



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(21) Numer zgłoszenia: **367654**

(51) Int.Cl.
H02P 27/04 (2006.01)

(22) Data zgłoszenia: **04.05.2004**

(54) **Sposób i układ sterowania przemiennika częstotliwości z falownikiem prądu zasilającego silnik indukcyjny**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
14.11.2005 BUP 23/05

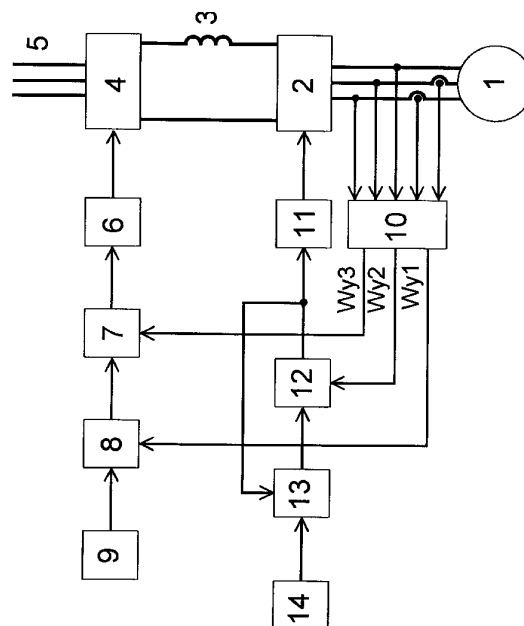
(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
31.10.2008 WUP 10/08

(73) Uprawniony z patentu:
**Akademia Górniczo-Hutnicza
im. Stanisława Staszica, Kraków, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:
**Aleksander Dziadecki, Kraków, PL
Janusz Grzegorski, Kraków, PL
Józef Skotniczny, Kraków, PL**

(74) Pełnomocnik:
**Biernat Janina, Akademia Górniczo-Hutnicza
im. Stanisława Staszica**

(57) Sposób polegający na równoczesnej regulacji amplitudy prądu przemiennika i regulacji częstotliwości prądu przemiennika, przy czym regulację amplitudy prądu przemiennika realizuje się w torze regulacji prądu w taki sposób, że na podstawie napięć fazowych i prądów przewodowych silnika mierzonych na wyjściu falownika prądu przemiennika częstotliwości generuje się za pomocą bloku pomiarowo-przetwarzającego sygnał strumienia silnika, który porównuje się za pomocą regulatora strumienia magnetycznego silnika z sygnałem strumienia zadawanego z zadajnika strumienia, następnie uzyskany sygnał, będący sygnałem prądu zadawanego porównuje się z mierzonym sygnałem prądu silnika i na podstawie otrzymywanego sygnału błędu za pomocą regulatora prądu generuje się sygnał sterujący dla prostownika, zaś regulację częstotliwości prądu przemiennika realizuje się w torze regulacji częstotliwości w zależności od sygnału częstotliwości zadanej oraz sygnału proporcjonalnego do prądu czynnego lub strumienia czynnego silnika wypracowanego w bloku pomiarowo-przetwarzającym na podstawie napięć fazowych i prądów przewodowych silnika mierzonych na wyjściu falownika prądu przemiennika częstotliwości charakteryzuje się tym, że za pomocą bloku pomiarowo-przetwarzającego (10) generuje się sygnał proporcjonalny do prądu rzeczywistego silnika indukcyjnego (1) na podstawie prądów przewodowych silnika (1) mierzonych uprzednio na wyjściu falownika prądu (2) przemiennika częstotliwości (...)



Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób i układ sterowania przemiennika częstotliwości z falownikiem prądu zasilającego silnik indukcyjny.

