

<b>STANDARDOWA SPECYFIKACJA TECHNICZNA</b>	<b>Numer kodowy</b>
	<b>PSE-SF.Linia_Pomiar_Elekr PL/2025v1</b>

<b>TYTUŁ:</b>	<b>WYMAGANIA ODNOŚNIE ZAKRESU I METODYKI POMIARÓW PARAMETRÓW ELEKTRYCZNYCH LINII ELEKTROENERGETYCZNYCH NN</b>
---------------	---

**OPRACOWANO:**  
**DEPARTAMENT STANDARDÓW TECHNICZNYCH**

**ZATWIERDZONO  
DO STOSOWANIA**

Data .....

**Konstancin-Jeziorna, kwiecień 2025 r.**

## SPIS TREŚCI

<b>1</b>	<b>PRZEDMIOT SPECYFIKACJI.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>ZAKRES POMIARÓW .....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>PRZYGOTOWANIE DO POMIARÓW .....</b>	<b>3</b>
3.1.	SPRAWDZENIE POZIOMU NAPIĘĆ INDUKOWANYCH .....	3
3.2.	DOBÓR ŹRÓDŁA ZASILANIA I APARATURY POMIAROWEJ .....	4
<b>4</b>	<b>POMIARY PARAMETRÓW WZDŁUŻNYCH .....</b>	<b>4</b>
4.1.	POMIARY PARAMETRÓW LINII JEDNOTOROWYCH .....	4
4.1.1.	Pomiary rezystancji przewodów linii prądem stałym .....	4
4.1.2.	Pomiary parametrów linii prądem przemiennym 50 Hz .....	5
4.2.	POMIARY PARAMETRÓW LINII DWUTOROWYCH.....	8
<b>5</b>	<b>POMIARY PARAMETRÓW POPRZECZNYCH LINII.....</b>	<b>10</b>
<b>6</b>	<b>OCENA WYNIKÓW POMIARÓW .....</b>	<b>12</b>
<b>7</b>	<b>KARTA ZMIAN .....</b>	<b>13</b>

## 1 Przedmiot specyfikacji

Przedmiotem niniejszej Specyfikacji jest przedstawienie zakresu i metodyki wykonania pomiarów parametrów elektrycznych linii napowietrznych, napowietrzno-kablowych lub kablowych (zwanymi dalej liniami).

## 2 Zakres pomiarów

Znajomość wartości parametrów schematu zastępczego linii jest konieczna dla poprawnej eksploatacji systemu elektroenergetycznego oraz na potrzeby analiz obliczeniowych oraz symulacyjnych wymaganych z punktu widzenia bieżącej pracy KSE. Analiza stanu układu, bądź jego części, jest prowadzona przy pomocy składowych symetrycznych, wobec tego impedancje linii wymagają transformacji ze współrzędnych fazowych na współrzędne symetryczne.

Parametry, które należy wyznaczyć na podstawie wykonanych pomiarów to:

- a) Impedancja dla składowej zgodnej,
- b) Impedancja dla składowej przeciwnej,
- c) Impedancja dla składowej zerowej,
- d) Impedancja wzajemnego oddziaływania torów na odcinku dwutorowym.
- e) Pojemność i susceptancja dla składowej zgodnej i przeciwnej,
- f) Pojemność i susceptancja dla składowej zerowej.

Każdą z impedancji (a-d) należy przedstawić poprzez podanie wartości rezystancji, reaktancji, kąta przesunięcia fazowego i modułu.

## 3 Przygotowanie do pomiarów

### 3.1. Sprawdzenie poziomu napięć indukowanych

W wyłączonej linii indukuje się napięcie w wyniku oddziaływania pola elektromagnetycznego, pochodzącego od innych linii lub innych obiektów będących pod napięciem. To zjawisko ma zdecydowanie niekorzystny wpływ na przebieg pomiarów i na ich wyniki, ponieważ:

- wysoka wartość napięcia indukowanego (czasem jest to wartość na poziomie kilku kV), stanowi poważne zagrożenie dla aparatury pomiarowej oraz dla zespołu prowadzącego pomiary,
- poziom napięcia indukowanego, niegroźny dla aparatury i ludzi, może skutecznie zafałszować wyniki pomiarów.

Należy zatem, z zachowaniem niezbędnej ostrożności, sprawdzić poziom napięcia indukowanego, stosując odpowiedni miernik napięcia (np. woltomierz elektrostatyczny) lub inne odpowiednie urządzenie.

W przypadku wystąpienia napięcia o wysokiej wartości należy zlokalizować jego źródło i spowodować jego wyłączenie na czas pomiarów.

Napięcie zasilające aparaturę pomiarową powinno być dostatecznie duże dla uzyskania oczekiwanej dokładności wyników (około 20 razy większe od napięcia indukowanego), jednak należy mieć na uwadze dopuszczalną wartość napięcia pomiarowego wymaganą przez aparaturę pomiarową.

Pomiary parametrów elektrycznych linii napowietrznych, napowietrzno-kablowych lub kablowych są pracami eksploatacyjnymi przy urządzeniach i instalacjach elektroenergetycznych, które w procesie bezpiecznej organizacji pracy wykonywać mogą

osoby posiadające odpowiedni zasób wiedzy, umiejętności praktyczne, a także wymagane uprawnienia kwalifikacyjne i upoważnienia, wydane zgodnie z obowiązującymi przepisami prawa oraz regulacjami wewnętrznymi PSE.

