

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) OPIS PATENTOWY (19) PL (11) 180575

(13) B1

(21) Numer zgłoszenia: 317619

(51) IntCl⁷
H02P 6/10

(22) Data zgłoszenia: 18.12.1996

(54) Sposób sterowania trójfazowego bezpośredniego przemiennika częstotliwości zasilającego silnik indukcyjny

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
22.06.1998 BUP 13/98

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
28.02.2001 WUP 02/01

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

(72) Twórcy wynalazku:
Aleksander Dziadecki, Kraków, PL
Janusz Grzegorski, Kraków, PL
Józef Skotniczny, Kraków, PL

(74) Pełnomocnik:
Postolek Elżbieta, Akademia
Górniczo-Hutnicza im.Stanisława Staszica

(57) Sposób sterowania trójfazowego bezpośredniego przemiennika częstotliwości zasilającego silnik indukcyjny, umożliwiający za pomocą sterowanych łączników elektronicznych połączenie każdego z trzech potencjałowych punktów wyjściowych przemiennika z każdym z trzech potencjałowych punktów sieci zasilającej, a polegający na formowaniu przebiegów napięć wyjściowych przemiennika z wycinków przebiegów sinusoidalnych napięć sieci zasilającej poprzez sekwencyjne załączanie jego poszczególnych łączników, **znamienny tym**, że jeden cykl przebiegu fazowego napięcia wyjściowego przemiennika zasilającego daną fazę silnika indukcyjnego formuje się poprzez przyłączanie do danej fazy silnika za pomocą łączników przemiennika kolejno impulsów napięciowych stanowiących końcowe fragmenty półfal jednego znaku co najmniej dwóch następujących po sobie przebiegów sinusoidalnych napięć fazowych sieci zasilającej przemiennik, a następnie odpowiednio impulsów napięciowych przeciwnego znaku, o szerokości tak dobranej, że prąd płynący w danej fazie silnika w wyniku każdego z przyłączanych impulsów, maleje każdorazowo do zera po ich zaniku i w każdych warunkach obciążenia silnika, a wartość średnią uformowanego przebiegu fazowego napięcia wyjściowego przemiennika zmienia się poprzez zmianę czasu trwania pojedynczego przyłączanego impulsu napięciowego, zaś częstotliwość tego przebiegu określa się poprzez zmianę ilości impulsów napięciowych tego samego znaku przyłączanych kolejno do danej fazy silnika, przy czym jest ona odwrotnie proporcjonalna do ilości tych impulsów, a operację formowania przebiegu fazowego napięcia wyjściowego przemiennika powtarza się kolejno dla dwóch pozostałych faz zgodnie z żądanym kierunkiem obrotów zasilanego silnika i dalej periodycznie.

PL 180575 B1

Sposób sterowania trójfazowego bezpośredniego przemiennika częstotliwości zasilającego silnik indukcyjny

Zastrzeżenie patentowe

Sposób sterowania trójfazowego bezpośredniego przemiennika częstotliwości zasilającego silnik indukcyjny, umożliwiający za pomocą sterowanych łączników elektronicznych połączenie każdego z trzech potencjałowych punktów wyjściowych przemiennika z każdym z trzech potencjałowych punktów sieci zasilającej, a polegający na formowaniu przebiegów napięć wyjściowych przemiennika z wycinków przebiegów sinusoidalnych napięć sieci zasilającej poprzez sekwencyjne załączanie jego poszczególnych łączników, **znamienny tym**, że jeden cykl przebiegu fazowego napięcia wyjściowego przemiennika zasilającego daną fazę silnika indukcyjnego formuje się poprzez przyłączanie do danej fazy silnika za pomocą łączników przemiennika kolejno impulsów napięciowych stanowiących końcowe fragmenty półfal jednego znaku co najmniej dwóch następujących po sobie przebiegów sinusoidalnych napięć fazowych sieci zasilającej przemiennik, a następnie odpowiednio impulsów napięciowych przeciwnego znaku, o szerokości tak dobranej, że prąd płynący w danej fazie silnika w wyniku każdego z przyłączanych impulsów, maleje każdorazowo do zera po ich zaniku i w każdych warunkach obciążenia silnika, a wartość średnią uformowanego przebiegu fazowego napięcia wyjściowego przemiennika zmienia się poprzez zmianę czasu trwania pojedynczego przyłączanego impulsu napięciowego, zaś częstotliwość tego przebiegu określa się poprzez zmianę ilości impulsów napięciowych tego samego znaku przyłączanych kolejno do danej fazy silnika, przy czym jest ona odwrotnie proporcjonalna do ilości tych impulsów, a operację formowania przebiegu fazowego napięcia wyjściowego przemiennika powtarza się kolejno dla dwóch pozostałych faz zgodnie z żądanym kierunkiem obrotów zasilanego silnika i dalej periodycznie.

