

4. PRZEKŁADNIKI PRĄDOWE I NAPIĘCIOWE

4.1. Wstęp

4.1.1 Przekładniki prądowe

Przekładnikiem prądowym prądu zmiennego nazywa się transformator przeznaczony do zasilania obwodów prądowych elektrycznych przyrządów pomiarowych oraz przekaźników. Przekładnik prądowy ma dwa uzwojenia, pierwotne i wtórne, nawinięte na wspólnym rdzeniu. Uzwojenie pierwotne włącza się szeregowo do kontrolowanego obwodu prądowego, a uzwojenie wtórne służy do zasilania obwodów prądowych przyrządów pomiarowych i przekaźników.

W układach pomiarowych przekładniki spełniają następujące zadania:

- umożliwiają pomiary za pomocą mierników o niewielkim zakresie,
- oddzielają galwanicznie przyrządy od obwodu kontrolowanego,
- umożliwiają umieszczenie przyrządów w dużej odległości od obwodu kontrolowanego, co zabezpiecza przyrządy od wpływu pól magnetycznych tegoż obwodu.

Obydwa uzwojenia przekładnika wykonane są z izolowanego przewodu miedzianego. Przekroje przewodów zależą od prądu na jaki przekładnik został zbudowany. Prąd ten nosi nazwę prądu znamionowego. Prądy pierwotne i wtórne są znormalizowane (PN-63/E-06500). Prądy pierwotne i wtórna dla przekładników o uzwojeniu pierwotnym nieprzełączalnym podane są w tabelicy 1.1

Tablica 1.1

Napięcie znamionowe izolacji	Prądy pierwotne	Prądy wtórne
kV	A	A
0.5 - 40	5, 10, 15, 20, 30, 50, 75, 100, 150, 200, 300, 400, 600, 800, 1000, 1500, 2000, 3000, 4000 6000, 10000, 20000	5 Dopuszcza się prąd 1A oraz przy prądzie pierwotnym nie mniejszym niż 4000A również 10A

Stosunek prądu w uzwojeniu pierwotnym I_1 do prądu w uzwojeniu wtórnym I_2 nazywamy przekładnią przekładnika prądowego.

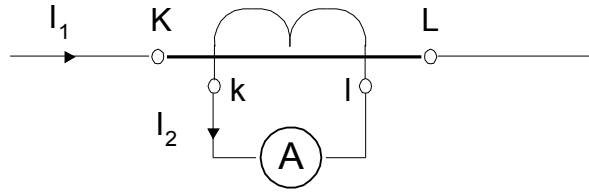
$$\vartheta_1 = \frac{I_1}{I_2}$$

Wartość przekładni zmienia się w granicach błędu w zależności od prądu pierwotnego, obciążenia obwodu wtórnego i od częstotliwości, zaś zmiana przekładni zależy od konstrukcji przekładnika. Wprowadza się pojęcie przekładni znamionowej. Przekładnią znamionową nazywa się stosunek znamionowego prądu pierwotnego I_{1n} do znamionowego prądu wtórnego I_{2n} w normalnych warunkach pomiaru.

$$\vartheta_{1n} = \frac{I_{1n}}{I_{2n}}$$

4.1.1.1. Oznaczenia zacisków przekładnika prądowego

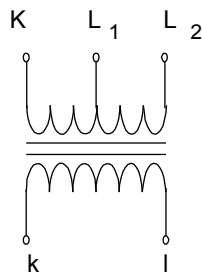
Na rys. 4.1 przedstawiony jest symbol graficzny przekładnika prądowego z amperomierzem włączonym do obwodu wtórnego



Rys. 4.1 Przekładnik prądowy z oznaczonymi zaciskami, obciążony amperomierzem

Zgodnie z normą zaciski uzwojenia pierwotnego oznaczają się dużymi literami K i L a zaciski uzwojenia wtórnego literami małymi k i l. Zaciski k i l powinny być tak oznaczone, że jeżeli w uzwojeniu pierwotnym prąd płynie od K do L, to w uzwojeniu wtórnym od k do l. Przy tak oznaczonych zaciskach otrzymuje się zgodność kierunku prądów w uzwojeniu pierwotnym przekładnika i przyrządach pomiarowych włączonych do uzwojenia wtórnego.

