z mostkiem H, który połączony jest z uzwojeniem statora. Mostek H połączony jest z regulatorem zmiany wypełnienia sygnału, który połączony jest ze źródłem napięcia.

Zaletą zastosowania urządzenia w postaci silnika, prądnicy albo hamulca prądu stałego z magnesami trwałymi, według wynalazku jest to, że jego konstrukcja jest prostsza do wykonania i lżejsza od klasycznego urządzenia tego typu i nie występują w nim straty magnesowania rdzenia oraz blokujące siły zaczepowe między statorem a rotorem. Urządzenie elektryczne w postaci silnika, prądnicy albo hamulca wykorzystuje bezpośrednie oddziaływanie przewodnika z prądem w polu magnesu trwałego. Uzwojenie statora nie jest cewką (brak indukcyjności uzwojenia) wytwarzającą pole magnetyczne. Sterownik umożliwia rozruch, poprawną pracę silnika albo hamulca oraz regulację jego prędkości obrotowej.

Wynalazek został przedstawiony w przykładach wykonania na rysunku na którym fig. 1 przedstawia widok perspektywiczny urządzenia z wewnętrznym rotorem walcowym w pierwszym przykładzie wykonania wraz ze schematem blokowym układu do sterowania silnikiem, fig. 2 – widok perspektywiczny urządzenia z wewnętrznym rotorem i magnesem wielobiegunowym w drugim przykładzie wykonania, fig. 3 – widok perspektywiczny urządzenia z wewnętrznym rotorem toroidalnym w trzecim przykładzie wykonania, fig. 4 – widok perspektywiczny urządzenia z zewnętrznym rotorem pierścieniowym w czwartym przykładzie wykonania, fig. 5 – widok perspektywiczny urządzenia z zewnętrznym rotorem pierścieniowym i magnesem wielobiegunowym w piątym przykładzie wykonania, fig. 6 – widok perspektywiczny urządzenia z wewnętrznym rotorem i zewnętrznym rotorem pierścieniowym z magnesem wielobiegunowym w szóstym przykładzie wykonania, fig. 7 – charakterystyka $RPM = f(U)$ silnika bez obciążenia, fig. 8 – charakterystyka $RPM = f(U)$ prądnicy z obciążającym rezystorem 1 k Ω .

Urządzenie elektryczne w postaci silnika prądu stałego z układem sterowania w pierwszym przykładzie wykonania, przedstawionym na fig. 1 rysunku składało się z rotora 1a w kształcie walca o średnicy 80 mm wykonanego z filamentu, zamocowanego na stalowej osi rotora 2. Na obrzeżach rotora 1a umieszczono w zespole magnesów trwałych 3a – sześć neodymowych magnesów MPŁ15x15x15/N42. Były one rozmieszczone w równych odległościach od siebie, o jednakowy kąt 60° względem osi rotora 2, w taki sposób, że bieguny sąsiadujących ze sobą magnesów były jednoimienne a oś rotora 2 należała do płaszczyzn wyznaczonych przez linie międzybiegunowe 4 pomiędzy biegunami magnesów. Na zewnątrz rotora 1a znajdowało się nieruchome uzwojenie statora 5 składające się z połączonych szeregowo pięćdziesięciu miedzianych drutów nawojowych – DN2E o średnicy 0,75 mm i całkowitej rezystancji $R = 1,1 \Omega$. Uzwojenie statora 5 posiadało pierwsze odcinki 5a, których osie ułożone były równolegle do osi rotora 2 i drugie odcinki 5b, których osie ułożone były prostopadłe do osi rotora 2. Odcinki 5a, 5b nieruchomego uzwojenia statora 5 ułożone były w taki sposób, że w położeniu ustalonym rotora 1a leżały na płaszczyznach wyznaczonych przez linie międzybiegunowe 4 w zespole magnesów trwałych 3a rotora 1a. Osie odcinków 5a, 5b uzwojenia statora 5 leżały w równych odległościach 6 mm od magnesów. W pobliżu odcinka 5a nieruchomego uzwojenia statora 5 znajdował się liniowy czujnik 6 hallotronowy – AH3503, połączony z układem sterowania, który zmieniał kierunek przepływu prądu przez uzwojenie statora 5. Czujnik hallotronowy 6 połączony był z pierwszym wzmacniaczem operacyjnym 8a – LM358 w konfiguracji wzmacniacza nieodwracającego oraz z drugim wzmacniaczem operacyjnym 8b – LM358 w konfiguracji wzmacniacza odwracającego. Wzmacniacze operacyjne 8a, 8b połączone były z mostkiem H 9 – moduł IBT_2, który połączony był z końcami 7 uzwojenia statora 5. Mostek H 9 połączony był z regulatorem zmiany wypełnienia sygnału 10 – AVT735, który połączony był ze źródłem napięcia 11 – akumulatorem żelowym 12V/5 Ah.

