

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10)

PL 439246 A1

(12)

Opis zgłoszeniowy wynalazku (z daty zgłoszenia)

(21) Numer zgłoszenia: 439246

(22) Data zgłoszenia: 2021.10.19

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: 2023.04.24 BUP 17/2023

(51) MKP:

H01H 33/59 (2006.01)

(71) Zgłaszający:

POLITECHNIKA ŁÓDZKA, Łódź, PL

(72) Twórca(-y):

MAREK BARTOSIK, Łódź, PL
PIOTR BORKOWSKI, Łódź, PL
ANDRZEJ JESKE, Bukowiec, PL
ŁUKASZ NOWAK, Łódź, PL
FRANCISZEK WÓJCIK, Łódź, PL

(74) Pełnomocnik:

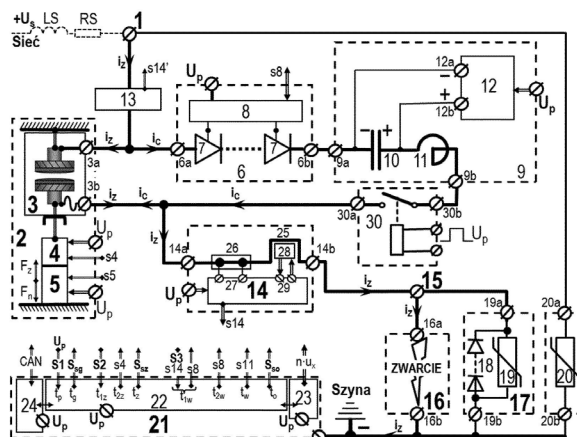
Anna Westrych, Łódź, PL

(54) Tytuł:

Ultraszybki wyłącznik hybrydowy prądu stałego o komutacji wymuszonej za pomocą pierwszej półfali przeciwprądu, przeznaczony zwłaszcza dla trakcji kolejowej i miejskiej

(57) Skrót opisu:

Ultraszybki wyłącznik hybrydowy prądu stałego o komutacji wymuszonej za pomocą pierwszej półfali przeciwprądu, przeznaczony zwłaszcza dla trakcji kolejowej i miejskiej według zgłoszenia charakteryzuje się tym, że wejściowy zacisk przyłączowy (3a) komory próżniowej (3), dołączony do głównego sieciowego zacisku przyłączowego (1) wyłącznika, jest dołączony także do wejściowego zacisku przyłączowego (6a) zespołu tyrystorowego (6), którego wyjściowy zacisk przyłączowy (6b) jest dołączony do wejściowego zacisku przyłączowego (9a) generatora przeciwprądu (9), którego wyjściowy zacisk przyłączowy (9b) jest dołączony do wyjściowego zacisku przyłączowego (30b) odcinacza napięcia (30), którego wyjściowy zacisk przyłączowy (30a) jest dołączony do wyjściowego zacisku przyłączowego (3b) komory próżniowej (3) dołączonego również do wejściowego zacisku przyłączowego (14a) zespołu przełącznika nadprądowego (14), którego wyjściowy zacisk przyłączowy (14b) jest dołączony do głównego odbiornikowego zacisku przyłączowego (15) wyłącznika, do obu okładek kondensatora (10) zespołu generatora przeciwprądu (9) są nadto dołączone zaciski wyjściowe (12a) i (12b) przetwornicy (12) zasilanej z sieci napięcia pomocniczego, której ujemny zacisk wyjściowy (12a) jest dołączony do okładki kondensatora (10) połączonej z wejściowym zaciskiem (9a) generatora (9), zaś dodatni zacisk (12b) przetwornicy (12) jest dołączony do okładki kondensatora (10) połączonej z dławikiem (11), natomiast w zespole tyrystorowym (6) zawierającym jedną gałąź tyrystorów połączonych szeregowo anoda gałęzi tyrystorów (7) jest dołączona do zacisku wejściowego (6a) zespołu tyrystorowego (6), zaś katoda gałęzi tyrystorów (7) jest dołączona do wyjściowego zacisku przyłączowego (6b) zespołu tyrystorowego (6).



Ultraszybki wyłącznik hybrydowy prądu stałego o komutacji wymuszonej za pomocą pierwszej półfali przeciwprądu, przeznaczony zwłaszcza dla trakcji kolejowej i miejskiej.

Przedmiotem wynalazku jest ultraszybki wyłącznik hybrydowy prądu stałego o komutacji wymuszonej za pomocą pierwszej półfali przeciwprądu, przeznaczony zwłaszcza dla trakcji kolejowej i miejskiej, do pracy w obwodach głównych pojazdów użytkowanych w systemach DC1 (3 kV) oraz DC2 (1,5 kV), to jest zwłaszcza w elektrycznych zespołach trakcyjnych EZT, pociągach zespolonych PZ (w tym dwugłowicowych dla kolei dużych prędkości KDP), elektrowozach EW (głównie lokomotywach o mocy do 5 MW), a nadto do zastosowań pokrewnych.

Z opisu patentowego Pat. 237642 znany jest ultraszybki wyłącznik hybrydowy prądu stałego przeznaczony zwłaszcza dla trakcji kolejowej, wyposażony w główny tor prądowy zawierający połączone ze sobą szeregowo główny sieciowy zacisk przyłączowy wejściowy, zespół ultraszybkiego łącznika próżniowego zawierający komorę próżniową z zamkiem elektromagnesowym i napędem indukcyjno-dynamicznym, zespół przekąźnika nadprądowego oraz główny odbiornikowy zacisk przyłączowy wyjściowy, a nadto wyposażony w zespół trzech ograniczników przepięć, z których ogranicznik przepięć zewnętrznych jest warystorem tlenkowym MOV, jeden z połączonych równolegle dwóch ograniczników przepięć wewnętrznych jest ogranicznikiem diodowym, zaś drugi z ograniczników przepięć wewnętrznych jest warystorem tlenkowym MOV, przy czym wspólny wejściowy zacisk przyłączowy obu tych ograniczników jest połączony z głównym odbiornikowym zaciskiem przyłączowym wyłącznika, a ich wspólny wyjściowy zacisk przyłączowy jest dołączony do szyny uziomowej, a także wyłącznik jest wyposażony w zespół sterowania złożony z interfejsu wejście/wyjście, z zasilanego ze źródła zewnętrznego zasilacza napięć wewnętrznych oraz z modułu sieci CAN, zaś zespół sterowania jest połączony światłowodami lub elektrycznie z zespołem ultraszybkiego łącznika próżniowego i zespołem przekąźnika nadprądowego. Wejściowy zacisk przyłączowy komory próżniowej zespołu ultraszybkiego łącznika próżniowego, dołączony do głównego sieciowego zacisku przyłączowego