Jeżeli przekładnik posiada sekcjonowane uzwojenie pierwotne, to zaciski oznaczają się odpowiednio K, L₁, L₂ itd. (rys. 4.2)



Rys. 1.2 Schemat przekładnika prądowego z sekcjonowanym uzwojeniem pierwotnym.

4.1.1.2. Określenie błędów przekładników prądowych.

Prąd wtórny przekładnika wynosi I₂ obliczony za pomocą przekładni znamionowej ϑ_{In} prąd pierwotny wynosi $\vartheta_{In} I_2$. Rzeczywisty prąd pierwotny jest I₁. Błąd względny procentowy przekładnika prądowego określany jest jako stosunek błędu bezwzględnego prądowego ΔI do rzeczywistej wartości prądu pierwotnego. Ponieważ błąd bezwzględny wynosi:

$$\Delta I = \vartheta_{In} I_2 - I_1$$

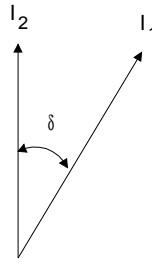
więc błąd względny wynosi:

$$\delta_1 = \frac{\vartheta_{In} I_2 - I_1}{I_1}$$

zaś prądowy względny procentowy wynosi:

$$\delta_{1\%} = \frac{\vartheta_{In} I_2 - I_1}{I_1} \cdot 100\%$$

Przepisy wprowadzają również pojęcie błędu kąтового przekładnika prądowego. Błąd kątowy określany jest jako kąt wyrażony w minutach, między wskazem prądu wtórnego a wskazem prądu pierwotnego (rys 4.3). Błąd kątowy jest określany jako dodatni, gdy wskaz prądu wtórnego wyprzedza wskaz prądu pierwotnego.



Rys 4.3. Błąd kątowy δ przekładnika prądowego

Błąd wektorowy przekładnika prądowego jest określony jako wartość bezwzględna różnicy geometrycznej prądu wtórnego pomnożonego przez przekładnię znamionowa i wskazu prądu pierwotnego wyrażoną w procentach wartości skutecznej prądu pierwotnego.

$$\delta_{w\%} = \frac{\vartheta_{In} I_2 - I_1}{I_1} \cdot 100\%$$

Błąd wektorowy ma zawsze wartość dodatnią. Wartości błędu prądowego i kątowego zależą od wartości prądu pierwotnego i od obciążenia przekładnika. Przy obciążeniu przekładnika określonym współczynnikiem mocy $\cos\varphi = 0.8$ ind. błędy prądowe są zawsze ujemne, zaś błędy kątowe zawsze dodatnie.

4.1.1.3. Liczba przetężeniowa

Dokładność przekładników prądowych, zasilających mierniki i liczniki, podczas przetężenia nie ma znaczenia, ponieważ wówczas pomiaru nie wykonuje się. Wartości błędów odgrywają ważną rolę przy przekładnikach zasilających przekaźniki kierunkowe, odległościowe, różnicowe, ponieważ w warunkach zwarciovych od przekaźników wymaga się prawidłowego działania.

W celu określenia dokładności przekładnika przy przetężeniach wprowadza się pojęcie liczby przetężeniowej. Liczba przetężeniowa N_n dla określonego obciążenia wtórnego przekładnika prądowego, to taka krotność wartości skutecznej prądu pierwotnego, przy której błąd wektorowy osiąga $n\%$.

Liczbę przetężeniową zapisuje się w postaci:

$$N_{10\ 30\ VA} = 5$$

Oznacza to, że przy obciążeniu 30 VA (przy $\cos\varphi = 0.8$ ind.) błąd wektorowy osiąga 10%, gdy wartość skuteczna prądu pierwotnego wynosi $5I_{In}$. Polska norma ustala dwie normalne liczby przetężeniowe N_5 i N_{10} .

4.1.1.4. Praca przekładnika przy otwartym obwodzie wtórnym

Normalną pracą przekładnika prądowego jest stan zbliżony do stanu zwarcia. Jeżeli podczas normalnej pracy zostanie otwarty obwód wtórny, to prąd pierwotny staje się prądem jałowym powodującym znaczne nasycenie magnetyczne rdzenia. Powstają wówczas duże straty mocy na prądy wirowe i histerezę. Rdzeń nadmiernie grzeje się, co może spowodować uszkodzenie izolacji. Zwiększony strumień magnesujący (na skutek braku strumienia rozmagnesowującego) wywołuje w uzwojeniu wtórnym dużą siłę elektromotoryczną. Grozi to porażeniem obsługi oraz uszkodzeniem izolacji międzyuzwojeniowej i międzyzaciskowej uzwojenia wtórnego. Wynika stąd, że praca przekładnika przy otwartym uzwojeniu wtórnym jest niedopuszczalna.

