

Urządzenie łączeniowe przeznaczone do szybkiego i sterowanego wyłączenia prądu

Przedmiotem wynalazku jest urządzenie łączeniowe, przeznaczone do szybkiego i sterowanego wyłączenia prądu, w którym zastosowano bezpiecznik wraz z dodatkowymi urządzeniami umożliwiającymi sterowanie czasem zadziałania bezpiecznika, instalowane w obwodzie sieci elektroenergetycznej w sposób umożliwiający przewodzenie prądu przez to urządzenie oraz w sposób umożliwiający realizację przez to urządzenie funkcji wyłączenia prądu w obwodzie.

W sieciach elektroenergetycznych realizowane są funkcje przewodzenia i wyłączenia prądu elektrycznego, w szczególności wyłączenia prądu roboczego, przetężeniowego, zakłóceniewego i zwarciewego, których wartości chwilowe, a dla przebiegów harmonicznych prądu przemiennego wartości skuteczne, lub inne wartości prądu przyjęte jako kryterialne, przekraczają odpowiednie wartości prądów, na które znamionowane są urządzenia pracujące w sieci elektroenergetycznej, lub też, które przekraczają odpowiednie wartości prądów przyjęte jako dopuszczalne w danym obwodzie sieci elektroenergetycznej, a przekroczenie to występuje przez określony czas.

W przypadku urządzeń łączeniowych współpracujących z urządzeniami automatyki zabezpieczeniowej, urządzenia automatyki zabezpieczeniowej umożliwiają sterowanie czasem zadziałania urządzeń łączeniowych, a tym samym umożliwiają sterowanie czasem wyłączenia prądu przewodzonego przez urządzenie łączeniowe, w taki sposób, że wyłączenie prądu następuje w następstwie przekroczenia przez określoną wartość prądu odpowiedniej wartości dopuszczalnej, a także po określonym czasie od wystąpienia przekroczenia.

Możliwość sterowania czasem wyłączenia prądu jest korzystna dla pracy sieci elektroenergetycznej ze względu na ochronę urządzeń elektroenergetycznych od niekorzystnych skutków przewodzenia przez te urządzenia prądu przetężeniowego, zakłóceniewego lub zwarciewego, oraz od niekorzystnych dla tych urządzeń skutków działania łuku elektrycznego.

W urządzeniach łączeniowych będących wyłącznikami zestykowymi lub bezpiecznikami, funkcja wyłączenia prądu realizowana jest poprzez fizyczne przerwanie ciągłości połączenia obwodu elektrycznego w miejscu zainstalowania urządzenia łączeniowego.

Bezpieczniki są urządzeniami łączeniowymi, które instalowane są w sieciach elektroenergetycznych w sposób umożliwiający przewodzenie prądu przez bezpiecznik, a w których funkcja wyłączenia prądu realizowana jest poprzez przerwanie obwodu elektrycznego (zadziałanie bezpiecznika) wskutek mechanicznego zniszczenia (przerwania) znajdującego się w bezpieczniku elementu topliwego (topika), który jest podatny na mechaniczne zniszczenie (przerwanie) wskutek działania energii cieplnej pochodzącej od przewodzenia prądu o określonej wartości, przewodzonego przez bezpiecznik przez określony czas.

Zadziałanie bezpiecznika realizuje funkcję wyłączenia prądu w obwodzie sieci elektroenergetycznej, w którym zainstalowany jest bezpiecznik, a czas zadziałania bezpiecznika oraz wartość prądu, przy której następuje zadziałanie bezpiecznika, określone są charakterystyką prądowo-czasową bezpiecznika.

Charakterystyka prądowo-czasowa bezpiecznika jest cechą konstrukcji bezpiecznika, wynikającą z ilości energii cieplnej, która wydzielając się w elemencie topliwym (topiku) bezpiecznika wskutek przewodzenia prądu przez bezpiecznik, w szczególności wskutek przewodzenia prądu przetężeniowego, zakłóceniewego lub zwarciewego przez określony czas, powoduje mechaniczne zniszczenie (przerwanie) elementu topliwego bezpiecznika, a tym samym powoduje zadziałanie bezpiecznika realizujące funkcję wyłączenia (przerwania) prądu w obwodzie, w którym zainstalowany jest bezpiecznik.

Znane są urządzenia łączeniowe, w których funkcje przewodzenia i wyłączania prądu realizowane są poprzez zadziałanie bezpiecznika, a które umożliwiają sterowanie przebiegiem czasowym prądu w obwodzie bezpiecznika poprzez zastosowanie w tych urządzeniach dodatkowych elementów dołączonych do bezpiecznika, a tym samym umożliwiają przerwanie prądu przez zadziałanie bezpiecznika w chwili niezależnej od wartości prądu wyłączanego przez urządzenie oraz w chwili niezależnej od czasu przewodzenia prądu wyłączanego przez urządzenie, a w chwili zależnej od sposobu oddziaływania na bezpiecznik dołączonych do bezpiecznika dodatkowych elementów.

