

Streszczenie

Zagadnienie wyboru sposobu połączenia z ziemią punktu neutralnego sieci elektroenergetycznych średnich napięć (SN), należy do ciągle aktualnych problemów elektroenergetyki. Wśród wielu kryteriów tego wyboru najbardziej istotne to poziom zagrożenia porażeniowego przy zwarciach doziemnych oraz skuteczność działania zabezpieczeń ziemnozwarciowych, a także poziom przepięć dorywczych i przejściowych. Kryteria te oparte są na ocenie wartości prądu jednofazowego zwarcia doziemnego, jego rozptywu w sieci i układzie uziomowym oraz poziomów napięć występujących w różnych punktach sieci podczas doziemienia. Wymagania nakładane przez te kryteria na wartości prądów i napięć są wzajemnie przeciwstawne, a tym samym wybór sposobu pracy punktu neutralnego sieci jest efektem kompromisu pomiędzy poszczególnymi wymaganiami.

Sieci SN pracują z nieskutecznie uziemionym punktem neutralnym, który w praktyce jest izolowany od ziemi albo połączony z ziemią poprzez cewkę, rezystor, lub równoległe połączenie tych urządzeń. Pomimo, że w sieciach tych wartości prądów zwarc jednofazowych są relatywnie małe, to jednak mogą one być przyczyną zagrożenia porażeniowego występującego w pobliżu miejsca zwarcia. Ponadto małe wartości prądów zwarcia mogą być powodem braku skuteczności działania automatyki ziemnozwarciowej.

Dla wyboru oraz oceny sposobu pracy punktu neutralnego sieci SN, konieczne jest przeprowadzenie analizy prądów i napięć w stanach jednofazowych zwarc doziemnych. Analiza taka wymaga przyjęcia wartości parametrów sieci i zakłóceń, wśród których szczególnie istotne są rezystancje układów uziomowych, rezystancja zwarcia oraz napięcie robocze. Pomimo, że parametry te mają charakter losowy, to najczęściej w praktyce wykonywane są analizy deterministyczne dla przyjętych *a priori* takich ich wartości, aby otrzymać oszacowanie ekstremalnych dla danego kryterium wartości napięć i prądów.

W rozprawie zaproponowano modele statystyczne wymienionych parametrów sieci i zakłóceń, na których podstawie metodą Monte Carlo otrzymywano rozkłady analizowanych wartości napięć uziomowych oraz sygnałów dla elektroenergetycznej automatyki zabezpieczeniowej. Głównym celem badań zawartych w rozprawie było opracowanie spójnego zestawu metod statystycznych, umożliwiających obiektywną ocenę i podejmowanie decyzji o wyborze sposobie połączenia z ziemią punktu neutralnego sieci średnich napięć. Dysertacja stanowi oryginalny wkład w obszarze modelowania i analizy skutków jednofazowych zwarc doziemnych w sieciach elektroenergetycznych średnich napięć.

dn. 14.04.2023

Janusz Kwak

Abstract

The issue of selecting the means of neutral earthing in medium-voltage (MV) power networks, is one of the current problems of the electric power engineering. Among many criteria of this selection, the most important are the level of shock hazard during earth faults and the reliability of earth fault protections, as well as the level of temporary and transient overvoltages. These criteria are based on single-phase earth fault current value assessment, its distribution in the network and the substations' earthing system and the voltage levels at various points in the network during an earth fault. The requirements specified by the criteria, regarding the values of currents and voltages, are mutually opposed, so the selecting of the means of neutral earthing in the network is the result of a compromise between the different requirements.

MV networks are operated as non-efficiently earthed systems. In practice neutral point is either isolated from the earth or connected to the earth by a resistor, a coil or their connection in parallel. Despite the fact that in these networks the values of single-phase short-circuit currents are relatively small, they can still be the cause of the shock hazard occurring near the fault location. Moreover, small values of short-circuit currents can be the reason for the lack of reliability of the earth fault protection.

For the selecting and evaluation of the means of neutral earthing in the MV network, it is necessary to conduct an analysis of currents and voltages in single-phase earth fault conditions. The analysis requires the parameters assumption of the network and faults conditions, among which the resistances of the substations earthing systems, the fault resistance and the operating voltage are particularly important. Despite the fact that these parameters have a random character, most often in practical applications deterministic analyses are performed for a priori assumed such their values in order to obtain an estimate for the extreme values of voltages and currents for a given criterion.

The dissertation proposed statistical models of the above mentioned parameters for network and faults. These models were used in Monte Carlo method applicated to obtain statistical distributions of the values of analysed earth voltages and signals for electric power protections. The main aim of the research performed in the dissertation was the elaboration of a coherent set of statistical methods to objective evaluation different means of neutral earthing in MV network and on this basis selecting proper means. The dissertation is an original contribution in the area of modelling and analysis of the effects of single-phase earth faults in medium-voltage power grids.

dm. 14.04.2023 r.

Jaroslav Kmák