Urządzenie w postaci silnika prądu stałego w drugim przykładzie wykonania, przedstawionym na fig. 2 składało się z rotora 1a w kształcie walca o średnicy 30 mm wykonanego z filamentu, zamocowanego na stalowej osi rotora 2. Na obrzeżach rotora 1a umieszczono w zespole magnesów trwałych 3b – pierścieniowy magnes wielobiegunowy, posiadający sześć biegunów. Były one rozmieszczone tak, że oś rotora 2 należała do płaszczyzn wyznaczonych przez linie międzybiegunowe 4 pomiędzy biegunami magnesu. Na zewnątrz rotora 1a znajdowało się nieruchome uzwojenie statora 5, składające się z połączonych szeregowo pięćdziesięciu miedzianych drutów nawojowych – DN2E o średnicy 0,75 mm i całkowitej rezystancji $R = 1,1 \Omega$. Uzwojenie statora 5 posiadało pierwsze odcinki 5a, których osie ułożone były równolegle do osi rotora 2 i drugie odcinki 5b, których osie ułożone były prostopadłe do osi rotora 2. Odcinki 5a, 5b nieruchomego uzwojenia statora 5 ułożone były w taki sposób, że w położeniu ustalonym rotora 1a leżały na płaszczyznach wyznaczonych przez linie międzybiegunowe 4 magnesu trwałego 3 rotora 1a. Osie odcinków 5a, 5b uzwojenia statora 5 leżały w równych odległościach 3 mm

od magnesu. W pobliżu odcinka 5a nieruchomego uzwojenia statora 5 znajdował się liniowy czujnik 6 hallotronowy – AH3503, połączony z układem sterowania, który zmieniał kierunek przepływu prądu przez uzwojenie statora 5.

Urządzenie w postaci silnika prądu stałego w trzecim przykładzie wykonania, przedstawionym na fig. 4 rysunku składało się z rotora 1a w kształcie wypełnionego torusa o średnicy 100 mm wykonanego z filamentu, zamocowanego na stalowej osi rotora 2. W wycięciach na obrzeżach rotora 1a umieszczonych było w zespole magnesów trwałych 3a - osiem magnesów neodymowych MW20x5/N38 w kształcie walców. Były one rozmieszczone w równych odległościach od siebie, o jednakowy kąt 45° względem osi rotora 2, w taki sposób, że bieguny sąsiadujących ze sobą magnesów były jednoimienne a oś rotora 2 należała do płaszczyzn wyznaczonych przez linie międzybiegunowe 4 pomiędzy biegunami magnesów. Na zewnątrz rotora 1a znajdowało się nieruchome uzwojenie statora 5, składające się z połączonych szeregowo pięćdziesięciu miedzianych drutów nawojowych – DN2E o średnicy 0,75 mm i całkowitej rezystancji $R = 1,5 \Omega$. Uzwojenie statora 5 posiadało trzecie odcinki 5c w postaci łuków, które ułożone były współosiowo z osiami magnesów. Odcinki 5c nieruchomego uzwojenia statora 5 ułożone były w taki sposób, że w położeniu ustalonym rotora 1a leżały na płaszczyznach wyznaczonych przez linie międzybiegunowe 4 magnesów rotora 1a. Osie odcinków 5c uzwojenia statora 5 leżały w równych odległościach 5 mm od magnesów. W pobliżu odcinka 5c nieruchomego uzwojenia statora 5 znajdował się liniowy czujnik 6 hallotronowy – AH3503, połączony z układem sterowania, który zmieniał kierunek przepływu prądu przez uzwojenie statora 5.

Urządzenie elektryczne w postaci silnika prądu stałego z zewnętrznym rotorem w czwartym przykładzie wykonania, przedstawionym na fig. 4 rysunku składało się z rotora 1b w kształcie pierścienia o średnicy wewnętrznej 96 mm, średnicy zewnętrznej 130 mm i wysokości 18 mm, wykonanego z filamentu. Rotor 1b z jednej strony posiadał zaślepienie, w którego osi zamocowana była stalowa oś rotora 2. Na obrzeżach rotora 1b umieszczono w zespole magnesów trwałych 3c – sześć magnesów neodymowych MPŁ15x15x15/N42. Były one rozmieszczone w równych odległościach od siebie, o jednakowy kąt 60° względem osi rotora 2, w taki sposób, że bieguny sąsiadujących ze sobą magnesów były jednoimienne a oś rotora 2 należała do płaszczyzn wyznaczonych przez linie międzybiegunowe 4 pomiędzy biegunami magnesów. Wewnątrz rotora 1b znajdowało się nieruchome uzwojenie statora 5, składające się z połączonych szeregowo pięćdziesięciu miedzianych drutów nawojowych – DN2E o średnicy 0,5 mm i całkowitej rezystancji $R = 3,6 \Omega$. Uzwojenie statora 5 posiadało pierwsze odcinki 5a, których osie ułożone były równoległe do osi rotora 2 i drugie odcinki 5b, których osie ułożone były prostopadłe do osi rotora 2. Odcinki 5a, 5b nieruchomego uzwojenia statora 5 ułożone były w taki sposób, że w położeniu ustalonym rotora 1b leżały na płaszczyznach wyznaczonych przez linie międzybiegunowe 4 w zespole magnesów trwałych 3c rotora 1b. Osie odcinków 5a, 5b uzwojenia statora 5 leżały w równych odległościach 3,5 mm od magnesów. W pobliżu odcinka 5a nieruchomego uzwojenia statora 5 znajdował się liniowy czujnik 6 hallotronowy – AH3503, połączony z układem sterowania, który zmieniał kierunek przepływu prądu przez uzwojenie statora 5.

