

Wykorzystanie niekonwencjonalnych technik decyzyjnych do poprawy działania zabezpieczenia odległościowego linii napowietrznej WN o zmiennych w szerokich granicach zdolnościach przesyłowych, część II

Streszczenie. W artykule scharakteryzowano problematykę związaną ze sposobem kształtowania i określania zasięgów obszarów działania zabezpieczenia odległościowego linii napowietrznej WN o zmiennych w szerokich granicach zdolnościach przesyłowych. Przedstawiono także ideę działania zaproponowanego rozwiązania Adaptacyjnego Kryterium Odległościowego Linii AKOL, wykorzystującego niekonwencjonalne metody decyzyjne i adaptacyjne dostosowywania parametrów do aktualnych warunków pracy linii.

Abstract. Problems with zones forming and parameterization of distance protection for HV overhead line with widely varying capacity limit are discussed in the paper. The developed solutions Adaptive Line Distance Protection AKOL, using unconventional decision taking methods and adaptive adjustment of the parameters for the actual operating conditions of the line are also presented. (Using unconventional decision taking methods in distance protection of HV overhead line with widely varying capacity limit, part II).

Słowa kluczowe: zabezpieczenie odległościowe, zabezpieczenia adaptacyjne, napowietrzne linie WN, intensyfikacja zdolności przesyłowych.

Keywords: distance protection, adaptive protection, HV overhead line, increasing capacity.

doi:10.12915/pe.2014.03.04

Wstęp

W pierwszej części artykułu opisano czynniki fałszujące wyznaczanie impedancji, sposoby minimalizacji ich wpływu na poprawność działania zabezpieczenia oraz zakresy ich uwzględnienia istotne z punktu widzenia działania zabezpieczenia odległościowego dla linii napowietrznych WN o zmiennych w szerokich granicach zdolnościach przesyłowych (wynikających z wykorzystania obciążalności dynamicznej linii). Do opracowanych sposobów minimalizacji wpływu czynników fałszujących wyznaczanie impedancji na poprawność działania zabezpieczenia należą: adaptacyjne zmiany zasięgów reaktancyjnych stref pomiarowych, adaptacyjne zmiany zasięgów rezystancyjnych oraz sposoby ich określania. Szczególną uwagę należy zwrócić na opracowany algorytm kryterium detekcji stanu zwarcia KDeSZ, umożliwiający rozróżnienie stanów obciążeń dopuszczalnych i zwarciovych skutkujących umiejscowieniem końca wektora impedancji pomiarowej w obszarze wspólnym działania zabezpieczenia i normalnej pracy linii. Z kolei w tej części artykułu opisano przede wszystkim opracowany algorytm adaptacyjnego kryterium odległościowego linii AKOL wykorzystujący wymienione rozwiązania.

Wymagania stawiane AKOL

Proponowana modyfikacja kryterium odległościowego linii napowietrznej WN o szerokiej zmienności obciążenia dopuszczalnego (w granicach od 0 do dwukrotności obciążalności dopuszczalnej dla sezonu zimowego $2 \cdot I_{dop.z}$) ma za zadanie ochronę linii przed skutkami zwarć dla możliwie największej różnorodności zakłóceń zwarciovych i przy zachowaniu możliwie największej selektywności i czułości działania.

Wykorzystanie zaproponowanych w I części artykułu rozwiązań dla zabezpieczeń odległościowych linii napowietrznych WN o zmiennych w szerokich granicach zdolnościach ma na celu zwiększenie selektywności działania zabezpieczenia przy jednoczesnym zwiększeniu zdolności do wykrywania zwarć pośrednich w porównaniu do rozwiązań klasycznych (dotychczas stosowanych).

Jednym z ważnych zadań proponowanego rozwiązania AKOL jest rozróżnienie stanu pracy linii w obszarze

impedancyjnym wspólnym dla działania zabezpieczenia oraz obciążalności dopuszczalnych linii przekraczających wartość dopuszczalną dla sezonu zimowego. Działanie zabezpieczenia o pozostawionych, niedostosowujących się do aktualnych warunków pracy obiektu, parametrach mogłoby prowadzić, w klasycznych rozwiązaniach, do nieprawidłowych reakcji lub znacznie ograniczonej czułości. W tym celu wykorzystano opracowany algorytm KDeSZ, przedstawiony w I części artykułu.

Dla AKOL modyfikacje nie mogą powodować zwiększenia zasięgu działania kryterium (obszaru sieci objętego daną strefą pomiarową) – w stosunku do klasycznej parametryzacji. Proponowane rozwiązanie koncentruje się na zwiększeniu selektywności oraz uzyskaniu możliwie dużej zdolności wykrywania zwarć pośrednich w sytuacjach zmiennych obciążeń dopuszczalnych linii.