4.1.1.5. Klasy dokładności i błędy przekładników prądowych

Przepisy polskie (PN - 63/ E - 06500) ustalają cztery normalne klasy przekładników prądowych: 0.2, 0.5, 1, 3 oraz podają graniczne błędy (prądowy i kątowy) dla poszczególnych klas

w zależności od prądu pierwotnego. Współczynnik mocy obciążenia przekładnika prądowego powinien wynosić: 0.8 ind przy wyznaczaniu błędów. Przepis ten uwzględnia fakt, że współczynnik mocy amperomierzy, obwodów prądowych watomierzy, liczników i przekaźników wynosi około 0.8 .

Do pomiarów laboratoryjnych służą często przekładniki prądowe o dokładności większej niż przewidują przepisy. Przekładniki takie budowane są zwykle w klasach: 0.02, 0.05, 0.1 . Ich błędy graniczne są dziesięciokrotnie mniejsze od błędów przekładników 0.2, 0.5, 1 .

4.1.1.6. Układy przekładników prądowych

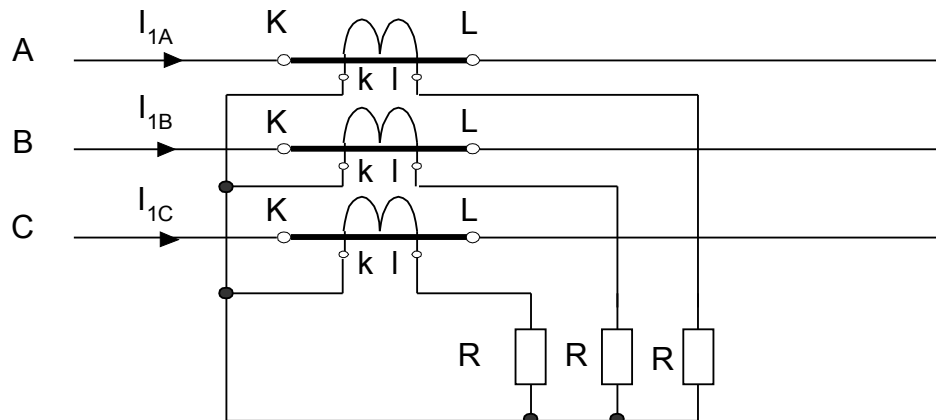
W układach pomiarowych i zabezpieczeniowych sieci trójfazowych rzadko się zdarza, aby przekładniki prądowe występowały pojedynczo. Zwykle występują razem dwa lub trzy przekładniki połączone w pewien układ. Łączenie w układ nie ma na celu zmniejszenie liczby przewodów łączących przekładniki z odbiornikami lub pomiar dwóch lub trzech prądów wtórnych przekładników jednym amperomierzem.

Do najczęściej stosowanych układów przekładników prądowych należą układy:

- gwiazdowy trzech przekładników;
- niepełnej gwiazdy;
- Holmgreena;
- trójkątny;
- krzyżowy;
- różnicowy;

Układ gwiazdowy trzech przekładników

Układ gwiazdowy (rys. 4.4) należy do rozpowszechnionych układów. Stosowany jest do zasilania przekaźników nadprądowych, odległościowych i kierunkowych, w układach zabezpieczeń elektroenergetycznych.