Urządzenie w postaci silnika prądu stałego w piątym przykładzie wykonania, przedstawionym na fig. 5 składało się z rotora 1b w kształcie pierścienia o średnicy wewnętrznej 116 mm, średnicy zewnętrznej 130 mm i wysokości 18 mm, wykonanego z filamentu. Rotor 1b z jednej strony posiadał zaślepienie, w którego osi zamocowana była stalowa oś rotora 2. Wewnątrz rotora 1b umieszczono w zespole magnesów trwałych 3d pierścieniowy magnes wielobiegunowy o średnicy wewnętrznej 96 mm, średnicy zewnętrznej 116 mm i wysokości 18 mm, posiadający sześć biegunów. Były one rozmieszczone tak, że oś rotora 2 należała do płaszczyzn wyznaczonych przez linie międzybiegunowe 4 pomiędzy biegunami magnesu. Wewnątrz rotora 1b znajdowało się nieruchome uzwojenie statora 5 składające się z połączonych szeregowo pięćdziesięciu miedzianych drutów nawojowych – DN2E o średnicy 0,5 mm i całkowitej rezystancji $R = 3,6 \Omega$. Uzwojenie statora 5 posiadało pierwsze odcinki 5a, których osie ułożone były równoległe do osi rotora 2 i drugie odcinki 5b, których osie ułożone były prostopadłe do osi rotora 2. Odcinki 5a, 5b nieruchomego uzwojenia statora 5 ułożone były w taki sposób, że w położeniu ustalonym rotora 1b leżały na płaszczyznach wyznaczonych przez linie międzybiegunowe 4 w zespole magnesów trwałych 3d rotora 1b. Osie odcinków 5a, 5b uzwojenia statora 5 leżały w równych odległościach 3,5 mm od magnesów. W pobliżu odcinka 5a nieruchomego uzwojenia statora 5 znajdował się liniowy czujnik 6 hallotronowy – AH3503, połączony z układem sterowania, który zmieniał kierunek przepływu prądu przez uzwojenie statora 5. Na osi 2 rotora 1b zamocowany był czujnik położenia kąowego 12.

Urządzenie elektryczne w postaci dwurotorowego silnika prądu stałego w szóstym przykładzie wykonania, przedstawionym na fig. 6 rysunku składało się z wewnętrznego rotora 1a w kształcie walca o średnicy 80 mm, wykonanego z filamentu, zamocowanego na stalowej osi rotora 2. Na obrzeżach rotora 1a umieszczono w zespole magnesów trwałych 3a – sześć magnesów neodymowych MPŁ 15x15x15/N42. Były one rozmieszczone w równych odległościach od siebie, o jednakowy kąt 60° względem osi rotora 2, w taki sposób, że bieguny sąsiadujących ze sobą magnesów były jednoimienne a oś rotora 2 należała do płaszczyzn wyznaczonych przez linie międzybiegunowe 4 pomiędzy biegunami magnesów. Na zewnątrz rotora 1a znajdowało się nieruchome uzwojenie statora 5 składające się z połączonych szeregowo pięćdziesięciu miedzianych drutów nawojowych – DN2E o średnicy 0,5 mm i całkowitej rezystancji $R = 7,6 \Omega$. Uzwojenie statora 5 posiadało odcinki 5a, których osie ułożone były równoległe do osi rotora 2, a w położeniu ustalonym rotora 1a leżały na płaszczyznach wyznaczonych przez linie międzybiegunowe 4 w zespole magnesów trwałych 3a rotora 1a. Osie odcinków 5a uzwojenia statora 5 leżały w równych odległościach 3,5 mm od magnesów pierwszego rotora 1a. W pobliżu odcinka 5a nieruchomego uzwojenia statora 5 znajdował się liniowy czujnik 6 hallotronowy – AH3503, połączony z układem sterowania, który zmieniał kierunek przepływu prądu przez uzwojenie statora 5. Na zewnątrz uzwojenia statora 5, współosiowo do rotora 1a znajdował się drugi – zewnętrzny rotor 1b w kształcie pierścienia o średnicy wewnętrznej 190 mm, średnicy zewnętrznej 210 mm i wysokości 18 mm, wykonanego z filamentu. Pierścień był zaślepiony z jednej strony a zaślepienie posiadało w środku otwór wraz z zamocowanym do zaślepienia łożyskiem, które osadzone było obrotowo na stalowej osi rotora 2. Wewnątrz rotora 1b umieszczono w zespole magnesów trwałych 3d pierścieniowy magnes wielobiegunowy o średnicy wewnętrznej 180 mm, średnicy zewnętrznej 190 mm i wysokości 18 mm, posiadający sześć biegunów. Uzwojenie statora 5 posiadało dodatkowo odcinki 5d, których osie ułożone były równoległe do osi rotora 2, a w położeniu ustalonym rotora 1b leżały na płaszczyznach wyznaczonych przez linie międzybiegunowe 4 w zespole magnesów trwałych 3d rotora 1b. Osie odcinków 5d uzwojenia statora 5 leżały w równych odległościach 3,5 mm od magnesów drugiego rotora 1b. Były one rozmieszczone tak, że oś rotora 2 należała do płaszczyzn wyznaczonych przez linie międzybiegunowe 4 pomiędzy biegunami magnesu wielobiegunowego rotora 1b.

