

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **223396**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **396979**

(51) Int.Cl.
H02P 25/08 (2006.01)
H02P 6/18 (2006.01)

(22) Data zgłoszenia: **14.11.2011**

(54) **Sposób bezczujnikowego sterowania wysokoobrotowego przełączalnego silnika reluktancyjnego i układ do bezczujnikowego sterowania wysokoobrotowego przełączalnego silnika reluktancyjnego**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
27.05.2013 BUP 11/13

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
31.10.2016 WUP 10/16

(73) Uprawniony z patentu:

**AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA
IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE,
Kraków, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**ALEKSANDER DZIADECKI, Kraków, PL
JANUSZ GRZEGORSKI, Kraków, PL
JÓZEF SKOTNICZNY, Kraków, PL**

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Alina Magońska

PL 223396 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób bezczujnikowego sterowania wysokoobrotowego przełączalnego silnika reluktancyjnego oraz układ przeznaczony do bezczujnikowego sterowania wysokoobrotowego przełączalnego silnika reluktancyjnego mający zastosowanie w elektrycznych urządzeniach napędowych.

Znany jest z amerykańskiego opisu patentowego nr US 6 107 772 (A), sposób sterowania przełączalnego silnika reluktancyjnego nie wymagający stosowania czujnika położenia wirnika. Sposób polega na tym, że po zapewnieniu odpowiedniej wartości prądu w uzwojeniu pierwszej fazy silnika, podczas przedziału przewodzenia, w drugiej fazie silnika mierzy się czas narastania prądu pomiędzy dwoma określonymi poziomami. Ponieważ czas narastania prądu jest proporcjonalny do indukcyjności fazy, to na tej podstawie ustala się położenie wirnika. Prądem roboczym zasila się, więc uzwojenie pierwszej fazy, a w drugiej fazie przeprowadza się pomiar czasu narastania prądu na podstawie, którego otrzymuje się kolejne przedziały przewodzenia w fazach zgodnych z położeniem wirnika.

Znany jest także z amerykańskiego opisu patentowego nr US 5 589 751 sposób sterowania przełączalnego silnika reluktancyjnego, który polega na tym, że do kolejnych faz silnika załącza się impulsy napięcia i w każdej z tych faz oddzielnie mierzy się wartości pochodnych prądu, które porównuje, za pomocą komparatorów, z ustalonymi dla każdej fazy wartościami referencyjnymi. Otrzymane w wyniku porównań sygnały wykorzystuje się do sterowania łącznikami energoelektronicznymi w celu komutacji prądu pomiędzy uzwojeniami maszyny.

Znany jest z amerykańskiego zgłoszenia patentowego nr US 2009/0218973 bezczujnikowy sposób sterowania silnika reluktancyjnego, którego stojan silnika wyposażony jest w dwa uzwojenia, które częściowo się pokrywają, czyli część zębów stojana jest obejmowana przez oba uzwojenia dzięki czemu indukcyjność wzajemna obu uzwojeń silnie zależy od położenia wirnika. W czasie pracy napędu kontroluje się w uzwojeniach wartości prądów, pochodnych prądów i indukowanych w tych uzwojeniach napięć. Dzięki oddziaływaniu pochodnej prądu w jednym uzwojeniu powodującym powstanie siły elektromotorycznej w drugim uzwojeniu, uzyskuje się możliwość ustalenia położenia wirnika.

Z japońskiego opisu patentowego nr JPH 10 225 174 znany jest obwód komutacyjny umożliwiający dokładne ustalenie położenia kąowego wirnika względem stojana w celu dokonania przełączeń wielofazowego, bezszczotkowego silnika, w którym nie stosuje się czujników zbliżeniowych. Ustalenie pozycji wirnika, w których należy dokonać przełączeń uzwojeń stojana dokonuje się przez zróżniczkowanie wartości prądu w uzwojeniu stojana, następnie porównaniu otrzymanej wartości z wartością wstępnie ustaloną.

