



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(21) Numer zgłoszenia: 275791

(51) IntCl⁵:
H02M 7/505

(22) Data zgłoszenia: 11.11.1988

(54)

Trójfazowy falownik napięcia o grupowej komutacji szeregowej

(43)

Zgłoszenie ogłoszono:
14.05.1990 BUP 10/90

(45)

O udzieleniu patentu ogłoszono:
30.04.1992 WUP 04/92

(73)

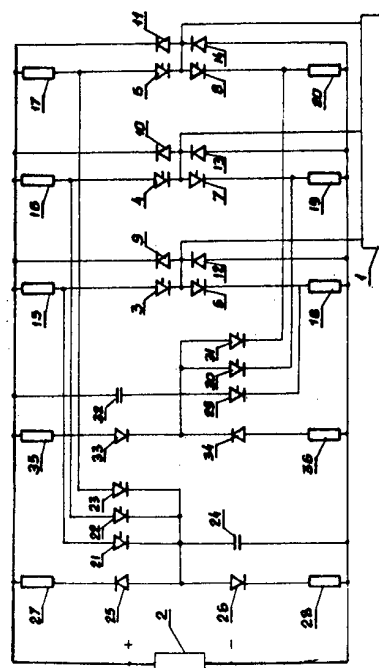
Uprawniony z patentu:
Akademia Górniczo-Hutnicza im. St. Staszica,
Kraków, PL

(72)

Twórcy wynalazku:
Stanisław Kosiorowski, Kraków, PL
Andrzej Stobiecki, Kraków, PL
Marek Żuchowicz, Kraków, PL

(57)

Trójfazowy falownik napięcia o grupowej komutacji szeregowej zawierający połączone ze sobą grupę anodową i grupę katodową tyrystorów głównych, z których każdy poprzez dławik komutacyjny połączony jest z odpowiednim biegunem źródła zasilania obwodu głównego, diody zwrotne, z których każda bocznikuje gałąź utworzoną z tyrystora głównego i dławika komutacyjnego i włączona jest przeciwnolegle do tyrystora głównego oraz dwie grupy tyrystorów pomocniczych, z których każda jest połączona z jednej strony z odpowiednią grupą tyrystorów głównych, a z drugiej strony z jednym zaciskiem oddzielnego kondensatora komutacyjnego, znamienny tym, że drugi zacisk kondensatora komutacyjnego (24) anodowej grupy tyrystorów głównych (3, 4, 5) jest połączony z ujemnym biegunem źródła zasilania (2), przy czym równolegle do kondensatora komutacyjnego (24) włączona jest gałąź złożona z połączonych szeregowo diody (26) i dławika (28), a ponadto wspólny punkt kondensatora komutacyjnego (24), tyrystorów pomocniczych (21, 22, 23) grupy anodowej tyrystorów głównych (3, 4, 5) oraz gałęzi złożonej z diody (26) i dławika (28) połączony jest poprzez gałąź zawierającą szeregowo połączoną diodę (25) i dławik (27) z dodatnim biegunem źródła zasilania (2), a drugi zacisk kondensatora komutacyjnego (32) katodowej grupy tyrystorów głównych (6, 7, 8) połączony jest z dodatnim