Z opisu patentowego US2011140902A1 (Fuse box system and method) znane jest urządzenie, w którym do bezpiecznika dołączono równoległe nisko-sygnałowy układ elektroniczny, zawierający elementy elektroniczne, takie jak tranzystory i diody, oraz zawierający elementy elektryczne, takie jak rezystory, oraz zawierający układy zbudowane z tych elementów, służący monitorowaniu stanu bezpiecznika.

Z opisu patentowego WO2010070188A1 (Arrangement for protecting a fuse for a power supply circuit) znane jest urządzenie, w którym wraz z bezpiecznikiem zastosowano układ energoelektroniczny, zawierający komponenty energoelektroniczne, takie jak tranzystory i diody, a także zawierający komponenty elektryczne, takie jak rezystory i cewki, dołączony do bezpiecznika w celu kształtowania profilu obciążenia bezpiecznika, przez co osiągnięto wpływ na przebieg czasowy prądu przewodzonego przez bezpiecznik, a tym samym umożliwiono zadziałanie bezpiecznika w sposób inny niż wynikający z przewodzenia prądu przez urządzenie, przy czym dodatkowy układ energoelektroniczny został dołączony szeregowo do bezpiecznika a równoległe w stosunku do obciążenia, stanowiąc w ten sposób dodatkowe obciążenie bezpiecznika.

Rozwiązania według opisów patentowych WO2010070188A1 oraz EP3577673A1 zwiększają funkcjonalność bezpiecznika poprzez dołączenie do bezpiecznika dodatkowych elementów elektronicznych i elektrycznych, jednak nie umożliwiają wyłączania prądu przez bezpiecznik w sposób jednocześnie sterowany i szybki.

Z opisu patentowego EP3577673A1 (Triggered fuse for low-voltage applications) znane jest urządzenie, w którym bezpiecznik został doposażony w dodatkowy układ powodujący zadziałanie bezpiecznika w sposób sterowany, zawierające elementy automatyki zabezpieczeniowej w postaci urządzenia detekcji i analizy wielkości mierzonych (detection and evaluation unit). Dodatkowy układ, powodujący zadziałanie bezpiecznika w sposób sterowany, stanowi układ mechaniczny, który powoduje mechaniczne uszkodzenie elementu bezpiecznika, powodując w ten sposób przerwanie prądu przewodzonego przez bezpiecznik, a tym samym powodując zadziałanie bezpiecznika niezależnie od charakterystyki prądowo-czasowej bezpiecznika. Wadą tego rozwiązania jest sterowanie zadziałaniem bezpiecznika poprzez dołączony do bezpiecznika układ, który jest układem mechanicznym, przez co dołączony układ zwiększa złożoność mechaniczną urządzenia, co może mieć niekorzystny wpływ na niezawodność urządzenia.

Z opisu patentowego US10134555B2 (Fuse for a device to be protected) znane jest urządzenie, w którym konstrukcja bezpiecznika została zmodyfikowana w stosunku do konstrukcji bezpieczników stosowanych w typowych rozdzielnicach średnich napięć, w taki sposób, że w obrębie obudowy bezpiecznika, oprócz głównych zacisków bezpiecznika, przy użyciu których bezpiecznik włączany jest w obwód sieci elektroenergetycznej, a pomiędzy którymi znajduje się element topliwy bezpiecznika podatny na zniszczenie (przerwanie) wskutek przewodzonego prądu, znajdują się również dodatkowe elementy (elektrody), służące do wyzwolenia zadziałania bezpiecznika poprzez zapłon łuku elektrycznego w obrębie tych elementów i tym samym powodując przerwanie fragmentu elementu topliwego bezpiecznika, prowadzące do przerwania przewodzenia prądu w obwodzie bezpiecznika, niezależnie od charakterystyki prądowo-czasowej bezpiecznika.