W wymienionych rozwiązaniach wykorzystuje się efekt zmiany wartości indukcyjności uzwojenia w zależności od kąowego położenia wirnika względem stojana. W silnikach reluktancyjnych ruchomy element magnetyczny – wirnik i nieruchomy element magnetyczny – stator posiadają różne ilości nabiegunków, przykładowo odpowiednio 6 i 8. Taka konfiguracja sprawia, że podczas, gdy w jednym miejscu nabiegunki rotora są zbliżone do nabiegunków statora to w innym są oddalone. Podczas obrotu wirnika, w miarę zbliżania się nabiegunków wirnika do nabiegunków statora, maleje reluktancja magnetyczna lokalnego obwodu magnetycznego. Jeżeli ten lokalny obwód magnetyczny obejmuje strumień magnetyczny wytworzony przez wybrane uzwojenie to wartość indukcyjności wybranego uzwojenia będzie uzależniona od położenia kąowego wirnika. Metoda ta umożliwia określenie położenia kąowego wirnika względem stojana. Wartość indukcyjności uzwojenia najkorzystniej określa się poprzez pomiar szybkości narastania prądu w uzwojeniu. Zazwyczaj wykorzystuje się pomiar szybkości narastania i szybkości opadania prądu w uzwojeniu. W silnikach reluktancyjnych prąd zasilania uzwojeń roboczych zazwyczaj stabilizowany jest metodą impulsową poprzez cykliczne załączanie uzwojenia i odłączanie od źródła napięcia stałego. Ta okoliczność sprawia, że do pomiaru wartości indukcyjności uzwojenia możliwe jest wykorzystanie już istniejących obwodów, które służą do stabilizacji prądu roboczego. Znakomicie upraszcza to obwód sterujący i poprawia jego niezawodność. Jednakże wartość szybkości narastania prądu w uzwojeniu roboczym uzależniona jest nie tylko od położenia kąowego wirnika względem stojana, lecz również od kilku innych parametrów. Ta cecha sprawia, że konieczne jest wprowadzenie dodatkowej korekty w procesie dynamicznej kontroli silnika reluktancyjnego.

Rozwiązanie według wynalazku umożliwia rozwiązanie tego problemu.

Istota sposobu sterowania bezczujnikowego silnika reluktancyjnego, w którym śledzi się szybkości zmian wartości prądu w uzwojeniu roboczym poprzez pomiary chwilowych wartości pochodnych prądu oddzielnie dla procesu narastania prądu oraz procesu opadania prądu, polega na tym, że ostatnią zmierzoną dla każdego procesu narastania prądu wartość jego pochodnej rejestruje się w bloku pamięci pochodnej dodatniej i utrzymuje ją na niezmiennym poziomie w czasie trwania pomiaru pochodnej opadającego prądu i analogicznie ostatnią zmierzoną dla każdego procesu opadania prądu wartość jego pochodnej rejestruje się w bloku pamięci pochodnej ujemnej i utrzymuje ją na niezmiennym poziomie w czasie trwania pomiaru pochodnej narastającego prądu, przy czym wartości pochodnych prądu w czasie narastania i opadania śledzi się w odrębnych torach pomiarowych.

Układ do bezczujnikowego sterowania wysokoobrotowego przełączalnego silnika reluktancyjnego według wynalazku ma pierwszy obwód wyznaczania pochodnej prądu połączony poprzez blok pamięci pochodnej dodatniej i pierwszy blok komparacji z blokiem kontrolno-sterującym, ponadto ma drugi obwód wyznaczania pochodnej prądu, który jest połączony z blokiem kontrolno-sterującym poprzez blok pamięci pochodnej ujemnej i drugi blok komparacji. Ponadto, blok kontrolno-sterujący jest połączony z blokiem rozdzielacza impulsów sterujących.

Przedmiot wynalazku w przykładzie wykonania uwidocznił na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia blokowy schemat układu sterującego silnikiem reluktancyjnym, fig. 2 poglądowe przebiegi sygnałów elektrycznych, fig. 3 schemat połączeń zasilania uzwojeń fazowych silnika reluktancyjnego, a fig. 4 przebiegi zmian indukcyjności uzwojeń fazowych silnika reluktancyjnego w funkcji kąta obrotu wirnika dla silnika posiadającego trzy pary uzwojeń stojana i dwie pary biegunów wirnika.

Przykładowy opis procesu sterowania przełączalnego silnika reluktancyjnego posiadającego trzy pary biegunów stojana.