### 3.2. Dobór źródła zasilania i aparatury pomiarowej

Dla doboru sprzętu potrzebnego do wykonania pomiarów konieczne jest dokonanie wstępnych obliczeń parametrów mierzonej linii.

W przypadku braku jakichkolwiek informacji, należy oszacować wartości impedancji własnych i wzajemnych linii.

W liniach napowietrznych, można do oszacowania impedancji przyjąć wartość reaktancji zgodnej  $X_1$  równą  $0,4 \Omega/\text{km}$ , stosunek  $\frac{X_0}{X_1} \approx 3$ , a wartość rezystancji przewodów  $R_1$  odczytać z karty katalogowej.

W liniach napowietrznych wartości reaktancji są dużo większe od wartości rezystancji, stąd do doboru mocy źródła zasilania oraz doboru zakresu przyrządów pomiarowych jak również do podjęcia decyzji, co do zastosowania aparatury pośredniczącej (przekładniki napięciowe i prądowe) wystarczające jest oszacowanie wartości reaktancji własnych i wzajemnych  $X_W = \frac{1}{3}(X_0 + 2X_1)$ ,  $X_M = \frac{1}{3}(X_0 - X_1)$ .

W liniach kablowych wartość reaktancji zgodnej jest zmienna w zależności od przekroju i sposobu ułożenia kabli. Wartość reaktancji zawiera się w przedziale od  $0,11$  do  $0,15 \Omega/\text{km}$ , przy ułożeniu kabli w trójkąt i w przedziale od  $0,17$  do  $0,21 \Omega/\text{km}$  przy ułożeniu płaskim. Wartość reaktancji zerowej jest natomiast zależna od sposobu uziemienia żył powrotnych i należy rozważyć każdy przypadek indywidualnie.

Pomimo możliwości oszacowania parametrów linii kablowych, zaleca się wykorzystanie dokładnego modelu impedancyjnego i wyznaczenie poszczególnych wartości modelu.

Pomiary parametrów poprzecznych (pojemności) są na ogół trudniejsze od pomiarów parametrów wzdłużnych. Wynika to z faktu, że reaktancje pojemnościowe linii mają duże wartości, wobec tego ich określenie metodą techniczną (metody mostkowe są praktycznie nieprzydatne) wymaga zastosowania wysokiego napięcia (kilka kV), a jednocześnie wobec małej wartości prądu (rzędu mA), nie jest możliwe skorzystanie z pośrednictwa przekładnika prądowego. Z tego względu miernik prądu musi być umieszczony na izolowanym stanowisku, a osoba odczytująca wartości natężenia musi zachować szczególną ostrożność.

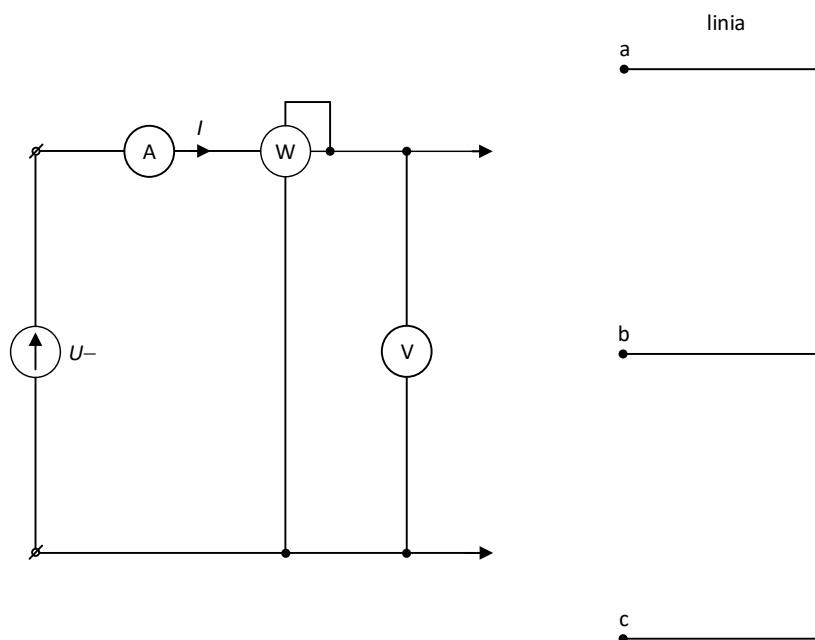
Dokładność aparatury zastosowanej do pomiarów parametrów elektrycznych linii powinna się mieścić w klasie 0.2.

## 4 Pomiary parametrów wzdłużnych

### 4.1. Pomiary parametrów linii jednotorowych

#### 4.1.1. Pomiary rezystancji przewodów linii prądem stałym

Tego rodzaju pomiar jest bardzo pożądanym, gdyż w ten sposób zmierzona rezystancja jest praktycznie równa rezystancji linii dla składowej zgodnej ( $R_1$ ). Kąty fazowe linii dla wszystkich składowych cechują się dużymi wartościami, a zatem małym współczynnikiem mocy ( $\cos\varphi$ ). Z tego względu pomiar rezystancji prądem przemiennym może być obarczony znacznym błędem. Znajomość rezystancji wyznaczonej pomiarem prądem stałym pomoże ten błąd skorygować. Przykładowy sposób pomiaru pokazano na rys. 4.1. Rysunek ten ma charakter poglądowy. Źródłem napięcia stałego może być akumulator lub zasilacz stabilizowany.