Z opisu patentowego WO2014158328A1 (Medium voltage controllable fuse) znane jest urządzenie, w którym zastosowano bezpiecznik o konstrukcji zmodyfikowanej w stosunku do konstrukcji bezpieczników typowo stosowanych w typowych rozdzielnicach średnich napięć, a także zastosowano sensor prądu oraz urządzenie automatyki zabezpieczeniowej. W rozwiązaniu tym, konstrukcja bezpiecznika została zmodyfikowana w taki sposób, że do fragmentu bezpiecznika zostało dołączone źródło energii, przy czym źródło energii zostało dołączone przy użyciu łącznika sterowanego z urządzenia automatyki zabezpieczeniowej na podstawie sygnału mierzonego za pośrednictwem sensora prądowego. Załączenie źródła energii przy użyciu łącznika sterowanego na fragment bezpiecznika umożliwiło wymuszenie przewodzenia dodatkowego prądu przez fragment bezpiecznika, w sposób powodujący przerwanie fragmentu bezpiecznika, a co za tym idzie, spowodowało przerwanie prądu przewodzonego przez bezpiecznik, co w rezultacie umożliwiło sterowane zadziałanie bezpiecznika, niezależnie od wartości i czasu przewodzenia prądu przewodzonego przez urządzenie.

Wadą rozwiązań według opisów patentowych US10134555B2 oraz WO2014158328A1 jest to, że urządzenia według tych opisów wymagają stosowania bezpieczników o konstrukcjach specjalnie zmodyfikowanych na potrzeby działania tych urządzeń, w stosunku do konstrukcji bezpieczników typowo stosowanych w typowych rozdzielnicach średnich napięć.

W typowych rozdzielnicach średnich napięć wskazane jest stosowanie bezpieczników o możliwie prostej konstrukcji, zawierających podstawowe elementy, takie jak okucia bezpiecznikowe, nośnik topika, topik oraz korpus bezpiecznika, co pozwala na uzyskanie możliwie wysokiego poziomu niezawodności rozdzielnic przy optymalnych kosztach ich produkcji i eksploatacji.

Celem opracowania wynalazku w postaci urządzenia łączeniowego, przeznaczonego do szybkiego i sterowanego wyłączenia prądu, jest umożliwienie realizacji funkcji wyłączenia prądu w sposób sterowany, to jest w sposób niezależny od wartości i czasu przewodzenia przez urządzenie prądu wyłączanego, przy czym funkcja wyłączenia prądu realizowana jest przez bezpiecznik średnich napięć o dowolnej konstrukcji stosowanej w urządzeniach średnich napięć, to jest bez konieczności modyfikacji konstrukcji bezpiecznika w stosunku do typowych konstrukcji bezpieczników używanych w typowych rozdzielnicach średnich napięć.

Urządzenie łączeniowe przeznaczone do szybkiego i sterowanego wyłączenia prądu według wynalazku, zawierające bezpiecznik, sensor prądu, urządzenie automatyki zabezpieczeniowej, źródło energii oraz łącznik, przy czym energia pochodząca ze źródła energii rozładowywana jest w obwodzie bezpiecznika przy użyciu łącznika sterowanego sygnałem pochodzącym z urządzenia automatyki zabezpieczeniowej na podstawie sygnału pochodzącego z sensora prądu, charakteryzuje się tym, że źródło energii połączone jest do bezpiecznika w układzie równoległym poprzez transformator oraz poprzez co najmniej jeden element separujący, zaś energia pochodząca ze źródła energii rozładowywana jest w obwodzie bezpiecznika przez element topliwy bezpiecznika na całej długości elementu topliwego bezpiecznika.

Korzystnie jest, gdy źródło energii dołączone jest równolegle do bezpiecznika za pośrednictwem transformatora w ten sposób, że uzwojenie pierwotne transformatora połączone jest szeregowo ze źródłem energii oraz łącznikiem, sterowanym sygnałem podawanym z urządzenia automatyki zabezpieczeniowej, zaś uzwojenie wtórne transformatora połączone jest równolegle do bezpiecznika poprzez co najmniej jeden element separujący, podłączony po jednej lub po obu stronach bezpiecznika.

Korzystnie jest, gdy uzwojenie wtórne transformatora jest uzwojeniem dzielonym na dwa lub więcej pod-uzwojeń, a części wspólne pod-uzwojeń są połączone elektrycznie z rdzeniem transformatora.

Korzystnie jest, gdy elementy separujące stanowią kondensatory.

Korzystnie jest, gdy występują dwa elementy separujące, podłączone po obu stronach bezpiecznika.

Urządzenie według wynalazku rozwiązuje problem sterowania bezpiecznika o typowej konstrukcji w ten sposób, że energia pochodząca ze źródła energii, dołączonego do bezpiecznika w układzie równoległym, podawana jest na cały bezpiecznik, a nie, jak to jest w rozwiązaniach znanych ze stanu techniki, na jego część, przy czym energia ta podawana jest na cały bezpiecznik poprzez

transformator oraz poprzez przynajmniej jeden element separujący, korzystnie będący kondensatorem.