Proces sterowania silnika polega na tym, że do jednego z uzwojeń stojana dołącza się napięcie zasilające. W uzwojeniu tym mierzy się wartość pochodnej narastającego prądu i porównuje ją z wartością progu odniesienia pochodnej dodatniej. Jednocześnie za pośrednictwem bloku kontroli prądu zasilania kontroluje się chwilową wartość prądu płynącego w uzwojeniu i jeśli przekroczy ona górny próg regulatora dwupołożeniowego odłącza się napięcie zasilające od danego uzwojenia. Mierzy się wtedy w tym uzwojeniu wartość pochodnej malejącego prądu i porównuje ją z wartością progu odniesienia pochodnej ujemnej. W dalszym ciągu w znany sposób kontroluje się chwilową wartość prądu płynącego w uzwojeniu i jeśli przekroczy ona dolny próg regulatora dwupołożeniowego załącza się ponownie napięcie zasilające do danego uzwojenia. Wymienione czynności wykonuje się cyklicznie do momentu, w którym jedna z kontrolowanych pochodnych prądu nie obniży swojej wartości poniżej wartości odpowiadającego jej progu odniesienia, czyli pochodna rosnącego prądu poniżej wartości progu odniesienia pochodnej dodatniej lub pochodna malejącego prądu poniżej wartości progu odniesienia pochodnej ujemnej. Wówczas odłącza się napięcie zasilania od dotychczas zasilanego uzwojenia stojana silnika i załącza do następnego, wynikającego z przyjętej sekwencji wirowania, uzwojenia stojana, w którym cyklicznie wykonuje się pomiary pochodnych prądów w celu wyznaczenia kolejnego momentu, w którym należy przełączyć napięcie zasilające do kolejnego następnego, wynikającego z przyjętej sekwencji wirowania, uzwojenia stojana silnika. Wartości progów odniesienia pochodnej dodatniej i pochodnej ujemnej ustala się dla takiego położenia wirnika względem stojana silnika, w którym, biorąc pod uwagę najbardziej optymalne warunki dla wytworzenia przez silnik maksymalnej wartości momentu elektromechanicznego, powinna następować komutacja prądu z danej fazy silnika do jego następnej fazy wynikającej z przyjętej sekwencji wirowania. Wartość progu odniesienia pochodnej ujemnej, przy założeniu, że wartość spadku napięcia na diodzie, która zamyka obwód dla płynącego wtedy prądu jest pomijalnie mała, określa się jako w przybliżeniu proporcjonalną do stosunku iloczynu uśrednionej wartości prądu roboczego uzwojenia i aktualnej prędkości obrotowej wirnika do indukcyjności uzwojenia, przy której powinna następować komutacja prądu z danej fazy roboczej silnika do jego następnej fazy wynikającej z przyjętej sekwencji wirowania. Wartość progu odniesienia pochodnej dodatniej określa się, jako w przybliżeniu proporcjonalną do stosunku różnicy napięcia zasilającego i iloczynu uśrednionej wartości prądu roboczego uzwojenia i aktualnej prędkości obrotowej wirnika do indukcyjności uzwojenia, przy której powinna następować komutacja prądu z danej fazy roboczej silnika do jego następnej fazy wynikającej z przyjętej sekwencji wirowania.

Układ do bezczujnikowego sterowania wysokoobrotowego przełączalnego silnika reluktancyjnego według wynalazku ma blok kontrolno-sterujący 1, którego wejścia są połączone: pierwsze z wyjściem komparatora pochodnej dodatniej prądu 2; drugie z wyjściem komparatora pochodnej ujemnej prądu 3; trzecie z sygnałem pomiarowym chwilowej wartości prądu I; czwarte z wyjściem bloku kontroli

prądu zasilania $\underline{8}$. Z kolei wyjścia bloku kontrolno-sterującego $\underline{1}$ są połączone: pierwsze z wejściem obwodu wyznaczania pochodnej dodatniej prądu $\underline{6}$; drugie z wejściem obwodu wyznaczania pochodnej ujemnej prądu $\underline{7}$; trzecie z wejściem komparatora pochodnej dodatniej prądu $\underline{2}$; czwarte z wejściem komparatora pochodnej ujemnej prądu $\underline{3}$ oraz kolejne trzy wyjścia sterujące F1, F2, F3 połączone do wejść bloku rozdzielacza impulsów sterujących $\underline{9}$. Sygnał wyjściowy z bloku kontroli prądu zasilania $\underline{8}$ jest ponadto doprowadzony do obwodu wyznaczania pochodnej dodatniej prądu $\underline{6}$, do obwodu wyznaczania pochodnej ujemnej prądu $\underline{7}$, do bloku pamięci pochodnej dodatniej prądu $\underline{4}$, do bloku pamięci pochodnej ujemnej prądu $\underline{5}$ oraz do bloku rozdzielacza impulsów sterujących $\underline{9}$. Wyjście obwodu wyznaczania pochodnej dodatniej prądu $\underline{6}$ jest połączone z wejściem komparatora pochodnej dodatniej prądu $\underline{2}$ poprzez blok pamięci pochodnej dodatniej prądu $\underline{4}$, a wyjście obwodu wyznaczania pochodnej ujemnej prądu $\underline{7}$ jest połączone z wejściem komparatora pochodnej ujemnej prądu $\underline{3}$ poprzez blok pamięci pochodnej ujemnej prądu $\underline{5}$. Sygnał pomiarowy chwilowej wartości prądu I jest doprowadzony również do wejścia obwodu wyznaczania pochodnej dodatniej prądu $\underline{6}$ i do wejścia obwodu wyznaczania pochodnej ujemnej prądu $\underline{7}$ oraz do wejścia bloku kontroli prądu zasilania $\underline{8}$, do którego doprowadzony jest również sygnał prądu zadanego I_{zad} . Blok rozdzielacza impulsów sterujących $\underline{9}$ ma sześć wyjść dla sygnałów wyjściowych T1, T2, T3, T4, T5 i T6 sterującymi kluczami w obwodzie zasilania uzwojeń fazowych silnika.