Wobec powyższych, algorytm działania wykorzystywany w adaptacyjnym kryterium AKOL powinien przede wszystkim obejmować modyfikacje w członie decyzyjnym, w stosunku do klasycznych rozwiązań. Adaptacyjność parametryczna stref działania uzależniona powinna być zarówno od obszaru obciążeń dopuszczalnych, wynikających z aktualnej obciążalności dopuszczalnej linii, jak i rzeczywistych wartości prądów obciążeń linii.

Przedstawione wymagania wobec AKOL implikują rozbudowaną strukturę jego działania oraz wymiany danych. Proponowany algorytm adaptacyjnego kryterium odległościowego linii można podzielić na trzy wzajemnie powiązane poziomy (rys.1):

- poziom pozyskiwania danych pomiarowych,
- poziom przetwarzania danych pomiarowych (algorytmy pomiarowe),
- poziom algorytmów decyzyjnych.

Pozom pozyskiwania danych pomiarowych AKOL

Sygnałami pomiarowymi wykorzystywanymi w kryterium AKOL są:

- sygnały prądowe,
- sygnały napięciowe,
- dane pogodowe (przede wszystkim temperatura powietrza, nasłonecznienie, prędkość i kierunek wiatru).

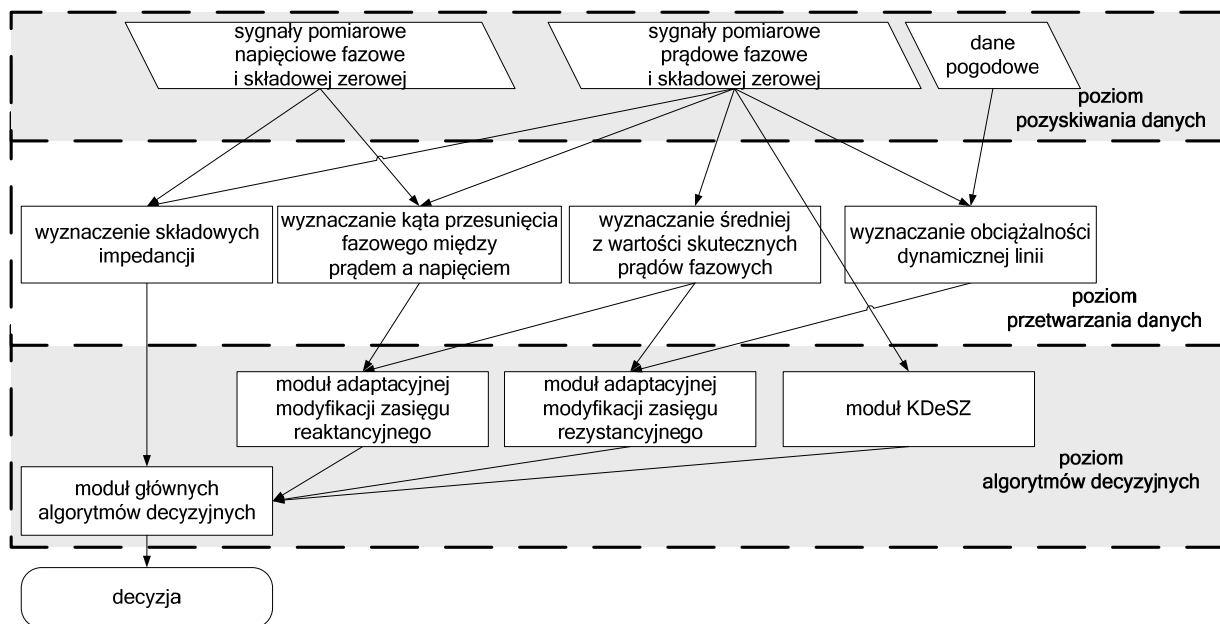
Do pozyskiwania sygnałów pomiarowych prądowych proponuje się wykorzystać elektroniczne przekładniki pomiarowe ECT, cechujące się dużą dokładnością i prawidłowością przenoszenia składowych wysokoczęstotliwościowych w szerokim zakresie amplitud, na przykład oparte na zjawisku Faradaya [1], [2], [3].

Do pozyskiwania sygnałów pomiarowych napięciowych proponuje się także wykorzystanie przekładników elektronicznych EVT, przykładowo wykorzystujących efekt Pockels'a, charakteryzujących się lepszymi właściwościami od rozwiązań klasycznych [2], [3].