wyłącznika, jest dołączony także do wejściowego zacisku przyłączowego zespołu generatora przeciwprądu, którego wyjściowy zacisk przyłączowy jest dołączony do wejściowego zacisku przyłączowego zespołu tyrystorowego, którego wyjściowy zacisk przyłączowy jest dołączony do wyjściowego zacisku przyłączowego komory próżniowej dołączonego również do wejściowego zacisku przyłączowego zespołu przekaźnika nadprądowego, którego wyjściowy zacisk przyłączowy jest z kolei dołączony do głównego odbiornikowego zacisku przyłączowego wyłącznika. Zespół generatora przeciwprądu wyłącznika zawiera połączone szeregowo kondensator komutacyjny i dławik komutacyjny, w którym jedna okładka kondensatora jest dołączona do wejściowego zacisku przyłączowego zespołu generatora przeciwprądu, zaś druga okładka kondensatora jest dołączona do jednego zacisku dławika, którego drugi zacisk jest dołączony do wyjściowego zacisku przyłączowego zespołu generatora. Nadto do wspólnego punktu kondensatora komutacyjnego i dławika komutacyjnego jest dołączony jeden zacisk opornika, którego drugi zacisk jest dołączony do szyny uziomowej dołączanej do szyn jezdnych, natomiast zespół tyrystorowy wyłącznika zawiera dwie gałęzie tyrystorów, każdą złożoną z kilku tyrystorów połączonych szeregowo, połączone ze sobą tak, że anoda jednej gałęzi tyrystorów jest połączona z katodą drugiej gałęzi tyrystorów i jeden wspólny koniec obu gałęzi jest dołączony do wejściowego zacisku przyłączowego zespołu tyrystorowego, zaś drugi wspólny koniec obu gałęzi jest dołączony do wyjściowego zacisku przyłączowego tego zespołu. Ponadto wszystkie bramki tyrystorów w gałęziach tyrystorów są dołączone do wzajemnie odseparowanych wyjść sterownika.

W wyżej opisanym wyłączniku hybrydowym prądu stałego obcym źródłem energii dla generacji przeciwprądu jest sieć trakcyjna. Rozwiązanie to jest relatywnie kosztowne. Wyłączanie prądu w każdych rzeczywistych warunkach trakcyjnych jest możliwe dopiero za pomocą drugiej półfali przeciwprądu, po oscylacyjnym przeładowaniu się kondensatora komutacyjnego, natomiast w rzeczywistych warunkach tłumienia pierwsza półfala musi mieć wówczas amplitudę i początkową stromość wzrostu prądu o ponad $\frac{1}{4}$ większą od wartości wymaganej do wyłączenia granicznego spodziewanego prądu zwarciovego i_{zsp} .

Celem niniejszego wynalazku jest opracowanie wyłącznika hybrydowego prądu stałego, alternatywnego do opisanego powyżej, mającego podobny zakres stosowalności, ale zmodyfikowaną zasadę wyłączania prądów stałych metodą komutacji wymuszonej, polegającej na wymuszonym sprowadzeniu do zera prądu stałego i_z w próżni za pomocą pierwszej półfali prądu o kierunku przeciwnym i_c (tzw. przeciwprądu), uzyskanego z dodatkowego zasobnika energii załączanego za pomocą tyrystorów, zwanego dalej generatorem przeciwprądu, zasilanego z obcego źródła energii.

Ultraszybki wyłącznik hybrydowy prądu stałego o komutacji wymuszonej za pomocą pierwszej półfali przeciwprądu, przeznaczony zwłaszcza dla trakcji kolejowej i miejskiej, wyposażony w główny tor prądowy zawierający połączone ze sobą szeregowo główny sieciowy zacisk przyłączowy wejściowy, zespół ultraszybkiego łącznika próżniowego zawierający komorę próżniową z zamkiem elektromagnesowym i napędem indukcyjno-dynamicznym, zespół przekaźnika nadprądowego oraz główny odbiornikowy zacisk przyłączowy wyjściowy, nadto wyposażony w zespół trzech ograniczników przepięć – dwóch połączonych równolegle ograniczników przepięć wewnętrznych, tlenkowego warystorowego MOV i diodowego oraz ogranicznika przepięć zewnętrznych tlenkowego warystorowego MOV, z których wejściowy zacisk przyłączowy warystorowego ogranicznika przepięć wewnętrznych jest połączony z głównym odbiornikowym zaciskiem przyłączowym wyłącznika, wyjściowy zacisk przyłączowy warystorowego ogranicznika przepięć wewnętrznych jest dołączony do szyny uziomowej, wejściowy zacisk przyłączowy ogranicznika przepięć zewnętrznych jest dołączony do głównego sieciowego zacisku przyłączowego wyłącznika, zaś wyjściowy zacisk przyłączowy ogranicznika przepięć zewnętrznych jest dołączony do szyny uziomowej, zawierający nadto zespół tyrystorowy, w którym bramki wszystkich tyrystorów są dołączone do wzajemnie odseparowanych wyjść sterownika tyrystorów i który jest połączony z zespołem generatora przeciwprądu, zawierającym połączone szeregowo kondensator komutacyjny i dławik komutacyjny, z których jedna okładka kondensatora jest dołączona do wejściowego zacisku przyłączowego zespołu generatora, zaś jego druga okładka jest dołączona do jednego zacisku dławika, którego drugi