* * *

Przedmiotem wynalazku jest sposób sterowania trójfazowego bezpośrednio przemiennika częstotliwości zasilającego silnik indukcyjny, znajdujący zastosowanie w układach napędowych, w których wymagana jest prędkość obrotowa silnika mniejsza niż przy zasilaniu bezpośrednio z sieci.

Znany z literatury technicznej (H. Tunia i inni „Układy energoelektroniczne”, WNT Warszawa 1982, str. 279) sposób sterowania polega na tym, że przy pomocy tyrystora wyposażonego w układ do komutacji wymuszonej zwiera się i rozwiera na przemian i periodycznie obwód wyjściowy trójfazowego diodowego mostka prostowniczego. Gdy tyrystor przewodzi, wówczas trójfazowy odbiornik, który jest włączony do linii prądu przemiennego, zostaje połączony w gwiazdę poprzez diody prostownika, a do zacisków odbiornika doprowadzane są wycinki przebiegów sinusoidalnych napięć fazowych. W czasie gdy tyrystor jest zablokowany układ gwiazdowy trójfazowy jest rozwarty. Wartość średnia półfali napięcia wyjściowego tego przemiennika może być regulowana w sposób ciągły przez zmianę czasu opóźnienia wyłączania tyrystora. Częstotliwość harmonicznej podstawowej napięć fazowych na odbiorniku jest równa różnicy częstotliwości sygnału sterującego i napięcia linii zasilającej, a więc zmianę częstotliwości wyjściowej przemiennika uzyskuje się poprzez zmianę częstotliwości sygnału sterującego pracą tyrystora.

Inny znany z polskiego opisu patentowego nr 157269 sposób polega na tym, że jeden cykl napięcia międzyprzewodowego zasilającego odbiornik tworzy się zawsze z sześciu pulsów napięcia przez przenoszenie do odbiornika za pomocą zespołu przekształtnikowego

sterowanego układem elektronicznym inicjującym wejście do pracy poszczególnych zaworów zespołu, z sieci zasilającej prądu przemiennego jednofazowej lub trójfazowej, tylko wybranych części przebiegów napięć sieciowych tak rozłożonych w czasie, że tworzą periodyczny przebieg napięcia z dominującą składową napięcia o jednej pożądanej częstotliwości oraz że dominujące składowe sinusoidalne międzyprzewodowych napięć zasilających odbiornik są przesunięte między sobą o $1/3$ okresu. Amplitudę dominującej składowej przebiegu napięcia międzyprzewodowego zasilającego odbiornik zmienia się poprzez zmianę czasu trwania pulsów napięcia, stanowiących cykl napięcia zasilającego odbiornik.

