

MARIAN MIKRUT, WILIBALD WINKLER

Katedra Elektroenergetyki

WPLYW KOMPENSACJI SZEREGOWEJ W SIECIACH ROZDZIELCZYCH NA PRACĘ ZABEZPIECZEŃ ODLEGŁOŚCIOWYCH

Streszczenie. Przeanalizowano pracę zabezpieczeń odległościowych w warunkach zwarciovych w przypadku gdy nie następuje przeskok na iskierniku koordynacyjnym kompensatorów szeregowych. Podano charakterystyki rozruchowe członów pomiarowo-kierunkowych dla analizowanych warunków. Ponadto rozpatrzono wpływ kompensacji szeregowej na czułość członów rozruchowych.

WSTĘP

Kompensacja szeregową za pomocą kondensatorów statycznych znalazła zastosowanie w sieciach elektroenergetycznych w następujących przypadkach:

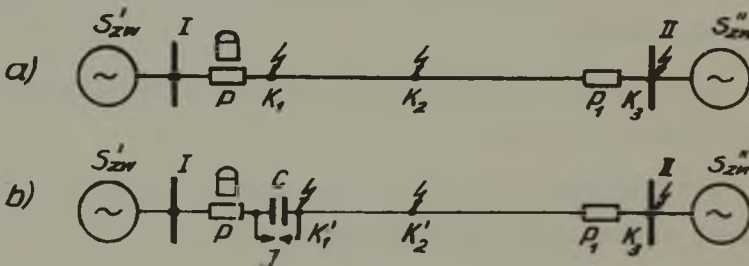
- a) do poprawy stabilności pracy układów przesyłowych linii najwyższych napięć:
- b) do utrzymania napięcia na wymaganym poziomie w punktach odbiorczych sieci rozdzielczych.

O ile zastosowanie kompensacji szeregowej do poprawy stabilności pracy układów przesyłowych stało się faktem dokonanym i nie budzi zastrzeżeń, o tyle sprawa celowości stosowania kompensacji szeregowej w sieciach rozdzielczych posiada co najmniej tyłu przeciwników co zwolenników. Wpływa na to wle-

le czynników, z których niemałą rolę odgrywają trudności technologiczno-eksploatacyjne kondensatorów statycznych.

Sądząc na podstawie niektórych publikacji [1],[2],[3] istnieją pewne przesłanki wskazujące, że kompensacja szeregową za pomocą kondensatorów statycznych może w niedalekiej przyszłości stać się jednym ze środków utrzymywania napięcia na wymaganym poziomie w punktach odbiorczych krajowych sieci rozdzielczych. W tych warunkach wyłania się problem zbadania zachowania się przekaźników odległościowych, stosowanych w sieciach rozdzielczych jako zabezpieczenie linii elektroenergetycznych w warunkach zwarciovych, nie doprowadzających do przebiccia iskiernika koordynacyjnego baterii kondensatorów. Przypadek taki może mieć miejsce z chwilą, gdy wartość prądu zwarciovego jest mniejsza od dwukrotnej wartości prądu długotrwałego obciążenia zabezpieczanej linii. Jest to zatem przypadek szczególnie w sieciach średnich napięć, w których zazwyczaj prądy zwarciove są znaczne, tym niemniej zasługuje na uwagę.

W niniejszej pracy zostaną podane wyniki analizy ilościowej i jakościowej wpływu stopnia kompensacji na pracę podsta-



Rys. 1. Uproszczony schemat układu przesyłowego dwustronnie zasilanego

a) bez zastosowania kompensacji szeregowej, b) z zastosowaniem kompensacji szeregowej

wowych członów zabezpieczenia odległościowego typu L3 w różnych warunkach zwarciovych. Rozważania zostały przeprowadzone w oparciu o układ elektroenergetyczny podany na rys. 1. Założono przy tym, że kompensator C jest zainstalowany w stacji I bezpośrednio za wyłącznikiem linii I-II. Zakres zmienności stopnia kompensacji przyjęto od 1-4, zgodnie z zaleceniami podanymi w [1]. W przyjętym układzie założono ponadto, że sieć pracuje z bezpośrednio uziemionym punktem zerowym. Przeanalizowano kształtowanie się napięć i prądów w punkcie zainstalowania zabezpieczenia, tj. w stacji I w przypadku bezpośrednich zwarc jedno - i trójfazowych w trzech punktach linii, oznaczonych K_1 , K_2 i K_3 . Miejsce zwarcia K_1 zlokalizowane bezpośrednio za kompensatorem, punkt zwarciovowy K_2 znajduje się w połowie długości linii, natomiast punkt K_3 umiejscowiono w stacji II.

