

EZZ2

Elektroniczne zabezpieczenie ziemnozwarciowe



Elektroniczne zabezpieczenie ziemnozwarciowe to podstawowe zabezpieczenie trakcyjnych stacji elektroenergetycznych. Przeznaczone jest do ochrony układów zasilania trakcji elektrycznej prądu stałego z izolowanymi względem ziemi oboma biegunami. EZZv2 zapewnia wykrywanie i wyłączenie zwarcí doziemnych na poziomie znacznie niższych prądów niż gwarantują to podstawowe zabezpieczenia nadprądowe w rozdzielni prądu stałego stacji.

EZZv2 w układach zasilania DC zapewnia:

- » wyłączenie zwarcí doziemnych w podstacji/kabinie, połączeniu poprzecznym lub kablach zasilaczy trakcyjnych poprzez przekształcenie zwarcia doziemnego w zwarcie międzybiegunowe,
- » wyłączenie podstacji przy przerwaniu kabli powrotnych,
- » ochronę przeciwporażeniową, przeciwprzepięciową i przeciwpożarową,
- » nadzór stanu sieci i kabli powrotnych poprzez kontrolę napięć i prądów doziemnych,
- » ograniczenie prądów błądzących dzięki kontroli i sygnalizacji doziemienia szyny minusowej oraz wyłączeniu prądów resztkowych.

Wstęp - Budowa układu zasilania

Prąd pobierany z podstacji trakcyjnej płynie górną siecią jezdnią do obciążenia, a następnie wraca do podstacji siecią powrotną (szyny jezdne, łączniki, kable powrotne). Sieć powrotna powinna być odizolowana od ziemi, aby rezystancja przejścia między szyną a ziemią wynosiła nie mniej niż 2 Ω na kilometrowym odcinku. Typowa rezystancja sieci powrotnej dla kilometrowego odcinka wynosi 10 m Ω - 200 krotnie mniejsza od rezystancji szyna-ziemia. Prąd powraca od obciążenia do podstacji jako dwie składowe - prąd główny powracający siecią powrotną oraz prąd upływu (inaczej zwany prądem błądzącym) płynący do ziemi przez naturalne bądź sztuczne uziomy (rury, zbrojenia, kable itp.). Jeśli wypadkowa rezystancja sieci powrotnej wzrośnie, prąd upływu również wzrośnie, co w rezultacie spowoduje wzrost potencjału między siecią powrotną a ziemią. Z punktu widzenia przeciwporażeniowego wszystkie elementy przewodzące znajdujące się w zasięgu oddziaływania sieci zasilającej trakcyjnej powinny zostać połączone z siecią powrotną, by w przypadku wystąpienia niebezpiecznego napięcia dotykowego na tym elemencie doszło do zwarcia międzybiegunowego i wyłączenia zasilania na skutek zadziałania zabezpieczeń nadprądowych. Jednakże bezpośrednie uszynienie części przewodzących z siecią powrotną jest niepożądane z powodu zmniejszenia rezystancji przejścia szyna-ziemia, a tym samym zwiększenia prądu upływu, który płynąc ziemią powoduje elektrokorozję podziemnych instalacji. Z tego względu stosowane jest elektroniczne zabezpieczenie ziemnozwarciowe, które pozwala zmniejszyć prądy upływu poprzez odizolowanie elementów uziemionych od sieci powrotnej, kontrolę napięcia między nimi i w razie przekroczenia bezpiecznego napięcia dotykowego wyrównanie potencjałów tych punktów.



Elektroniczne zabezpieczenie ziemnozwarciowe EZZv2



Elektroniczne zabezpieczenie ziemnozwarciowe EZZv2 jest laureatem:

- » **Nagrody Głównej im. prof. Jana Podolskiego** fundowanej przez **Izbę Gospodarczą Komunikacji Miejskiej**.
- » **Wyróżnienia** w konkursie **im. prof. Czesława Jaworskiego** przyznawanej przez **Zarząd Krajowy Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji Rzeczypospolitej Polskiej**

