RZECZPOSPOLITA POLSKA

Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **230052**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **418441**

(22) Data zgłoszenia: **23.08.2016**

(51) Int.Cl.
H02H 3/20 (2006.01)
H02J 3/01 (2006.01)
H02J 3/18 (2006.01)

(54) **Układ do ograniczania napięć w obwodzie sprzęgającym równoległego kompensatora aktywnego**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
26.02.2018 BUP 05/18

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
28.09.2018 WUP 09/18

(73) Uprawniony z patentu:
AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE, Kraków, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:
MARCIN BASZYŃSKI, Brzeźnica, PL
ROMAN DUDEK, Wieliczka, PL
ALEKSANDER DZIADECKI, Kraków, PL
JANUSZ GRZEGORSKI, Kraków, PL
JÓZEF SKOTNICZY, Kraków, PL
ANDRZEJ STOBIECKI, Kraków, PL

(74) Pełnomocnik:
rzecz. pat. Andrzej Rogowski

PL 230052 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest układ do ograniczania napięć w obwodzie sprzęgającym równoległego kompensatora aktywnego, znajdujący zastosowanie w przemysłowych układach przeznaczonych do poprawy jakości energii elektrycznej dostarczanej siecią energetyczną.

Jednym z typów obwodów sprzęgających równoległy kompensator, aktywny z siecią: zasilającą, jest znany z publikacji Daniela Wojciechowskiego „Równolegle kompensatory aktywne dużej mocy" układ, który zawiera falownik trzy lub czterogałęziowy przyłączony do sieci energetycznej poprzez obwód sprzęgający trzy lub czterogałęziowy. Każda z gałęzi obwodu sprzęgającego stanowi element filtra typu T i składa się z dwu szeregowo połączonych dławików oraz dołączonego do miejsca ich połączenia kondensatora lub kondensatora połączonego szeregowo z rezystorem. Drugie końce tych kondensatorów lub rezystorów każdej gałęzi są ze sobą połączone we wspólnym punkcie. Do wyjścia stało-prądowego falownika przyłączony jest kondensator.

Obwód sprzęgający narażony jest w trakcie pracy na przepięcia zewnętrzne, rozumiane jako nagłe zwyżki napięcia wywołane zjawiskami elektromagnetycznymi, powstającymi na ogół przypadkowo w obwodach poza samym przekształtnikiem i nie związanymi z normalną pracą. Najczęstszą przyczyną przepięć w obwodach sprzęgających są zjawiska elektromagnetyczne, związane z procesami łączeniowymi w obwodach indukcyjnych lub oscylacyjnych (LC). Są to przepięcia powstające w obwodach sieci elektroenergetycznej napięcia przemiennego, z którą współpracuje przekształtnik, oraz przepięcia wywołane przełączeniami lub awaryjnymi przerwami indukcyjnych obwodów autonomicznych odbiorników.

Aby uniknąć uszkodzenia kondensatorów wchodzących w skład filtrów typu „T" stanowiących elementy obwodów sprzęgających stosuje się kondensatory o wysokim napięciu przebicia co znacznie zwiększa koszty, obwodów sprzęgających oraz ich gabaryty.

Z patentu CN1Q2130572 p.t. „*Three-phase rectifier bridge direct-current side parallel connection type active power filter*", znany jest układ, w którym jest zaprezentowany rodzaj mostka trójfazowego połączonego do równoległego filtra aktywnego. Filtr zawiera: pojemność, indukcyjność, trzy niskiej częstotliwości wyłączniki dwukierunkowe i cztery wysokiej częstotliwości wyłączniki dwukierunkowe. Trzy niskiej częstotliwości przełączniki dwukierunkowe są połączone do trzech wejść trójfazowego zasilania sieciowego. Wynalazek odpowiada za zarządzanie harmonicznymi fali trójfazowej.