Wzory, określające wartości prądów i napięć w punkcie przekąźnikowym, otrzymano w oparciu o metodę składowych symetrycznych, wychodząc z następujących zależności:

$$\begin{aligned}
 \hat{I}'_1 &= \hat{k}_1 \hat{I}_1 + \hat{I}' \\
 \hat{I}'_2 &= \hat{k}_2 \hat{I}_2 \\
 \hat{I}'_0 &= \hat{k}_0 \hat{I}_0 \\
 \hat{U}'_1 &= \hat{U}_1 + (1 - \hat{C}_1) \hat{Z}'_1 \hat{I}'_1 = \hat{E}' - \hat{C}_1 \hat{Z}'_1 \hat{I}'_1 \\
 \hat{U}'_2 &= \hat{U}_2 + (1 - \hat{C}_2) \hat{Z}'_2 \hat{I}'_2 = - \hat{C}_2 \hat{Z}'_2 \hat{I}'_2 \\
 \hat{U}'_0 &= \hat{U}_0 + (1 - \hat{C}_0) \hat{Z}'_0 \hat{I}'_0 = - \hat{C}_0 \hat{Z}'_0 \hat{I}'_0.
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

przy czym zastosowano następujące oznaczenia:

$$\hat{k}_1 = \frac{\hat{Z}_1}{\hat{Z}'_1}; \quad \hat{k}_2 = \frac{\hat{Z}_2}{\hat{Z}'_2}; \quad \hat{k}_0 = \frac{\hat{Z}'_0}{\hat{Z}'_0}$$

gdzie:

$\hat{k}_1, \hat{k}_2, \hat{k}_0$ - współczynniki rozpiływu składowych symetrycznych prądu zwarciaowego,

$\hat{Z}_1, \hat{Z}_2, \hat{Z}_0$ - impedancje zastępcze dla składowej zgodnej, przeciwnej i zerowej układu dwustronnie zasilanego;

$\hat{Z}'_1, \hat{Z}'_2, \hat{Z}'_0$ - impedancje zastępcze części układu położonego z lewej strony miejsca zwarcia.

Ponadto oznaczono:

$$\hat{C}_1 = \frac{\hat{Z}'_{s1}}{\hat{Z}'_1}; \quad \hat{C}_2 = \frac{\hat{Z}'_{s2}}{\hat{Z}'_2}; \quad \hat{C}_0 = \frac{\hat{Z}'_{s0}}{\hat{Z}'_0};$$

przy czym:

$\hat{Z}'_{s1}, \hat{Z}'_{s2}, \hat{Z}'_{s0}$ - impedancje zastępcze lewego źródła dla składowej zgodnej, przeciwnej i zerowej.

W tabelicy 1 zestawiono interesujące wielkości w zależności od rodzaju zwarcia.

Napięcie \hat{U}' jest napięciem fazowym odniesionym do strony wtórnej przekładników napięciowych w warunkach normalnej pracy układu, natomiast \hat{I}' jest to prąd obciążenia, płynący w linii bezpośrednio przed wystąpieniem zwarcia.

Tablica 1

Wartości prądów i napięć w punkcie zabezpieczeniowym dla różnych rodzajów zwarcia

Wielkość elek.	Rodzaj zwarcia	
	ABC	AZ
\hat{I}_A	$\hat{I}' + \hat{k}_1 \hat{I}_1$	$\hat{I}_1 (2 \hat{k}_1 + \hat{K}_0) + \hat{I}'$
\hat{I}_B	$a^2 (\hat{I}' + \hat{k}_1 \hat{I}_1)$	$\hat{I}_1 (\hat{k}_0 - \hat{k}_1) + a^2 \hat{I}'$
\hat{I}_C	$a (\hat{I}' + \hat{k}_1 \hat{I}_1)$	$\hat{I}_1 (\hat{k}_0 - \hat{k}_1) + a \hat{I}'$
\hat{U}_A	$\hat{U}' - \hat{C}_1 \hat{Z}_1 \hat{I}_1$	$\hat{U}' - (2\hat{C}_1 \hat{Z}_1 + \hat{C}_0 \hat{Z}_0) \hat{I}_1$
\hat{U}_B	$a^2 (\hat{U}' - \hat{C}_1 \hat{Z}_1 \hat{I}_1)$	$a^2 \hat{U}' - (\hat{C}_0 \hat{Z}_0 - \hat{C}_1 \hat{Z}_1) \hat{I}_1$
\hat{U}_C	$a (\hat{U}' - \hat{C}_1 \hat{Z}_1 \hat{I}_1)$	$a \hat{U}' - (\hat{C}_0 \hat{Z}_0 - \hat{C}_1 \hat{Z}_1) \hat{I}_1$