Do wyznaczania obciążalności dynamicznej linii wymagane są – poza wartościami prądów obciążenia –

bieżące dane pogodowe. Zgodnie z algorytmami rekomendowanymi przez CIGRE [4] lub IEEE [5], do danych tych należą m.in.: natężenie promieniowania słonecznego, prędkość i kierunek wiatru i temperatura powietrza w cieniu. Dane te można uzyskać przykładowo z lokalnej (dla punktu zabezpieczeniowego PZ) stacji meteorologicznej.

Uzyskiwane z przekładników sygnały ciągle podlegają następnie dwutorowemu przetwarzaniu. Pierwszy z torów związany jest z wyznaczaniem składowych impedancji i innych wielkości pomiarowych. W drugim torze przetwarzania wykorzystuje się tylko sygnały prądowe, a ten związany jest z modulem KDeSZ.



Rys.1. Struktura opracowanego kryterium AKOL z podziałem na główne elementy składowe i zaznaczonymi kierunkami wymiany danych

Poziom przetwarzania danych pomiarowych AKOL

Do wyznaczania niezbędnych w procesie podejmowania decyzji wielkości wykorzystano, często w tym celu stosowane, algorytmy opisane w [2], [6], [7]. Zastosowane algorytmy bazują jedynie na podstawowej harmonicznej, a częstotliwość próbkowania wynosi 1000 Hz. W algorytmach wykorzystuje się pełnookresowe filtry ortogonalne o funkcjach okna sinus i kosinus oraz pulsacji własnej równej pulsacji składowej podstawowej o częstotliwości znamionowej.

W poziomie przetwarzania danych wyznaczane są:

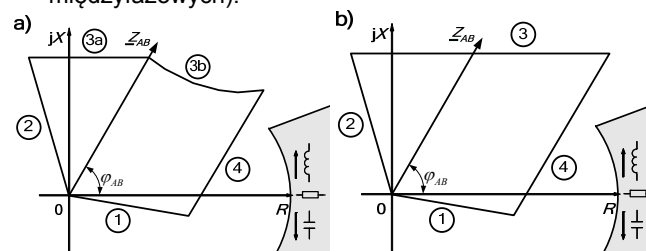
- składowe impedancji,
- wartości skuteczne prądów fazowych,
- kąt przesunięcia między prądem a napięciem,
- obciążalność dynamiczna linii.

Poziom algorytmów decyzyjnych AKOL

Poziom decyzyjny AKOL, w porównaniu do tradycyjnego rozwiązania, jest znacznie bardziej rozbudowany i składa się z następujących modułów:

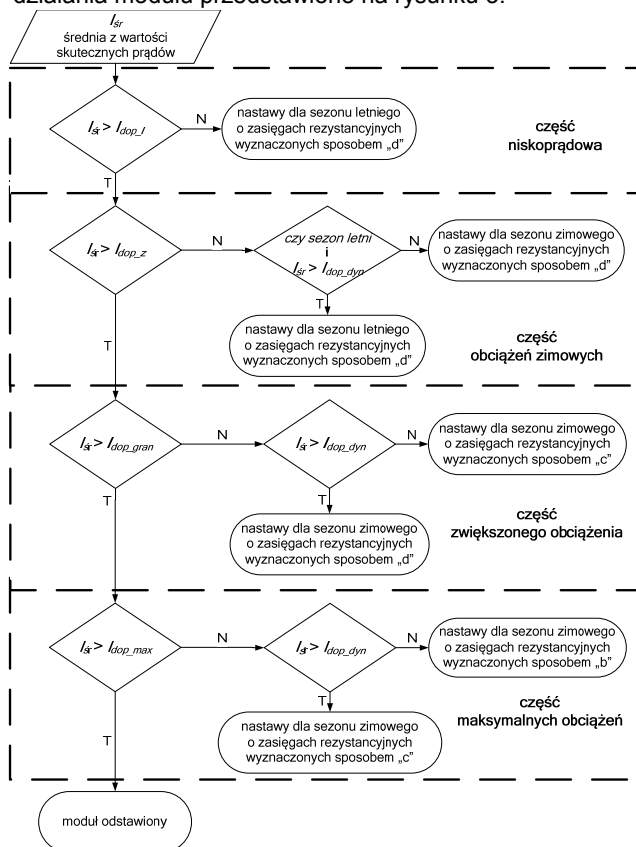
- moduł adaptacyjnej modyfikacji zasięgu rezystancyjnego – odpowiada za dobór nastaw zasięgów rezystancyjnych (oznaczenie (4) na rysunku 2) wszystkich stref (I, II, III),
- moduł adaptacyjnej modyfikacji zasięgu reaktancyjnego – odpowiada za wyznaczenie na podstawie wielkości wejściowych kształtu części (oznaczenie (3b) na rysunku 2a) zasięgu reaktancyjnego strefy I, opisany w części I artykułu,