Znany jest również inny układ przedstawiony w rozwiązaniu chińskim CN204118738 p.t. „*Active power Mer with protection circuit*", który ujawnia filtr aktywny z obwodem zabezpieczającym takim, który pozwala rozwiązać problem techniczny, który mógłby doprowadzić do uszkodzenia spowodowanego nadmiernym spadkiem lub wzrostem napięcia zasilającego w sytuacji, gdy filtr, aktywny działa, realizując proces kompensacji obwodu. Aktywny filtr mocy z obwodem zabezpieczającym zawiera obwód ładujący i aktywny układ filtra, przy czym układ ochronny detekcji jest również włączony pomiędzy aktywny obwód filtra i obciążenie, a obwód wykrywania realizuje ochronę zarówno w przypadku obniżonego napięcia jak i podwyższonego napięcia zasilającego. W przypadku zbyt wysokiego napięcia występującego w obwodzie chronionym, do którego przyłączony jest filtr aktywny, a więc wtedy, gdy napięcie obwodu obciążenia staje się zbyt wysokie, obwód obciążenia zostaje odcięty, aby uniknąć jego uszkodzenia. W przypadku obniżenia napięcia zasilającego, napięcie w obwodzie obciążenia może być przez .filtr wyrównane w celu umożliwienia osiągnięcia zakresu znamionowego napięcia pracy obwodu obciążającego.

Układy zabezpieczające ujawnione w obu cytowanych opisach nie mogą zostać zastosowane w układzie w którym obwodem sprzęgającym są filtry typu „T" ponieważ są rozwiązaniami dedykowanymi do opisanych układów.

Celem wynalazku jest konstrukcja, układu zabezpieczającego obwód sprzęgający równoległy kompensator aktywny z siecią energetyczna przed przepięciami. Układu, który posiada możliwie prosta konstrukcję oraz realizuje skuteczne ograniczanie napięć w obwodzie sprzęgającym.

Układ, według wynalazku zawiera falownik trzy lub czterogałęziowy przyłączony do sieci energetycznej, poprzez obwód sprzęgający. Obwód ten jest trzygałęziowy, jeżeli do trzygałęziowego falownika są dołączone tylko trzy przewody sieci zasilającej lub czterogałęziowy, gdy do czterogałęziowego falownika oprócz trzech przewodów, sieci zasilającej jest dołączony przewód neutralny. Każda z gałęzi obwodu sprzęgającego, stanowi, oddzielny element filtra typu T składającego się z dwu szeregowo połączonych dławików oraz dołączonego do miejsca ich połączenia jednego końca dwójnika będącego kondensatorem, bądź kondensatorem połączonym szeregowo lub równolegle z rezystorem lub inną kombinacją połączeń tych elementów. Drugie końce tych dwójników, z każdej gałęzi, połączone są ze

sobą we wspólnym punkcie. Do wyjścia stało-prądowego falownika przyłączony jest kondensator. Cechą charakterystyczną układu według wynalazku jest to, że zawiera mostek diodowy trzy lub czterogałęziowy, w którym połączone ze sobą katody diod są przyłączone do dodatniego potencjału kondensatora na wyjściu stało-prądowym falownika. Do ujemnego potencjału tego kondensatora na wyjściu stałoprądowym falownika są dołączone połączone ze sobą anody diod tego mostka. W każdej, z trzech lub czterech, gałęzi mostka diodowego miejsce połączenia anody jednej diody z katodą drugiej diody jest dołączone do jednej z gałęzi obwodu sprzęgającego, to jest do miejsca szeregowo połączonych dławików stanowiących element filtra typu T tego obwodu sprzęgającego.

Rozwiązanie, według wynalazku, zapewnia ograniczenie wartości napięć na kondensatorach filtra typu T układu sprzęgającego, równoległego kompensatora aktywnego, do poziomu napięcia na kondensatorze na wyjściu stało-prądowym falownika równoległego kompensatora aktywnego.

Układ, według wynalazku, uwidoczniony jest w przykładowym wykonaniu na rysunku fig. 1, który przedstawia schemat ideowy układu dla czterogałęziowego obwodu sprzęgającego.