Znany sposób sterowania przemiennika częstotliwości z falownikiem prądu zasilającego silnik indukcyjny polega na regulacji amplitudy prądu przemiennika w torze regulacji prądu jego prostownika i równocześnie regulacji częstotliwości prądu przemiennika w torze regulacji częstotliwości. Regulacja amplitudy prądu przemiennika polega na wypracowywaniu za pomocą regulatora prądu sygnału sterującego dla prostownika/przekształtnika o komutacji sieciowej na podstawie sygnału błędu otrzymywanego z zadawanego sygnału prądu, wypracowanego uprzednio w regulatorze strumienia magnetycznego silnika i sygnału rzeczywistego prądu fazowego mierzonego na wejściu przemiennika częstotliwości albo w jego stałoprądowym obwodzie pośredniczącym, przy czym sygnał zadawanego prądu jest wypracowywany w regulatorze strumienia magnetycznego na podstawie sygnału strumienia zadawanego i sygnału strumienia silnika generowanego za pomocą bloku pomiarowego na podstawie mierzonych napięć fazowych i prądów przewodowych na wyjściu falownika prądu przemiennika częstotliwości. Regulacja częstotliwości prądu przemiennika w torze regulacji częstotliwości realizowana jest w zależności od sygnału częstotliwości zadanej oraz sygnału proporcjonalnego do prądu czynnego lub strumienia czynnego silnika wypracowywanych w bloku pomiarowym na podstawie mierzonych napięć fazowych i prądów przewodowych na wyjściu falownika prądu przemiennika częstotliwości.

W znanym z literatury (J. Cholewka, A. Dziadecki, J. Grzegorski, J. Skotniczny: "Układ napędowy z silnikiem asynchronicznym zasilanym z falownika prądu". Przegląd Elektrotechniczny 8-9/1983, str. 353) układzie silnik asynchroniczny jest zasilany z sieci zasilającej poprzez przemiennik częstotliwości utworzony z szeregowo połączonych: prostownika, obwodu pośredniczącego zawierającego dławik oraz falownika prądu. Prostownik przemiennika jest połączony poprzez układ sterowania prostownika i regulator strumienia magnetycznego z zadajnikiem strumienia magnetycznego, a do wejścia układu sterowania prostownika są podłączone trzy układy pomiarowe prądu fazowego na wejściu prostownika. Falownik prądu przemiennika jest połączony poprzez układ sterowania falownika, regulator prądu czynnego i regulator częstotliwości z zadajnikiem częstotliwości, przy czym do węzła sumacyjnego regulatora częstotliwości podłączone jest również wyjście regulatora prądu czynnego, którego węzeł sumacyjny jest połączony z jednym wyjściem bloku pomiarowego, którego drugie wyjście jest połączone z węzłem sumacyjnym regulatora strumienia magnetycznego w torze regulacji prądu silnika oraz z wejściami ograniczającymi regulatora częstotliwości. Natomiast do wejść bloku pomiarowego podłączone są odpowiednio dwa układy pomiarowe prądów przewodowych i trzy układy pomiarowe napięć fazowych na wyjściu falownika.

Inny znany z polskiego opisu patentowego nr 146 548 układ sterowania przemiennika częstotliwości z falownikiem prądu zasilającego silnik indukcyjny napędzający pompę wodną zawiera tor sterowania prostownika i tor sterowania falownika prądu. Tor sterowania prostownika zawiera regulator strumienia, którego jedno wejście połączone jest z zadajnikiem strumienia, a drugie wejście połączone jest z wyjściem bloku pomiarowego strumienia i prądu czynnego silnika w torze sterowania falownika. Wyjście regulatora strumienia jest połączone z jednym z wejść regulatora prądu, którego drugie wejście jest połączone z członem pomiarowym prądu prostownika włączonym w obwód pośredniczącym przemiennika, a wyjście regulatora prądu jest połączone z prostownikiem poprzez człon wyzwalania łączników prostownika. Natomiast tor sterowania falownika zawiera regulator ciśnienia, którego wejście zadające jest połączone z zadajnikiem ciśnienia, a wejście pomiarowe z czujnikiem ciśnienia, zaś pierwsze wejście ograniczające regulatora ciśnienia jest połączone z jednym z wyjść bloku pomiarowego strumienia i prądu czynnego silnika, które poprzez inwerter jest również połączone z drugim wejściem ograniczającym regulatora ciśnienia. Wyjście regulatora ciśnienia jest połączone poprzez regulator prądu czynnego silnika i blok wyzwalania falownika z falownikiem prądu, przy czym z wejściem pomiarowym regulatora prądu czynnego silnika jest połączone drugie wyjście bloku pomiarowego strumienia i prądu czynnego silnika, którego wejścia są połączone odpowiednio z członami pomiarowymi prądów i napięć silnika włączonymi na wyjściu falownika prądu.

Powyższe rozwiązania zapewniają stabilną pracę układu napędowego jedynie przy założeniu, że mierzona wartość prądu jest równa rzeczywistemu prądowi silnika.