- moduł kryterium detekcji stanu zwarcia KDeSZ – odpowiada za detekcję wystąpienia zwarcia oraz rozpoznanie wystąpienia stanów zwarcia od prądu dopuszczalnej chronionej linii dla wspólnego obszaru impedancyjnego, opisany w części I artykułu,
- moduł głównych algorytmów decyzyjnych – odpowiada za kształtowanie całości stref pomiarowych, wykorzystuje decyzje wypracowane przez pozostałe moduły decyzyjne, weryfikuje warunki kryterialne, czyli położenie końców wektorów wyznaczonych impedancji względem zdefiniowanych stref pomiarowych o kształcie poligonalnym: dla strefy I – przedstawione na rysunku 2a, dla stref II i III – przedstawione na rysunku 2b, w sumie 18 członów logicznych (dla każdej z trzech stref i każdego z modułów pomiarowych doziemnych i międzyfazowych).



Rys.2. Kształty stref pomiarowych AKOL: a) przykładowa dla strefy I, b) dla stref II i III

Zadaniem modułu adaptacyjnej modyfikacji zasięgu rezystancyjnego jest określenie – na podstawie aktualnego obciążenia linii i obciążenia dopuszczalnego dynamicznie – właściwego zestawu parametrów określających zasięg rezystancyjny dla wszystkich stref pomiarowych. Dobór ten ma na celu dostosowywanie stref pomiarowych do obszaru możliwych wyłączeń zależnego od aktualnej, w danych warunkach pogodowych i systemowych, obciążalności linii. Proponowany algorytm działania modułu przedstawiono na rysunku 3.



Rys.3. Algorytm modułu adaptacyjnego doboru zasięgu rezystancyjnego stref pomiarowych – schemat blokowy

Poszczególne sposoby parametryzacji, wykorzystane do wyznaczania zasięgów rezystancyjnych stref, zostały opisane w pierwszej części artykułu. W algorytmie działania modułu adaptacyjnej modyfikacji zasięgu rezystancyjnego, przedstawionym na rysunku 3, można wyróżnić kilka części, których aktywacja uzależniona jest od średniej z wartości skutecznych prądów fazowych I_{sr} . Poszczególne części algorytmu aktywne są do wartości oznaczonych jako:

I_{dop_1} – prąd dopuszczalny dla sezonu letniego,

I_{dop_z} – prąd dopuszczalny dla sezonu zimowego,

I_{dop_gran} – graniczna wartość prądu dopuszczalnego, która nie powoduje styczności obszaru obciążeń dopuszczalnych i stref pomiarowych, równa $1,25 \cdot I_{dop_z}$,

I_{dop_max} – przyjęty maksymalny prąd obciążalności dynamicznej linii, równy $2 \cdot I_{dop_z}$.

Przyjęto, iż czasy trwania danych warunków obciążeniowych są wielokrotnie dłuższe od czasów reakcji proponowanych algorytmów. Wartości prądów obciążenia będą weryfikowane co 10 sekund. Zmiana aktywnej części algorytmu na część o mniejszych wartościach prądów, następuje z uwzględnieniem współczynnika powrotu równego 0,9 dla średniej z wartości skutecznych prądów fazowych.

Dla tak określonych stref pomiarowych koniec wyznaczonego wektora impedancji może znaleźć się

wewnątrz obszaru dedykowanego wyłączeniom nie tylko w sytuacjach zwarć zaistniałych na chronionych elementach, ale także w stanach obciążeń dopuszczalnych linii. Prowadziłoby to do zbędnego zadziałania zabezpieczenia. Dlatego do rozróżnienia tych odmiennych stanów pracy linii zaproponowano rozwiązanie w postaci kryterium detekcji stanu zwarcia KDeSZ. Zatem aktywacja algorytmu modułu adaptacyjnej modyfikacji zasięgu rezystancyjnego może nastąpić tylko, gdy aktywny jest moduł KDeSZ.

W strukturze modułu głównych algorytmów decyzyjnych można wyróżnić:

- adaptacyjny moduł ochrony,
- podstawowy moduł ochrony,
- blokada od zwiększenia obciążenia,
- człon opóźnień czasowych.