Układ, według wynalazku, zawiera sieć zasilającą 1 połączoną przewodami fazowymi L1, L2, L3 i przewodem neutralnym N z odbiorami 2 oraz poprzez czterogałęziowy układ sprzęgający 3 z czterogałęziowym falownikiem 4. Każda z gałęzi obwodu sprzęgającego, 3 stanowi oddzielny element filtra typu T składającego się z dwu szeregowo połączonych dławików DL1 z DL2, DL3 z DL4, DL5 z DL6, DL7 z DL8 oraz dołączonego do miejsca ich połączenia jednego końca jednego z dwójników RC1, RC2, RC3, RC4 będącego kondensatorem, bądź kondensatorem połączonym szeregowo lub równolegle z rezystorem lub inną kombinacją połączeń tych elementów. Drugie końce tych dwójników RC1, RC2, RC3, RC4 są ze sobą połączone we wspólnym punkcie. Do wyjść stałoprądowych $+U_{DC}$ i $-U_{DC}$ falownika 4 jest dołączony kondensator 5 i wyjścia stałoprądowe czterogałęziowego mostka diodowego 6 w ten sposób, że połączone ze sobą katody czterech diod D1, D3, D5, D7 z czterech gałęzi mostka 6 są dołączone do wyjścia $+U_{DC}$ falownika 4, a połączone ze sobą anody czterech diod D2, D4, D6, D8 mostka 6 są dołączone do wyjścia $-U_{DC}$ falownika 4. Wejścia zmiennoprądowe czterogałęziowego mostka 6, czyli miejsca gdzie w każdej gałęzi tego mostka anoda jednej diody jest połączona z katodą drugiej diody, są każde z nich oddzielnie dołączone do miejsc połączenia dwu szeregowo połączonych dławików obwodu sprzęgającego 3. Tak więc punkt połączenia diod D1 i D2 jest połączony z punktem połączenia dławików DL1 i DL2, punkt połączenia diod D3 i D4 jest połączony z punktem połączenia dławików DL3 i DL4, punkt połączenia, diod D5 i D6 jest połączony z punktem połączenia dławików DL5 i DL6, punkt połączenia diod D7 i D8 jest połączony z punktem połączenia dławików DL7 i DL8.

Działanie układu według rozwiązania polega na tym, że ogranicza wartość potencjału punktu połączeń dławików DL1 z DL2, DL3 z DL4, DL5 z DL6, DL7 z DL8 oraz dołączonego do miejsca ich połączenia jednego końca jednego z dwójników RC1, RC2, RC3, RC4 będącego kondensatorem, bądź kondensatorem połączonym szeregowo lub równolegle z rezystorem lub inną kombinacją połączeń tych elementów stanowiących element filtra typu T obwodu sprzęgającego 3 równoległego kompensatora aktywnego, do wartości nie większej niż potencjał punktu $+U_{DC}$ oraz nie niższej niż potencjał punktu $-U_{DC}$.

Jeżeli podczas pracy kompensatora, wspomniany potencjał punktu połączeń dławików DL1 z DL2, DL3 z DL4, DL5 z DL6, DL7 z DL8, chciałby przekroczyć wartość potencjału punktu $+U_{DC}$ na przykład na skutek rezonansu w obwodzie sprzęgającym 3, sieci zasilającej 1 lub obwodach odbiorów 2, to odpowiednia dioda D1 lub D3 lub D5 lub D7 mostka diodowego 6 zostanie spolaryzowana w kierunku przewodzenia powodując przepływ energii do kondensatora 5 zapobiegając wzrostowi potencjału punktu połączeń dławików ponad wartość potencjału punktu $+U_{DC}$. Podobna sytuacja wystąpi w przypadku, gdy wspomniany potencjał punktu połączeń dławików w obwodzie sprzęgającym chciałby się obniżyć poniżej potencjału punktu $-U_{DC}$. Wówczas zostanie spolaryzowana w kierunku przewodzenia jedna z diod D2 lub D4 lub D6 lub D8 mostka diodowego 6 umożliwiając przepływ energii do kondensatora 5 i nie pozwalając na obniżenie się potencjału wspomnianego punktu poniżej potencjału $-U_{DC}$. Ponieważ pojemność kondensatora na wyjściu stało prąd owym falownika 5 jest wielokrotnie większa od pojemności kondensatorów dwójników RC będących elementami filtra typu T obwodu sprzęgającego 3, to przyrost napięcia na tym kondensatorze 5 spowodowany prądem dopływającym z obwodu sprzęgającego 3 poprzez diody mostka 6, będzie nieznaczny. Dzięki temu rozwiązaniu napięcie między dowolnymi dwoma punktami połączenia dławików DL obwodu sprzęgającego 3 nie będzie większe niż w przybliżeniu napięcie na kondensatorze na wyjściu stałoprądowym falownika 5.