Działanie silnika prądu stałego z magnesami trwałymi polega na tym, że prąd płynący przez nieruchome uzwojenie statora 5 bezpośrednio oddziałuje z zespołem magnesów trwałych 3a, 3b, 3c, 3d rotora 1a, 1b, powodując powstanie siły przesuwającej zespół magnesów trwałych 3a, 3b, 3c, 3d w rotorze 1a, 1b względem uzwojenia statora 5, co powoduje powstanie ruchu obrotowego rotora 1a, 1b. Elektroniczny komutator z czujnikiem 6 zmienia kierunek prądu płynącego przez uzwojenie statora 5 w zależności od wykrytego przez czujnik 6 bieguna zespołu magnesów trwałych 3a, 3b, 3c, 3d w rotorze 1a, 1b.

Z wykorzystaniem silnika przeprowadzono badania bez obciążenia silnika, w których do końców 7 nieruchomego uzwojenia statora 5 podłączono komutator elektroniczny, który za pomocą sygnałów uzyskanych z czujnika 6 przełączał kierunek prądu pomiędzy końcami uzwojeń 7. Komutator elektroniczny zasilany był ze stabilizowanego zasilacza o regulowanym napięciu a prędkość obrotową silnika rejestrowano przy pomocy optycznego miernika prędkości obrotowej. Odczytane dane przedstawiono na fig. 7 rysunku.

Działanie prądnicy prądu stałego z magnesami trwałymi polega na tym, że wprawiony w ruch obrotowy rotor 1a, 1b, poprzez zamocowany na nim zespół magnesów trwałych 3a, 3b, 3c, 3d bezpośrednio oddziałuje z nieruchomym uzwojeniem statora 5, powodując powstanie w uzwojeniu statora 5 przepływu prądu zmieniającego kierunek w zależności od kolejności zmian biegunów magnetycznych na linii międzybiegunowej 4. Dołączony do końców uzwojenia 7 Mostek Graetz'a za pomocą diod prostowniczych ukierunkowuje prąd tak, że na wyjściu mostka ma on jeden kierunek, a dołączony równoległe kondensator elektrolityczny wyrównuje potencjał wyjściowy zmniejszając tętnienia.

Z wykorzystaniem prądnicy przeprowadzono badania z rezystorem obciążającym, podczas których do końców 7 nieruchomego uzwojenia statora 5 podłączono diody prostownicze w układzie mostka Graetz'a, a do spolaryzowanych wyjść podłączono równoległe kondensator elektrolityczny $1000 \mu\text{F}/35\text{V}$ i rezystor obciążający $1 \text{ k}\Omega$. Napięcie stałe na wyjściu mostka Graetz'a mierzono za pomocą cyfrowego multimetru a prędkość obrotową prądnicy rejestrowano przy pomocy optycznego miernika prędkości obrotowej. Odczytane dane przedstawiono na fig. 8 rysunku.

Działanie hamulca prądu stałego z magnesami trwałymi polega na tym, że rotor 1a, 1b, wprawiony zewnętrznie w ruch obrotowy, poprzez zmiany kolejności biegunów w zespole magnesów trwałych 3a, 3b, 3c, 3d wymusza zmiany sygnałów na zamocowanym do nieruchomego uzwojenia statora

5 czujniku 6 połączonym z elektronicznym komutatorem. Prąd płynący z komutatora przez nieruchome uzwojenie statora 5 bezpośrednio oddziałuje z zespołem magnesów trwałych 3a, 3b, 3c, 3d rotora 1a, 1b, powodując powstanie siły oddziałującej na bieguny w rotorze 1a, 1b względem uzwojenia statora 5, co powoduje powstanie siły hamującej ruch obrotowy rotora 1a, 1b.