Opis działania układu

Schemat blokowy bezczujnikowego sterowania wysokoobrotowego przełączalnego silnika reluktancyjnego według wynalazku układu pokazano na fig. 1, przykładowe przebiegi czasowe sygnałów prądu I , pochodnej ujemnej prądu P_u , pochodnej dodatniej prądu P_d oraz sygnały wyjściowe komparatorów pochodnej ujemnej K_u i dodatniej K_d prądu silnika przedstawiono na fig. 2, a na fig. 3 schemat połączeń zasilania uzwojeń fazowych silnika reluktancyjnego. Jeżeli sygnał zadający prąd I_{zad} ma wartość większą od wartości napięcia na rezystorze R (fig. 3), która jest proporcjonalna do chwilowej wartości prądu mierzonego I , to sygnał wyjściowy bloku kontroli prądu zasilania $\underline{8}$ przyjmuje wartość jedynki logicznej. Jeśli wtedy sygnał wyjściowy F1 bloku kontrolno-sterującego $\underline{1}$ jest aktywny, to klucze T1 i T2 (fig. 3) zostają zamknięte. Uzwojenie fazy L1 (fig. 3) zostaje załączone do napięcia zasilającego U_z , prąd płynący przez to uzwojenie zwiększa swą wartość. Na wyjściu obwodu wyznaczania pochodnej dodatniej prądu $\underline{6}$ pojawia się sygnał pochodnej dodatniej prądu, który poprzez blok pamięci pochodnej dodatniej prądu $\underline{4}$ dołączony do komparatora pochodnej dodatniej prądu $\underline{2}$ jest porównywany z wartością progu odniesienia pochodnej dodatniej P_{dza} obliczoną w układzie kontrolno-sterującym $\underline{1}$ na podstawie bieżącej chwilowej wartości prądu I , chwilowej wartości prędkości obrotowej ω i napięcia zasilającego U_z . Wzrost wartości prądu I w uzwojeniu L1 silnika do górnego progu bloku kontroli prądu zasilania $\underline{8}$ powoduje zmianę jego sygnału wyjściowego. W wyniku tego klucz T1 zostaje otwarty i prąd uzwojenia L1 płynąc w obwodzie utworzonym przez diodę D1 zmniejsza swą wartość. Ostatnia zmierzona wartość sygnału pochodnej dodatniej zostaje zapamiętana w bloku pamięci pochodnej dodatniej prądu $\underline{4}$. Na wyjściu obwodu wyznaczania pochodnej ujemnej prądu $\underline{7}$ pojawia się sygnał pochodnej ujemnej prądu, który poprzez blok pamięci pochodnej ujemnej prądu $\underline{5}$ doprowadzony do komparatora pochodnej ujemnej prądu $\underline{3}$ jest porównywany z wartością progu odniesienia pochodnej ujemnej P_{dza} obliczoną w układzie kontrolno-sterującym $\underline{1}$ na podstawie bieżącej chwilowej wartości prądu I oraz chwilowej wartości prędkości obrotowej ω . Obniżenie wartości prądu I uzwojenia L1 poniżej dolnego progu ustalonego dla bloku kontroli prądu zasilania $\underline{8}$ powoduje zmianę jego sygnału wyjściowego, włączenie klucza T1 i ponownie prąd I w uzwojeniu L1 zaczyna zwiększać swą wartość. Ostatnia zmierzona wartość sygnału pochodnej ujemnej zostaje zapamiętana w bloku pamięci pochodnej ujemnej $\underline{5}$. Blok kontroli prądu zasilania $\underline{8}$ utrzymuje średnią wartość prądu uzwojenia L1 na zadanym poziomie I_{zad} , przez załączanie i wyłączenie klucza T1, do momentu, w którym wartość jednej z pochodnych nie zmniejszy się poniżej odpowiadającego jej progu odniesienia.

Na fig. 2 pokazano przykładowo, że następuje to na skutek obniżenia się wartości bezwzględnej pochodnej ujemnej P_u do wartości progu odniesienia pochodnej ujemnej P_{uzad} , co zaznaczono pionową linią kropkowaną z cyfrą 1. Następuje wówczas zadziałanie komparatora pochodnej ujemnej prądu K_u $\underline{3}$ i na podstawie jego sygnału wyjściowego blok kontrolno-sterujący $\underline{1}$ zmienia stany sygnałów wyjściowych F1, F2. W rezultacie uzwojenie fazy L1 silnika jest wyłączone z pracy, bo klucze T1, T2 zostają otwarte, a następuje zamknięcie kluczy T3, T4 i załączenie prądu roboczego do uzwojenia L2. W wyniku tego prąd I w tym uzwojeniu narasta pod wpływem napięcia zasilającego U_z , do wartości kontrolowanej przez blok kontroli prądu zasilania $\underline{8}$. Podobnie jak poprzednio na wyjściu obwodu wyznaczania pochodnej dodatniej prądu $\underline{6}$ pojawia się sygnał pochodnej dodatniej prądu, który poprzez

