



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Bartosz Olejnik
Politechnika Poznańska

Stypendysta projektu pt. „Wsparcie stypendialne dla doktorantów na kierunkach uznanych za strategiczne z punktu widzenia rozwoju Wielkopolski”, Poddziałanie 8.2.2 Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki

Admitancyjny czujnik przepływu doziemnego prądu zwarciego w sieci SN

Czujniki przepływu prądu zwarciego instalowane są w sieci średniego napięcia od wielu lat. Pracują tak w sieciach kablowych, jak i napowietrznych, ułatwiając eksploatację sieci dystrybucyjnej – nawet pomimo, często, ich przestarzałej konstrukcji. Największą wadą stosowanych obecnie urządzeń jest ich stosunkowo wysoka cena (zwłaszcza w odniesieniu do możliwości, które oferują) a także niekoniecznie zadowalająca skuteczność.

Celem pracy doktorskiej jest stworzenie dokładnej i pełnej koncepcji urządzenia do detekcji zwarć doziemnych, które byłoby przeznaczone do pracy w sieciach napowietrznych średniego napięcia, a jego największą innowacją byłby sposób pomiaru, niezbędnych do poprawnego działania, wielkości. W założeniu czujnik taki ma być konstrukcją możliwie prostą, modułową, z niezależnym zasilaniem. Musi współpracować z systemem dyspozytorskim do kierowania ruchem w sieci a także lokalnie alarmować o istniejącym zakłóceniu, w zamyśle – zwarcu.

Do swego działania obecnie produkowane urządzenia czepią informacje jedynie z czujników pola magnetycznego wokół linii, na podstawie którego określany jest „stan zwarcia” oraz „stan normalny” nadzorowanego urządzenia. Wybrane z nich kontrolują (ale nie mierzą) pole elektryczne w celu stwierdzenia, czy linia pracuje, czy też jest aktualnie wyłączona.

Korzystanie tylko z kryterium prądowego jest dużym ograniczeniem. Możliwe jest wykrywanie zwarć oraz określanie jego typu (doziemne, międzyfazowe). Najbardziej zaawansowane modele potrafią też wskazać kierunek zwarcia. Wykorzystanie kryterium admitancyjnego we wskaźnikach przepływu prądu zwarciego pozwoli, nie tylko precyzyjnie wskazać kierunek przepływu prądu, ale też obliczyć np. odległość od danego wskaźnika do

miejsca zwarcia. Wyniki tych działań będą mogły być przesłane do centrali dyspozytorskiej lub lokalnego koncentratora.

Sfera techniczna i sprzętowa realizacji pracy nie powinny sprawiać problemów. Trudności zapewne pojawią się przy testowaniu poszczególnych komponentów całego systemu. Konieczna będzie współpraca z instytucjami i firmami zewnętrznymi, zwłaszcza takimi, które na swoim terenie eksploatują napowietrzną sieć średniego napięcia a – jeszcze lepiej – dysponują własnym poligonem doświadczalnym.

Badania obejmować będą testy poszczególnych komponentów (czujników), zarówno w stanach symulowanych jak i rzeczywistych. Oceniona zostanie przydatność sensorów do pomiaru napięcia i ich dokładność. Następnie zbudowany zostanie zespół czujników do wyznaczania admitancji. Sfera sprzętowa to także układy zasilania, które muszą zostać zaprojektowane i przebadane.

Dużym problemem będzie realizacja komunikacji między poszczególnymi wskaźnikami oraz między wskaźnikiem a koncentratorem. Nie wykluczone, że do współpracy w tej dziedzinie zostanie włączona firma zewnętrzna z terenu Wielkopolski.

Istnieje szereg cech, które wyróżniają sieci ze wskaźnikami przepływu prądów zwarciovych na tle tych, w których urządzenia te nie są instalowane. Przede wszystkim znacznie zostaje skrócony czas potrzebny na realizację naprawy uszkodzonego odcinka linii. Nacisk spółek dystrybucyjnych na ten aspekt jest bardzo duży, ponieważ w prosty sposób przekłada się na okres, przez który zasilania pozbawieni są odbiorcy, tak komunalni jak i przemysłowi. Obecnie istotne są tzw. wskaźniki niezawodności pracy sieci w postaci współczynników statystycznych SAIFI oraz SAIDI.

Współczynnik SAIDI (System Average Interruption Duration Index) może być, w prosty sposób, obliczony z zależności:

$$SAIDI = \frac{\textit{suma_czasu_wylaczen_wszystkich_odbiorców_w_grupie}}{\textit{liczba_wszystkich_odbiorców}}$$

Wartość współczynnika SAIDI określa czas wyłączeń napięcia u odbiorców w przeliczeniu na liczbę tych odbiorców i jest wyznaczana zarówno dla przerw planowych (np. przeznaczonych na remont sieci) oraz nieplanowych (np. powstałych w wyniku awarii). Im wartość SAIDI niższa, tym lepiej. Zastosowanie poprawnie działających wskaźników przepływu prądu zwarciovego pozwala znacznie skrócić czas naprawy uszkodzonej linii, w związku z czym polepsza się wartość współczynnika SAIDI dla przerw nieplanowanych.

Współczynnik SAIFI (System Average Interruption Frequency Index) może być wyznaczony z zależności:

$$SAIFI = \frac{\text{liczba_przerw_u_odbiorców}}{\text{liczba_wszystkich_odbiorców}}$$

Oczywiście, im niższa wartość SAIFI tym lepiej – oznacza to mniejszą liczbę awarii w przeliczeniu na liczbę odbiorców. Poprawnie działający wskaźnik przepływu prądów zwarciovych nie ma bezpośredniego wpływu na wartość tego współczynnika, jednak może przyczynić się do typowania linii potencjalnie zagrożonych awarią i kwalifikowania ich do remontu, co wpływ na SAIFI ma już bezpośredni.

O ile współczynniki SAIDI oraz SAIFI dla odbiorców indywidualnych nie mają większego znaczenia (poza zmniejszeniem komfortu używania energii elektrycznej), o tyle dla przedsiębiorstw (zwłaszcza produkcyjnych) są bardzo istotne. Przerwy w dostawie energii, których częstotliwość i czas trwania można skrócić instalując w sieci SN wskaźniki przepływu prądu zwarciovego, są dla tych drugich bardzo niekorzystne i negatywnie odbijają się na jakości i liczbie wytwarzanych produktów.

Gospodarcze znaczenie przedmiotu pracy doktorskiej jest zatem dość duże i operuje w ramach krytycznych, dla w zasadzie wszystkich użytkowników energii, obszarach. Instalowanie tego typu urządzeń powinno być (i przewiduje się, że w najbliższej przyszłości będzie) priorytetem u operatorów sieci dystrybucyjnej, nie tylko na obszarze Wielkopolski, ale całego kraju.

Ostatecznie, w wyniku pracy, powstanie pełna koncepcja i, zapewne, prototyp nowego urządzenia, z perspektywami do wdrożenia do produkcji masowej.