Tablica 2

Uproszczone wartości prądów w punkcie zabezpieczeniowym dla różnych rodzajów zwarcia

Wielkość elektr.	Rodzaj zwarcia	
	ABC	AZ
\hat{I}_A	$\hat{k}_1 \hat{I}_1$	$\hat{I}_1 (2\hat{k}_1 + \hat{k}_0)$
\hat{I}_B	$a^2 \hat{k}_1 \hat{I}_1$	$\hat{I}_1 (\hat{k}_0 - \hat{k}_1)$
\hat{I}_C	$a \hat{k}_1 \hat{I}_1$	$\hat{I}_1 (\hat{k}_0 - \hat{k}_1)$

Dalszą analizę przeprowadzono z pominięciem prądu obciążenia w wyniku czego podane w tablicy 1 wzory na prąd w punkcie przekąźnikowym uproszczyły się do postaci, podanych w tablicy 2.

WPLYW KOMPENSACJI SZEREGOWEJ NA POMIAR IMPEDANCJI ZWARCIOWEJ I OKREŚLENIE KIERUNKOWOŚCI

Korzystając z wyprowadzonych zależności na prądy i napięcia w punkcie zainstalowania zabezpieczenia przystąpiono do wyznaczenia wartości impedancji mierzonych przez człony pomiarowo-kierunkowe CM przekąźników odległościowych.

Wartości te obliczono ze znanych zależności, które dla zwarcia trójfazowego mają postać:

$$\hat{Z}_M = \frac{\hat{U}_{ca}}{\hat{I}_c - \hat{I}_a}, \quad (2)$$

a dla zwarcia jednofazowego AZ

$$\hat{Z}_M = \frac{\hat{U}_a}{\hat{I}_a + 3\hat{k}_0 \hat{I}_0} \quad (3)$$

przy czym

\hat{Z}_M - impedancja wtórna mierzona przez człon pomiarowo-kierunkowy,

\hat{k}_0 - współczynnik kompensacji prądowej

Obliczenia przeprowadzono dla następujących dwóch wariantów pracy układu elektroenergetycznego:

- a) dla układu, w którym nastąpiło zwarcie iskiernika kordinacyjnego kompensatora;
- b) dla układu, w którym przebiecie przerwy iskrowej nie nastąpiło.

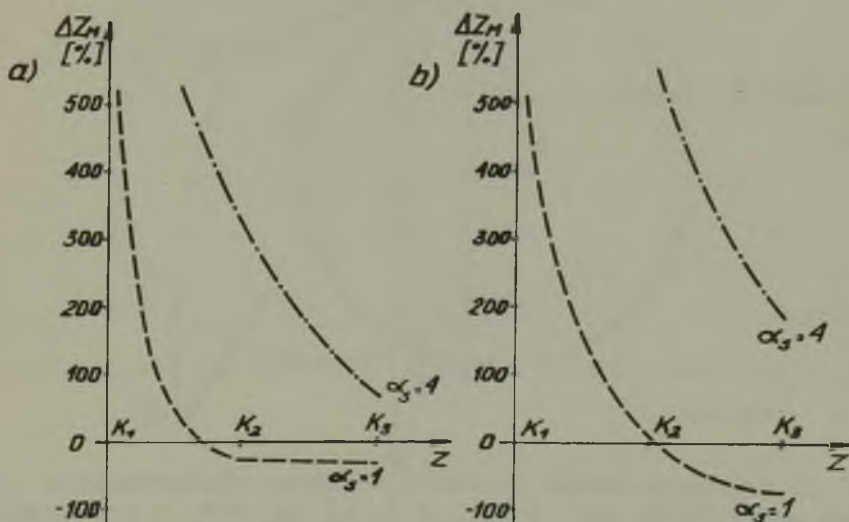
Z porównania wartości impedancji mierzonych, otrzymanych dla obydwu podanych wariantów pracy układu, obliczono względną różnicę ΔZ_M , spowodowaną szeregowym włączeniem do obwodu zwarciowego reaktancji pojemnościowej X_C .