TRÓJFAZOWY FALOWNIK NAPIĘCIA O GRUPOWEJ KOMUTACJI SZEREGOWEJ

Z a s t r z e ż e n i e p a t e n t o w e

Trójfazowy falownik napięcia o grupowej komutacji szeregowej, zawierający połączone ze sobą grupę anodową i grupę katodową tyrystorów głównych, z których każdy poprzez dławik komutacyjny połączony jest z odpowiednim biegunem źródła zasilania obwodu głównego, diody zwrotne, z których każda bocznikuje gałąź utworzoną z tyrystora głównego i dławika komutacyjnego i włączona jest przeciwnolegle do tyrystora głównego oraz dwie grupy tyrystorów pomocniczych, z których każda jest połączona z jednej strony z odpowiednią grupą tyrystorów głównych, a z drugiej strony z jednym zaciskiem oddzielnego kondensatora komutacyjnego, z n a m i e n n y t y m, że drugi zacisk kondensatora komutacyjnego /24/ anodowej grupy tyrystorów głównych /3, 4, 5/ jest połączony z ujemnym biegunem źródła zasilania /2/, przy czym równolegle do kondensatora komutacyjnego /24/ włączona jest gałąź złożona z połączonych szeregowo diody /26/ i dławika /28/, a ponadto wspólny punkt kondensatora komutacyjnego /24/, tyrystorów pomocniczych /21, 22, 23/ grupy anodowej tyrystorów głównych /3, 4, 5/ oraz gałęzi złożonej z diody /26/ i dławika /28/ połączony jest poprzez gałąź zawierającą szeregowo połączone diodę /25/ i dławik /27/ z dodatnim biegunem źródła zasilania /2/, a drugi zacisk kondensatora komutacyjnego /32/ katodowej grupy tyrystorów głównych /6, 7, 8/ połączony jest z dodatnim biegunem źródła zasilania /2/, przy czym równolegle do kondensatora komutacyjnego /32/ włączona jest gałąź złożona z połączonych szeregowo diody /33/ i dławika /35/, a ponadto wspólny punkt kondensatora komutacyjnego /32/, tyrystorów pomocniczych /29, 30, 31/ grupy katodowej tyrystorów głównych /6, 7, 8/ oraz gałęzi złożonej z diody /33/ i dławika /35/ połączony jest poprzez gałąź zawierającą szeregowo połączone diodę /34/ i dławik /36/ z ujemnym biegunem źródła zasilania /2/.

Przedmiotem wynalazku jest trójfazowy falownik napięcia o grupowej komutacji szeregowej, przeznaczony do zasilania odbiorników trójfazowych napięciem przemiennym o regulowanych parametrach, a zasilany ze źródła prądu stałego o nieregulowanej wartości napięcia.

Znany z literatury technicznej /praca zbiorowa "Sprawocznik po preobrazowatelnosci techniki", Izdatielstwo Technika", Kijów 1978, str.153-154/ falownik napięcia o grupowej komutacji szeregowej, składa się z obwodu głównego oraz dwóch obwodów komutacyjnych. Do wymuszonego wyłączania tyrystorów w obwodzie głównym wykorzystywana jest energia dodatkowych źródeł napięcia stałego, a zwrot energii z obwodów komutacyjnych do źródła zasilania obwodu głównego falownika realizowany jest za pośrednictwem transformatora. Obwód główny falownika napięcia zawiera sześć tyrystorów głównych, sześć dławików komutacyjnych oraz sześć diod zwrotnych. Anody trzech tyrystorów głównych połączone są odpowiednio poprzez dławiki komutacyjne z dodatnim biegunem źródła zasilania obwodu głównego falownika. Tyrystory te tworzą tak zwaną grupę anodową tyrystorów głównych falownika. Katody pozostałych tyrystorów głównych połączone są poprzez kolejne dławiki komutacyjne z ujemnym biegunem źródła zasilania obwodu głównego falownika. Tyrystory te tworzą tak zwaną grupę katodową tyrystorów głównych falownika. Katoda każdego z tyrystorów głównych grupy anodowej jest połączona z anodą jednego z tyrystorów głównych grupy katodowej. Do każdej gałęzi obwodu głównego falownika,

złożonej z dławika komutacyjnego i tyrystora głównego dołączona jest przeciwrównolegle względem tyrystora dioda zwrotna. Zaciski odbiornika trójfazowego przyłączone są do katod tyrystorów głównych grupy anodowej. Każdy obwód komutacyjny tyrystorów głównych zarówno grupy anodowej jak i grupy katodowej zawiera trzy tyrystory pomocnicze, kondensator komutacyjny, dodatkowe źródło napięcia stałego, dławik ładowania kondensatora komutacyjnego oraz diodę.