zacisk jest dołączony do wyjściowego zacisku przyłączowego zespołu generatora, dołączonego do wyjściowego zacisku przyłączowego odcinacza napięcia, którego wejściowy zacisk przyłączowy jest dołączony do wyjściowego zacisku przyłączowego komory próżniowej, **według wynalazku** charakteryzuje się tym, że wejściowy zacisk przyłączowy komory próżniowej, dołączony do głównego sieciowego zacisku przyłączowego wyłącznika, jest dołączony także do wejściowego zacisku przyłączowego zespołu tyrystorowego, którego wyjściowy zacisk przyłączowy jest dołączony do wejściowego zacisku przyłączowego generatora przeciwprądu, którego wyjściowy zacisk przyłączowy jest dołączony do wyjściowego zacisku przyłączowego odcinacza napięcia, którego wejściowy zacisk przyłączowy jest dołączony do wyjściowego zacisku przyłączowego komory próżniowej dołączonego również do wejściowego zacisku przyłączowego zespołu przekaźnika nadprądowego, którego wyjściowy zacisk przyłączowy jest dołączony do głównego odbiornikowego zacisku przyłączowego wyłącznika, do obu okładek kondensatora zespołu generatora przeciwprądu są nadto dołączone zaciski wyjściowe przetwornicy zasilanej z sieci napięcia pomocniczego, której ujemny zacisk wyjściowy jest dołączony do okładki kondensatora połączonej z wejściowym zaciskiem generatora, zaś dodatni zacisk przetwornicy jest dołączony do okładki kondensatora połączonej z dławikiem, natomiast w zespole tyrystorowym zawierającym jedną gałąź tyrystorów połączonych szeregowo anoda gałęzi tyrystorów jest dołączona do zacisku wejściowego zespołu tyrystorowego, zaś katoda gałęzi tyrystorów jest dołączona do wyjściowego zacisku przyłączowego zespołu tyrystorowego.

Korzystnie ultraszybki wyłącznik hybrydowy wyposażony jest w redundantny system trzech niezależnie działających zwarciovych wyzwalaczy progowych o regulowanych niezależnie prądach zadziałania, składający się z bezinwazyjnego czujnika prądu zamontowanego na przyłączu zacisku wejściowego komory próżniowej do głównego sieciowego zacisku wejściowego wyłącznika, a nadto z przekaźnika z elektronicznym analizatorem przetwarzania sygnału z bocznika, którego zaciski pomiarowe są dołączone do wejścia pomiarowego analizatora prądu w przekaźniku, a nadto progowego przekaźnika nadprądowego, którego wyjście jest dołączone do wejścia sterującego analizatora prądu w przekaźniku, przy czym

wyjścia sterujące czujnika prądu i przekaźnika są dołączone do odpowiednich wejść interfejsu we/wy sterownika wyłącznika.

Zespół łącznika próżniowego wyłącznika jest złożony z wyłącznikowej komory próżniowej, korzystnie z zestykiem generującym osiowe pole magnetyczne, połączonej prostowodem z napędem indukcyjno-dynamicznym otwierającym w znany sposób komorę ultraszybko i zamykającym ją z normalną prędkością, a nadto z zamka blokującego komorę w stanie otwarcia, mającego napęd elektromagnesowy (alternatywnie silnikowy).

Odcinacz napięcia jest łącznikiem powietrznym normalnościśnieniowym, korzystnie z zestykiem adynamicznym, zamykanym napędem elektromagnesowym zasilanym przez zaprogramowany czas napięciem pomocniczym, a jego cykl łączeniowy jest synchronizowany z cyklem wyłącznika.

Zespół przekaźnika nadprądowego wyłącznika stanowią: wielofunkcyjny analizator prądu osadzony na szynie nośnej, korzystnie z szeregowym bocznikiem, zawierający układ pomiaru prądu, progowy przekaźnik nadprądowy, korzystnie kontaktronowy i elektroniczny system przetwarzania danych pomiarowych umożliwiający progową identyfikację wartości prądu, obliczanie całki Joule'a oraz wysyłanie sygnału sterującego do otwarcia wyłącznika, przy czym jeden koniec szyny nośnej z szeregowym bocznikiem jest dołączony do wejściowego zacisku przyłączonego zespołu przekaźnika, zaś jej drugi koniec jest dołączony do wyjściowego zacisku przyłączonego tego zespołu. Taki redundantny zestaw zespołu przekaźnika nadprądowego i ww. czujnika do pomiaru prądu zapewnia bardzo dużą niezawodność działania wyłącznika jako zabezpieczenia w każdych warunkach nadprądowych obwodów elektrycznych pojazdu trakcyjnego zasilanych z sieci trakcyjnej. W razie potrzeby istnieje możliwość jego uproszczenia.

Zespół generatora przeciuprądu zawiera kondensator komutacyjny i dławik komutacyjny połączone szeregowo, przy czym jedna okładka kondensatora jest dołączona do wejściowego zacisku przyłączonego zespołu generatora, zaś jego druga okładka jest dołączona do jednego zacisku dławika, którego drugi zacisk jest dołączony do wyjściowego zacisku przyłączonego zespołu generatora, nadto do obu okładek kondensatora są dołączone zaciski wyjściowe przetwornicy napięcia

pomocniczego, zapewniające ładowanie kondensatora do napięcia o wartości i biegunowości zapewniającej wyłączenie granicznego spodziewanego prądu zwarcioowego za pomocą pierwszej półfali przeciwprądu, w każdych rzeczywistych warunkach trakcyjnych.

Zespół tyrystorowy zawiera jedną gałąź tyrystorów, złożoną z kilku tyrystorów połączonych szeregowo, dołączoną do zacisków tak, że anoda gałęzi tyrystorów jest dołączona do wejściowego zacisku przyłączonego zespołu, zaś katoda gałęzi jest dołączona do wyjściowego zacisku przyłączonego zespołu. Wszystkie bramki tyrystorów są dołączone do wzajemnie odseparowanych wyjść sterownika tyrystorów.

