

Sposób i układ do wykrywania zwarć wysokooporowych w liniach pracujących w kompensowanej sieci średniego napięcia

Przedmiotem wynalazku jest sposób i układ do wykrywania
5 wysokooporowych zwarć z ziemią w kompensowanych sieciach średniego napięcia, które zastosowane w algorytmach zabezpieczeń ziemnozwarciowych pozwolą na szybką lokalizację linii doziemionej i jej wyłączenie. Przedstawiony sposób wykrywania zwarć wysokooporowych zdecydowanie poprawia warunki bezpieczeństwa pracy sieci dystrybucyjnej i likwiduje możliwości utrzymywania
10 się zagrożeń porażeniowych w miejscu zwarcia z ziemią linii elektroenergetycznej.

Rozwiązania zbliżone tematycznie do zaproponowanego wynalazku dotyczą wykorzystania kryteriów admitancyjnych lub metod związanych z wprowadzaniem dodatkowego źródła w punkcie neutralnym sieci dla potrzeb
15 zabezpieczeń od jednofazowych zwarć z ziemią. Przykładami pierwszego typu rozwiązań są wynalazki opisane w polskich opisach patentowych PL116699 i PL173980, drugiego - w opisie PL21118, który dotyczy wynalazku opartego na wprowadzeniu dodatkowego źródła wybranej harmonicznej w punkcie neutralnym sieci SN w czasie zwarcia jednofazowego z ziemią. W patencie
20 PL116699 opisano wynalazek dotyczący zastosowania kryterium admitancyjno-porównawczego w zabezpieczeniu od jednofazowych zwarć z ziemią. Cechą charakterystyczną tego rozwiązania jest dwukrotny pomiar składowej zerowej admitancji (lub jej składowych). W patencie 173980 przedstawiono wynalazek dotyczący zastosowania rodziny kryteriów admitancyjnych w zabezpieczeniu od
25 ywarć doziemnych. Cechą charakterystyczną tych rozwiązań jest tworzenie sygnałów pomocniczych na podstawie sygnałów pomiarowych składowych zerowych napięcia i prądu. Obecnie w eksploatowanych powszechnie zabezpieczeniach ziemnozwarciowych stosuje się zabezpieczenia admitancyjne, w których wielkością decyzyjną są: admitancja wyznaczana z ilorazu składowej
30 zerowej prądu i napięcia składowej zerowej sieci lub składowe czynne

(konduktancja) oraz składowe bierne (susceptancja) tak wyznaczonej admitancji. Takie zabezpieczenia są czułe na zwarcia oporowe, których wartości rezystancji w miejscu zwarcia nie przekraczają 3000 omów. Praktyka eksploatacyjna ostatnich lat pokazuje, że występują zwarcia o rezystancjach znacznie większych niż 3000 omów. Szacuje się, że w polskich sieciach średnich napięć liczba takich zakłóceń może stanowić około 5% wszystkich zwarć doziemnych (a te stanowią około 80% wszystkich zakłóceń w sieciach SN). Zwarcia te mogą utrzymywać się w sieci nawet przez kilka lub kilkanaście godzin generując wokół miejsca uszkodzenia bardzo silne zagrożenie porażeniowe dla ludzi i zwierząt.

W rozwiązaniu według wynalazku zaproponowano skuteczniejsze wykorzystanie efektu działania urządzeń automatyki wymuszania składowej czynnej prądu zwarcia doziemnego (AWSCz), które stosowane są powszechnie w kompensowanych sieciach średniego napięcia. Nowość rozwiązania polega na tym, że układy pomiarowe zabezpieczenia dokonują oceny wielkości decyzyjnych wyłącznie w powiązaniu logicznym z działaniem urządzeń AWSCz. Takie powiązanie umożliwia działanie zabezpieczenia przy znacznie zmniejszonym progu rozruchowym napięcia zerowego sieci.

Istotą wynalazku jest sposób wykrywania zwarć wysokooporowych w liniach pracujących w kompensowanej sieci średniego napięcia polegający na tym, że w chwili doziemienia i działania urządzeń AWSCz obliczane są wartości napięcia U_{op} i prądu I_{opcz} . Następnie wartości te są porównywane za pomocą w komparatorów z wartościami I_{nast} i U_{0nast} nastawionymi w nastawnikach. Wyniki tych porównań razem z sygnałem S_{AWSCz} , świadczącym o załączonym urządzeniu AWSCz, kontrolowane są układem iloczynu logicznego, którego wyjście jest traktowane jako sygnał stwierdzający wykrycie wysokooporowego zwarcia doziemnego.

Przedmiotem wynalazku jest również układ do realizacji sposobu zawierający dwa bloki funkcjonalne, w których w czasie doziemienia i działania urządzeń AWSCz obliczane są wartości napięcia U_{op} i prądu I_{opcz} , połączone z nimi dwa komparatory, gdzie obliczone wartości napięcia i prądu porównywane

są z wartościami I_{nast} i U_{0nast} nastawionymi w nastawnikach oraz układ iloczynu logicznego, którego wejścia połączone są z wyjściami komparatorów, a do trzeciego wejścia dołączony jest sygnał S_{AWSCz} , świadczący o załączonym urządzeniu AWSCz. Wyjście bloku układu iloczynu logicznego jest traktowane
 65 jako sygnał stwierdzający wykrycie wysokooporowego zwarcia doziemnego i połączone z układem wykonawczym, który może sterować wyłącznikiem linii lub włączać odpowiednią sygnalizację. Korzystnie jest pomiędzy wyjściem układu iloczynu logicznego a układem wykonawczym z wyłącznikiem lub sygnalizacją umieścić opóźniacz, który spowoduje, że sterowanie wyłącznikiem
 70 linii lub sygnalizacją nastąpi po upływie nastawionego na nim czasu.