Rys. 4.1. Układ do pomiaru rezystancji przewodów fazowych prądem stałym

Pomiar należy przeprowadzić trzykrotnie, przykładając napięcie kolejno między przewody a - b, a - c i b - c, obliczając rezystancje z zależności (4.1):

$$R = \frac{U}{I}. \quad (4.1)$$

Otrzyma się wówczas:

$$R_{ab} = R_a + R_b, \quad (4.2)$$

$$R_{ac} = R_a + R_c, \quad (4.3)$$

$$R_{bc} = R_b + R_c. \quad (4.4)$$

Stąd wynikają zależności służące do wyznaczenia rezystancji poszczególnych przewodów fazowych:

$$R_a = \frac{1}{2}(R_{ab} + R_{ac} - R_{bc}), \quad (4.5)$$

$$R_b = \frac{1}{2}(R_{bc} + R_{ab} - R_{ac}), \quad (4.6)$$

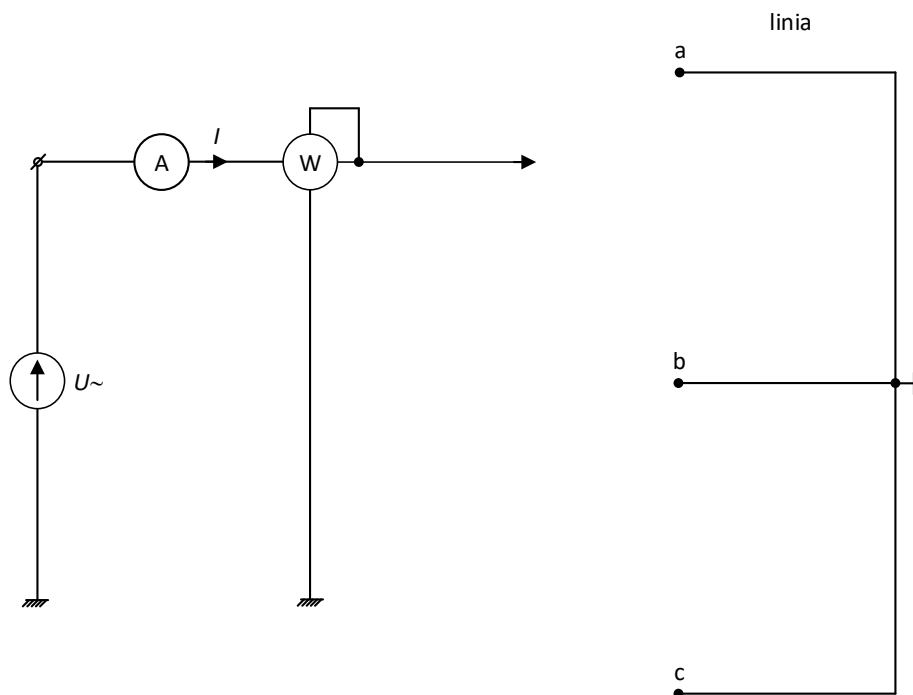
$$R_c = \frac{1}{2}(R_{ac} + R_{bc} - R_{ab}). \quad (4.7)$$

Wartość średnia rezystancji wyniesie:

$$R_{\text{śr}} = \frac{1}{3}(R_a + R_b + R_c). \quad (4.8)$$

#### 4.1.2. Pomiary parametrów linii prądem przemiennym 50 Hz

Sposób pomiaru impedancji własnych linii przedstawiono poglądowo na rys. 4.2.



Rys. 4.2. Układ do pomiaru impedancji własnych linii

Do tego pomiaru można wykorzystać rejestratory klasy 0.2, jednak takie, które są w stanie precyzyjnie zmierzyć przesunięcie fazowe między prądem i napięciem bądź współczynnik mocy ( $\cos\varphi$ ), w celu wyznaczenia składowej czynnej i bierniej impedancji własnych. Pomiar należy przeprowadzić trzykrotnie, podając napięcie kolejno na zaciski faz a, b, c, przy uziemionym drugim końcu linii (rys. 4.2).

W rezultacie otrzyma się wartości impedancji własnych w postaci:

$$\underline{Z}_{Wa} = R_{Wa} + jX_{Wa}, \quad (4.9)$$

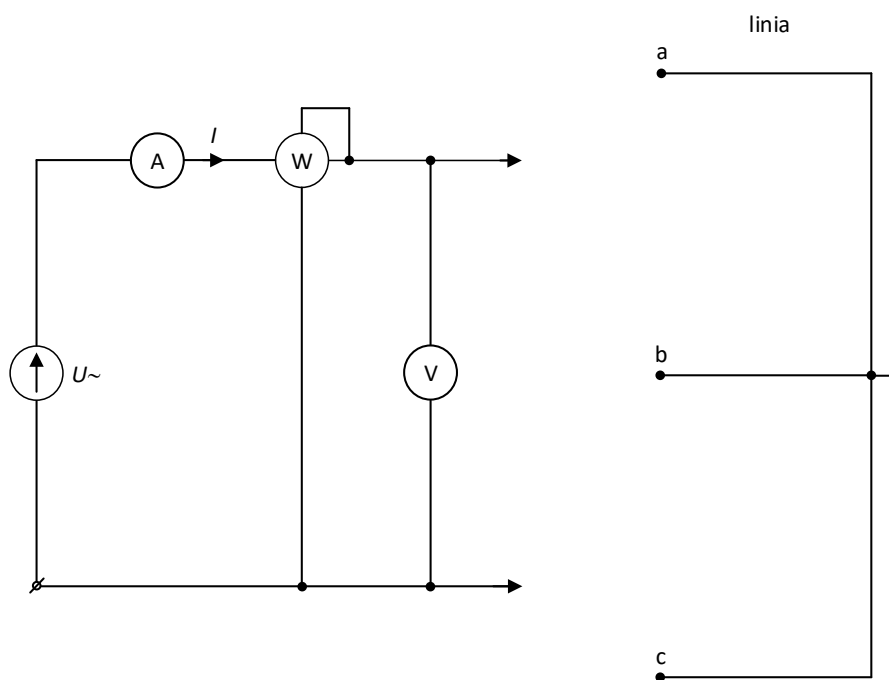
$$\underline{Z}_{Wb} = R_{Wb} + jX_{Wb}, \quad (4.10)$$

$$\underline{Z}_{Wc} = R_{Wc} + jX_{Wc}. \quad (4.11)$$

Należy przy tym pamiętać, że opisane wyżej rezystancje nie są rezystancjami przewodów, a rezystancjami pętli przewód – ziemia (rys. 4.2).

Opisane wyżej impedancje są praktycznie sobie równe, tzn.  $\underline{Z}_{Wa} = \underline{Z}_{Wb} = \underline{Z}_{Wc} = \underline{Z}_W$ .

Układ do pomiaru impedancji dla składowej zgodnej (i przeciwnej) przedstawiono na poglądowym rys. 4.3.



Rys. 4.3. Układ do pomiaru impedancji dla składowej zgodnej

Pomiar należy przeprowadzić trzykrotnie, włączając układ pomiarowy kolejno między fazy a - b, a - c i b - c. W rezultacie otrzyma się impedancje  $\underline{Z}_{ab}$ ,  $\underline{Z}_{ac}$  i  $\underline{Z}_{bc}$ .

Impedancja linii dla składowej zgodnej wyniesie:

$$\underline{Z}_1 = \frac{1}{6}(\underline{Z}_{ab} + \underline{Z}_{ac} + \underline{Z}_{bc}). \quad (4.12)$$

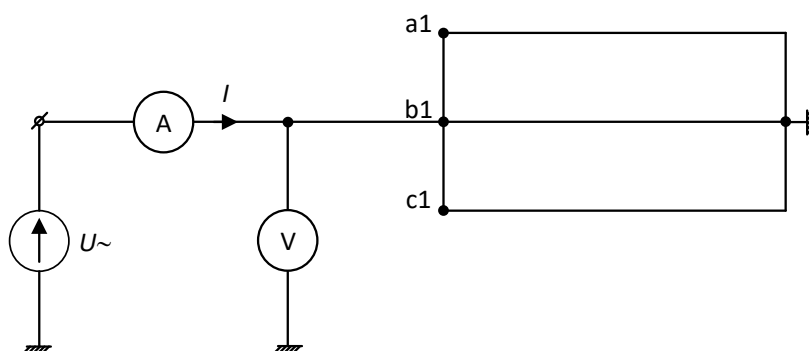
Impedancja linii dla składowej zerowej wyniesie:

$$\underline{Z}_0 = 3\underline{Z}_W - 2\underline{Z}_1. \quad (4.13)$$

Podczas wykonywania wszystkich pomiarów zawartych w Specyfikacji dla linii napowietrznej, przewody odgromowe pozostają uziemione na obu krańcach. Ma to szczególne znaczenie w przypadku układu pomiarowego przedstawionego na rys. 4.2. Wówczas pomiar wykonywany zgodnie z układem zamieszczonym na rys. 4.2., pozwala uzyskać wartość impedancji  $\underline{Z}_W$ , w której ujęte jest oddziaływanie przewodów odgromowych. Dzięki temu możliwe jest dokładne wyznaczenie wartości impedancji zerowej  $\underline{Z}_0$  opisanej zależnością (4.13), która ma duże znaczenie praktyczne.

W liniach kablowych układ połączenia żył powrotnych powinien być taki, jak podczas normalnej pracy.

Impedancję linii dla składowej zerowej można mniej dokładnie, jednak wystarczająco dla celów praktycznych, wyznaczyć przy pomocy jednego pomiaru, którego układ pokazano na rys. 4.4.