Zaproponowany układ zapewnia bardzo prosty, tani i bezstratny sposób ograniczenia wartości napięć na kondensatorach dwójników RC. Dzięki temu rozwiązaniu można, bez obawy uszkodzenia, zastosować w obwodzie sprzęgającym kondensatory o mniejszym napięciu znamionowym.

Zastrzeżenie patentowe

1. Układ do ograniczania napięć w obwodzie sprzęgającym równoległego kompensatora aktywnego zawierający falownik przyłączony do sieci energetycznej poprzez obwód sprzęgający, składający się z trzech lub czterech gałęzi, przy czym każda z gałęzi obwodu sprzęgającego stanowi element filtru typu T i składa się z dwu szeregowo połączonych dławików oraz dołączonego do miejsca ich połączenia jednego końca dwójnika będącego kondensatorem lub kondensatorem połączonym z rezystorem, a drugie końce tych dwójników z każdej gałęzi są ze sobą połączone we wspólnym punkcie, natomiast do wyjścia stało-prądowego falownika jest przyłączony jest kondensator, **znamienny tym**, że zawiera mostek diodowy 6, trzy lub czterogałęziowy, w zależności od ilości gałęzi falownika, w którym w przypadku czterogałęziowego mostka 6, połączone są ze sobą katody diod D1, D3, D5, D7 i przyłączone do dodatniego potencjału $+U_{DC}$ kondensatora 5, na wyjściu stało-prądowym falownika 4, natomiast do ujemnego potencjału $-U_{DC}$ kondensatora 5, na wyjściu stało-prądowym falownika 4, są dołączone połączone ze sobą anody diod D2, D4, D6, D8, przy czym w każdej, z trzech lub czterech, gałęzi mostka diodowego 6 miejsce połączenia anody jednej diody z katodą drugiej diody jest dołączone do jednej z gałęzi obwodu sprzęgającego, w miejscu szeregowo połączonych dławików i jednego końca dwójnika, będącego kondensatorem lub kondensatorem połączonym szeregowo lub równolegle z rezystorem, stanowiących elementy filtru typu T tego obwodu sprzęgającego, tak że w przypadku czterogałęziowego mostka 6, anoda diody D1 jest połączona z katodą diody D2 i z połączonymi ze sobą dławikami DL1 i DL2 oraz dwójnikiem RC1, anoda diody D3 jest połączona z katodą diody D4 i z połączonymi ze sobą dławikami DL3 i DL4 oraz dwójnikiem RC2, anoda diody D5 jest połączona z katodą diody D6 i z połączonymi ze sobą dławikami DL5 i DL6 oraz dwójnikiem RC3, anoda diody D7 jest połączona z katodą-diody D8 i z połączonymi ze sobą dławikami. DL7 i DL8 oraz dwójnikiem RC4, zaś w przypadku trójgałęziowego obwodu sprzęgającego, mostek diodowy 6 składa się z trzech gałęzi a połączenia układu, do, ograniczania napięć w obwodzie sprzęgającym równoległego kompensatora aktywnego są identyczne, jak dla czterogałęziowego obwodu sprzęgającego, dla odpowiednio mniejszej liczby elementów.

Rysunek

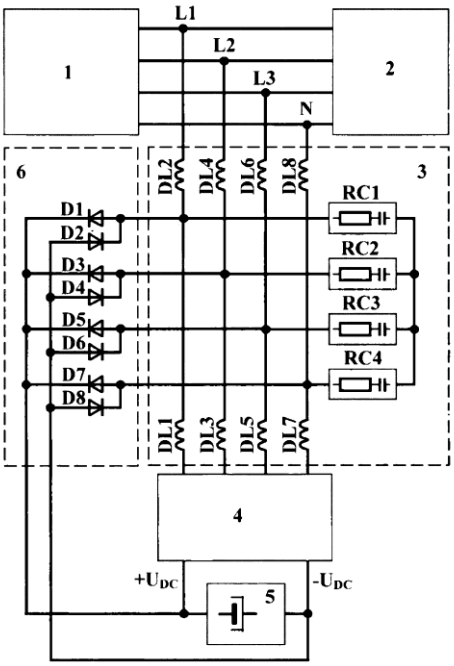

Fig. 1

Departament Wydawnictw UPRP
Cena 2,46 zł (w tym 23% VAT)