blok pamięci pochodnej dodatniej prądu 4 dołączony do komparatora pochodnej dodatniej prądu 2 jest porównywany z wartością progu odniesienia pochodnej dodatniej P_{dzad} obliczoną w układzie kontrolno-sterującym 1 na podstawie bieżącej chwilowej wartości prądu I, chwilowej wartości prędkości obrotowej ω i napięcia zasilającego U_z . Wzrost wartości prądu I w uzwojeniu L2 silnika do górnego progu bloku kontroli prądu zasilania 8 powoduje zmianę jego sygnału wyjściowego. W wyniku tego klucz T3 zostaje otwarty i prąd uzwojenia L2 płynąc w obwodzie utworzonym przez diodę D3 zmniejsza swą wartość. Ostatnia zmierzona wartość sygnału pochodnej dodatniej zostaje zapamiętana w bloku pamięci pochodnej dodatniej prądu 4. Na wyjściu obwodu wyznaczania pochodnej ujemnej prądu 7 pojawia się sygnał pochodnej ujemnej prądu, który poprzez blok pamięci pochodnej ujemnej prądu 5 doprowadzony do komparatora pochodnej ujemnej prądu 3 jest porównywany z wartością progu odniesienia pochodnej ujemnej P_{uzad} obliczoną w układzie kontrolno-sterującym 1 na podstawie bieżącej chwilowej wartości prądu I oraz chwilowej wartości prędkości obrotowej ω . Obniżenie wartości prądu I uzwojenia L2 poniżej dolnego progu ustalonego dla bloku kontroli prądu zasilania 8 powoduje zmianę jego sygnału wyjściowego, włączenie klucza T3 i ponownie prąd I w uzwojeniu L2 zaczyna zwiększać swą wartość. Ostatnia zmierzona wartość sygnału pochodnej ujemnej zostaje zapamiętana w bloku pamięci pochodnej ujemnej 5. Blok kontroli prądu zasilania 8 utrzymuje średnią wartość prądu uzwojenia L2 na zadanym poziomie I_{zad} , przez załączanie i wyłączenie klucza T3, do momentu, w którym wartość jednej z pochodnych nie zmniejszy się poniżej odpowiadającego jej progu odniesienia.

Na fig. 2 pokazano przykładowo, że następuje to na skutek obniżenia się wartości bezwzględnej pochodnej dodatniej P_d do wartości progu odniesienia pochodnej dodatniej P_{dzad} , co zaznaczono pionową linią kropkowaną z cyfrą 2. Następuje wówczas zadziałanie komparatora pochodnej dodatniej prądu Ku 4 i na podstawie jego sygnału wyjściowego blok kontrolno-sterujący 1 zmienia stany sygnałów wyjściowych F2, F3. W rezultacie uzwojenie fazy L2 silnika jest wyłączone z pracy, bo klucze T3, T4 zostają otwarte, a następuje zamknięcie kluczy T5, T6 i załączenie prądu roboczego do uzwojenia L3. W wyniku tego prąd I w tym uzwojeniu narasta pod wpływem napięcia zasilającego U_z , do wartości kontrolowanej przez blok kontroli prądu zasilania 8. Cały proces kluczowania prądu I przez blok kontroli zasilania 8 i kontroli wartości pochodnych prądu przez komparatory pochodnej ujemnej prądu Ku i pochodnej dodatniej prądu Kd powtarza się cyklicznie w każdym z załączanych do pracy, wynikających z przyjętej sekwencji wirowania, uzwojeń fazowych silnika. Do wyznaczenia wartości progów odniesienia pochodnej dodatniej P_{dzad} i pochodnej ujemnej P_{uzad} konieczna jest znajomość przebiegu zmian indukcyjności uzwojeń fazowych silnika w funkcji kąta obrotu wirnika pokazanych na fig. 4. W celu wytworzenia maksymalnego momentu elektromechanicznego wytwarzanego przez silnik przepływu prądu w jego uzwojeniach fazowych przypada w zakresie maksymalnego wzrostu indukcyjności danego uzwojenia ze wzrostem kąta obrotu wirnika względem stojana silnika dla przyjętego następowstwa załączania uzwojeń fazowych L1, L2, L3. Wyłączenie prądu z danego uzwojenia następuje przed wystąpieniem maksymalnej wartości indukcyjności uzwojenia, a wartość indukcyjności, przy której to następuje L_{wy} jest podstawą do wyznaczenia wartości progów odniesienia pochodnej dodatniej P_{dzad} i pochodnej ujemnej P_{uzad} czyli:

$$P_{uzad} \approx k_1 \frac{U_D + k_2 \cdot I \cdot \omega}{L_{wy}}$$

$$P_{dzad} \approx k_3 \frac{U_z - k_4 \cdot I \cdot \omega}{L_{wy}}$$

gdzie:

k_1, k_2, k_3, k_4 - współczynniki proporcjonalności,

I - uśredniona wartość prądu w zasilanym uzwojeniu,

ω - chwilowa wartość prędkości obrotowej wirnika silnika,

U_z - wartość napięcia zasilającego uzwojenia silnika,

U_D - wartość spadku napięcia na diodzie (odpowiednio D1, D3 lub D5).