Spełniona jest przy tym następująca zależność:

$$\Delta Z_M = \frac{Z_{Mk} - Z_M}{Z_M} \cdot 100\% \quad (4)$$

w której

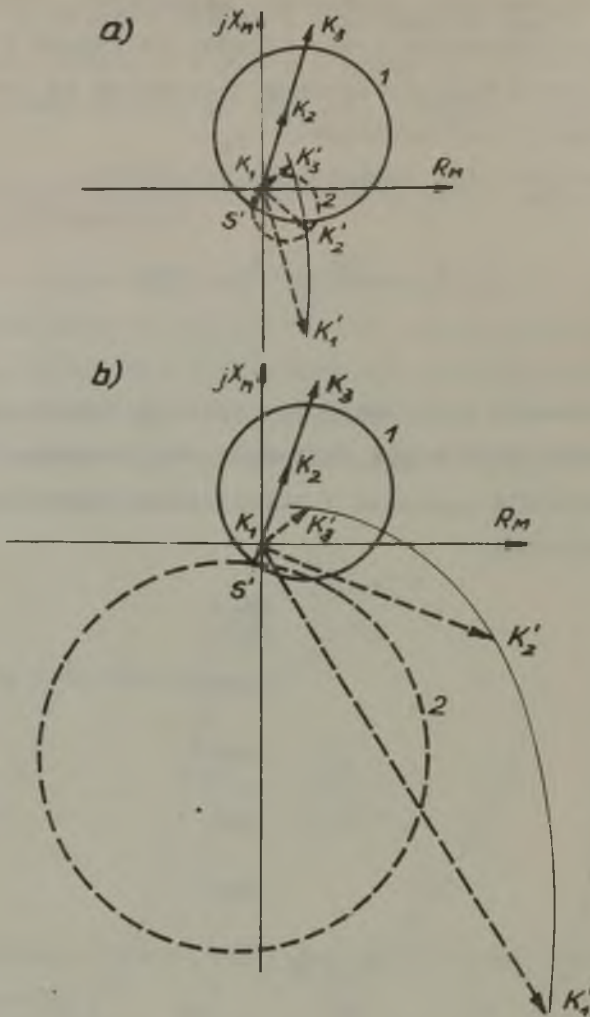
- Z_{Mk} - impedancja mierzona przez człon pomiarowy z uwzględnieniem reaktancji pojemnościowej kompensatora,
- Z_M - impedancja mierzona w układzie ze zbocznikowanym kompensatorem.



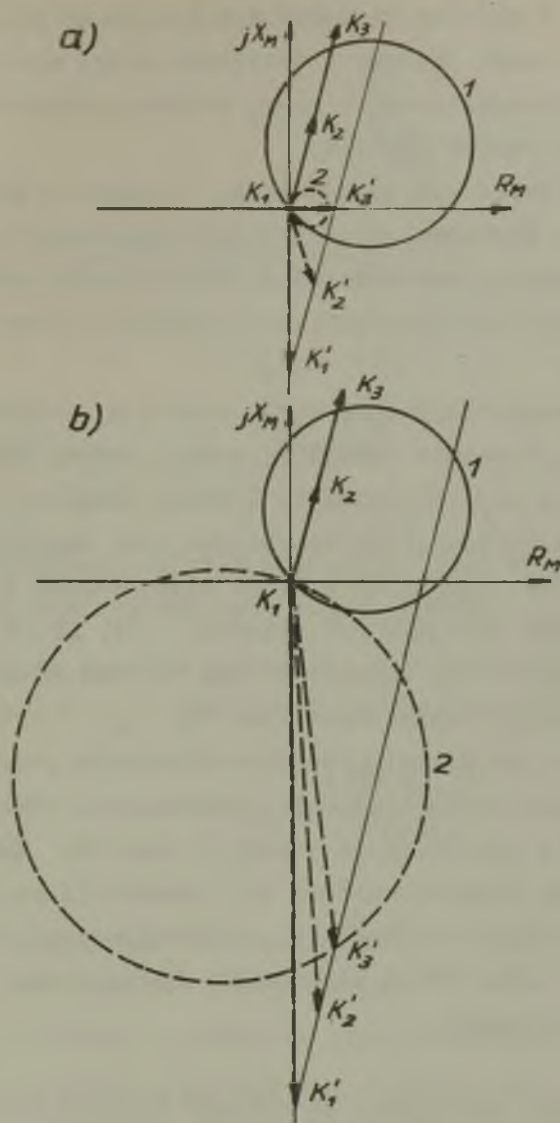
Rys. 2. Charakterystyki $\Delta Z = f(Z)$ w przypadku zwarć jednofazowych AZ