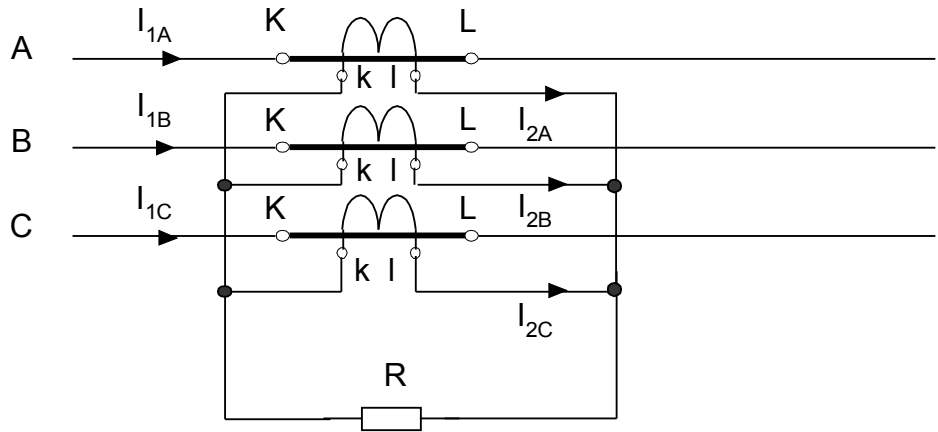


Rys. 1.4 Układ gwiazdowy trzech przekładników prądowych

Układ Holmgreena

Pewną odmianą układu gwiazdowego jest układ Holmgreena zwany filtrem składowych zerowych (rys. 4.5). Układ ten służy prawie wyłącznie do zasilania przekładników ziemnozwarciowych. Prąd w odbiorniku (przekładniku) jest sumą geometryczną prądów wtórnych.

$$\hat{I}_p = \hat{I}_{2A} + \hat{I}_{2B} + \hat{I}_{2C}$$

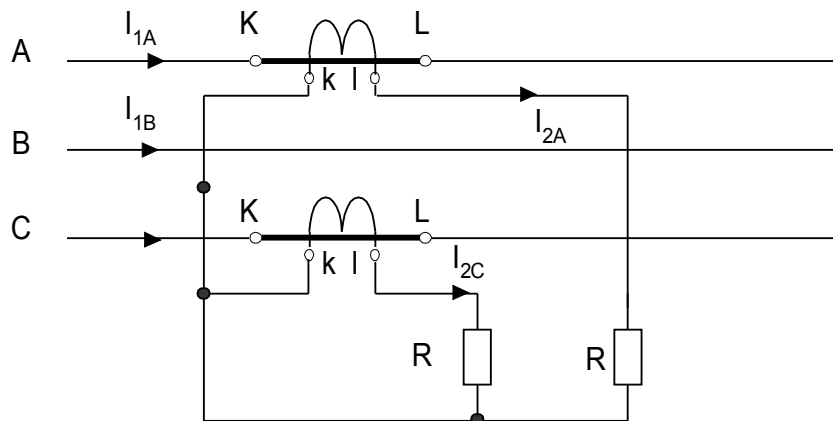


Rys. 4.5. Układ Holmgreena przekładników prądowych

Układy przedstawione na rys. 4.4 i 4.5 różnią się między sobą tylko ilością włączonych odbiorników - cewek prądowych przekładników.

Układ niepełnej gwiazdy

Uproszczonym układem gwiazdowym jest układ niepełnej gwiazdy zwany również układem V. (rys. 4.6). Stosowany jest głównie w celach pomiarowych. Umożliwia włączenie do układu trójfazowego dwusystemowego watomierza lub licznika.



Rys. 4.6. Układ V przekładników prądowych

Amperomierze włączone do obwodów przekładników wskazują prądy w przewodach A i C zaś umieszczony w przewodzie powrotnym w normalnych warunkach pracy, wskazuje wartość prądu w fazie B. Zachodzi bowiem zależność:

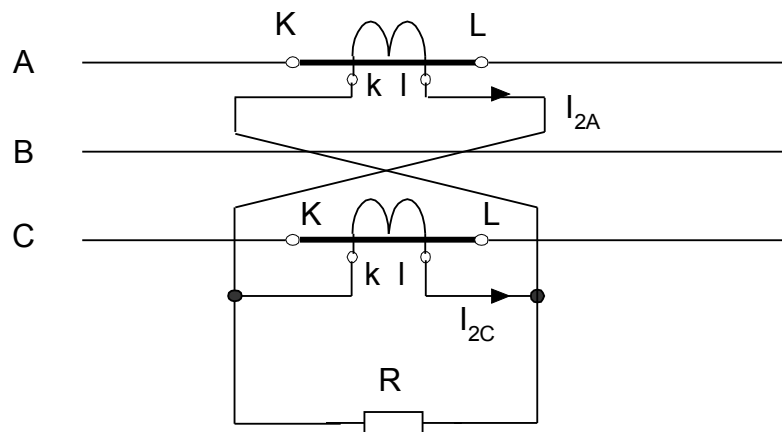
$$\hat{I} = \hat{I}_{2A} + \hat{I}_{2C} = -\hat{I}_{2B}$$

Układ krzyżowy przekładników prądowych

Układ krzyżowy przekładników prądowych przedstawiony jest na rys. 4.7. Prąd płynący przez odbiornik można wyrazić równaniem:

$$\hat{I} = \hat{I}_{2A} - \hat{I}_{2C}$$

Układ ten stosowany jest w układach zabezpieczeń od zwarć dwufazowych i trójfazowych oraz w zabezpieczeniach linii dwutorowych.