Wyłącznik jest nadto w znany sposób wyposażony w zespół trzech ograniczników przepięć, z których ogranicznik przepięć zewnętrznych jest warystorem tlenkowym MOV, jeden z ograniczników przepięć wewnętrznych jest ogranicznikiem diodowym, zaś drugi z ograniczników przepięć wewnętrznych jest warystorem tlenkowym MOV, przy czym wejściowy zacisk przyłączonego ogranicznika przepięć zewnętrznych jest dołączony do głównego sieciowego zacisku przyłączonego wyłącznika, zaś jego wyjściowy zacisk przyłączonego jest dołączony do szyny uziomowej, natomiast ograniczniki przepięć wewnętrznych są połączone równolegle tak, że katoda ogranicznika diodowego jest dołączona do wejściowego zacisku przyłączonego ogranicznika tlenkowego dołączonego do głównego odbiornikowego zacisku przyłączonego wyłącznika, zaś anoda ogranicznika diodowego jest dołączona do wyjściowego zacisku przyłączonego ogranicznika tlenkowego dołączonego do szyny uziomowej.

Ponadto wyłącznik zawiera zespół sterownika złożony z oprogramowanego sterownika mikroprocesorowego, interfejsu wejście/wyjście, zasilacza wytwarzającego niezbędne napięcia wewnętrzne, modułu sieci CAN do komunikacji wewnętrznej i zewnętrznej. Zespół sterownika jest połączony za pomocą łączy światłowodowych lub elektrycznych z wejściami lub wyjściami sterującymi zespołu ultraszybkiego łącznika próżniowego, zespołu przekaźnika nadprądowego, zespołu tyrystorowego sterującego generatorem przeciwprądu oraz odcinacza napięcia.

Generator przeciwprądu i inne zespoły wyłącznika są zasilane z zewnętrznego źródła napięcia pomocniczego. Prąd główny oraz wszystkie napięcia niezbędne do właściwego działania poszczególnych zespołów są mierzone i regulowane, a także monitorowane są napięcia główne przed i za wyłącznikiem oraz napięcia na wszystkich zasobnikach kondensatorowych.

Wyłącznik według wynalazku stanowi ultraszybki wyłącznik hybrydowy prądu stałego o topologii HRW hybrydy równoległej próżniowo-tyrystorowej, działający na zasadzie komutacji wymuszonej polegającej na wymuszonym sprowodzeniu do zera prądu stałego w próżni za pomocą impulsu prądu o kierunku przeciwnym, uzyskanego z dodatkowego zasobnika energii załączanego za pomocą tyrystorów, zasilanego za pomocą przetwornicy z sieci napięcia pomocniczego pojazdu trakcyjnego.

Wynalazek umożliwia wyłączanie prądu w każdych rzeczywistych warunkach trakcyjnych zawsze za pomocą pierwszej półfali przeciwprądu. Wówczas praca wszystkich elementów generatora przeciwprądu oraz komory próżniowej wyłączającej prąd główny i_z odbywa się w warunkach prądowych i stromościowych łatwiejszych o ok. 25% niż w wynalazku znanym ze stanu techniki. Całkowity czas komutacji prądu głównego i_z i przeciwprądu i_c w komorze próżniowej jest w tym przypadku co najmniej trzykrotnie mniejszy, ale wyłącznik taki jest spolaryzowany i traci autoadaptowalność do kierunku prądu głównego. Koszty wytworzenia są za to relatywnie niższe.

Wyłącznik według wynalazku, oprócz znanych funkcji zabezpieczeniowych, może wykonywać także różne funkcje specjalne, nieosiągalne dla klasycznych wyłączników magnetowydmuchowych. Można go dostosować do dowolnej biegunowości sieci za pomocą zmian biegunowości zespołu generatora przeciwprądu z szeregowym zespołem tyrystorowym oraz zabezpieczeń nadprądowych i przeprogramowania sterownika. Nie ingeruje w przepływ prądu do sieci przy hamowaniu rekuperacyjnym. Stanowi zabezpieczenie nadmiarowo-prądowe dla obwodów pojazdu zasilanych z sieci trakcyjnej. Zespół sterownika wyłącznika umożliwia blokowanie pracy wyłącznika w stanie otwarcia, kontrolę stanu wyłącznika na podstawie akwizycji informacji wewnętrznych, udostępnianie użytkownikowi

informacji o stanie wyłącznika, rejestrację danych pomiarowych charakteryzujących warunki układowe i wybrane parametry pracy wyłącznika, pełną archiwizację tych danych (z zegarem czasu rzeczywistego) i podgląd historii zdarzeń, odczytywanie zarchiwizowanych danych oraz regulację nastaw wartości progów zadziałania zabezpieczeń za pomocą przenośnego komputera, a nadto współpracę z zewnętrznymi przekaźnikami zabezpieczeniowymi.

Przedmiot wynalazku przedstawiono w przykładzie wykonania na rysunku pokazującym uproszczony ideowo-blokowy schemat elektryczno-kinematyczny wyłącznika przystosowanego do pracy w sieci o polaryzacji dodatniej.

Wyłącznik zawiera zespół łącznika próżniowego 2 złożonego z komory próżniowej 3 utrzymywanej w stanie otwarcia za pomocą zamka elektromagnetycznego 4, połączonej prostowodem z napędem indukcyjno-dynamicznym 5. Do głównego sieciowego zacisku przyłączowego 1 wyłącznika, jest dołączony wejściowy zacisk przyłączowy 3a komory próżniowej 3, której wyjściowy zacisk przyłączowy 3b jest dołączony do wejściowego zacisku przyłączowego 14a zespołu przekaźnika nadprądowego 14, którego wyjściowy zacisk przyłączowy 14b jest dołączony do głównego odbiornikowego zacisku przyłączowego 15 wyłącznika. Do zacisku 15 jest dołączony wejściowy zacisk przyłączowy 16a odbiorników 16 pojazdu zasilanych z sieci trakcyjnej, których wyjściowy zacisk przyłączowy 16b jest dołączony do szyny uziomowej dołączanej w znany sposób do szyn jezdnych. Do zacisku 15 jest także dołączony zespół 17 ograniczników przepięć wewnętrznych 18 i 19 połączonych równolegle tak, że wejściowy zacisk przyłączowy 19a wartyistorowego ogranicznika przepięć wewnętrznych 19 jest dołączony do zacisku 15, zaś jego wyjściowy zacisk przyłączowy 19b jest dołączony do szyny uziomowej, przy czym do zacisku 19a jest dołączona katoda diodowego ogranicznika przepięć wewnętrznych 18, którego anoda jest dołączona do zacisku 19b. Nadto wejściowy zacisk przyłączowy 20a ogranicznika przepięć zewnętrznych 20 jest dołączony do głównego sieciowego zacisku przyłączowego 1 wyłącznika, a wyjściowy zacisk przyłączowy 20b ogranicznika 20 jest dołączony do szyny uziomowej. Zespół tyrystorowy 6 zawiera jedną gałąź tyrystorów, złożoną z kilku tyrystorów 7 połączonych szeregowo, dołączonych do zacisków tak, że anoda gałęzi tyrystorów