Zastrzeżenia patentowe

1. Urządzenie elektryczne posiadające magnesy trwałe, rotor, uzwojenie statora i oś rotora, w którym rotor, zamocowany jest na osi rotora, zaś na obrzeżach rotora znajdują się rozmieszczone w równych odległościach od siebie, o jednakowy kąt względem osi rotora pary biegunów zespołu magnesów trwałych posiadającego bieguny w parzystej ilości oraz bezrdzeniowego nieruchomego uzwojenia statora otaczającego rotor, **znamiennie tym**, że oś rotora (2) należy do płaszczyzn wyznaczonych przez linie międzybiegunowe (4) pomiędzy biegunami zespołu magnesów trwałych (3a, 3b, 3c, 3d), zaś w położeniu ustalonym rotora (1a, 1b) w pobliżu linii międzybiegunowych (4) zespołu magnesów trwałych (3a, 3b, 3c, 3d) znajdują się odcinki (5a, 5b, 5c, 5d) nieruchomego uzwojenia statora (5) pokrywane się z płaszczyznami wyznaczonymi przez linie międzybiegunowe (4) rotora (1a, 1b), przy czym w pobliżu co najmniej jednego z odcinków (5a, 5b, 5c, 5d) nieruchomego uzwojenia statora (5) umieszczony jest czujnik (6) umożliwiający wykrycie biegunów zespołu magnesów trwałych (3a, 3b, 3c, 3d).
2. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że rotor (1a) posiada kształt walca.
3. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że rotor (1b) posiada kształt pierścienia.
4. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że zespół magnesów trwałych (3a, 3c) składa się z magnesów trwałych umieszczonych w taki sposób, że bieguny sąsiadujących ze sobą magnesów trwałych są jednoimienne.
5. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że zespół magnesów trwałych (3b, 3d) jest magnesem wielobiegunowym.
6. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że osie pierwszych odcinków (5a) uzwojenia statora (5) leżą równolegle do osi rotora (2).
7. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że osie drugich odcinków (5b) uzwojenia statora (5) leżą prostopadle do osi rotora (2).
8. Urządzenie według zastrz. 2, **znamiennie tym**, że magnesy w zespole magnesów trwałych (3a) posiadają kształt walca, zaś trzecie odcinki (5c) uzwojenia statora (5) posiadają zarysy łuków.
9. Urządzenie według zastrz. od 1 do 8, **znamiennie tym**, że osie odcinków (5a, 5b, 5c, 5d) uzwojenia statora (5) leżą w równych odległościach od magnesów zespołu magnesów trwałych (3a, 3b, 3c, 3d).
10. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że czujnik (6) jest czujnikiem hallotronowym.
11. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że czujnik (6) jest czujnikiem indukcyjnym.
12. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że w osi rotora (2) zamocowany jest czujnik położenia kąowego (12).
13. Układ do sterowania urządzeniem elektrycznym w postaci silnika albo hamulca prądu stałego według zastrz. 1, posiadający czujnik hallotronowy, wzmacniacze operacyjne, mostek H i regulator napięcia, **znamiennie tym**, że w pobliżu co najmniej jednego z odcinków (5a, 5b, 5c, 5d) nieruchomego uzwojenia statora (5) umieszczony jest czujnik (6) w postaci czujnika hallotronowego, który połączony jest z pierwszym wzmacniaczem operacyjnym (8a) w konfiguracji wzmacniacza nieodwracającego oraz z drugim wzmacniaczem operacyjnym (8b) w konfiguracji wzmacniacza odwracającego, natomiast wzmacniacze operacyjne (8a, 8b) połączone są z mostkiem H (9), który połączony jest z uzwojeniem statora (5) oraz mostek H (9) połączony jest z regulatorem zmiany wypełnienia sygnału (10), który połączony jest ze źródłem napięcia (11).