(a) i trójfazowych ABC (b) dla $\alpha_s = 1:4$

Na rys. 2 podano charakterystyki $\Delta Z_M = f(Z)$ dla dwóch rodzajów zwarć i dla różnych współczynników kompensacji sze-



Rys. 3. Charakterystyki rozruchowe członu pomiarowego w przypadku zwarć 1-faz AZ: a ($\alpha_S = 1$), b) $\alpha_S = 4$, 1 - charakterystyka podstawowa, 2 - charakterystyka w przypadku niezadziałania iskiernika ochronnego



Rys. 4. Charakterystyki rozruchowe członu pomiarowego w przypadku zwarć 3-faz ABC: a) $\alpha_s = 1$; b) $\alpha_s = 4$ 1 - charakterystyka podstawowa, 2 - charakterystyka w przypadku niezadziałania iskiernika ochronnego

regowej α_s . Z analizy wykresów wynika, że uchyb w pomiarze impedancji jest dość znaczny w przypadku zwarć występujących bezpośrednio za kompensatorem. W miarę wzrostu stopnia kompensacji wzrasta również wartość uchybu.

Szczególnie niekorzystne zjawisko, z punktu widzenia prawidłowego określenia kierunku przepływu mocy zwarciowej przez człon pomiarowo-kierunkowy przekaźnika odległościowego można zaobserwować, analizując charakterystyki rozruchowe członu CM, podane na rys. 3 i 4.

Charakterystyki rozruchowe opracowano dla pierwszej strefy działania zabezpieczenia odległościowego, równej 85% całkowitej impedancji linii bez kompensacji. Liniami ciągłymi przedstawiono na rysunkach charakterystyki rozruchowe oraz impedancje mierzone dla wariantu "a", natomiast liniami przerywanymi te same wielkości w przypadku wariantu "b". Punkty K1, K2, K3 oznaczają miejsca zwarcia w linii zgodnie z rys. 1a, natomiast punkty K'1, K'2, K'3 występują w układzie z rys. 1b.

Jak wynika z przedstawionych charakterystyk reaktancja pojemnościowa kompensatora spowodowała przesunięcie wektorów impedancji mierzonych z pierwszej do czwartej ćwiartki układu współrzędnych R, jX. Ponadto wektory tej impedancji na ogół nie leżą w obszarze działania przekaźnika, zainstalowanego w stacji I, co wiąże się z możliwością blokowania zabezpieczenia w przypadku zwarć za kompensatorem.

WPLYW KOMPENSACJI SZEREGOWEJ NA CZUŁOŚĆ CZŁONÓW ROZRUCHOWYCH

Czułość członów rozruchowych przekaźników jest określona przez współczynnik czułości k_{cz} , który dla poszczególnych rodzajów zwarć w przypadku zabezpieczeń odległościowych wyznacza się z następujących zależności:

- w przypadku zwarcia trójfazowego:

$$k_{cz} = \frac{Z'_{pr}}{\frac{\sqrt{3} U'_a}{2 I'_a}} \quad (5)$$

- w przypadku zwarcia jednofazowego AZ:

$$k_{cz} = \frac{Z'_{pr}}{\frac{U'_a}{2 I'_a}} \quad (6)$$

przy czym:

Z'_{pr} - impedancja rozruchowa członu rozruchowego po stronie wtórnej przekładników pomiarowych

W przypadku sieci z bezpośrednio uziemionym punktem zerowym impedancję Z'_{pr} oblicza się na podstawie wzoru:

$$Z'_{pr} = \frac{0,85 U'_{\min}}{2(I' + \Delta I'_z)} \quad (7)$$

w którym:

U'_{\min} - minimalne robocze napięcie fazowe w miejscu zainstalowania przekładnika,