7 jest dołączona do wejściowego zacisku przyłączowego zespołu 6a połączonego z wejściowym zaciskiem przyłączowym 3a komory próżniowej 3, zaś katoda gałęzi jest dołączona do wyjściowego zacisku przyłączowego zespołu 6b. Wszystkie bramki tyrystorów są dołączone do wzajemnie odseparowanych wyjść sterownika 8 tyrystorów.

Zespół generatora przeciwprądu 9 zawiera kondensator komutacyjny 10 i dławik komutacyjny 11 połączone szeregowo w taki sposób, że jedna okładka kondensatora jest dołączona do wejściowego zacisku przyłączowego 9a zespołu generatora 9, zaś jego druga okładka jest dołączona do jednego zacisku dławika 11, którego drugi zacisk jest dołączony do wyjściowego zacisku przyłączowego 9b zespołu generatora 9, nadto zacisk 9b jest dołączony do wyjściowego zacisku przyłączowego 30b odcinacza napięcia 30, którego wejściowy zacisk przyłączowy 30a jest dołączony do wyjściowego zacisku przyłączowego 3b komory próżniowej 3, a nadto do obu okładek kondensatora 10 są dołączone zaciski wyjściowe 12a i 12b przetwornicy 12 napięcia pomocniczego U_p , zapewniające ładowanie kondensatora do napięcia o wartości i biegunowości wymaganej dla wyłączenie granicznego spodziewanego prądu zwarciovego za pomocą pierwszej półfali przeciwprądu.

Odcinacz napięcia 30 po wyłączeniu prądu i_z otwiera się bezprądowo i pozostaje otwarty w stanie otwarcia komory próżniowej 3, odcinając obwody wyłącznika od napięcia ładowania kondensatora 10 za pomocą przetwornicy 12, co umożliwia osiągnięcie przez wyłącznik stanu gotowości do kolejnego załączenia, a po nadejściu sterującego sygnału zamknięcia wyłącznika zamyka się bezpośrednio przed zamknięciem komory 3 i załączeniem obwodu głównego.

Ponadto wyłącznik zawiera zespół odpowiednio oprogramowanego sterownika mikroprocesorowego 21 z interfejsem wejście/wyjście 22, zasilacza wytwarzającego niezbędne napięcia wewnętrzne 23, modułu sieci CAN 24 do komunikacji wewnętrznej i zewnętrznej. Zespół sterownika 21 jest połączony za pomocą łączów światłowodowych lub elektrycznych z wejściami lub wyjściami zespołu ultraszybkiego łącznika próżniowego 2, odcinacza napięcia 30, czujnika 13, zespołu przekaźnika nadprądowego 14 i zespołu tyrystorowego 8 sterującego generatorem przeciwprądu 6.

Wyłącznik jest wyposażony w redundantny system zabezpieczeń nadprądowych składający się z bezinwazyjnego czujnika prądu 13 zamontowanego na przyłączu zacisku 1 wyłącznika do zacisku wejściowego 3a komory próżniowej 3 oraz zespołu przekaźnika nadprądowego 14 będącego wielofunkcyjnym analizatorem prądu osadzonym na szynie nośnej 25 z szeregowym bocznikiem 26, przy czym wolny zacisk prądowy bocznika 26 jest dołączony do wejściowego zacisku 14a przekaźnika 14, którego wejście pomiarowe 27 jest dołączone do zacisków pomiarowych bocznika 26, a drugie wejście sterujące 29 jest dołączone do wyjścia progowego przekaźnika nadprądowego 28, korzystnie kontaktronowego, a wolny koniec szyny 25 jest dołączony do wyjściowego zacisku 14b przekaźnika 14, przetwarzającego sygnały pomiarowe i sterujące z bocznika 26 i przekaźnika 28 przez elektroniczny system przetwarzania danych pomiarowych i progowej identyfikacji wartości prądu, obliczającego całość Joule'a oraz wysyłającego sygnały sterujące s14 do otwarcia wyłącznika, natomiast czujnik 13 wysyła analogiczny sygnał s14' niezależnie od przekaźnika 14.

Taki zestaw zespołu przekaźnika nadprądowego 14 i czujnika 13 zapewnia bardzo dużą niezawodność działania wyłącznika jako zabezpieczenia w każdych warunkach nadprądowych.

Źródłem energii dla wszystkich czynnych podzespołów oraz sterownika 21, a w nim interfejsu wejście/wyjście 22, zasilacza 23 oraz modułu sieci CAN 24, jest sieć napięcia pomocniczego U_p .