Anody tyrystorów pomocniczych obwodu komutacyjnego tyrystorów głównych grupy anodowej połączone są z anodami odpowiednich tyrystorów głównych tej grupy, natomiast katody tych tyrystorów pomocniczych połączone są we wspólnym punkcie z jednym zaciskiem kondensatora komutacyjnego oraz dławika ładowania kondensatora komutacyjnego. Drugi zacisk tego dławika dołączony jest do anody diody, której katoda jest połączona z ujemnym biegunem dodatkowego źródła napięcia. Dodatni biegun tego źródła połączony jest z dodatnim biegunem źródła zasilania obwodu głównego falownika, z którym połączony jest również drugi zacisk kondensatora komutacyjnego.

Katody tyrystorów pomocniczych obwodu komutacyjnego tyrystorów głównych grupy katodowej połączone są z katodami odpowiednich tyrystorów głównych tej grupy, natomiast anody tych tyrystorów pomocniczych połączone są we wspólnym punkcie z jednym zaciskiem kondensatora komutacyjnego oraz dławika ładowania kondensatora komutacyjnego. Drugi zacisk tego dławika dołączony jest do katody diody, której anoda jest połączona z dodatnim biegunem dodatkowego źródła napięcia. Ujemny biegun tego źródła połączony jest z ujemnym biegunem źródła zasilania obwodu głównego falownika, z którym połączony jest również drugi zacisk kondensatora komutacyjnego.

Obwody komutacyjne poszczególnych grup tyrystorów głównych połączone są z oddzielnymi obwodami zwrotu nadmiaru energii do źródła zasilania obwodu głównego falownika, w skład których wchodzi transformator zwrotu energii o dwóch uzwojeniach pierwotnych oraz sześć diod.

Anody poszczególnych tyrystorów pomocniczych grupy anodowej połączone są odpowiednio z anodami trzech diod, których katody połączone są we wspólnym punkcie z jednym zaciskiem pierwszego uzwojenia pierwotnego transformatora zwrotu energii, natomiast drugi zacisk tego uzwojenia jest dołączony do dodatniego bieguna źródła zasilania obwodu głównego falownika.

Katody poszczególnych tyrystorów pomocniczych grupy katodowej są połączone z katodami kolejnych trzech diod, których anody tworzą wspólny punkt z jednym z zacisków drugiego uzwojenia pierwotnego transformatora zwrotu energii. Drugi zacisk tego uzwojenia jest dołączony do ujemnego bieguna źródła zasilania obwodu głównego falownika. Uzwojenie wtórne transformatora zwrotu energii jest wspólne dla obu uzwojeń pierwotnych tego transformatora i jest włączone między ujemny biegun źródła zasilania obwodu głównego falownika a anodę kolejnej diody, której katoda jest przyłączona do dodatniego bieguna źródła zasilania obwodu głównego falownika.

Trójfazowy falownik napięcia o grupowej komutacji szeregowej według wynalazku, zawierający połączone ze sobą grupę anodową i grupę katodową tyrystorów głównych, z których każdy poprzez dławik komutacyjny połączony jest z odpowiednim biegunem źródła zasilania obwodu głównego oraz diody zwrotne, z których każda bocznikuje gałąź utworzoną z tyrystora głównego i dławika komutacyjnego i włączona jest przeciwrównolegle do tyrystora głównego jak również dwie grupy tyrystorów pomocniczych, z których każda jest połączona z jednej strony z odpowiednią grupą tyrystorów głównych, a z drugiej strony z jednym zaciskiem oddzielnego kondensatora komutacyjnego, charakteryzuje się tym, że drugi zacisk kondensatora komutacyjnego anodowej grupy tyrystorów głównych jest połączony z ujemnym biegunem źródła zasilania, przy czym równolegle do kondensatora komutacyjnego włączona jest gałąź złożona z połączonych szeregowo diody i dławika. Wspólny punkt kondensatora komutacyjnego, tyrystorów pomocniczych grupy anodowej tyrystorów głównych oraz gałęzi złożonej z diody i dławika, połączony jest poprzez następną gałąź zawierającą szeregowo połączone diodę i dławik z dodatnim biegunem źródła zasilania. Natomiast drugi zacisk kondensatora komutacyjnego katodowej grupy tyrystorów głównych połączony jest z dodatnim biegunem źródła zasilania, przy czym równolegle do kondensatora komutacyjnego włączona jest gałąź złożona z połączonych szeregowo diody i dławika. Wspólny punkt kondensatora komutacyjnego, tyrystorów pomocniczych grupy katodowej tyrystorów głównych oraz gałęzi złożonej

z diody i dławika połączony jest poprzez kolejną gałąź zawierającą szeregowo połączone diodę i dławik z ujemnym biegunem źródła zasilania.