Zastosowanie transformatora umożliwia uzyskanie ze źródła energii prądu o znacznej wartości, przewodzonego przez całą długość elementu topliwego bezpiecznika, umożliwiającego wywołanie zadziałania bezpiecznika w sposób sterowany, szybki oraz niezależny od wartości i czasu przepływu prądu przewodzonego przez urządzenie (również w warunkach bezprądowych lub zbliżonych do bezprądowych), a zależnie jedynie od wartości prądu pochodzącego od energii zgromadzonej w źródle energii.

Elementy separujące, korzystnie kondensatory, stanowią przerwę dla prądu roboczego, będącego prądem przemiennym o częstotliwości typowo stosowanej w systemach elektroenergetycznych prądu przemiennego, przykładowo 50 Hz lub 60 Hz, a zatem nie występuje zwarcie bezpiecznika poprzez uzwojenie transformatora dołączone w układzie równoległym do bezpiecznika za pośrednictwem elementów separujących. Elementy separujące, korzystnie kondensatory, stanowią niewielką impedancję dla sygnałów szybkozmiennych impulsów występujących w obwodzie bezpiecznika podczas rozładowania źródła energii poprzez transformator podwyższający napięcie.

W urządzeniu będącym przedmiotem wynalazku, źródło energii jest aktywowane przez zadziałanie łącznika sterowanego sygnałem podawanym z urządzenia automatyki zabezpieczeniowej, w wyniku czego energia zgromadzona w źródle energii rozładowywana jest przez bezpiecznik, powodując przewodzenie prądu przez element topliwego bezpiecznika o znacznej wartości, dobranej w taki sposób, że przewodzenie to powoduje mechaniczne przerwanie elementu topliwego bezpiecznika, a tym samym powoduje zadziałanie bezpiecznika.

Zaletą rozwiązania według wynalazku jest również to, że podłączenie źródła energii do bezpiecznika w sposób równoległy umożliwia sterowanie zadziałaniem bezpiecznika o dowolnej konstrukcji.

Urządzenie według wynalazku przedstawione jest w nieograniczającym przykładzie jego realizacji na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia sieć elektroenergetyczną z uwidocznionym obwodem zawierającym urządzenie łączeniowe, zaś fig. 2 przedstawia urządzenie łączeniowe składające się z bezpiecznika wraz z dodatkowymi elementami umożliwiającymi sterowanie zadziałaniem bezpiecznika.

Urządzenie łączeniowe składa się z bezpiecznika 101, realizującego funkcję przewodzenia i wyłączenia prądu w obwodzie 2, uwidocznionym jako obwód połączony w węzłach w1 oraz w2 z siecią elektroenergetyczną 3, oraz z sensora prądowego 103, urządzenia automatyki zabezpieczeniowej 104 oraz modułu 105.

Funkcja wyłączenia prądu realizowana jest przez bezpiecznik 101 poprzez mechaniczne zniszczenie (przerwanie) znajdującego się w bezpieczniku 101 elementu topliwego 102, zgodnie z charakterystyką prądowo-czasową bezpiecznika 101 wynikającą z jego konstrukcji.

Sensor prądowy 103 zainstalowany jest w obwodzie 2 w sposób umożliwiający transformację prądu przewodzonego przez bezpiecznik 101 w obwodzie 2 do sygnału S1 podawanego z sensora prądowego 103 na wejście urządzenia automatyki zabezpieczeniowej 104, z którego wyjścia podawany jest sygnał S2 do węzła C modułu 105.

Moduł 105 zawiera źródło energii 1051, ładowane z zewnętrznego obwodu nie uwidocznionego na rysunku, łącznik 1052 sterowany sygnałem S2 podawanym z urządzenia automatyki zabezpieczeniowej 104, transformator 1053 oraz elementy separujące 1054 oraz 1055, będące korzystnie kondensatorami.

Źródło energii 1051 połączone jest szeregowo z łącznikiem 1052 oraz z uzwojeniem pierwotnym 1053a transformatora 1053, przy czym łącznik 1052 umożliwia załączenie źródła energii 1051 w obwodzie uzwojenia pierwotnego 1053a transformatora 1053, a uzwojenie wtórne 1053b transformatora 1053 połączone jest z elementami separującymi 1054 oraz 1055, połączonymi poprzez węzły A oraz B równolegle do bezpiecznika 101.

Energia pochodząca ze źródła energii 1051 znajdującego się w module 105 dołączonym do bezpiecznika 101, wskutek rozładowania tej energii w obwodzie bezpiecznika 101 zostaje wydzielona w elemencie topliwym 102 bezpiecznika 101 w formie przewodzenia prądu przez element topliwy 102 bezpiecznika 101, powodując wydzielenie w bezpieczniku 101 energii cieplnej o określonej wartości i w określonym czasie, co w dalszej kolejności powoduje zadziałanie bezpiecznika 101, i w konsekwencji przerwanie przez urządzenie 1 prądu w obwodzie 2.