Sposób, według wynalazku, polegający na równoczesnej regulacji amplitudy prądu przemiennika i regulacji częstotliwości prądu przemiennika, przy czym regulację amplitudy prądu przemiennika realizuje się w torze regulacji prądu w taki sposób, że na podstawie napięć fazowych i prądów prze-

wodowych silnika mierzonych na wyjściu falownika prądu przemiennika częstotliwości generuje się za pomocą bloku pomiarowo-przetwarzającego sygnał strumienia silnika, który porównuje się za pomocą regulatora strumienia magnetycznego silnika z sygnałem strumienia zadawanego z zadajnika strumienia, następnie uzyskany sygnał, będący sygnałem prądu zadawanego porównuje się z mierzonym sygnałem prądu silnika i na podstawie otrzymywanego sygnału błędu za pomocą regulatora prądu generuje się sygnał sterujący dla prostownika, zaś regulację częstotliwości prądu przemiennika realizuje się w torze regulacji częstotliwości w zależności od sygnału częstotliwości zadanej oraz sygnału proporcjonalnego do prądu czynnego lub strumienia czynnego silnika wypracowanego w bloku pomiarowo-przetwarzającym na podstawie napięć fazowych i prądów przewodowych silnika mierzonych na wyjściu falownika prądu przemiennika częstotliwości charakteryzuje się tym, że za pomocą bloku pomiarowo-przetwarzającego generuje się sygnał proporcjonalny do prądu rzeczywistego silnika indukcyjnego na podstawie prądów przewodowych silnika mierzonych uprzednio na wyjściu falownika prądu przemiennika częstotliwości, a następnie otrzymany sygnał w znany sposób porównuje się za pomocą regulatora prądu z uprzednio uzyskanym w znany sposób sygnałem prądu zadawanego i steruje się pracą zaworów prostownika (4) przemiennika częstotliwości.

Układ, według wynalazku, zawierający tor regulacji amplitudy prądu oraz tor regulacji częstotliwości prądu przemiennika, przy czym tor regulacji amplitudy prądu zawiera regulator prądu, którego wyjście jest połączone poprzez układ sterownika prostownika z zaworami prostownika przemiennika, zaś jedno wejście regulatora prądu połączone jest poprzez regulator strumienia magnetycznego z zadajnikiem strumienia magnetycznego, ponadto drugie wejście regulatora strumienia jest połączone z jednym wyjściem bloku pomiarowo-przetwarzającego, natomiast tor regulacji częstotliwości prądu przemiennika zawiera regulator strumienia czynnego lub regulator prądu czynnego, którego wyjście jest połączone poprzez układ sterownika falownika z zaworami falownika prądu przemiennika, zaś jedno wejście regulatora strumienia czynnego lub regulatora prądu czynnego jest połączone poprzez regulator częstotliwości z zadajnikiem częstotliwości, a drugie wejście regulatora strumienia czynnego lub regulatora prądu czynnego jest połączone z drugim wyjściem bloku pomiarowo-przetwarzającego, którego wejścia są podłączone do układów pomiarowych napięć fazowych i prądów przewodowych silnika indukcyjnego włączonych na wyjściu falownika prądu, ponadto wyjście regulatora strumienia czynnego lub regulatora prądu czynnego połączone jest z drugim wejściem regulatora częstotliwości charakteryzuje się tym, że wejście pomiarowe regulatora prądu jest połączone z trzecim wyjściem bloku pomiarowo-przetwarzającego.

Rozwiązanie, według wynalazku, zapewnia stabilną pracę napędu w takich stanach, gdy chwilowe wartości napięć silnika przekraczają chwilowe wartości napięć na kondensatorach komutacyjnych falownika prądu przemiennika częstotliwości, a prąd zasilający silnik na wyjściu przemiennika częstotliwości ma wartość mniejszą od prądu na jego wejściu. Ponadto stwarza korzystniejsze warunki pracy dla izolacji elektrycznej uzwojeń napędzanego silnika, a tym samym wpływa na zmniejszenie jego awaryjności.

Przedmiot wynalazku jest uwidoczniony w przykładowym wykonaniu na rysunku, który przedstawia schemat blokowy układu.