Prąd główny i_z jest wyłączany za pomocą przeciwprądu przez zespół łącznika próżniowego 2, przy czym zamek 4 i napęd 5 są sterowane przez zespół 21. Generator przeciwprądu 6 jest źródłem przeciwprądu i_c sprowadzającego do zera prąd i_z w komorze próżniowej 3. Napęd indukcyjno-dynamiczny 5 otwiera ultraszybko komorę 3. Sterownik 8 tyrystorów 7 jest sterowany odpowiednimi sygnałami sterującymi przez zespół 21, podobnie jak pozostałe czynne podzespoły wyłącznika 4, 5, 8, z wyjątkiem odcinacza napięcia 30 sterowanego przez zespół 21 napięciem pomocniczym U_p oraz zespołów 13 i 14 sterujących zespołem 21 podczas zwarcia lub przeciążenia. Zespół sterownika 21 za pomocą interfejsu wejście/wyjście 22 wysyła albo odbiera wewnętrzne lub zewnętrzne sygnały

informacyjne lub sterujące, w tym: S1 – sygnał zewnętrzny startu procedury uruchamiania (sterujący), S_{sg} – sygnał zewnętrzny stanu gotowości (informacyjny), S2 – sygnał zewnętrzny zamknięcia wyłącznika (sterujący), s4 – sygnał wewnętrzny otwarcia zamka 4 i zamknięcia komory próżniowej 3 (sterujący), S_{sz} – sygnał zewnętrzny stanu zamknięcia wyłącznika (informacyjny), S3 – sygnał zewnętrzny wyłączenia (sterujący) albo s14 i s14' – sygnały wewnętrzne wyłączenia (sterujące) z czujnika 13 i przekaźnika 14, s5 – sygnał wewnętrzny uruchomienia napędu 5 i otwarcia komory 3 (sterujący), s8 – sygnał wewnętrzny załączenia gałęzi tyristorów 7 (sterujący), S_{so} – sygnał zewnętrzny stanu otwarcia wyłącznika (informacyjny), stosownie do zaprogramowanego cyklu łączeniowego. W zależności od potrzeb poszczególne sygnały są światłowodowe lub elektryczne (w tym CAN).

Działanie wyłącznika i główne funkcje zespołów są opisane dla przykładowego cyklu łączeniowego odwzorowującego przypadek załączenia obwodu oraz wyłączenia wskutek zadziałania przekaźnika 14 przy zwarcu lub przeciążeniu. W stanie początkowym wyłącznik nie jest przygotowany do pracy, nie jest znane położenie zespołu 2, który może być w stanie otwarcia albo zamknięcia zestyku komory próżniowej 3.

Cykl łączeniowy wyłącznika składa się z trzech kolejnych części: sekwencji przygotowawczej, sekwencji załączeniowej oraz ultraszybkiej sekwencji wyłączeniowej. Sekwencję przygotowawczą inicjuje w chwili t_p sterujący sygnał zewnętrzny S1 startu procedury przygotowawczej, którym jest załączenie napięcia pomocniczego U_p do zespołu 21, po czym następuje monitorowane przez zespół 21 autouruchomienie i autodiagnostyka wszystkich zespołów wyłącznika, ustawienie wyłącznika w stanie otwarcia komory 3 oraz osiągnięcie zadanych wartości wszystkich parametrów monitorowanych przez zespół 21, przy czym w zespole generatora przeciwprądu 9 kondensator 10 jest samoczynnie ładowany z sieci napięcia pomocniczego U_p za pośrednictwem przetwornicy 12 do zadanego napięcia, a po osiągnięciu stanu gotowości w chwili t_g zostaje wysłany zewnętrzny sygnał S_{sg} stanu gotowości (informacyjny), co kończy sekwencję przygotowawczą. Wyłącznik czeka w stanie gotowości do załączenia. Po dowolnym czasie w chwili t_{1z} wewnętrzny sygnał sterujący S2 zamknięcia wyłącznika uruchamia sekwencję

załączeniową, podczas której zespół 21 poprzez interfejs 22 załącza odcinacz 30 poprzez załączenie napięcia pomocniczego U_p do jego elektromagnesu napędowego, po czym wysyła kolejno w chwili t_{2z} wewnętrzny sygnał sterujący s_4 powodujący otwarcie zamka 4, zamknięcie przez siłę zwrotną F_z napędu 5 komory próżniowej 3 załączającej obwód główny oraz wysłanie w chwili t_z zewnętrznego sygnału informacyjnego S_{sz} stanu zamknięcia wyłącznika, co kończy sekwencję załączeniową. Wyłącznik czeka w stanie załączenia i gotowości do ultraszybkiego wyłączenia.

Po dowolnym czasie w chwili t_{1w} zewnętrzny sygnał sterujący S_3 , albo wewnętrzny sygnał sterujący s_{14} lub s_{14}' w przypadku zwarcia lub przeciążenia, uruchamia ultraszybką sekwencję wyłączeniową, podczas której zespół 21 poprzez interfejs 22 wysyła bezzwłocznie w chwili t_{1w} wewnętrzny sygnał sterujący s_5 uruchomienia napędu 5 generującego impuls siły napędowej F_n powodujący ultraszybkie otwarcie komory 3 i zapłon łuku, samoczynnie blokowanej w stanie otwarcia przez zamek 4, a następnie z zadaniem opóźnieniem (po rozejściu się styków komory 3 na wymaganą odległość) wysyła w chwili t_{2w} wewnętrzny sygnał sterujący s_8 powodujący załączenie gałęzi tyrystorów 7 i wyładowanie kondensatora 10 w pętli oscylacyjnej o bardzo małym tłumieniu, złożonej z elementów 6a, 7, 6b, 9a, 10, 11, 9b, 30a, 30, 30b, 3b, 3, 3a, 6a, impulsem przeciwną i_c powodującego sprowadzenie do zera prądu głównego i_z w komorze 3 oraz zgaszenie łuku, co kończy sekwencję wyłączeniową.

Po wyłączeniu prądu i zgaszeniu łuku w komorze 3 jej wytrzymałość powrotna skokowo wzrasta do tak dużej wartości, że nie może wystąpić ponowny przeskok pod wpływem napięcia powrotnego. Zmienia to konfigurację obwodu wyładowczego kondensatora 10 wskutek zamknięcia tego obwodu poprzez sieć trakcyjną o zastępczych parametrach LS (indukcyjność) i RS (rezystancja). Występuje wówczas samoistnie zanikający stan nieustalony wskutek energii pozostałej w kondensatorze 7 oraz energii magnetycznej w indukcyjności LS sieci. Kosztem tej energii jest ładowany kondensator 10, na którym wzrasta przepięcie łączeniowe do wartości napięcia wyładowczego warystora 20. Prąd wyładowczy w warystorze 20 przetwarza pozostałą energię obwodu na ciepło i zanika, co kończy stan

nieustalony, po czym z zadaniem opóźnieniem w chwili t_0 zespół 21 otwiera odcinacz 30 poprzez wyłączenie napięcia U_p zasilającego jego napęd, a następnie poprzez interfejs 22 wysyła zewnętrzny sygnał informacyjny S_{so} stanu otwarcia wyłącznika. Wyłącznik wchodzi w stan gotowości i czeka na sygnał S2 do ponownego załączenia.