Sposób według wynalazku, polegający na formowaniu przebiegów napięć wyjściowych bezpośredniego przemiennika częstotliwości z wycinków przebiegów sinusoidalnych napięć sieci zasilającej poprzez sekwencyjne załączanie jego poszczególnych łączników charakteryzuje się tym, że jeden cykl przebiegu fazowego napięcia wyjściowego przemiennika zasilającego daną fazę silnika indukcyjnego formuje się poprzez przyłączanie do danej fazy silnika za pomocą łączników przemiennika kolejno impulsów napięciowych, stanowiących końcowe fragmenty półfal jednego znaku co najmniej dwóch następujących po sobie przebiegów sinusoidalnych napięć fazowych sieci zasilającej przemiennik, a następnie odpowiednio impulsów napięciowych przeciwnego znaku, o szerokości tak dobranej, że prąd płynący w danej fazie silnika w wyniku każdego z przyłączanych impulsów, maleje każdorazowo do zera po ich zaniku i w każdych warunkach obciążenia silnika. Wartość średnią uformowanego przebiegu fazowego napięcia wyjściowego przemiennika zmienia się poprzez zmianę czasu trwania pojedynczego przyłączanego impulsu napięciowego, zaś częstotliwość tego przebiegu określa się poprzez zmianę ilości impulsów napięciowych tego samego znaku przyłączanych kolejno do danej fazy silnika, przy czym jest ona odwrotnie proporcjonalna do ilości tych impulsów. Operację formowania przebiegu fazowego napięcia wyjściowego przemiennika powtarza się kolejno dla dwóch pozostałych faz zgodnie z żądanym kierunkiem obrotów zasilanego silnika i dalej periodycznie.

Zaletą rozwiązania, według wynalazku, jest jego prostota oraz praca bezpośredniego przemiennika częstotliwości bez komutacji prądu jak również możliwość przeprowadzania rozruchu silnika, zasilanego za pomocą tego przemiennika bezpośrednio z trójfazowej sieci zasilającej, przy niewielkiej wartości prądu, przekraczającej wartość prądu nominalnego silnika co najwyżej o 30%.

Rozwiązanie według wynalazku, przedstawiono w przykładzie wykonania.

Sposób według wynalazku, polega na tym, że formuje się wyjściowe napięcie fazowe bezpośredniego przemiennika częstotliwości złożonego z dziewięciu symistorów o prądzie przewodzenia 16 A, który jest zasilany bezpośrednio z trójfazowej sieci zasilającej o wartości napięcia równej nominalnej wartości napięcia, zasilanego przy jego pomocy, silnika indukcyjnego o mocy 2,5 kW i napięciu nominalnym 3×380 V. Silnik ten obciążono wentylatorem. Formowanie jednego cyklu przebiegu fazowego napięcia wyjściowego przemiennika zasilającego daną fazę silnika indukcyjnego realizuje się tak, że do danej fazy silnika za pomocą łączników przemiennika przyłącza się kolejno impulsy napięciowe, stanowiące końcowe fragmenty dodatnich półfal co najmniej dwóch następujących po sobie przebiegów sinusoidalnych napięć fazowych sieci zasilającej przemiennik, a następnie impulsów napięciowych stanowiących końcowe fragmenty ujemnych półfal odpowiednich napięć fazowych sieci zasilającej, o szerokości tak dobranej, że prąd płynący w danej fazie silnika w wyniku każdego z przyłączanych impulsów, maleje każdorazowo do zera po ich zaniku. Prąd przepływający przez fazy silnika ma charakter impulsowy o wartości w głównej mierze ograniczonej przez reaktancje jego rozprożeń, a spadek wartości prądu do zera determinuje przyłączenie kolejnego impulsu napięcia.

Proces przyłączania impulsów napięciowych do danej fazy silnika, powtarza się kolejno dla dwóch pozostałych faz zgodnie z żądanym kierunkiem obrotów zasilanego silnika i dalej periodycznie, co powoduje powstanie na wyjściu przemiennika napięć trójfazowych o częstotliwości odwrotnie proporcjonalnej do ilości przyłączanych impulsów, a więc niższej niż

częstotliwość sieci zasilającej. Wartość średnią uformowanych przebiegów fazowych napięć wyjściowych przemiennika zmienia się poprzez zmianę czasu trwania przyłączanych impulsów napięciowych.

W wyniku stosowania takiego sterowania uzyskano częstotliwości wyjściowe przemiennika o wartościach równych 25 Hz, 16,7 Hz, 12,5 Hz i 10 Hz, przy których uzyskano również zadowalające własności zastosowanego układu napędowego.