Do obliczeń P_{dzad} i P_{uzad} dla silnika reluktancyjnego, którego przebiegi zmian indukcyjności połączonych szeregowo uzwojeń dwu biegunów każdej z faz w funkcji kąta obrotu wirnika pokazano na fig. 4 przyjmowano wartość indukcyjności L_{wy} równą lub mniejszą niż 1,6 mH.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób bezczujnikowego sterowania wysokoobrotowego przełączalnego silnika reluktancyjnego, w którym wartość natężenia prądu zasilającego uzwojenia robocze kontroluje się regulatorem, którego działanie powoduje okresowe załączenie uzwojenia do źródła napięcia stałego, w czasie którego następuje narastanie prądu roboczego silnika, oraz okresowe odłączenie od źródła napięcia stałego, w czasie którego następuje opadanie prądu roboczego silnika, w którym ponadto śledzi się szybkości zmian wartości prądu w uzwojeniu roboczym poprzez pomiary chwilowych wartości pochodnych prądu oddzielnie dla procesu narastania prądu oraz procesu opadania prądu, a następnie porównuje się otrzymane wartości pochodnych prądu z ustalonymi granicznymi wartościami zadanymi, osobnymi dla każdej pochodnej i jeżeli którakolwiek ze zmierzonych bezwzględnych wartości pochodnej prądu w uzwojeniu roboczym jest mniejsza od odpowiadającej jej ustalonej zadanej wartości granicznej, to dokonuje się przełączenia uzwojeń roboczych silnika, po czym śledzi się szybkość zmian wartości prądu w kolejnym uzwojeniu roboczym silnika reluktancyjnego, **znamienny tym**, że ostatnią zmierzoną dla każdego procesu narastania prądu wartość jego pochodnej rejestruje się w bloku pamięci pochodnej dodatniej (4) i utrzymuje ją na niezmienionym poziomie w czasie trwania pomiaru pochodnej opadającego prądu i analogicznie ostatnią zmierzoną dla każdego procesu opadania prądu wartość jego pochodnej rejestruje się w bloku pamięci pochodnej ujemnej (5) i utrzymuje ją na niezmienionym poziomie w czasie trwania pomiaru pochodnej narastającego prądu, przy czyni wartości pochodnych prądu w czasie narastania i opadania śledzi się w odrębnych torach pomiarowych.

2. Układ do bezczujnikowego sterowania wysokoobrotowego przełączalnego silnika reluktancyjnego wyposażony w elektroniczny blok kontrolno-sterujący (1), blok komutacyjny, blok impulsowej kontroli prądu zasilania, blok kontroli prądu zasilania (8), pierwszy obwód wyznaczania pochodnej prądu (6) i drugi obwód wyznaczania pochodnej prądu (7), **znamienny tym**, że pierwszy obwód wyznaczania pochodnej prądu (6) jest połączony poprzez blok pamięci pochodnej dodatniej (4) i blok komparacji (2) z blokiem kontrolno-sterującym (1), natomiast drugi obwód wyznaczania pochodnej prądu (7) jest połączony z blokiem kontrolno-sterującym (1) poprzez blok pamięci pochodnej ujemnej (5) i blok komparacji (3), ponadto blok kontrolno-sterujący (1) jest połączony z blokiem rozdzielacza impulsów sterujących (9).