Ograniczniki przepięć wewnętrznych 18 i 19 zespołu ograniczników 17 nie działają przy zwarcu i w znany sposób ograniczają inne przepięcia odbiornikowe.

Przy prawidłowym napięciu łączeniowym, w przypadku przeciążeń eksploatacyjnych zespół 14 oblicza całkowitą energię Joule'a, pracując jak typowy wyzwalacz elektroniczny o zadanej charakterystyce czasowo-prądowej $t-I$, lub jako detektor progowy prądu głównego, przesyłając w chwili t_{1w} do zespołu 21 sygnał s14 uruchamiający procedurę ultraszybkiego wyłączenia prądu. Czujnik prądu 13 nie działa przy prądach roboczych i przeciążeniowych, dubluje działanie progowe przekaźnika 14 tylko przy zwarciach.

Zastrzeżenia patentowe

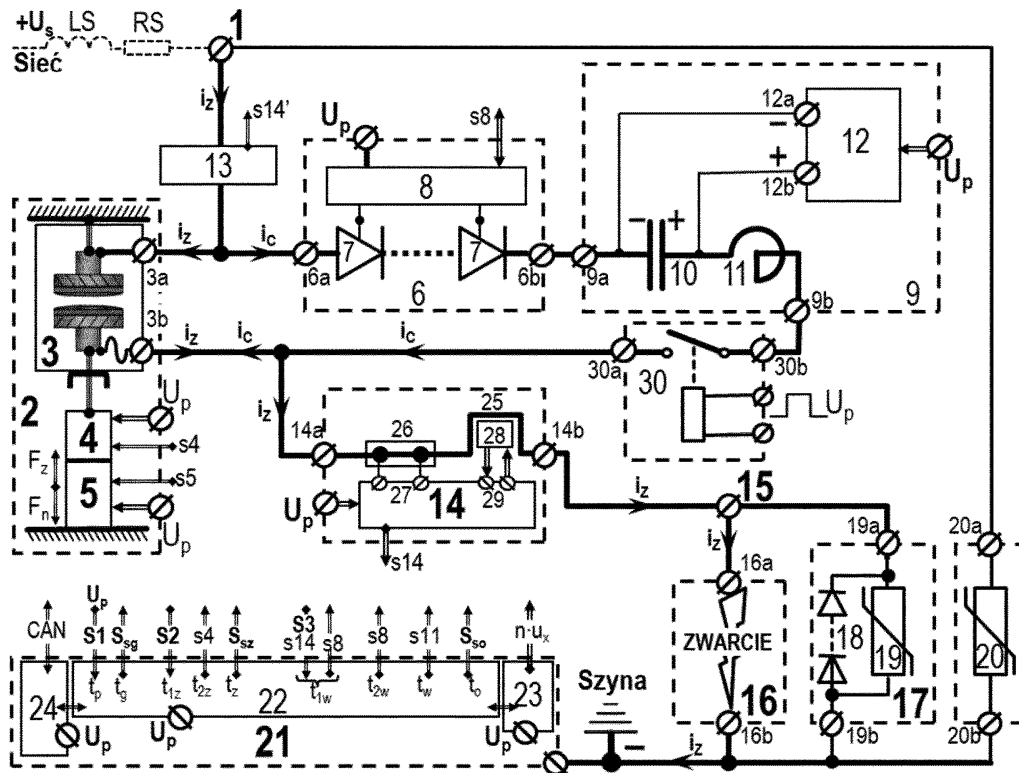
1. Ultraszybki wyłącznik hybrydowy prądu stałego o komutacji wymuszonej za pomocą pierwszej półfali przeciwprądu, przeznaczony zwłaszcza dla trakcji kolejowej i miejskiej, wyposażony w główny tor prądowy zawierający połączone ze sobą szeregowo główny sieciowy zacisk przyłączowy wejściowy, zespół ultraszybkiego łącznika próżniowego zawierający komorę próżniową z zamkiem elektromagnesowym i napędem indukcyjno-dynamicznym, zespół przekaźnika nadprądowego oraz główny odbiornikowy zacisk przyłączowy wyjściowy, nadto wyposażony w zespół trzech ograniczników przepięć – dwóch połączonych równolegle ograniczników przepięć wewnętrznych, tlenkowego warystorowego MOV i diodowego oraz ogranicznika przepięć zewnętrznych tlenkowego warystorowego MOV, z których wejściowy zacisk przyłączowy warystorowego ogranicznika przepięć wewnętrznych jest połączony z głównym odbiornikowym zaciskiem przyłączowym wyłącznika, wyjściowy zacisk przyłączowy warystorowego ogranicznika przepięć wewnętrznych jest dołączony do szyny uziomowej, wejściowy zacisk przyłączowy ogranicznika przepięć zewnętrznych jest dołączony do głównego sieciowego zacisku przyłączowego wyłącznika, zaś wyjściowy zacisk przyłączowy ogranicznika przepięć zewnętrznych jest dołączony do szyny uziomowej, zawierający nadto zespół tyrystorowy, w którym bramki wszystkich tyrystorów są dołączone do wzajemnie odseparowanych wyjść sterownika tyrystorów i który jest połączony z zespołem generatora przeciwprądu, zawierającym połączone szeregowo kondensator komutacyjny i dławik komutacyjny, z których jedna okładka kondensatora jest dołączona do wejściowego zacisku przyłączowego zespołu generatora, zaś jego druga okładka jest dołączona do jednego zacisku dławika, którego drugi zacisk jest dołączony do wyjściowego zacisku przyłączowego zespołu generatora, dołączonego do wyjściowego zacisku przyłączowego odcinacza napięcia, którego wejściowy zacisk przyłączowy jest dołączony do wyjściowego zacisku przyłączowego komory próżniowej, **znamienny tym**, że wejściowy zacisk przyłączowy (3a) komory