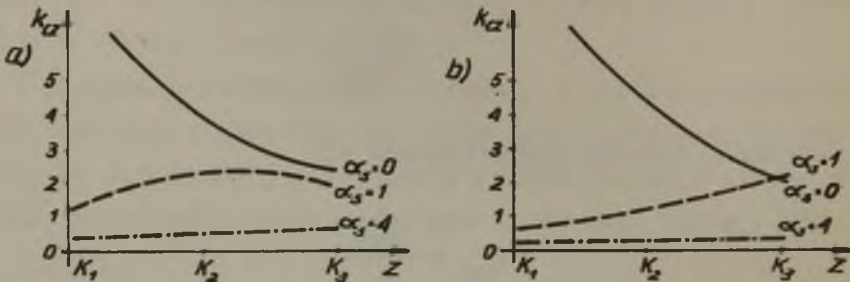
I' - możliwie największy prąd obciążenia linii;

$\Delta I'_z$ - możliwie największy prąd wyrównawczy, płynący w przewodach faz zdrowych w czasie zwarc doziemnych;

2 - współczynnik wyrażający stosunek impedancji mierzzonej do impedancji nastawionej na przekładniku.

Wartości współczynników czułości obliczono dla dwóch wybranych wariantów pracy układu z kompensatorem szeregowym. Rys. 5 podaje charakterystyki $k_{cz} = f(Z)$, uzyskane na podstawie wy-

ników obliczeń i opracowane dla różnych wartości współczynnika kompensacji szeregowej α_s .



Rys. 5. Charakterystyki $k_{cz} = f(Z)$ dla różnych wartości współczynnika α_s

a - w przypadku zwarcia 1-faz. AZ; b - w przypadku zwarcia 3-faz. ABC

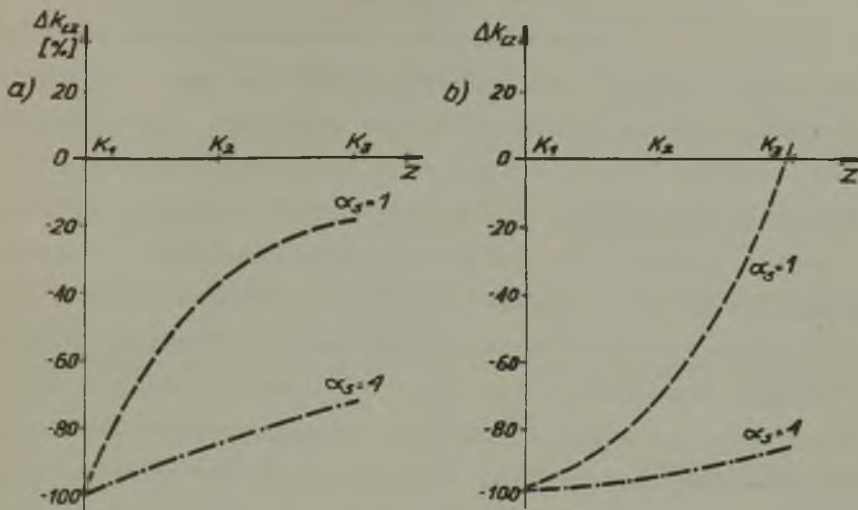
Wprowadzając pojęcie względnej różnicy czułości, zdefiniowanej zależnością

$$\Delta k_{cz} = \frac{k_{czk} - k_{cz}}{k_{cz}} \cdot 100\% \quad (8)$$

otrzymano charakterystyki $\Delta k_{cz} = f(Z)$, podane na rys. 6. W ostatnim wzorze oznaczono przez k_{czk} współczynnik czułości członu rozruchowego w przypadku nie zadziałania iskiernika ochronnego.

Jak nie trudno stwierdzić, włączenie kompensatora szeregowego powoduje zmniejszenie współczynnika czułości; czułość jest tym mniejsza im większy jest stopień kompensacji szeregowej α_s i im zwarcia występują bliżej punktu zainstalowania przekaźnika.

Analiza ilościowa wykazała ponadto, że zmniejszenie mocy zwarciorowej źródła zasilania, a zatem wzrost impedancji zastępczej



Rys. 6. Charakterystyki $\Delta k_{cz} = f(Z)$ dla różnych wartości współczynnika α_s

a - w przypadku zwarć 1-faz. AZ; b - w przypadku zwarć 3-faz. ABC

czej tego źródła, wpływa również na zmniejszenie współczynników czułości, ale tylko w przypadku małych wartości α_s .