Rysunki

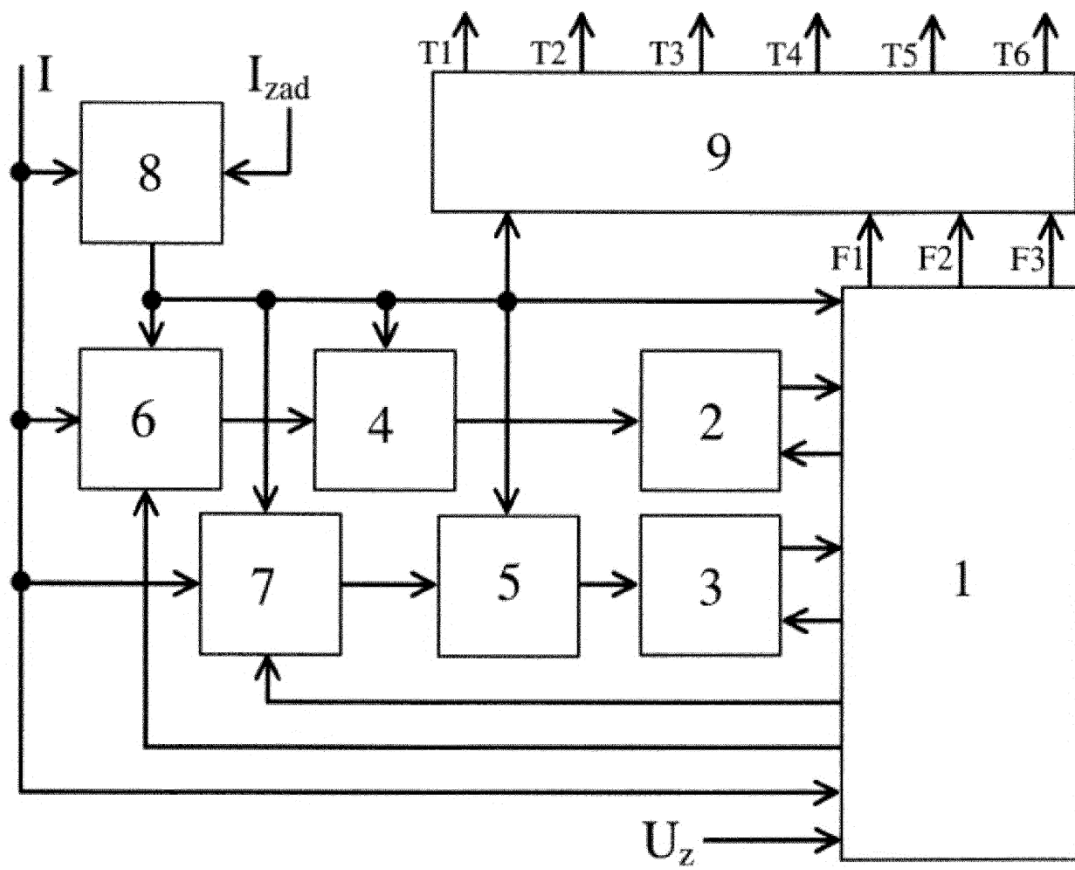


Fig. 1

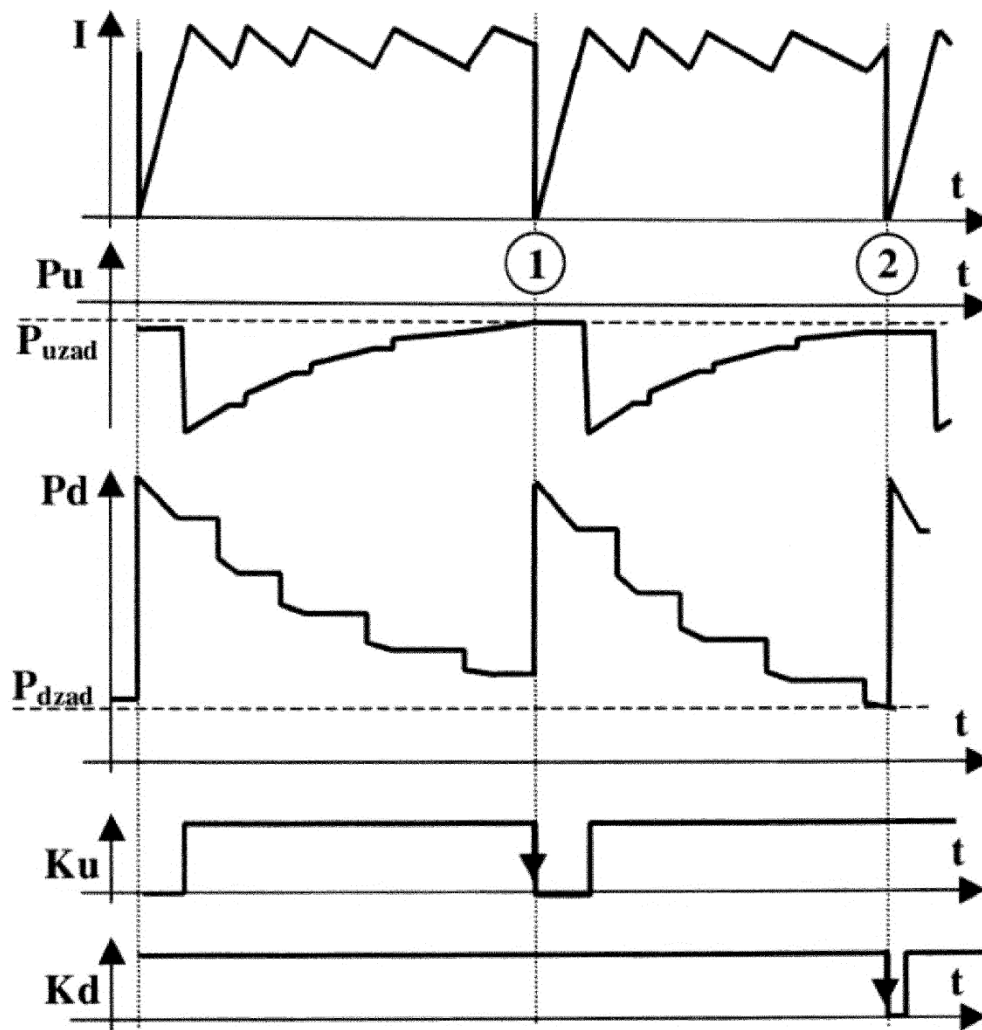