Rys. 4.4. Układ do pomiaru impedancji linii dla składowej zerowej  
Należy dokonać pomiaru wartości  $U$ ,  $I$  oraz  $\varphi$ . Impedancja dla składowej zerowej wyniesie:

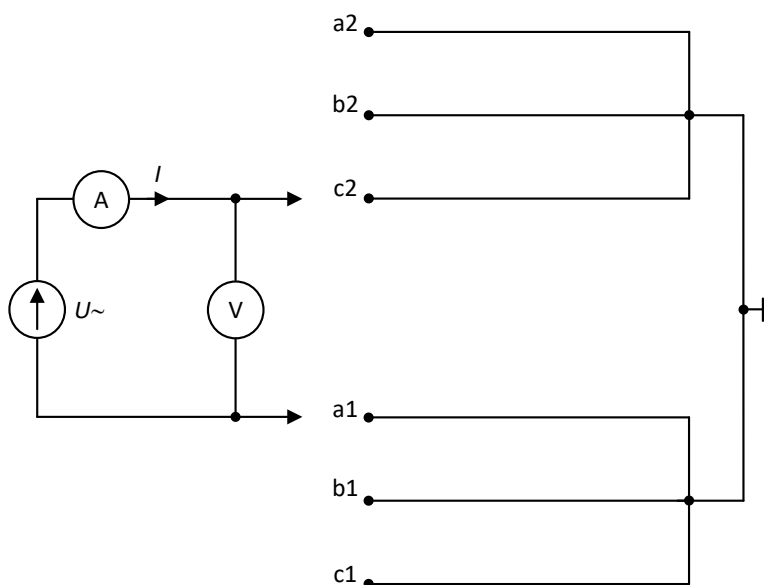
$$\underline{Z}_0 = 3 \frac{U}{I}. \quad (4.14)$$

Jednak przy takim podejściu trzeba dysponować źródłem zasilania o większej mocy, gdyż prąd będzie około trzykrotnie większy niż przy pomiarach opisanych poprzednio.

#### 4.2. Pomiary parametrów linii dwutorowych

W przypadku linii dwutorowych należy wykonać pomiary parametrów dla każdego toru oddzielnie w sposób opisany w p. 4.1.1. i 4.1.2. oraz pomiar impedancji wzajemnego oddziaływania torów.

Pomiar tej ostatniej można wykonać przy pomocy układu przedstawionego na rys. 4.5, przykładając napięcie kolejno między przewody fazowe jednego i drugiego toru, łącznie - 9 pomiarów. Pomiarom trzeba objąć  $U$ ,  $I$  i  $\varphi$ . Znając impedancje własne poszczególnych faz, oblicza się impedancje wzajemne między fazami obu torów.



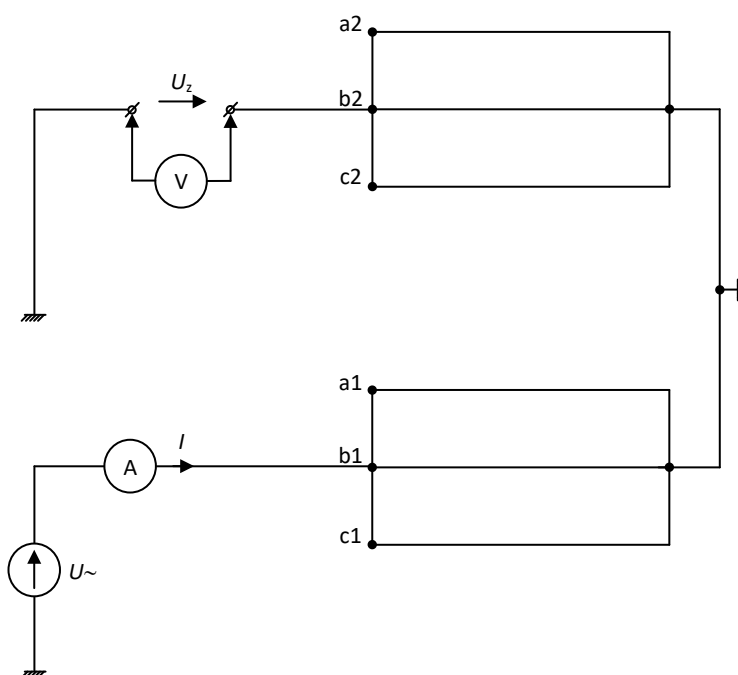
Rys. 4.5. Układ do pomiaru impedancji wzajemnych między przewodami obu torów.

W przypadku pokazanym na rys. 4.5 wartość impedancji wzajemnych między torami można obliczyć z zależności (4.15):

$$\underline{Z}_{Ma1c2} = \frac{1}{2} \left( \underline{Z}_{Wa1} + \underline{Z}_{Wc2} - \frac{U}{I} \right). \quad (4.15)$$

W rezultacie otrzyma się macierz impedancji wzajemnych między przewodami fazowymi obu torów. Ostatecznie, trzeba dokonać transformacji tej macierzy na składowe symetryczne, przy czym do obliczeń sieciowych wykorzystuje się impedancję wzajemną tylko dla składowej zerowej.

W praktyce bywa często, że dwie linie, pracujące na takim samym napięciu znamionowym, wychodząc z jednej stacji, biegną przez pewną odległość na wspólnych słupach, lecz ich końce znajdują się w innych stacjach często od siebie odległych. Takie linie nie są liniami dwutorowymi, jednak ich sprzężenie elektromagnetyczne niewątpliwie istnieje. W takim przypadku pomiar impedancji wzajemnego oddziaływania torów, prowadzony według rys. 4.5, daje błędne wyniki, nieprzydatne dla celów praktycznych. Wówczas dla oszacowania reaktancji wzajemnego oddziaływania można się posłużyć układem pokazanym na rys. 4.6.