Zadaniem przewidzianym do realizacji przez adaptacyjny moduł ochrony AKOL jest weryfikacja położenia na płaszczyźnie impedancji zespolonej końców wektorów impedancji wyznaczanych dla każdej dyskretnej chwili czasu. Położenie końca wektora weryfikowane jest względem adaptacyjnie wyznaczanych obszarów poszczególnych stref, których obszary określane są z uwzględnieniem pozostałych modułów decyzyjnych. Warunkiem koniecznym podjęcia decyzji wyłączającej jest obecność końca wektora wyznaczonej impedancji w zdefiniowanym obszarze przez przynajmniej 3 ms (odpowiada to trzem kolejnym próbkom sygnału dla częstotliwości próbkowania 1000 Hz). Dla przypadków położenia końca wektora impedancji w obszarze wspólnym stref działania i obszaru obciążeń dopuszczalnych, o zadziałaniu zabezpieczenia decyduje moduł KDeSZ. Kształt stref pomiarowych zależy od strefy. Dla I stref (dla modułów pomiarowych międzyfazowych i doziemnych) mają kształt poligonalny o przykładowym kształcie przedstawionym na rysunku 2a. Pozostałe strefy (II i III) zarówno dla modułów pomiarowych międzyfazowych, jak i doziemnych, mają kształt poligonalny o kształcie przedstawionym na rysunku 2b.

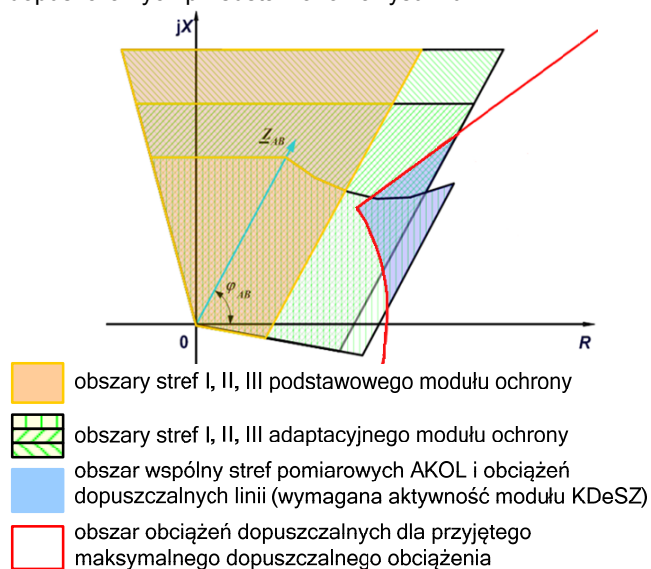
Drugim modułem znajdującym się w grupie głównych algorytmów decyzyjnych jest podstawowy moduł ochrony. Pełni on funkcję klasycznego kryterium podimpedancyjnego. Działanie tego modułu jest uwarunkowane w jak najmniejszym stopniu działaniami dodatkowych modułów. Jego parametryzacja wynika z przyjętego obszaru obciążeń dopuszczalnych określonego dla maksymalnej obciążalności dynamicznej I_{dop_max} . Ze względu na znaczne ograniczenie możliwych zasięgów rezystancyjnych, wynikające z małej minimalnej dopuszczalnej wartości modułu impedancji obciążenia (określonej dla I_{dop_max}), proponuje się w tej części algorytmu zastosować parametryzację zasięgów rezystancyjnych stref sposobem „d” (patrz część I artykułu). Biorąc pod uwagę niewielką wartość minimalnej dopuszczalnej impedancji dla maksymalnego obciążenia dopuszczalnego I_{dop_max} oraz przyjęty zakres dopuszczalnych współczynników mocy obciążenia, dla linii o długościach większych od około 34 km dla sposobów parametryzacji „c” i „d” uzyskuje się takie same wartości zasięgów rezystancyjnych. Strefy I (dla modułów pomiarowych międzyfazowych i doziemnych) mają kształt poligonalny, o przykładowym kształcie przedstawionym na rysunku 2a. Pozostałe strefy (II i III) zarówno dla modułów pomiarowych międzyfazowych, jak i doziemnych, mają kształt poligonalny (rys.2b). Wejście końców wektorów impedancji (wyznaczanych dla kolejnych chwil czasu) w obszar tak zdefiniowanych stref będzie skutkowało wyłączeniem chronionej linii zgodnie ze zdefiniowanymi czasami opóźnień.

W przypadku wystąpienia awarii składników niezbędnych do prawidłowego działania adaptacyjnego modułu ochrony, braku z nim komunikacji lub dla obciążeń większych od $I_{dop\ max}$, adaptacyjny moduł ochrony zostaje zablokowany. W działaniu pozostaje podstawowy moduł ochrony.