EZZv2 - działanie ogólne

EZZv2 podłączany jest do uziemienia obiektu oraz sieci powrotnej. Na bieżąco kontrolowane jest napięcie między tymi dwoma potencjałami. Jeśli jest ono mniejsze niż poziom przyjęty za bezpieczny, punkty te są od siebie odizolowane - minimalizacja prądów błędnych. W momencie przekroczenia bezpiecznego progu napięcia, sieć powrotna zostaje uziemiona przy pomocy elementów półprzewodnikowych, gwarantując wyrównanie potencjałów i tym samym uzyskanie skutecznej ochrony przeciwporażeniowej. Prąd płynący od uziemienia do sieci powrotnej po zadziałaniu zabezpieczenia napięciowego jest monitorowany i w przypadku stwierdzenia przepływu prądu większego niż dopuszczalny zasilanie sieci jezdnej zostaje wyłączone. Ma to na celu zabezpieczenie elementów przed przegrzaniem i potencjalnym pożarem. Jeśli po zadziałaniu zabezpieczenia napięciowego, prąd płynący od uziemienia do bieguna uszynionego jest mniejszy od przyjętej wartości progowej, wówczas EZZv2 podejmuje próbę odizolowania zacisków uziemienia od bieguna uszynionego. Proces ten ma na celu zredukować do minimum czas przepływu znaczącego prądu błędącego zapewniając jednocześnie skuteczną ochronę przeciwporażeniową.

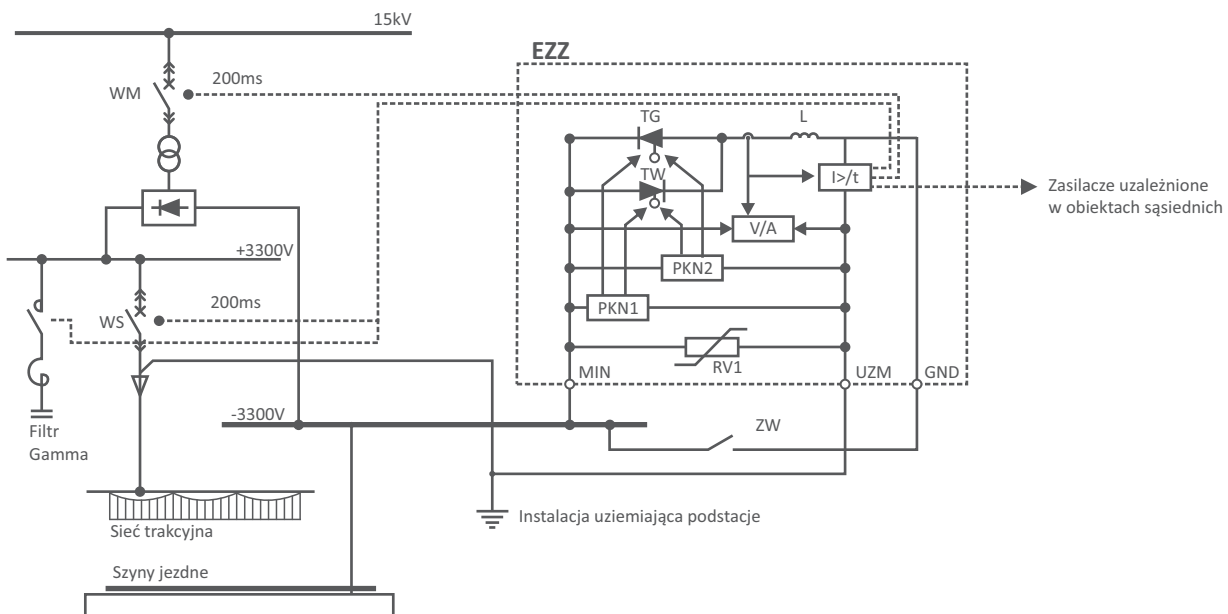
Układ zwiernika

Układ zwiernika zaprojektowany został w oparciu o trójelementowy blok tyrystorowy, cewki stromościowe, kondensatory dużej pojemności i warystor. Połączenie zacisku uziemienia z zaciskiem bieguna uszynionego realizowany jest przez załączenie tyrystorów bloku zwiernika. Równolegle do tyrystorów połączony jest warystor, którego zadaniem jest tłumić przepięcia, ograniczając liczbę załączeń tyrystorów do sytuacji faktycznych doziemień. Do ograniczenia stromości narastania prądu przewodzenia tyrystorów zastosowano cewki stromościowe (uformowane w kształt cewki aluminiowe zwoje). Obwód zwiernika uzupełnia tak zwany układ komutacyjny - połączenie tyrystora, cewki i kondensatorów, który umożliwia wyłączenie tyrystorów będących w stanie przewodzenia prądu resztkowego



- » Urządzenie produkowane jest w wersji 3300 V, dostosowane do potrzeb kolejowych oraz na napięcie 660 V wykonanie tramwajowe.
- » W przypadku aplikacji kolejowych EZZv2 oferowany jest również w wersji dedykowanej podstacjom posiadającym wspólny uziom z rozdzielnicą 110 kV bądź zlokalizowanej w jej pobliżu.