Sposób, według wynalazku, polega na tym, że równocześnie prowadzi się regulację amplitudy prądu przemiennika i regulacji częstotliwości prądu przemiennika. Regulację amplitudy prądu przemiennika realizuje się w torze regulacji prądu w taki sposób, że na podstawie napięć fazowych i prądów przewodowych silnika 1 mierzonych uprzednio na wyjściu falownika prądu 2 przemiennika częstotliwości generuje się za pomocą bloku pomiarowo-przetwarzającego 10 sygnał strumienia silnika 1, który porównuje się za pomocą regulatora strumienia magnetycznego 8 silnika 1 z sygnałem strumienia zadawanego z zadajnika strumienia 9. Uzyskany sygnał, będący sygnałem prądu zadawanego porównuje się z sygnałem proporcjonalnym do rzeczywistego prądu silnika indukcyjnego 1, który generuje się za pomocą bloku pomiarowo-przetwarzającego 10 na podstawie prądów przewodowych silnika 1 mierzonych uprzednio na wyjściu falownika prądu 2 przemiennika częstotliwości. Następnie na podstawie otrzymywanego sygnału błędu generuje się za pomocą regulatora prądu 7 sygnał sterujący za pomocą którego steruje się w znany sposób pracą zaworów prostownika 4 przemiennika częstotliwości. Regulację częstotliwości prądu przemiennika realizuje się w znany sposób w torze regulacji częstotliwości w zależności od sygnału częstotliwości zadawanej za pomocą zadajnika częstotliwości 14 oraz sygnału proporcjonalnego do strumienia czynnego silnika 1 wypracowanego w bloku pomiarowo-przetwarzającym 10 na podstawie napięć fazowych i prądów przewodowych silnika 1 mierzonych na wyjściu falownika prądu 2 przemiennika częstotliwości.

Układ, według wynalazku, zawiera przemiennik częstotliwości zasilający silnik indukcyjny 1, którego falownik prądu 2 jest połączony poprzez dławik 3 i prostownik 4 z siecią zasilającą 5 oraz zawiera tor regulacji amplitudy prądu oraz tor regulacji częstotliwości prądu przemiennika, przy czym tor regulacji amplitudy prądu zawiera regulator prądu 7, którego wyjście jest połączone poprzez układ sterownika 6 prostownika 4 z zaworami prostownika 4 przemiennika, a jedno wejście regulatora prądu 7 połączone jest poprzez regulator strumienia magnetycznego 8 z zadajnikiem strumienia magnetycznego 9. Ponadto drugie wejście regulatora strumienia magnetycznego 8 jest połączone z jednym wyjściem Wy1 bloku pomiarowo-przetwarzającego 10.

Natomiast tor regulacji częstotliwości prądu przemiennika zawiera regulator strumienia czynnego 12, którego wyjście jest połączone poprzez układ sterownika 11 falownika 2 z zaworami falownika prądu 2 przemiennika, zaś jedno wejście regulatora strumienia czynnego 12 jest połączone poprzez regulator częstotliwości 13 z zadajnikiem częstotliwości 14, a drugie jego wejście jest połączone z drugim wyjściem Wy2 bloku pomiarowo-przetwarzającego 10, którego trzecie wyjście Wy3 jest połączone z wejściem pomiarowym regulatora prądu 7. Wejścia bloku pomiarowo-przetwarzającego 10 są podłączone odpowiednio do układów pomiarowych napięć fazowych i prądów przewodowych silnika indukcyjnego 1 włączonych na wyjściu falownika prądu 2. Ponadto wyjście regulatora strumienia czynnego 12 połączone jest z drugim wejściem regulatora częstotliwości 13.