Ważnym modułem decyzyjnym proponowanego rozwiązania kryterium AKOL jest blokada od zwiększenia obciążenia. W sytuacjach zwiększania się obciążenia linii, które skutkuje wniknięciem końca wektora impedancji w obszar wspólny stref pomiarowych zabezpieczenia i obciążeń dopuszczalnych linii, przy braku wykrycia zwarcia przez moduł KDeSZ, przyjęto, że działania adaptacyjnego modułu ochrony zostaną zablokowane na czas dłuższy niż czas uaktualniania stref pomiarowych (10 sekund). Blokada ta zostaje wyłączona, jeśli moduł KDeSZ stwierdzi wystąpienie zwarcia.

W procesie decyzyjnym brane są pod uwagę jedynie te z sześciu modułów pomiarowych, dla których końce wyznaczonych wektorów impedancji znajdują się wewnątrz obszarów działania. Natomiast w przypadku wykrycia stanu zwarcia przez moduł KDeSZ, w procesie decyzyjnym uwzględnia się tylko moduły pomiarowe wskazane przez KDeSZ. Wykrycie stanu zwarcia blokuje możliwość zmian obszarów działania przez czas dłuższy od czasu opóźnienia III strefy (np. przez 2 s).

Przykładowe strefy działania na tle obszarów obciążeń dopuszczalnych przedstawiono na rysunku 4.



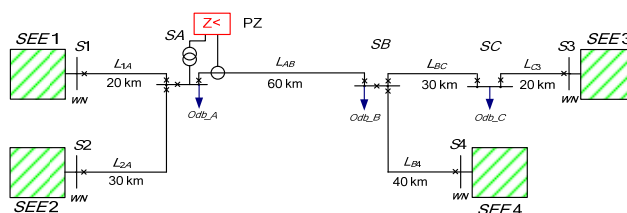
Rys.4. Przykładowe kształty stref pomiarowych AKOL

Proponuje się, by czasy opóźnienia działania przypisane poszczególnym strefom pomiarowym, zarówno dla adaptacyjnego, jak i podstawowego modułu ochrony, były dobrane zgodnie z zasadami stopniowania czasowego [2], [3], [7], zapewniającego odpowiednią selektywność wyłączeń. Działanie w pierwszych strefach odbywa się bez wprowadzania dodatkowych opóźnień.

Badania symulacyjne

W celu sprawdzenia poprawności działania oraz porównania skuteczności detekcji i eliminacji zakłóceń zwarciovych opracowanego adaptacyjnego kryterium odległościowego linii AKOL z rozwiązaniem klasycznym utworzono w programie Matlab modele symulacyjne algorytmów realizujących oba rozwiązania. Przeprowadzono także analizy reakcji obu rozwiązań na obciążenia przekraczające wartości dopuszczalne dla klasycznych linii oraz sytuacje nagłej ich zmiany. Badania

przeprowadzono na podstawie sygnałów prądowych i napięciowych zarejestrowanych w układzie testowym (rys.5). Układ testowy zamodelowano w programie Netomac.



Rys.5. Struktura układu testowego sieci WN

Wykonane symulacje obejmowały sytuacje:

- wystąpienia zwarcia pośredniego lub metalicznego, jednofazowego (1F), dwufazowego (2F), trójfazowego (3F) lub dwufazowego z ziemią (2F+E) występujących w wybranych miejscach układu testowego (na linii chronionej, pozostałych liniach, szynach stacji) dla różnych warunków początkowych (różny kąt napięcia SEE 1, zmienne parametry i stan pracy odbiorów),
- zmiany parametrów i załączenia odbiorów.

Symulowane stany przejściowe inicjowane były w 320 ms symulacji. Największą uwagę poświęcono badaniom różnych stanów pracy chronionego podstawowo obiektu – linii L_{AB} . W analizach brano pod uwagę, poza prawidłowością reakcji (podjęcie decyzji o pozostawieniu linii w pracy lub jej wyłączeniu), także czas od wystąpienia zwarcia do wysłania sygnału wyłączającego.

Nastawy zasięgów reaktancyjnych, współczynnik nachylenia odcinków w II i IV ćwiartce układu współrzędnych oraz kąt charakterystyczny linii wykorzystywany do określenia nachylenia odcinka zasięgu rezystancyjnego stref pomiarowych są takie same dla klasycznego i adaptacyjnego kryterium odległościowego. Nastawy zasięgów reaktancyjnych X_I, X_{II}, X_{III} wszystkich modułów pomiarowych zawarto w tabelach 1 i 2.