Uproszczony schemat blokowy EZZv2 wraz z podłączeniem do podstacji kolejowej



- WS - wyłącznik szybki,
- ZW - zwiernik doziemienia szyny minusowej lub uziemiacz przenośny,
- TG - blok tyrystorów głównych,
- L - cewka stromościowa,
- V/A - blok pomiarowy,
- PKN1,2 - pakiety kontroli napięcia,
- I>t - czujnik nadprądowy z obwodem opóźnienia czasowego,
- RV1 - warystor,
- TW - zwiernik tyrystorowy wsteczny

Warianty zadziałania urządzenia

Urządzenie na bieżąco przy pomocy pakietu kontroli napięcia i pakietu pomiarowego nadzoruje napięcie między zaciskami uziemienia i sieci powrotnej. Poprzez wykorzystanie właściwości diody zenera i stałej czasowej RC, sygnał wystawiany na bramki tyrystorów w celu ich załączenia pojawia się po przekroczeniu wartości progowej napięcia z pewnym opóźnieniem, aby wykorzystać tłumiące właściwości warystora i nie załączyć bez potrzeby tyrystorów. Im większe napięcie na zaciskach, tym krótszy czas opóźnienia załączenia tyrystorów. Warto nadmienić, że EZZv2 wyposażono w dwa pakiety kontroli napięcia, które działają redundantnie w przypadku awarii jednego z nich, drugi zapewni załączenie tyrystorów. Co najważniejsze, do zapewnienia ochrony przeciwporażeniowej nie jest wymagane napięcie zasilające urządzenia. Po załączeniu bloku tyrystorowego, czyli połączeniu zacisku uziemienia z zaciskiem bieguna uszynionego, urządzenie podejmuje próbę przerwania połączenia (tak zwana komutacja) poprzez wyłączenie tyrystorów ładunkiem zgromadzonym w kondensatorach. Jeśli napięcie spadło poniżej dopuszczalnej wartości (dla kolei przyjęto 100 V, a tramwajów 50 V) wówczas urządzenie przechodzi do stanu nadzoru, a zaciski są wzajemnie odizolowane. Jeśli napięcie utrzymuje się na niebezpiecznym poziomie, tyrystory ponownie zostają załączone tym razem, na minimum 30s - czas wymagany do zgromadzenia ładunku w kondensatorach do kolejnego wymuszenia wyłączenia tyrystorów. Po upływie 30s, jeśli w tym przedziale czasu nie doszło do naturalnego wyłączenia tyrystorów, podejmowana jest kolejna próba komutacji. Gdy przez wyznaczony czas nie uda się wyłączyć ich w wymuszony bądź też naturalny sposób, urządzenie przechodzi do stanu doziemienia. Ponowne odizolowanie bieguna uszynionego od uziemienia możliwe jest jedynie poprzez naturalne wyłączenie tyrystorów na skutek zaniku przepływającego prądu. Zarówno napięcie, jak i prąd płynący przez blok tyrystorowy jest na bieżąco monitorowany. Wykorzystano do tego celu przekładnik prądu z napięciowym sygnałem po stronie wtórnej. Jeśli prąd płynący przez tyrystory przekroczy maksymalną dopuszczoną wartość, poprzez przestawienie styków przekaźnika na module PPK wystawiana jest informacja do urządzeń automatyki podstacji o potrzebie wyłączenia zasilania trakcji.

Panel dotykowy

EZZv2 jest nowoczesnym urządzeniem wyposażonym w rozbudowany system mikroprocesorowy oraz czytelny wyświetlacz z panelem dotykowym o przekątnej 7". Takie rozwiązanie pozwala na bieżące wyświetlanie aktualnego stanu urządzenia oraz na akwizycje zdarzeń i danych pomiarowych. Rejestrator zapisuje zdarzenia ze znacznikiem czasu, dzięki czemu można sprawdzić dokładnie, kiedy one wystąpiły. Dane pomiarowe są rejestrowane na karcie microSD co 1 s w przypadku normalnej rejestracji. Format plików jest odczytywany przez program typu arkusz kalkulacyjny.