WNIOSKI

W wyniku dokonanej analizy można stwierdzić, że przekaźnik odległościowy typu L3 w konwencjonalnym wykonaniu zainstalowany na liniach z szeregową kompensacją nie we wszystkich warunkach zwarciovych może działać prawidłowo i pewnie.

W przypadku, gdy stopień kompensacji szeregowej $\alpha_s = 1$ prądy zwarciovowe w sieciach średnich napięć są zawsze większe od dwukrotnej wartości prądu szczytowego obciążenia linii, zatem iskiernik ochronny powoduje zbocznikowanie pojemności szeregowej. Obwód zwarciovowy będzie więc identyczny z obwodem zwar-

ciowym linii bez zastosowania kompensacji szeregowej. Należy jednak uwzględnić, że przed zapłonem iskiernika, przekaźnik będzie "widział" zupełnie inną impedancję niż po jego zapłonie, co może mieć wpływ na działanie bardzo szybkich zabezpieczeń. Należy się również liczyć z tym, że w przypadku uszkodzenia iskiernika ochronnego nawet przy bardzo dużych prądach zwarcio-
wych - a więc groźnych dla całej aparatury sieciowej - przekaźnik odległościowy nie zadziała prawidłowo. Jeszcze gorsze warunki działania zabezpieczeń odległościowych występują w przypadku "silnej" kompensacji (np. $\alpha_s = 4$). Wówczas prądy zwarcio-
we - jak wynika z analizy ilościowej - w wielu przypadkach zwarć mogą być mniejsze od 2-krotnej wartości prądu szczytowego obciążenia linii. W takich przypadkach zapłon iskiernika, a zatem zbocznikowanie pojemności szeregowej w linii jest niemożliwe - a więc niemożliwe jest również prawidłowe działanie zabezpieczenia odległościowego.

Człon pomiarowo-kierunkowy przekaźnika - jak widać z przytoczonych charakterystyk rozruchowych - we wszystkich przypadkach zwarć w linii z zastosowaniem kompensacji szeregowej, mierzy impedancje, które leżą poza obszarem działania I strefy przekaźnika. Wektory przedstawiające te impedancje w większości przypadków nie leżą w obszarze działania przekaźnika, a więc przekaźnik nie może działać prawidłowo.

Aby człon pomiarowo-kierunkowy przekaźnika L3 mógł działać prawidłowo w liniach z zastosowaniem kompensacji szeregowej należałoby:

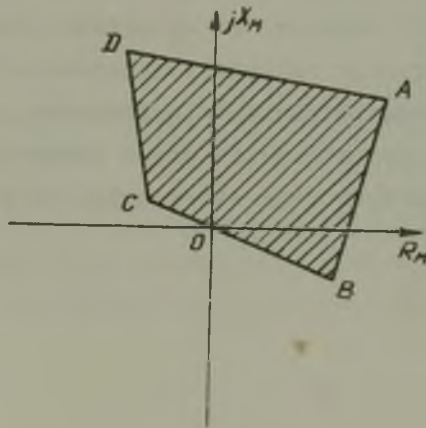
- 1) Sprowadzić wektory przedstawiające impedancje mierzone do I ewentualnie II ćwiartki układu współrzędnych $R_M - jX_M$. W tym celu należałoby np. zmienić wartości kątów fazowych napięć doprowadzonych do członu pomiarowego w przypadku, gdy nie nastąpi zadziałanie iskiernika. Zmiany te nie są trudne do zrealizowania i można je dokonać w sposób podany w tablicy 3.

Tablica 3

Zmiany napięć doprowadzonych do członu pomiarowego

Rodzaj zwarcia	Napięcie doprowadz. do członu CM	Napięcie jakie należałoby doprowadzić do członu CM
ABC	\hat{U}_{ca}	\hat{U}_{ac}
BC	\hat{U}_{bc}	\hat{U}_{cb}
AZ	\hat{U}_{az}	\hat{U}_{za}

2) Zmienić kształt charakterystyk rozruchowych członu pomiarowego tak, aby we wszystkich przypadkach zwarć zarówno w linii bez pojemności szeregowej jak i z włączoną pojemnością szeregową, wektory przedstawiające impedancje "widziane" przez przełącznik leżały w strefie działania zabezpieczenia. Korzystna okazuje się tu charakterystyka rozruchowa podana w [6] zaproponowana z uwagi na rezystancję łuku zwarciovego (rys. 7).