Rysunki

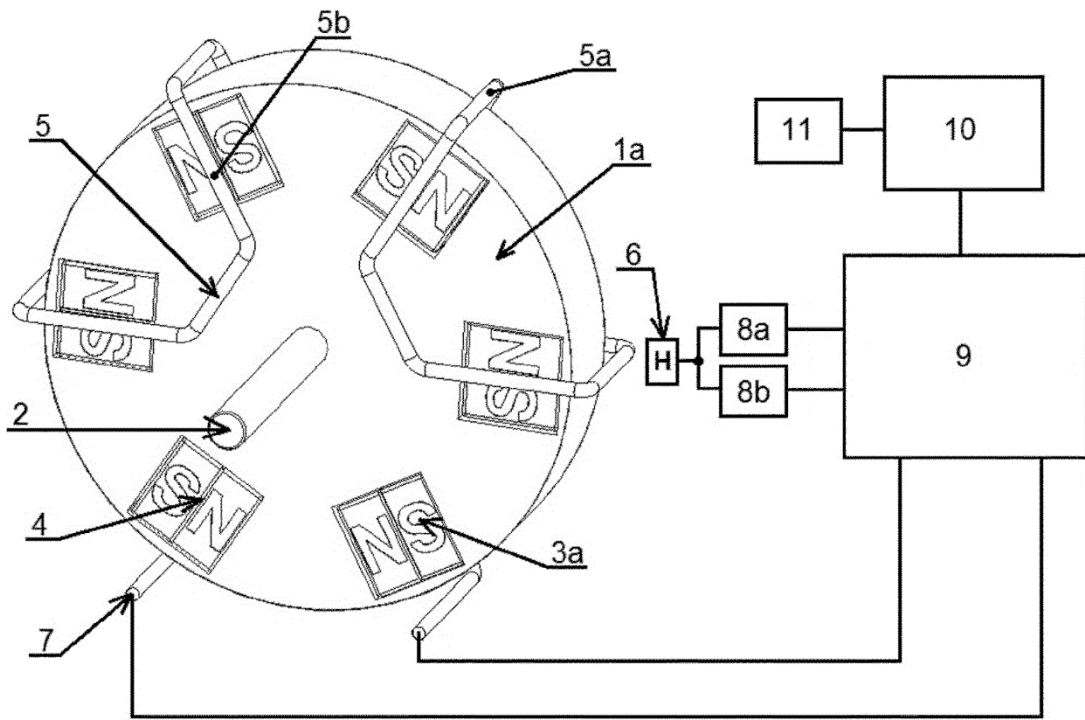


Fig. 1

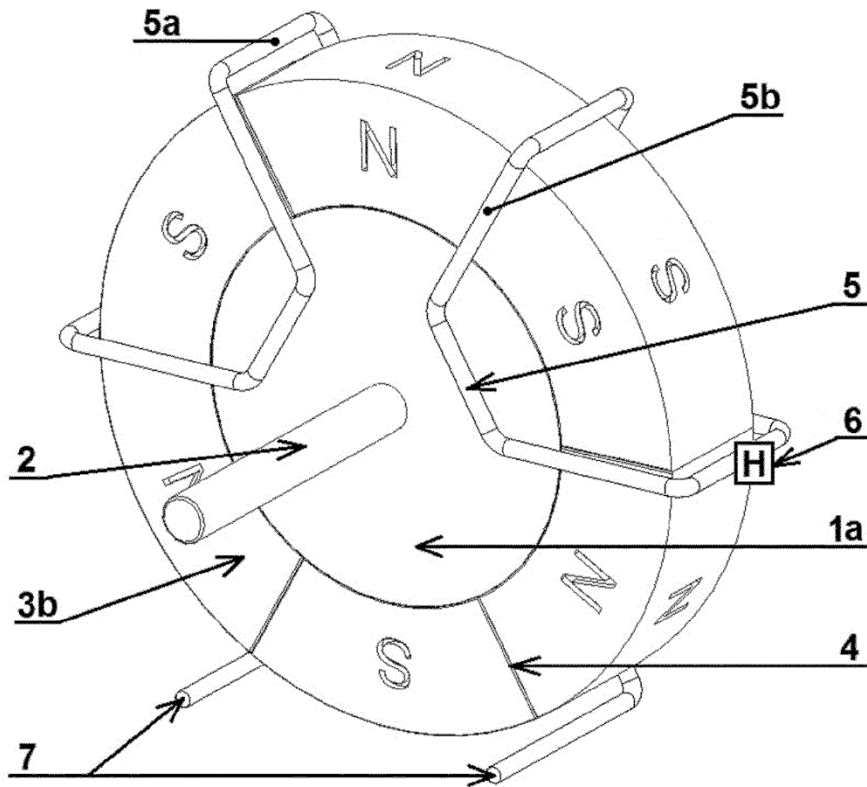


Fig. 2

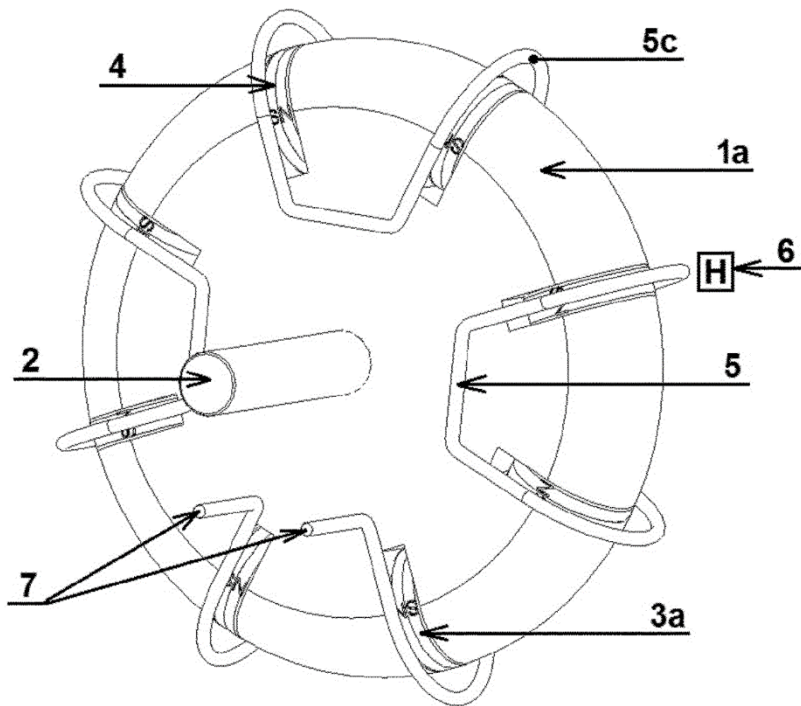