Zaletą falownika napięcia o grupowej komutacji szeregowej według wynalazku, jest wyeliminowanie wzajemnych oddziaływań między obwodem komutacyjnym i obwodem obciążenia, co pozwala uzyskać dużą częstotliwość pracy przekształtnika, ograniczoną jedynie stratami mocy w elementach i czasem przeładowania kondensatora komutacyjnego w bocznikującej go gałęzi, złożonej z szeregowo połączonych diody i dławika. Falownik napięcia według wynalazku, pozwala na bezpośrednie i niemal całkowite oddanie energii z naładowanego kondensatora komutacyjnego do źródła zasilania w obwodzie złożonym z połączonych szeregowo kondensatora komutacyjnego, dławika, diody i źródła zasilania, co przy odpowiednio dobranych parametrach podstawowych elementów obwodu komutacyjnego, to jest pojemności kondensatora komutacyjnego oraz indukcyjności dławika w obwodzie obciążenia, pozwala w prosty sposób ograniczyć efekt doładowania kondensatora komutacyjnego w funkcji prądu obciążenia. Ponadto umożliwia on wyłączanie tyrystorów głównych przy wykorzystaniu energii źródła zasilającego obwód główny falownika.

Trójfazowy falownik napięcia o grupowej komutacji szeregowej, według wynalazku jest przedstawiony w przykładzie wykonania na rysunku będącym jego schematem ideowym.

Falownik według wynalazku służy do zasilania odbiornika trójfazowego 1 ze źródła zasilania 2 prądu stałego. Obwód główny falownika złożony jest z tyrystorów głównych 3, 4, 5 grupy anodowej, tyrystorów głównych 6, 7, 8 grupy katodowej, diod zwrotnych 9-14 oraz dławików komutacyjnych 15-20. Do wyłączania tyrystorów w obwodzie głównym służą dwa obwody komutacyjne, z których jeden umożliwia wyłączenie tyrystorów głównych 3, 4, 5 grupy anodowej, a drugi umożliwia wyłączenie tyrystorów głównych 6, 7, 8, grupy katodowej. Obwód komutacyjny anodowej grupy tyrystorów głównych 3, 4, 5, składa się z trzech tyrystorów pomocniczych 21, 22, 23, grupy anodowej, kondensatora komutacyjnego 24, diod 25, 26 oraz dławików 27, 28. Anody tyrystorów pomocniczych 21, 22, 23, połączone są z anodami poszczególnych tyrystorów głównych 3, 4, 5, a ich katody tworzą wspólny węzeł z jednym z zacisków kondensatora komutacyjnego 24 i anodami diod 25, 26. Katoda diody 25 połączona jest poprzez dławik 27 z dodatnim biegunem źródła zasilania 2, natomiast katoda diody 26 połączona jest poprzez dławik 28 z ujemnym biegunem źródła zasilania 2. Z ujemnym biegunem źródła zasilania 2 połączony jest również drugi zacisk kondensatora komutacyjnego 24. Obwód komutacyjny katodowej grupy tyrystorów głównych 6, 7, 8, składa się z trzech tyrystorów pomocniczych 29, 30, 31, kondensatora komutacyjnego 32, diod 33, 34 oraz dławików 35, 36. Katody tyrystorów pomocniczych 29, 30, 31, połączone są z katodami poszczególnych tyrystorów głównych 6, 7, 8, a ich anody tworzą wspólny węzeł z jednym z zacisków kondensatora komutacyjnego 32 i katodami diod 33, 34. Anoda diody 34 połączona jest poprzez dławik 36 z ujemnym biegunem źródła zasilania 2, natomiast anoda diody 33 połączona jest poprzez dławik 35 z dodatnim biegunem źródła zasilania 2. Z dodatnim biegunem źródła zasilania 2 połączony jest również drugi zacisk kondensatora komutacyjnego 32.