Rys. 4.6. Układ pomiarowy do oszacowania reaktancji między torami linii dla składowej zerowej

Reaktancja wzajemnego oddziaływania wyniesie:

$$X_{M0} = 3 \frac{U_z}{I}. \quad (4.16)$$

Wynik takiego pomiaru należy traktować bardzo ostrożnie z uwagi na obecność napięć indukowanych, które mogą być porównywalne z napięciem  $U_z$ . Napięcia te są przyczyną dużych błędów pomiarowych wyznaczonej reaktancji. Dlatego może się zdarzyć, że reaktancję tą trzeba będzie wyznaczyć w sposób analityczny.

## 5 Pomiary parametrów poprzecznych linii

Pojemności cząstkowe linii  $C_w$  można zmierzyć przy pomocy układów przedstawionych na rys. 5.1a ÷ 5.1f. Pomiar w każdym z układów należy przeprowadzić zmieniając cyklicznie miejsce przyłożenia napięcia i uziemienie jednego z zacisków schematu pomiarowego.

Poszczególne wartości pojemności cząstkowych  $C_w$  należy wyznaczać z zależności (5.1):

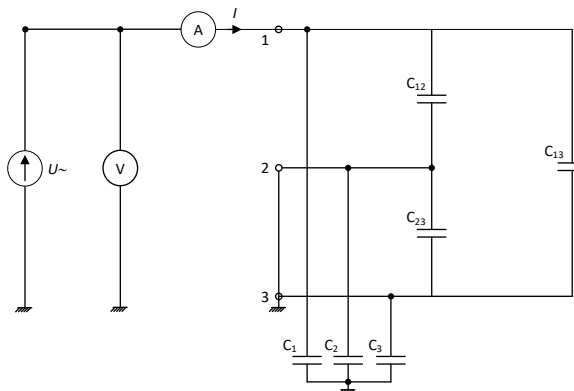
$$C_w = \frac{I}{\omega U}, \quad (5.1)$$

w której  $U$  oraz  $I$  są zmierzonymi wartościami napięcia i prądu.

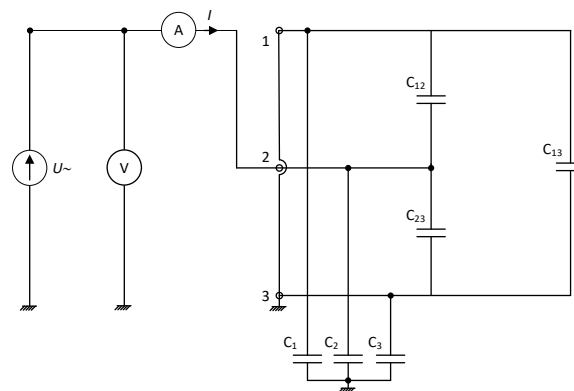
Zgodnie ze schematami pomiarowymi 5.1a ÷ 5.1f, w celu wyznaczenia pojemności  $C_{w1}$ ,  $C_{w2}$ ,  $C_{w3}$ ,  $C_{w4}$ ,  $C_{w5}$ ,  $C_{w6}$  należy zrealizować następujące konfiguracje układów pomiarowych:

- pomiar  $C_{w1}$  – zaciski 2 i 3 zwarte i uziemione (rys. 5.1a),
- pomiar  $C_{w2}$  – zaciski 1 i 3 zwarte i uziemione (rys. 5.1b),
- pomiar  $C_{w3}$  – zaciski 1 i 2 zwarte i uziemione (rys. 5.1c),
- pomiar  $C_{w4}$  – zaciski 1 i 2 zwarte, zacisk 3 uziemiony (rys. 5.1d),
- pomiar  $C_{w5}$  – zaciski 2 i 3 zwarte, zacisk 1 uziemiony (rys. 5.1e),
- pomiar  $C_{w6}$  – zaciski 1 i 3 zwarte, zacisk 2 uziemiony (rys. 5.1f).

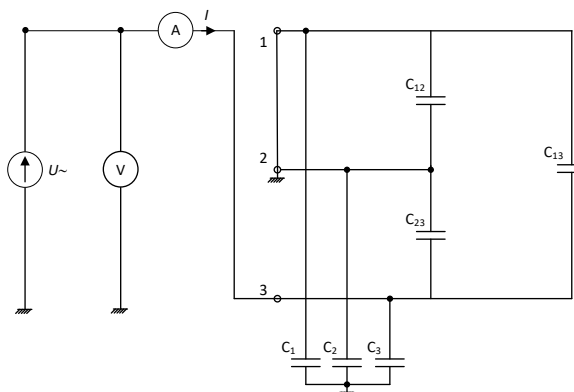
a)



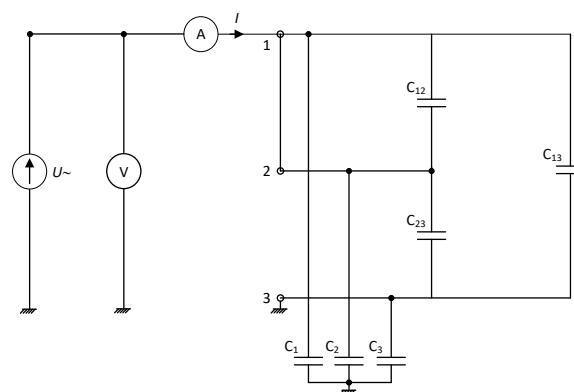
b)