Działanie układu, według wynalazku, jest następujące. Na podstawie chwilowych wartości napięć fazowych i prądów przewodowych mierzonych na wyjściu falownika prądu 2 przemiennika częstotliwości, zasilającego silnik indukcyjny 1, generowane są za pomocą bloku pomiarowo-przetwarzającego 10 sygnały proporcjonalne odpowiednio do sygnału strumienia magnetycznego, sygnału strumienia magnetycznego czynnego oraz sygnału prądu rzeczywistego silnika 1. Pierwszy z nich jest porównywany z sygnałem zadaniem strumienia w regulatorze strumienia magnetycznego 8, a otrzymany na jego wyjściu sygnał stanowi sygnał żadanego prądu silnika 1. Sygnał ten jest następnie porównywany w regulatorze prądu 7 z sygnałem proporcjonalnym do sygnału prądu rzeczywistego silnika 1, który jest pozyskiwany z trzeciego wyjścia Wy3 bloku pomiarowo-przetwarzającego 10. Otrzymywany na wyjściu regulatora prądu 7 sygnał jest wykorzystywany doysterowania odpowiednich tyrystorów prostownika 4 tak, że prąd przemiennika ma zadaną wartość. Kolejny sygnał otrzymywany na wyjściu Wy2 bloku pomiarowo-przetwarzającego 10, czyli sygnał proporcjonalny do strumienia magnetycznego czynnego, jest wykorzystywany w torze sterowania falownika prądu 2 przemiennika do utrzymania częstotliwości wyjściowego prądu przemiennika i wynikającej stąd prędkości obrotowej silnika 1 na zadanym poziomie.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób sterowania przemiennika częstotliwości z falownikiem prądu zasilającego silnik indukcyjny polegający na równoczesnej regulacji amplitudy prądu przemiennika i regulacji częstotliwości prądu przemiennika, przy czym regulację amplitudy prądu przemiennika realizuje się w torze regulacji prądu w taki sposób, że na podstawie napięć fazowych i prądów przewodowych silnika mierzonych na wyjściu falownika prądu przemiennika częstotliwości generuje się za pomocą bloku pomiarowo-przetwarzającego sygnał strumienia silnika, który porównuje się za pomocą regulatora strumienia magnetycznego silnika z sygnałem strumienia zadawanego z zadajnika strumienia, następnie uzyskany sygnał, będący sygnałem prądu zadawanego porównuje się z mierzonym sygnałem prądu silnika i na podstawie otrzymywanego sygnału błędu za pomocą regulatora prądu generuje się sygnał sterujący dla prostownika, zaś regulację częstotliwości prądu przemiennika realizuje się w torze regulacji częstotliwości w zależności od sygnału częstotliwości zadanej oraz sygnału proporcjonalnego do prądu czynnego lub strumienia czynnego silnika wypracowanego w bloku pomiarowo-przetwarzającym na podstawie napięć fazowych i prądów przewodowych silnika mierzonych na wyjściu falownika prądu przemiennika częstotliwości, **znamienny tym**, że za pomocą bloku pomiarowo-przetwarzającego (10) generuje się sygnał proporcjonalny do prądu rzeczywistego silnika indukcyjnego (1) na podstawie prądów przewodowych silnika (1) mierzonych uprzednio na wyjściu falownika prądu (2) przemiennika częstotliwości, a następnie otrzymany sygnał w znany sposób porównuje się za pomocą regulatora prądu (7) z uprzednio uzyskanym w znany sposób sygnałem prądu zadawanego i steruje się pracą zaworów prostownika (4) przemiennika częstotliwości.

2. Układ sterowania przemiennika częstotliwości z falownikiem prądu zasilającego silnik indukcyjny, którego falownik prądu jest połączony poprzez dławik i prostownik z siecią zasilającą, a zawierający tor regulacji amplitudy prądu oraz tor regulacji częstotliwości prądu przemiennika, przy czym tor regulacji amplitudy prądu zawiera regulator prądu, którego wyjście jest połączone poprzez układ sterownika prostownika z zaworami prostownika przemiennika, zaś jedno wejście regulatora prądu połączone jest poprzez regulator strumienia magnetycznego z zadajnikiem strumienia magnetycznego, ponadto drugie wejście regulatora strumienia jest połączone z jednym wyjściem bloku pomiarowo-przetwarzającego, natomiast tor regulacji częstotliwości prądu przemiennika zawiera regulator strumienia czynnego lub regulator prądu czynnego, którego wyjście jest połączone poprzez układ sterownika falownika z zaworami falownika prądu przemiennika, zaś jedno wejście regulatora strumienia czynnego lub regulatora prądu czynnego jest połączone poprzez regulator częstotliwości z zadajnikiem częstotliwości, a drugie wejście regulatora strumienia czynnego lub regulatora prądu czynnego jest połączone z drugim wyjściem bloku pomiarowo-przetwarzającego, którego wejścia są podłączone do układów pomiarowych napięć fazowych i prądów przewodowych silnika indukcyjnego włączonych na wyjściu falownika prądu, ponadto wyjście regulatora strumienia czynnego lub regulator prądu czynnego połączone jest z drugim wejściem regulatora częstotliwości, **znamienny tym**, że wejście pomiarowe regulatora prądu (7) jest połączone z trzecim wyjściem (Wy3) bloku pomiarowo-przetwarzającego (10).

Rysunek