Działanie falownika napięcia według wynalazku wymaga niezależnie od sposobu sterowania, wymuszonego wyłączania tyrystorów głównych. Przy wstępnie naładowanym kondensatorze komutacyjnym 24, załączenie tyrystora pomocniczego grupy anodowej, na przykład tyrystora 21, powoduje wyłączenie odpowiedniego tyrystora głównego grupy anodowej, w tym przypadku tyrystora 3. Kondensator 24 przeładowuje się początkowo w obwodzie zawierającym diodę zwrotną 12, tyrystor główny 3 i tyrystor pomocniczy 21, a następnie poprzez źródło zasilania 2, dławik komutacyjny 15 i tyrystor 21 od początkowej wartości napięcia do wartości maksymalnej o przeciwnej biegunowości. Po naładowaniu się kondensatora komutacyjnego 24 do maksymalnej wartości napięcia, następuje proces jego rozładowania. Z tego względu, że indukcyjność dławika 28 jest znacznie większa niż indukcyjność dławika 27, proces rozładowania kondensatora komutacyjnego 24 odbywa się głównie w szeregowym obwodzie rozładowania, złożonym z diody 25, dławika 27 i źródła zasilania 2. W obwodzie tym następuje prawie całkowite oddanie energii z kondensatora komutacyjnego 24 do źródła zasilania 2. W dławiku 28 znajdującym się wraz z diodą 26 w gałęzi

połączonej równolegle z kondensatorem komutacyjnym 24, gromadzona jest energia, która umożliwia przeładowanie kondensatora komutacyjnego 24 do początkowej wartości napięcia. Podobnie przebiegają procesy w obwodzie komutacyjnym przy wyłączaniu pozostałych tyrystorów głównych 4, 5, grupy anodowej przy pomocy tyrystorów pomocniczych 22, 23. Przy wstępnie naładowanym kondensatorze komutacyjnym 32, załączenie tyrystora pomocniczego grupy katodowej, na przykład tyrystora 29, powoduje wyłączenie odpowiedniego tyrystora głównego grupy katodowej, w tym przypadku tyrystora 6. Kondensator 32 przeładowuje się początkowo w obwodzie zawierającym tyrystor pomocniczy 29, tyrystor główny 6 oraz diodę zwrotną 9, a następnie poprzez tyrystor pomocniczy 29, dławik komutacyjny 18 i źródło zasilania 2 od początkowej wartości napięcia do maksymalnej wartości o przeciwnej biegunowości. Po naładowaniu się kondensatora komutacyjnego 32 do maksymalnej wartości napięcia, następuje proces jego rozładowania. Z tego względu, że indukcyjność dławika 35 jest znacznie większa niż indukcyjność dławika 36, proces rozładowania kondensatora komutacyjnego 32 odbywa się głównie w szeregowym obwodzie rozładowania złożonym z diody 34, dławika 36 i źródła zasilania 2. W obwodzie tym następuje prawie całkowite oddanie energii z kondensatora komutacyjnego 32 do źródła zasilania 2. W dławiku 35, znajdującym się wraz z diodą 33 w gałęzi połączonej równolegle z kondensatorem komutacyjnym 32, gromadzona jest energia, która umożliwia przeładowanie kondensatora komutacyjnego 32 do początkowej wartości napięcia. Podobnie przebiegają procesy w obwodzie komutacyjnym przy wyłączaniu pozostałych tyrystorów głównych 7, 8, grupy katodowej przy pomocy tyrystorów pomocniczych 30, 31. Przy ustalonych wartościach parametrów kondensatorów 24 i 32 oraz dławików 15-20, 27 i 36, wartość napięcia początkowego na kondensatorze komutacyjnym 24 dobrać można zmieniając wartość indukcyjności dławika 28, a zmieniając wartość indukcyjności dławika 35 można dobrać wartość napięcia początkowego na kondensatorze komutacyjnym 32. Wartości początkowe napięć kondensatorów komutacyjnych 24 i 32, a tym samym wartość energii zgromadzonej w ich polu elektrycznym, decyduje o prawidłowej komutacji tyrystorów głównych falownika.

