

Propagacja udarów napięciowych piorunowych, oscylacyjnych oraz o nieunormowanych kształtach w uzwojeniach transformatorów

Streszczenie:

W referacie przedstawiono porównanie propagacji przepięć o zróżnicowanych kształtach w uzwojeniach transformatora. Rozwój i ewolucja sieci elektrycznych obejmuje występowanie różnych rodzajów przebiegów napięciowych w stanach nieustalonych, powstających podczas operacji rekonfiguracji sieci, występowania oraz eliminacji stanów awaryjnych, zjawisk atmosferycznych oraz jako rezultat pracy źródeł generujących energię elektryczną wyposażonych w urządzenia energoelektroniczne. W szczególności zwiększająca się integracja odnawialnych źródeł energii - głównie słonecznej i wiatrowej - oraz rozbudowa infrastruktura ładowania i magazynowania energii dla pojazdów elektrycznych w inteligentnych miastach skutkuje wymuszoną elastycznością sieci elektrycznej. Sieć elektryczna o takiej strukturze charakteryzuje się licznymi zdarzeniami występującymi podczas jej eksploatacji wymuszającymi propagację stanów nieustalonych w głąb sieci, zarówno o charakterze udarowym, jak i oscylacyjnym. Przebiegi napięciowe występujące podczas liczyń stanów nieustalonych, o wartościach maksymalnych poniżej zastosowanego poziomu ochrony przeciwprzepięciowej, mogą nadal znacząco oddziaływać na izolację elektryczną uzwojeń w transformatorach, głównie ze względu na zjawiska rezonansu wewnętrznego, które były przyczyną wielu awarii transformatorów. Takie przypadki mogą wystąpić, jeśli wartość częstotliwości składowej dominującej w przebiegu napięciowym docierającym do zacisków transformatora odpowiada wartościom częstotliwości rezonansowych atakowanego uzwojenia transformatora. Pomiaru prezentowane w referacie prowadzono zarówno w dziedzinie czasu, jak i częstotliwości, stosując różne rodzaje przebiegów napięciowych, reprezentujących przepięcia udarowe, udarowe ucięte (czas do ucięcia od 1 μ s do 50 μ s) oraz oscylacyjne. Dodatkową analizą było oddziaływanie udaru napięciowego złożonego z udaru piorunowego pełnego oraz składowej oscylacyjnej w postaci modulowanej fali o wybranej częstotliwości. W referacie przeanalizowano porównanie warunków propagacji tych przebiegów wzdłuż uzwojenia wysokiego napięcia oraz zjawisko przenoszenia się między uzwojeniami wysokiego i niskiego napięcia. Przedstawienie stref uzwojeń narażonych na oddziaływanie przepięcia penetrującego wzdłuż długości uzwojenia może przyczynić się do optymalizacji konstrukcji transformatora, opracowania nowatorskiej metodologii diagnostycznej, udoskonalenia koncepcji zabezpieczeń oraz właściwego projektowania nowoczesnych sieci.