Rys. 4.7 Układ krzyżowy dwóch przekładników prądowych

4.1.2. Przekładniki napięciowe.

Przekładnikiem napięciowym nazywamy transformator pracujący w warunkach zbliżonych do stanu jałowego transformatora. Przekładnik napięciowy posiada dwa uzwojenia-pierwotne przyłączone równolegle do układu kontrolowanego oraz uzwojenie wtórne, do którego zacisków przyłączone są odbiorniki o bardzo dużych impedancjach jak woltomierze, cewki napięciowe woltomierzy, liczników i przekaźników.

W układach pomiarowych przekładniki spełniają następujące zadania:

- umożliwiają pomiary za pomocą mierników o niewielkim zakresie,
- oddzielają galwanicznie przyrządy od obwodu kontrolowanego,
- umożliwiają umieszczenie przyrządów w dużej odległości od obwodu kontrolowanego, co zabezpiecza przyrządy od wpływu pól magnetycznych tegoż obwodu.

Napięcie U_1 na jakie została zbudowana strona pierwotna nazywa się napięciem pierwotnym przekładnika zaś napięcie U_2 otrzymane po stronie wtórnej nazywa się napięciem wtórnym przekładnika.

Stosunek napięcia pierwotnego U_1 do napięcia wtórnego U_2 nazywa się przekładnią przekładnika napięciowego.

$$\vartheta_u = \frac{U_1}{U_2}$$

Jeżeli napięcia U_1 i U_2 są napięciami znamionowymi U_{1n} i U_{2n} , to przekładnia przekładnika nosi nazwę przekładni znamionowej.

$$\vartheta_{un} = \frac{U_{1n}}{U_{2n}}$$

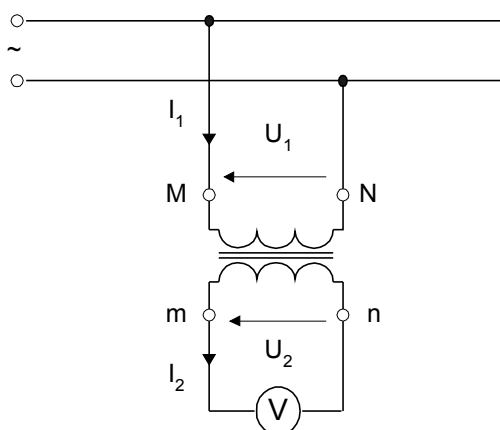
Napięcia pierwotne i wtórne są znormalizowane (PN -63 / E-06500). Zostały one ujęte w tabelicy 4.2

Napięcia pierwotne kV	Napięcia wtórne V
3, 6, 10, 15, 20, 30, 40, 60, 110, 110, 220, 400	100

Jeżeli przekładnik przeznaczony jest do stałej pracy w układzie gwiazdowym, to napięcia znamionowe podane na tabliczce znamionowej przekładnika są równe wartościom podanym w tabelicy 4.2 podzielonym przez $\sqrt{3}$

4.1.2.1 Oznaczenia zacisków przekładników napięciowych

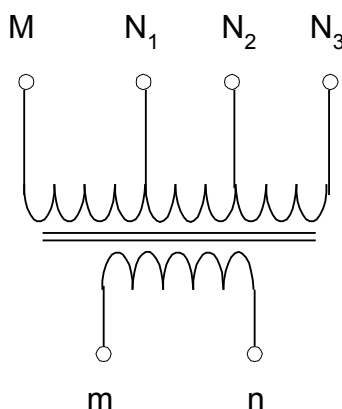
Na rys. 4.8 przedstawiony jest schemat przekładnika napięciowego przyłączony do sieci o napięciu U_1 i obciążony woltomierzem. Oznaczenia zacisków przekładników napięciowych są znormalizowane. Zaciski uzwojenia pierwotnego oznacza się dużymi literami M i N, są one tak oznaczone, że w chwili gdy potencjał punktu M jest wyższy niż potencjał punktu N, to również potencjał punktu m jest wyższy od potencjału punktu n.