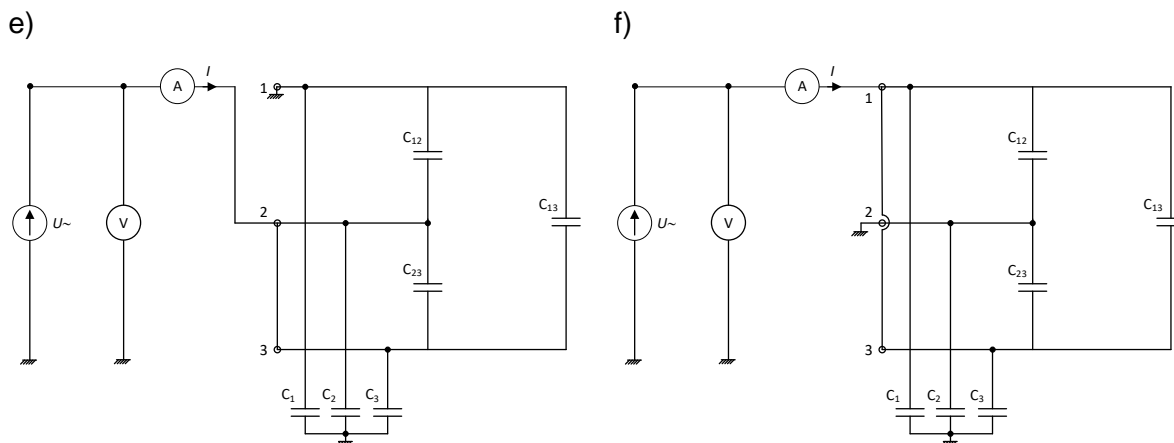


c)



d)





Rys. 5.1. Układy do pomiaru pojemności cząstkowych  
 a) –  $C_{W1}$ ; b) –  $C_{W2}$ ; c) –  $C_{W3}$ ; d) –  $C_{W4}$ ; e) –  $C_{W5}$ ; f) –  $C_{W6}$

Zmierzone wartości pojemności cząstkowych  $C_w$  wynikają z powyżej przedstawionych układów pomiarowych i obejmują szeregowo-równoległe połączenia pojemności międzyfazowych i doziemnych linii. W rezultacie otrzyma się układ równań opisujących pojemności cząstkowe linii  $C_{W1} \div C_{W6}$ :

$$C_{W1} = C_1 + C_{12} + C_{13}, \quad (5.2)$$

$$C_{W2} = C_2 + C_{12} + C_{23}, \quad (5.3)$$

$$C_{W3} = C_3 + C_{23} + C_{13}, \quad (5.4)$$

$$C_{W4} = C_1 + C_2 + C_{13} + C_{23}, \quad (5.5)$$

$$C_{W5} = C_2 + C_3 + C_{13} + C_{12}, \quad (5.6)$$

$$C_{W6} = C_1 + C_3 + C_{12} + C_{23}. \quad (5.7)$$

w którym:

$C_1, C_2, C_3$  – pojemności doziemne linii,

$C_{12}, C_{13}, C_{23}$  – pojemności międzyprzewodowe linii.

Rozwiązanie tego układu przyjmuje postać:

$$C_1 = \frac{1}{2}(C_{W4} + C_{W6} - C_{W2} - C_{W3}), \quad (5.8)$$

$$C_2 = \frac{1}{2}(C_{W4} + C_{W5} - C_{W1} - C_{W3}), \quad (5.9)$$

$$C_3 = \frac{1}{2}(C_{W5} + C_{W6} - C_{W1} - C_{W2}), \quad (5.10)$$

$$C_{12} = \frac{1}{2}(C_{W1} + C_{W2} - C_{W4}), \quad (5.11)$$

$$C_{23} = \frac{1}{2}(C_{W2} + C_{W3} - C_{W5}), \quad (5.12)$$

$$C_{13} = \frac{1}{2}(C_{W1} + C_{W3} - C_{W6}) \quad (5.13)$$

W przypadku linii dwutorowej, pomiary trzeba prowadzić w taki sam sposób, jednak wówczas otrzyma się układ złożony z 21 równań, zawierających 21 niewiadomych. Podanie rozwiązania takiego układu w postaci ogólnej, nastrocza pewne trudności, w związku z czym dla każdego konkretnego przypadku należy dokonać szczegółowego rozwiązania.

W przypadku linii kablowych wymaga się wykonania pomiaru tylko pojemności doziemnej, przy czym dopuszcza się wykonanie pomiarów pojemności doziemnej linii kablowej podczas wykonywania badań pomontażowych.

## 6 Ocena wyników pomiarów

Ocena wyników sprowadza się do określenia wartości błędów z jakimi zostały przeprowadzone pomiary, gdzie odniesienie stanowią wyznaczone analitycznie wartości poszczególnych parametrów schematu zastępczego linii.