Fig. 3

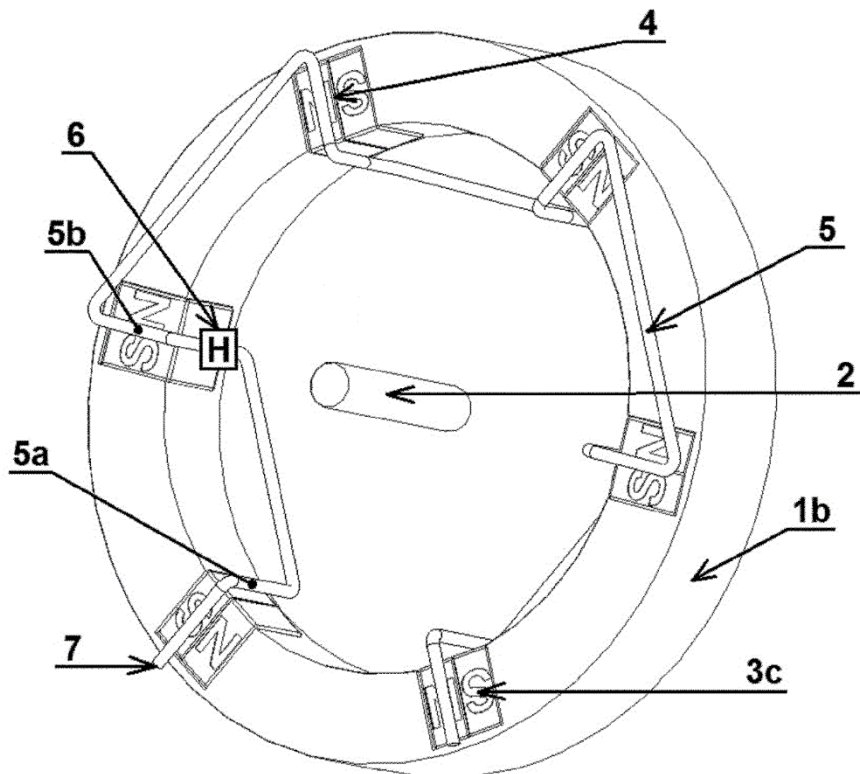


Fig. 4

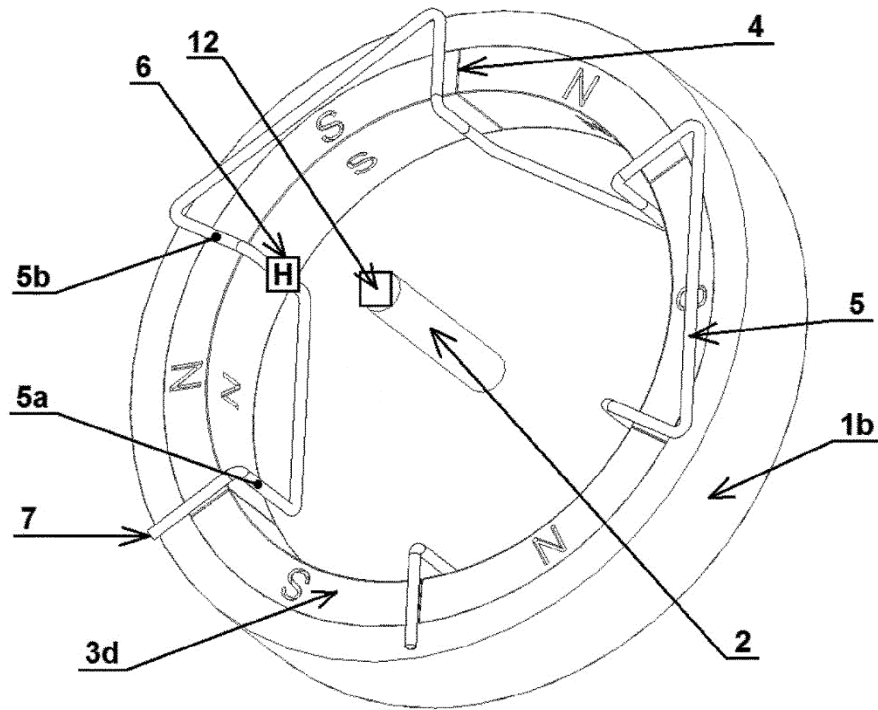


Fig. 5