Fig.2

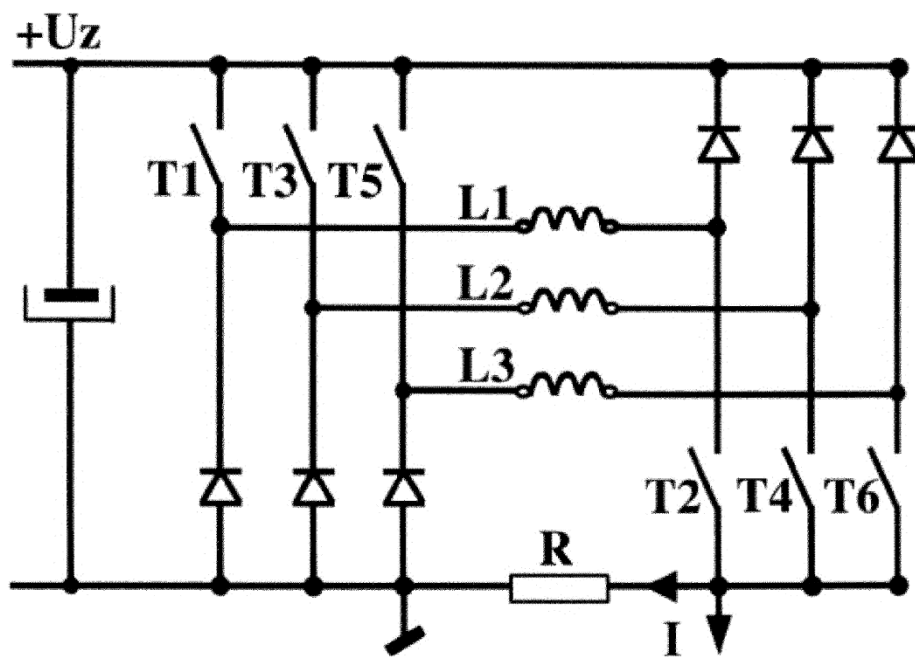


Fig.3

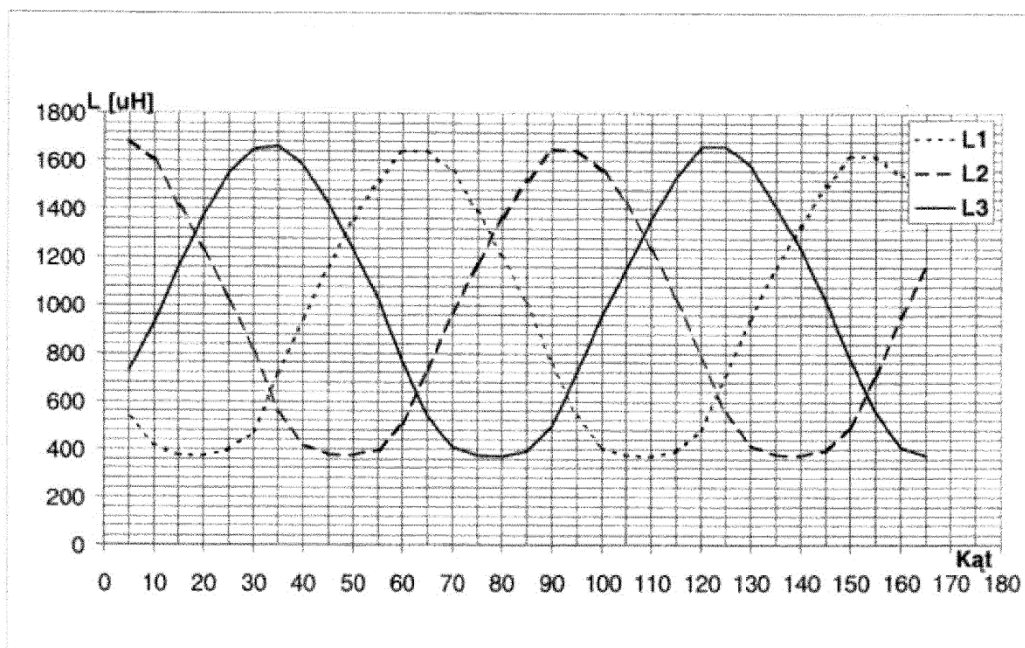


Fig.4