Podanie wyników powinno nastąpić po dokonaniu uprzedniej weryfikacji, polegającej na porównaniu wyników pomiarów z wynikami obliczeń. W celu sprawdzenia poprawności metodyki pomiarów dopuszcza się (w miarę możliwości) wykonanie pomiarów na linii o znanych parametrach.

W przypadku braku jakichkolwiek danych dotyczących obliczeń, dopuszcza się przyjęcie podanego niżej toku postępowania.

W pierwszym kroku należy dokonać pomiaru rezystancji przewodów fazowych lub żył kabli prądem stałym. Następnie w celu sprawdzenia dokładności pomiaru, wynik należy porównać z rezystancją katalogową podaną przez producenta. Ta ostatnia jest podawana w temperaturze +20°C. W związku z tym, zmierzoną wartość rezystancji należy przeliczyć na temperaturę +20°C.

Wartość rezystancji otrzymanej drogą pomiarową, po przeliczeniu dla temperatury +20°C ( $R_{20}$ ) oraz jej wartość katalogowa ( $R_{20kat}$ ), powinny być bardzo zbliżone do siebie i nie powinny się różnić nie więcej niż kilka procent. Porównanie obu wielkości można przeprowadzić wyznaczając błąd względny, definiowany jako (6.1):

$$\delta = \frac{R_{20} - R_{20kat}}{R_{20kat}} \cdot 100\%. \quad (6.1)$$

W dalszej kolejności, należy przeprowadzić pomiary prądem przemiennym (50 Hz). Wartość  $R_1$  określona na podstawie tych pomiarów, powinna być praktycznie równa wartości rezystancji zmierzonej prądem stałym, co będzie świadczyć o poprawnym doborze aparatury pomiarowej i właściwej ocenie warunków lokalnych. Wartość rezystancji  $R_1$  powinna być podana wraz z wartością temperatury przy której zostały wykonane pomiary.

## 7 Karta zmian

Lp.	Opis zmiany
1	Dodano punkt 1 „ <i>Przedmiot specyfikacji</i> ”, w brzmieniu: „Przedmiotem niniejszej Specyfikacji jest przedstawienie zakresu i metodyki wykonania pomiarów parametrów elektrycznych linii napowietrznych, napowietrzno-kablowych lub kablowych (zwanymi dalej liniami).”
2	Zmieniono numerację punktu 1 na punkt 2 „ <i>Zakres pomiarów</i> ”. W punkcie 2 sporządzono listę parametrów, które należy wyznaczyć na podstawie pomiarów oraz usunięto opis teoretyczny obejmujący zakresem wyłącznie napowietrzne linie jednotorowe.
3	Zmieniono numerację punktu 2 na punkt 3. oraz punkty 2.1., 2.2. na punkty 3.1. i 3.2.
4	W punkcie 3.1. „ <i>Sprawdzenie poziomu napięć indukowanych</i> ” (wg nowej numeracji), wprowadzono poprawki redakcyjne oraz dodano zapis „Pomiary parametrów elektrycznych linii napowietrznych, napowietrzno-kablowych lub kablowych są pracami eksploatacyjnymi przy urządzeniach i instalacjach elektroenergetycznych, które w procesie bezpiecznej organizacji pracy wykonywać mogą osoby posiadające odpowiedni zasób wiedzy, umiejętności praktyczne, a także wymagane uprawnienia kwalifikacyjne i upoważnienia, wydane zgodnie z obowiązującymi przepisami prawa oraz regulacjami wewnętrznymi PSE.” zgodnie z uwagą BH
5	W punkcie 3.2. „ <i>Dobór źródła zasilania i aparatury pomiarowej</i> ”(wg nowej numeracji) dodano zapisy dotyczące linii kablowych oraz wprowadzono poprawki redakcyjne.
6	Zmieniono numerację punktu 3 na punkt 4., punktów 3.1., 3.2. na punkty 4.1. i 4.2. oraz punktów 3.1.1., 3.1.2. na 4.1.1. i 4.1.2.
7	W punkcie 4.1.1. „ <i>Pomiary rezystancji przewodów linii prądem stałym</i> ” (wg nowej numeracji) wprowadzono poprawki edycyjne.
8	W punkcie 4.1.2. „ <i>Pomiary parametrów linii prądem przemiennym 50 Hz</i> ” (wg nowej numeracji) wprowadzono poprawki redakcyjne i edycyjne oraz dodano zapisy dotyczące układu połączeń żył powrotnych linii kablowych podczas pomiarów.
9	W punkcie 4.2. „ <i>Pomiary parametrów linii dwutorowych</i> ” (wg nowej numeracji) wprowadzono poprawki edycyjne.
10	Zmieniono numerację punktu 4. na punkt 5.
11	W punkcie 5. „ <i>Pomiary parametrów poprzecznych linii</i> ” (wg nowej numeracji) wprowadzono poprawki edycyjne oraz dodano zapis dotyczący pomiaru pojemności doziemnej linii kablowych.
12	Zmieniono numerację punktu 4. na punkt 5.
13	W punkcie 6. „ <i>Ocena wyników pomiarów</i> ” (wg nowej numeracji) wprowadzono poprawki edycyjne i redakcyjne.
14	Dodano punkt 7. „ <i>Karta zmian</i> ”