Tabela 1. Parametry zasięgów stref pomiarowych dla klasycznego kryterium odległościowego

X_I	R_I	R_{IE}	X_{II}	R_{II}	R_{IIE}	X_{III}	R_{III}	R_{IIIE}
Ω	Ω	Ω	Ω	Ω	Ω	Ω	Ω	Ω
22,1	5	27	44,6	5,6	27,6	58,1	6	28

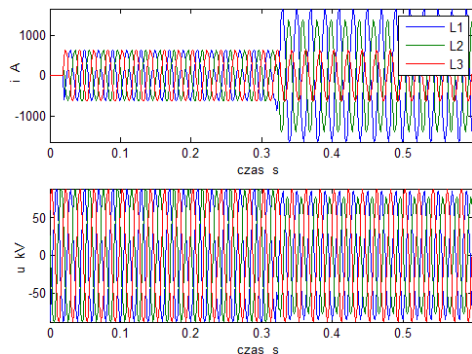
W tabeli 1 podano także nastawy zasięgów rezystancyjnych dla modułów pomiarowych międzyfazowych (R_I, R_{II}, R_{III}) i doziemnych ($R_{IE}, R_{IIE}, R_{IIIE}$) klasycznego kryterium odległościowego.

Tabela 2. Parametry zasięgów stref pomiarowych dla AKOL (założono maksymalną wartość obciążalności prądowej dopuszczalnej równą $I_{dop\ max}$)

Moduł	X_I	R_I	R_{IE}	X_{II}	R_{II}	R_{IIE}	X_{III}	R_{III}	R_{IIIE}
	Ω	Ω	Ω	Ω	Ω	Ω	Ω	Ω	Ω
Podstawowy moduł ochrony		16,5	16,5		16,5	16,5		16,5	16,5
Adaptacyjny moduł ochrony	Część niskoprądowa		60,9	60,9		42,4	42,4		37
	Część obciążeń zimowych	22,1	51,7	51,7	44,6	33,8	33,8	58,1	32,5
	Część zwiększonego obciążenia		32,5	32,5		32,5	32,5		32,5
	Część maksymalnych obciążeń		26,2	26,2		29,2	29,2		32,5

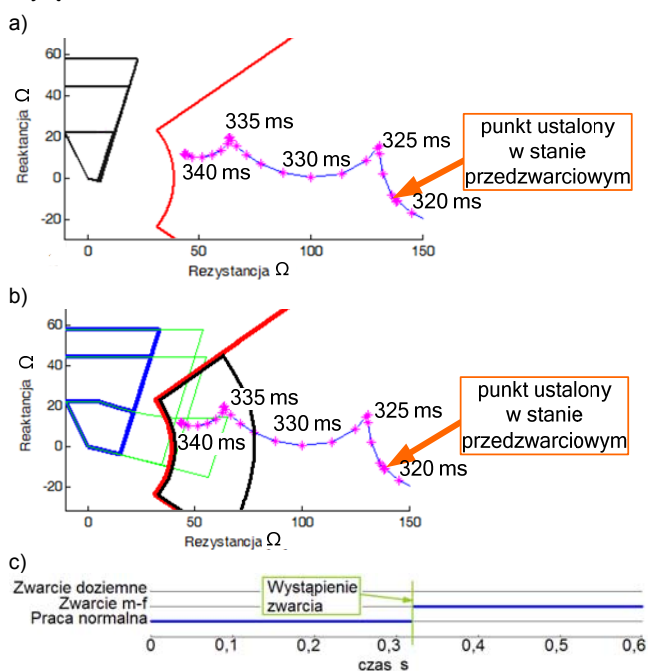
W tabeli 2 podano nastawy zasięgów rezystancyjnych dla modułów pomiarowych międzyfazowych (R_I, R_{II}, R_{III}) i doziemnych ($R_{IE}, R_{IIE}, R_{III E}$) adaptacyjnego kryterium odległościowego linii AKOL (podstawowego i adaptacyjnego modułu ochrony).

Przykład reakcji obu rozwiązań przedstawiono dla przypadku dwufazowego (L1-L2) zwarcia pośredniego o $R_F = 20 \Omega$ występującego na 50 km linii L_{AB} dla obciążenia prądowego w stanie przedzakłóceniovym 440 A (mniejsze od obciążalności dynamicznej linii) o kącie fazowym -5° . Przebiegi czasowe prądów i napięć przedstawiono na rysunku 6.



Rys.6. Przebiegi czasowe prądów i napięć w PZ dla analizowanego przypadku

Dla klasycznego kryterium odległościowego, w analizowanym przypadku, ze względu na małe wartości parametrów zasięgów rezystancyjnych stref międzyfazowych, wyznaczone w czasie zwarcia końce wektorów impedancji nie znajdują się wewnątrz stref pomiarowych (rys.7a), czyli linia L_{AB} nie zostanie wyłączona.