Warunki zadziałania sposobu oraz układu według wynalazku opisują zależności:

$$I_{0pcz} > \frac{U_{0p}}{100} I_{nast} \quad (x)$$

$$U_{0p} > U_{0nast} \quad (y)$$

$$S_{AWSCz} = 1 \quad (z)$$

gdzie:

- 75 I_{0p} i U_{0p} - wartości pomiarowe składowej zerowej napięcia sieci
 i składowej czynnej prądu zerowego linii,
 I_{nast} i U_{0nast} - wartości nastawcze,
 S_{AWSCz} - stan logiczny łącznika AWSCz.

80 Sposób w przykładzie realizacji przedstawiono na podstawie na rysunku, na którym fig. 1 prezentuje schemat układu wykrywania zwarcz wysokooporowych w liniach kompensowanej sieci średniego napięcia, a fig. 2 schemat blokowy układu zabezpieczenia LSW, gdzie L_N to indukcyjność dławika w punkcie neutralnym sieci SN, R_w - rezystancja układu automatyki AWSCz, a R_F to
 85 rezystancja przejścia (rezystancja w miejscu zwarcia).

Zgodnie ze schematem układu przedstawionym na fig.1 sygnały składowych zerowych napięcia sieci i prądu linii U_0 i I_0 podawane są do układów pomiarowych 1 i 2. Wartości wyznaczone w tych układach pomiarowych są porównywane w komparatorach 5 i 6 z wartościami nastawionymi w nastawnikach 3 i 4. Wyjścia logiczne z komparatorów razem z logicznym 90 sygnałem S_{AWSCz} kontrolowane są układem iloczynu logicznego 7. Jeżeli spełnione są reguły zapisane we wzorach (x, y i z) to pojawi się sygnał wyjściowy uruchamiający zadziałanie zabezpieczenia.

95 Przykład 1

Podczas wysokooporowego zwarcia doziemnego w jednej z linii zasilanych z rozdzielni SN korzystne jest podanie wielkości pomiarowych I_0 9 i U_0 10 oraz stanu załączenia urządzeń wymuszających S_{AWSCz} 11 na zaciski układu zabezpieczenia LSW i po odpowiednim ich przefiltrowaniu na filtrach 100 sygnałów pomiarowych 13 i 14 i uformowaniu na elementach formujących sygnały pośrednie 15, 16, 17 i 18 są przekształcane w odpowiednie sygnały, z których jeden rozruchowy jest sygnałem wyjściowym z bloku 1 i porównywany w komparatorze 5 ze stałą wartością określoną w nastawniku 3, a wynik porównania przemnożony jest logicznie w układzie logicznym 7 przez 105 odpowiedni sygnał wygenerowany w komparatorze 6 w oparciu o uformowany wcześniej sygnał U_0 oraz przez sygnał stanu S_{AWSCz} . Aktywny sygnał logiczny wygenerowany w układzie logicznym 7 świadczy o wykryciu w linii zwarcia i po upływie nastawionego czasu na opóźniaczu 8 pojawia się sygnał WY, który jest wykorzystany do wysterowania wyłącznika 12 i odłączenia linii od zasilania.

110

Przykład 2

Gdy w sieciach kompensowanych SN, podczas zwarć oporowych o rezystancjach przejścia przekraczających wartości 2000 - 3000 omów, tracą warunki do działania powszechnie stosowane zabezpieczenia ziemnozwarciowe korzystnie 115 jest uaktywnić proponowany układ zabezpieczenia LSW, który dokonując

kombinacji liniowych i logicznych sygnałów pomiarowych I_0 , U_0 i S_{AWSCz} może wygenerować sygnał wyjściowy sygnał WY i powodować wyłączenie linii uszkodzonej zwarcieziemnym przez rezystancje osiągające nawet wartości na poziomie 6000 omów.

120 Dla sieci 15 kV o doziemnym prądzie pojemnościowym równym 100 A, współczynniku tłumienności d_0 równym 0,04, współczynnika rozstrojenia kompensacji ziemnozwarciowej s równym 0,3, przy działaniu układów automatyki wymuszania składowej czynnej AWSCz o prądzie równym 20 A, tradycyjne zabezpieczenia ziemnozwarciowe tracą warunki działania przy
125 jednofazowych zwarciach z ziemią o rezystancji przejścia zbliżonej do 3000 Ω , natomiast proponowany układ zabezpieczenia LSW wykrywa doziemienia o rezystancji przejścia powyżej 6000 Ω .

W proponowanym rozwiązaniu według wynalazku, przy odpowiednio dobranych nastawach zgodnie z warunkami selektywności (wybiórczości)
130 działania zabezpieczeń i przy typowych układach stosowanych w Polsce urządzeń AWSCz, można wykrywać w liniach zwarcia doziemne oporowe o rezystancjach przekraczających znacznie wartości 6000 omów.