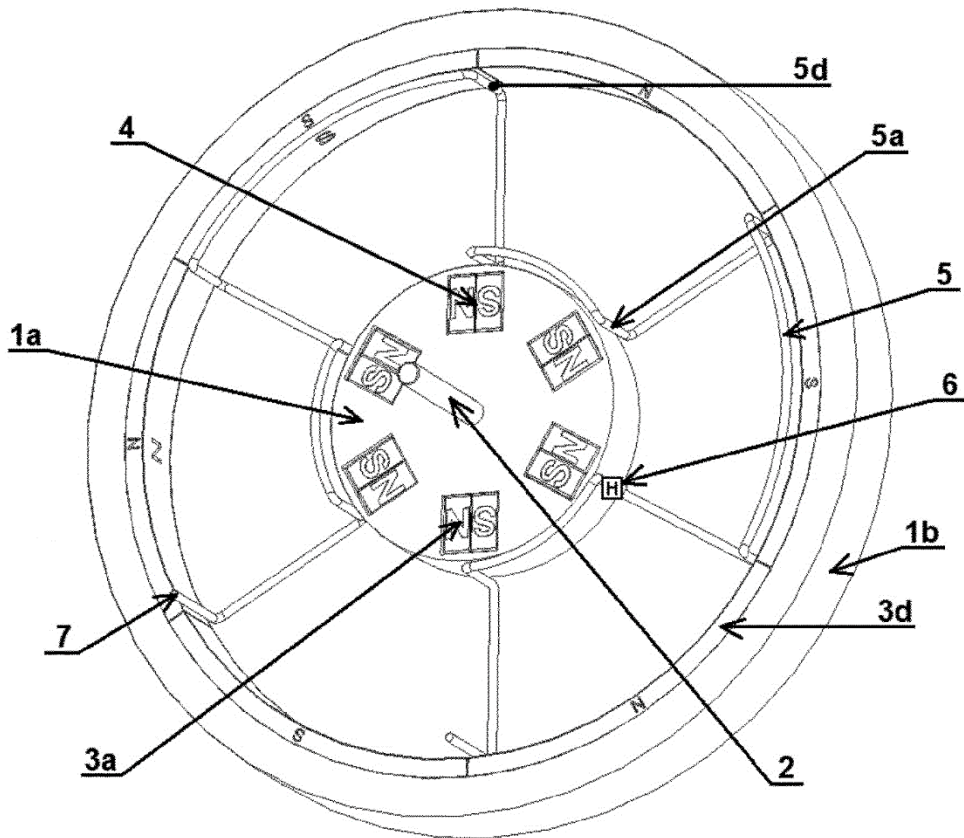


Fig. 6

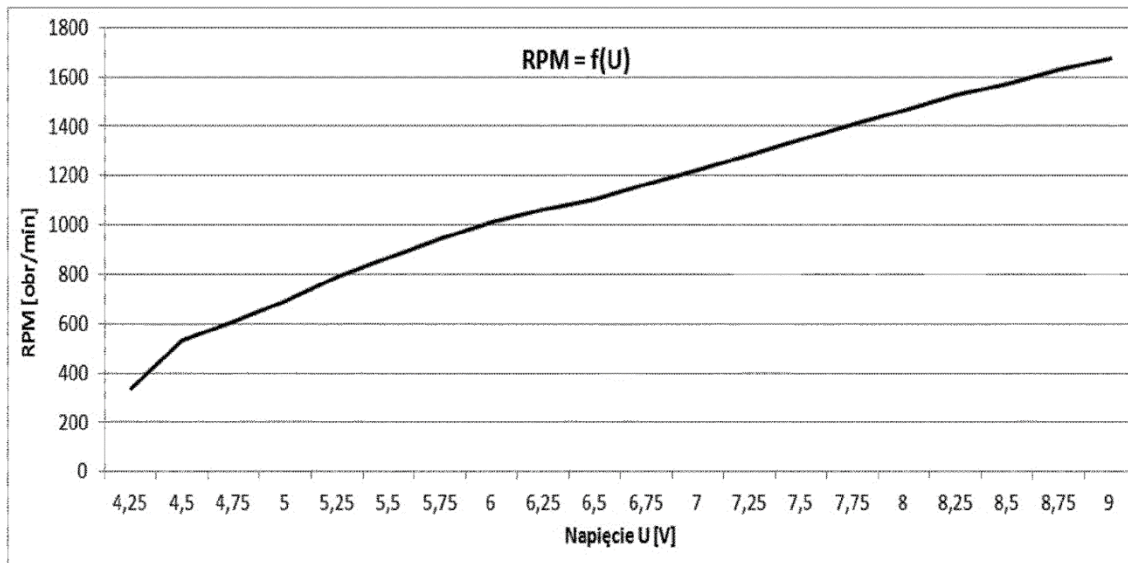


Fig. 7

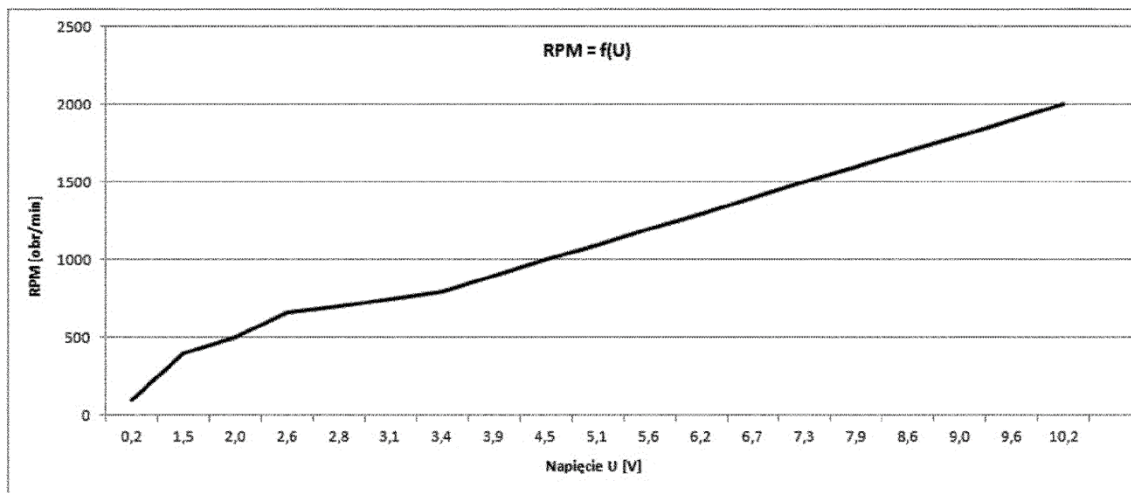


Fig. 8