Dodatkowo w przypadku wystąpienia zadziałania zwiernika lub zadziałania ochrony rejestrowany jest dodatkowy plik z przebiegiem prądu i napięcia. W tym wypadku wyniki pomiarów są aktualizowane i zapisywane przez 1 s (700 ms przed zdarzeniem i 300 ms po zdarzeniu) co 1 ms.

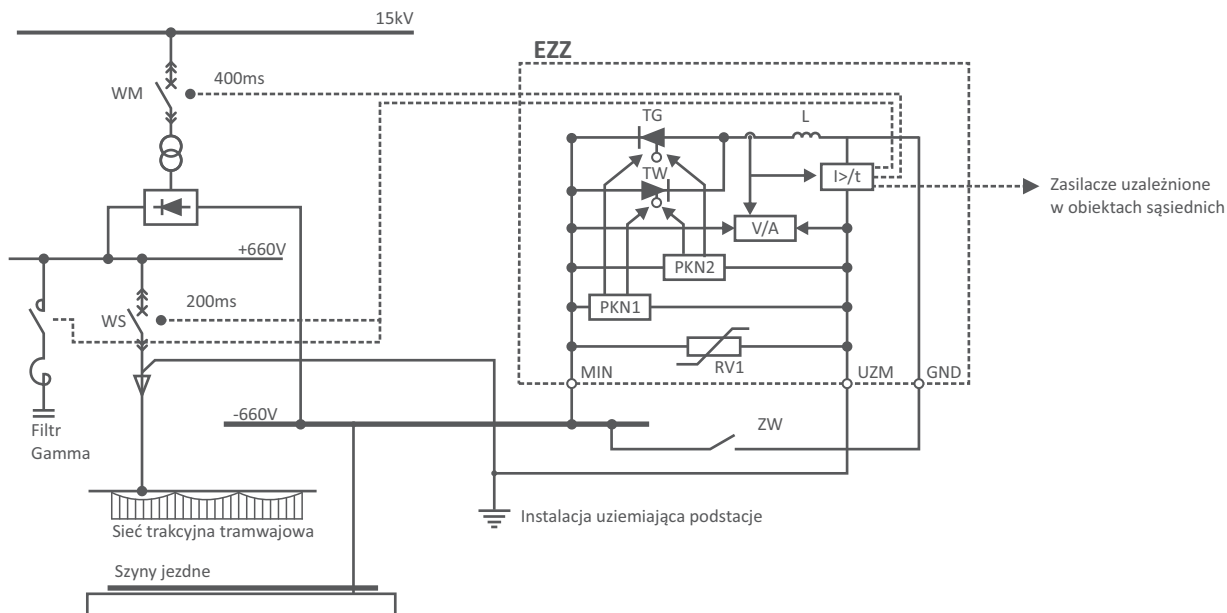
Komunikacja i akwizycja danych

Podczas pracy urządzenia najważniejsze jego parametry oraz parametry sieci (napięcie między zaciskami oraz prąd płynący przez tyrystory) są na bieżąco rejestrowane, prezentowane na wyświetlaczu, zapisywane w pamięci urządzenia oraz transmitowane na magistralę interfejsu CAN. Komunikacja z EZZv2 odbywa się za pomocą interfejsu Ethernet, RJ-45. Obsługa urządzenia realizowana jest poprzez serwer www. Dodatkowo urządzenie wyposażono w wyjścia przekaźnikowe, które zmieniając położenie styków, sygnalizują konkretny stan.



Celka minusowa i zabezpieczenie ziemnozwarciowe EZZv2

Uproszczony schemat blokowy EZZv2 wraz z podłączeniem do tramwajowej stacji prostownikowej



- WS - wyłącznik szybki,
- ZW - zwiernik doziemienia szyny minusowej lub uziemiacz przenośny,
- TG - blok tyrystorów głównych,
- L - cewka stromościowa,
- V/A - blok pomiarowy,
- PKN1,2 - pakiety kontroli napięcia,
- I>/t - czujnik nadprądowy z obwodem opóźnienia czasowego,
- RV1 - warystor,
- TW - zwiernik tyrystorowy wsteczny

Informacje zgromadzone w tym dokumencie stanowią ogólny opis możliwości technicznych, które nie zawsze muszą występować w konkretnych przypadkach. Oczekiwane parametry należy określić przy składaniu zamówienia.