Rys. 7. Optymalny kształt charakterystyki rozruchowej członu pomiarowego dla I strefy działania przełącznika odległościowego.

Z powyższych rozważań wynika, że w celu zapewnienia prawidłowej pracy przekaźników odległościowych typu LZ w sieciach średnich i najwyższych napięć z kompensacją szeregową niezbędne są pewne zmiany konstrukcyjne członów pomiarowo-kierunkowych.

Mając na uwadze komplikacje jakie wprowadza kompensacja szeregową do zabezpieczeń odległościowych firma Brown-Boveri - producent omawianych przekaźników LZ - opracowała nowe typy przekaźników odległościowych: LZ3 i LZ6 [8].

Przekładniki te nadają się do zabezpieczeń linii z kompensacją szeregową, nawet w przypadku wysokich stopni kompensacji. Selektywne i wybiórcze działanie tych przekaźników w chwili, gdy pojemność szeregową nie została zbocznikowana przez iskiernik koordynacyjny uzyskuje się przez zastosowanie napięciowego przekaźnika blokującego zabezpieczenie odległościowe. Napięciowy przekaźnik blokuje tak długo, aż kondensatory zostaną zbocznikowane przez iskiernik i napięcie powróci do normalnego położenia. Oprócz tego przekaźniki blokujące wyposaża się w małą zwłokę czasową i wykorzystuje się je do rezerwowego wyłączenia, w przypadku gdy nie nastąpiło zbocznikowanie kondensatorów w ciągu 1 do 2 okresów. Po wyłączeniu spowodowanym przez rezerwowe zabezpieczenie następuje wyłączenie linii na drugim jej końcu przez zabezpieczenie odległościowe.

Układy takie są już stosowane przez firmy dla zabezpieczeń linii 220 kV z kondensatorami szeregowymi na początku linii.

LITERATURA

- [1] Seidel S.: Kondensatory w energetyce - Warszawa 1964 WNT.
- [2] Nartowski Z.: Baterie kondensatorów do kompensacji mocy biernej, Warszawa 1967 WNT.

- [3] Wytyczne kompensacji mocy biernej w sieciach rozdzielczych - Instytut Energetyki, Zakład Sieci Elektrycznych Katowice 1961.
- [4] Seidel S.: Zjawiska i perturbacje wywołane kondensatorami szeregowymi w sieciach średnich napięć oraz określenie metod doboru elementów ochronnych. Praca doktorska Politechniki Poznańskiej 1956 r.
- [5] Narayan V.: Distanschutz von Hochspannungsleitungen mit Reihenkondensatoren (Brown Boveri Mitteilungen 7/1968).
- [6] Schier A.: Wpływ rezystancji przejścia na optymalny kształt charakterystyk odległościowych członów mierzących - Praca doktorska Politechniki Wrocławskiej, 1967 r.
- [7] Klose U., Mikrut M.: Wpływ kompensacji szeregowej na pracę zabezpieczeń odległościowych w sieciach średnich napięć (praca dyplomowa magisterska Katedry Elektroenergetyki Politechniki Śląskiej 1969 r.
- [8] Berdy J.: Protection of Circuits with Series Capacitors AIEE Transactions 2/63.

ВЛИЯНИЕ ПРОДОЛЬНОЙ ЕМКОСТНОЙ КОМПЕНСАЦИИ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ НА ДЕЙСТВИЕ ДИСТАНЦИОННЫХ ЗАЩИТ

Резюме

Проанализировано действие дистанционных защит во время коротких замыканий в случае недействия разрядника продольных конденсаторов. Подано диаграммы сопротивлений и характеристики срабатывания измерительно-направленных органов для анализированных условий. Кроме того рассмотрено влияние продольной ёмкостной компенсации на чувствительность пусковых органов дистанционного реле.

INFLUENCE OF SERIES CAPACITORS IN DISTRIBUTION NETWORKS ON THE OPERATION OF DISTANCE PROTECTION

S u m m a r y

An analysis on the operation of distance protection during short-circuits is made under conditions in which there is no flash-over on coordinating spark gaps of series compensators. The starting characteristics of measuring-directional elements in this conditions are presented. Moreover, the influence of series capacitors on the sensitivity of starting elements are discussed.