Rys. 4.8. Przekładnik napięciowy z oznaczonymi zaciskami

Oznacza to, że w chwili gdy prąd w uzwojeniu pierwotnym płynie od M do N, to w uzwojeniu wtórnym prąd płynie od n do m. Jeżeli przekładnik posiada zaczepty po stronie pierwotnej, to zaciski pierwotne należy oznaczać M, N₁, N₂ itd. lub przy zaciskach N podawać indeks

oznaczający napięcie na jakie uzwojenie to jest zbudowane. W podobny sposób oznacza się zaczepty strony wtórnej.

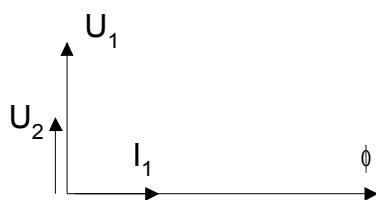


Rys. 4.9. Schemat przekładnika napięciowego z zaczeptami po stronie pierwotnej

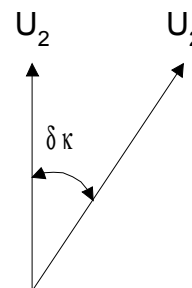
4.1.2.2. Określenia błędów przekładników napięciowych

Błędem napięciowym względnym przekładnika napięciowego nazywamy różnicę między napięciem wtórnym U_2 pomnożonym przez przekładnię znamionową ϑ_{un} a napięciem pierwotnym U_1 wyrażoną w procentach napięcia pierwotnego.

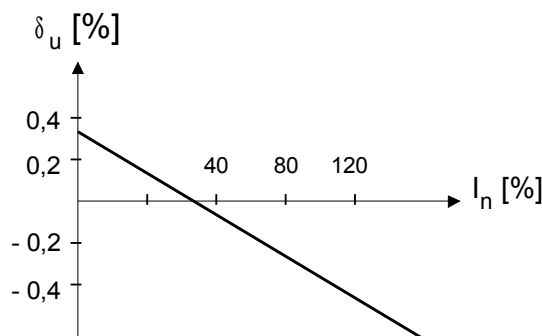
$$\delta_u = \frac{\vartheta_{un} \cdot U_2 - U_1}{U_1}$$



Rys. 4.10. Wykres wskazowy przekładnika napięciowego idealnego



Rys. 4.11. Błąd kątowy przekładnika napięciowego



Rys. 4.12. Zmiana błędności napięciowej δ_u przekładnika napięciowego w zależności od obciążenia

Błąd napięciowy podaje się zwykle w procentach

$$\delta_{u\%} = \frac{\vartheta_{un} \cdot U_2 - U_1}{U_1} \cdot 100\% = \frac{\vartheta_{un} - \vartheta_u}{\vartheta_u} \cdot 100\%$$

W idealnym przekładniku napięciowym (rys. 4.8.) przy pracy jałowej kąt pomiędzy napięciem pierwotnym i wtórnym wynosi 0° . Wykres wskazowy idealnego przekładnika przedstawiony jest na rys. 4.10.

Błędem kątowym przekładnika napięciowego nazywamy kąt wyrażony w minutach pomiędzy wskazem napięcia wtórnego a wskazem napięcia pierwotnego (rys. 4.11). Dodatni znak błędu kąowego oznacza, że wskaz napięcia wtórnego wyprzedza wskaz napięcia pierwotnego.

4.1.2.3. Klasy dokładności i błędy przekładników napięciowych

Przepisy polskie ustalają cztery normalne klasy dokładności przekładników napięciowych: 0.2 ; 0.5 ; 1 i 3. Budowane są również przekładniki laboratoryjne klas : 0.02 ; 0.05 ; 0.1. Ich błędy graniczne są dziesięciokrotnie mniejsze od odpowiednich błędów przekładników klas normalnych.

W tablicy 2.2 zestawione są (wg PN-63/E-06500) klasy dokładności i błędy graniczne przy określonych obciążeniach.