Rys.7. Trajektorie końca wektora impedancji dla modułu pomiarowego L1L2 dla analizowanego przypadku: a) dla stref pomiarowych klasycznego kryterium podimpedancyjnego, b) dla stref pomiarowych AKOL, c) przebiegi dwustanowe sygnałów decyzyjnych KDeSZ

Dla proponowanego rozwiązania AKOL w stanie zwarcia koniec wektora impedancji znajduje się w obszarze wspólnym stref działania i obciążeń dopuszczalnych (rys.7b) dlatego wyłączenie linii jest możliwe. Ponieważ decyzja modułu KDeSZ o wystąpieniu zwarcia jest prawidłowa (rys.7c), umożliwia to (zgodnie z zaproponowanym algorytmem AKOL) podjęcie szybkiej i poprawnej decyzji o wyłączeniu linii L_{AB} . Dodatkowo należy podkreślić, że wyłączenie linii nastąpi z czasem pierwszej strefy, czyli praktycznie bezzwłocznie.

W podobny sposób dokonano analizy znacznie większej liczby przypadków (ponad 10000) obejmujących reakcje obu kryteriów na wystąpienie zakłóceń zwarciovych, jak i zmiany dopuszczalnych stanów pracy. Na podstawie tych analiz obserwuje się większą skuteczność działania proponowanego rozwiązania, a ze wzrostem rezystancji przejścia w miejscu zwarcia uwidaczniają się coraz bardziej korzystne właściwości opracowanego rozwiązania.

Dla dopuszczalnych zmian stanów obciążeń dla proponowanego rozwiązania AKOL uzyskuje się znaczący wzrost skuteczność rozpoznania braku zakłócenia i w efekcie braku wyłączenia silnie obciążonych linii.

Podsumowanie

Opracowany algorytm adaptacyjnego kryterium odległościowego linii AKOL umożliwia ochronę linii o zmiennych w szerokich granicach obciążeniach od skutków zwarć doziemnych i międzyfazowych z większą poprawnością od stosowanych obecnie klasycznych rozwiązań kryterium odległościowego.

Algorytm AKOL wykorzystuje opracowane moduły decyzyjne: KDeSZ, adaptacyjnej modyfikacji zasięgów rezystancyjnych, adaptacyjnej modyfikacji zasięgów reaktancyjnych.

Uzyskanie dużej zdolności do wykrywania zwarć pośrednich w przypadku znacznych obciążeń dopuszczalnych, wiąże się z wykorzystaniem autorskiego kryterium detekcji stanu zwarcia KDeSZ.

LITERATURA

- [1] Chen Q., Hou H., You D., Yin X., Yao Z.: Research on improvements of using electronic current transformer on distance protection, *Universities Power Engineering Conference* (2007), 267-272
- [2] Winkler W., Wiszniewski A.: Automatyka zabezpieczeniowa w systemach elektroenergetycznych, *WNT*, (2004), Warszawa
- [3] Praca zbiorowa: Poradnik inżyniera elektryka, *WNT* (2005), wydanie 3, tom 1-3, Warszawa
- [4] Cigre: The Thermal Behaviour of Overhead conductors, *Technical Brochure*, 207 (2002)
- [5] IEEE: Standard for Calculating the Current-Temperature of Bare Overhead Conductors, *IEEE Std 738-2006* (2007)
- [6] Szafran J., Wiszniewski A.: Algorytmy pomiarowe i decyzyjne cyfrowej automatyki elektroenergetycznej, *WNT* (2001), Warszawa
- [7] Halinka A., Niedopytalski M., Rzepka P., Sowa P., Szewczyk M.: Wybrane czynniki fałszujące pomiar impedancji w zabezpieczeniach odległościowych oraz ich wpływ na kształtowanie charakterystyk impedancyjnych, *Prace Naukowe Politechniki Śląskiej „Elektryka”*, z. 3 (2008), Gliwice, 97-116

Autorzy: dr hab. inż. Adrian Halinka, prof. Pol. Śl., Politechnika Śląska, Instytut Elektroenergetyki i Sterowania Układów, ul. B. Krzywoustego 2, 44-100 Gliwice, e-mail: Adrian.Halinka@polsl.pl; dr inż. Marcin Niedopytalski, Politechnika Śląska, Instytut Elektroenergetyki i Sterowania Układów, ul. B. Krzywoustego 2, 44-100 Gliwice, e-mail: Marcin.Niedopytalski@polsl.pl