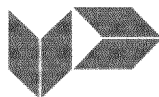
próżniowej (3), dołączony do głównego sieciowego zacisku przyłączonego (1) wyłącznika, jest dołączony także do wejściowego zacisku przyłączonego (6a) zespołu tyrystorowego (6), którego wyjściowy zacisk przyłączony (6b) jest dołączony do wejściowego zacisku przyłączonego (9a) generatora przeciwprądu (9), którego wyjściowy zacisk przyłączony (9b) jest dołączony do wyjściowego zacisku przyłączonego (30b) odcinacza napięcia (30), którego wejściowy zacisk przyłączony (30a) jest dołączony do wyjściowego zacisku przyłączonego (3b) komory próżniowej (3) dołączonego również do wejściowego zacisku przyłączonego (14a) zespołu przekaźnika nadprądowego (14), którego wyjściowy zacisk przyłączony (14b) jest dołączony do głównego odbiornikowego zacisku przyłączonego (15) wyłącznika, do obu okładek kondensatora (10) zespołu generatora przeciwprądu (9) są nadto dołączone zaciski wyjściowe (12a) i (12b) przetwornicy (12) zasilanej z sieci napięcia pomocniczego, której ujemny zacisk wyjściowy (12a) jest dołączony do okładki kondensatora (10) połączonej z wejściowym zaciskiem (9a) generatora (9), zaś dodatni zacisk (12b) przetwornicy (12) jest dołączony do okładki kondensatora (10) połączonej z dławikiem (11), natomiast w zespole tyrystorowym (6) zawierającym jedną gałąź tyrystorów połączonych szeregowo anoda gałęzi tyrystorów (7) jest dołączona do zacisku wejściowego (6a) zespołu tyrystorowego (6), zaś katoda gałęzi tyrystorów (7) jest dołączona do wyjściowego zacisku przyłączonego (6b) zespołu tyrystorowego (6).

2. Ultraszybki wyłącznik hybrydowy według zastrz. 1 znamienny tym, że jest wyposażony w redundantny system trzech niezależnie działających zwarciovych wyzwaczy progowych o regulowanych niezależnie prądach zadziałania, składający się z bezinwazyjnego czujnika prądu (13) zamontowanego na przyłączy zacisku wejściowego (3a) komory próżniowej (3) do głównego sieciowego zacisku wejściowego (1) wyłącznika, a nadto z przekaźnika (14) z elektronicznym analizatorem przetwarzania sygnału z bocznika (26), którego zaciski pomiarowe są dołączone do wejścia pomiarowego (27) analizatora prądu w przekaźniku (14), a nadto progowego przekaźnika nadprądowego (28), którego wyjście jest dołączone do wejścia sterującego (29) analizatora prądu w przekaźniku (14),

przy czym wyjścia sterujące czujnika prądu (13) i przekaźnika (14) są dołączone do odpowiednich wejść interfejsu we/wy (22) sterownika (21) wyłącznika.

Rysunek





SPRAWOZDANIE O STANIE TECHNIKI ZGŁOSZENIA NR P.439246

Klasyfikacja zgłoszenia: H01H 33/59 [2006.01]; H01H 9/30 [2006.01]

Poszukiwania prowadzone w klasach: H01H

Bazy komputerowe, w których prowadzono poszukiwania: bazy UPRP; espacenet; depatisnet; patentscope

Kategoria dokumentu	Dokumenty – z podaną identyfikacją	Odniesienie do zastrz.
A	PL237642B1 POLITECHNIKA ŁÓDZKA, ŁÓDŹ, PL; RYSUNEK 2020.09.21	1-2
A	DE2640923 (A1) SIEMENS AG [DE]; FIG. 1 -2 1978-03-09	1-2
A	CN2904264 (Y) SIEMENS AG [DE]; SKRÓT 2007-05-23	1-2
A	CN201233844 (Y) WENZHOU TIANMAKE MINING EQUIPM [CN] 2009-05-06	1-2

 Dalszy ciąg wykazu dokumentów na następnej stronie

A – dokument określający ogólny stan techniki, który nie jest uważany za posiadający szczególne znaczenie,
 E – dokument stanowiący wcześniejsze zgłoszenie lub patent, ale opublikowany w lub po dacie zgłoszenia,
 L – dokument, który może poddawać w wątpliwość zastrzegane pierwszeństwo(-wa), lub przytoczony w celu ustalenia daty publikacji innego cytowanego dokumentu lub z innego szczególnego powodu,
 O – dokument odnoszący się do ujawnienia ustnego przez zastosowanie, wystawienie lub ujawnienie w inny sposób,
 P – dokument opublikowany przed datą zgłoszenia, ale później niż zastrzegana data pierwszeństwa,
 T – dokument późniejszy, opublikowany po dacie zgłoszenia lub w dacie pierwszeństwa
 i niebędący w konflikcie ze zgłoszeniem, ale cytowany w celu zrozumienia zasad lub teorii leżących u podstaw wynalazku,
 X – dokument o szczególnym znaczeniu; zastrzegany wynalazek nie może być uważany za nowy lub nie może być uważany za posiadający poziom wynalazczy, jeżeli ten dokument brany jest pod uwagę samodzielnie,
 Y – dokument o szczególnym znaczeniu; zastrzegany wynalazek nie może być uważany za posiadający poziom wynalazczy, jeżeli ten dokument zostanie połączony z jednym lub kilkoma tego typu dokumentami, a takie połączenie będzie oczywiste dla znawcy,
 & – dokument należący do tej samej rodziny patentowej.

Sprawozdanie wykonał/-a:

dr inż. Artur Kalewski

data 20.06.2022r.

ekspert

/-podpisano kwalifikowanym podpisem elektronicznym-/
Pismo wydane w formie dokumentu elektronicznego

Uwagi do zgłoszenia

Sprawozdanie zostało wykonane w oparciu o wersję zastrzeżeń patentowych z 19.11.2021 r.