Tablica 4.3

Klasa Dokładności	Napięcie pierwotne w % obciążenia znamionowego	Obciążenie wtórne przy $U=U_N$ w % mocy znamionowej	Dopuszczalne błędy przy f_N i przy $\cos \varphi = 0.8$ ind. obwodu wtórnego	
			błąd napięc. δ_U (%)	błąd kątowy δ_K (min)
3	100	50-100	3	-
1	80-120	25-100	1	40
0.5	80-120	25-100	0.5	20
0.2	80-120	25-100	0.2	10

Jeżeli 25% mocy znamionowej jest większe niż 15 VA, to dopuszczalne błędy nie mogą być większe od dopuszczalnych przy obciążeniu obwodu wtórnego od 15 VA do 100% mocy znamionowej.

4.1.2.4 Moc znamionowa przekładnika napięciowego

Moc znamionowa przekładnika napięciowego to moc, którą przekładnik może dostarczyć do obwodu wtórnego przy napięciu znamionowym, przy której błędy przekładnika nie przekraczają wartości dopuszczalnych w danej klasie przekładnika.

Moce znamionowe przekładników napięciowych są znormalizowane i wynoszą od 15 VA (przy napięciu znamionowym izolacji 3-6 kV) do 180 VA (przy napięciu znamionowym izolacji 110-400 kV).

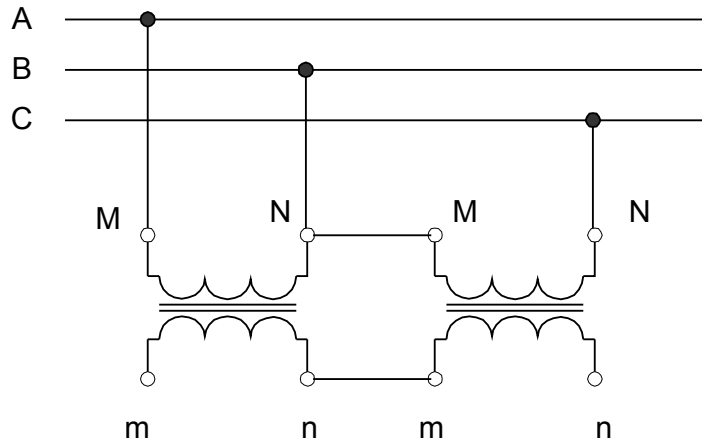
Zmiana obciążenia przekładnika napięciowego powoduje zmianę przekładni a tym samym zmianę błędów napięciowego i kąowego (rys. 4.11 i 4.12).

Wielkości charakteryzujące przekładnik jak przekładnia, klasa dokładności oraz moc znamionowa i graniczna powinny znajdować się na tabliczce znamionowej przekładnika.

4.1.2.5. Układy przekładników napięciowych

Układ V

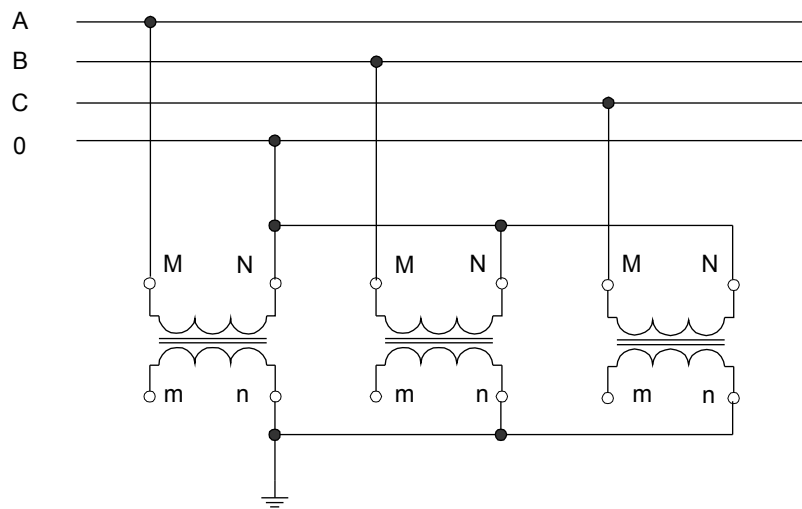
Układ V należy do najbardziej rozpowszechnionych układów trójfazowych (rys. 4.13). Wymaga zastosowania tylko dwóch przekładników do odtworzenia po stronie wtórnej trójkąta napięć międzyprzewodowych dowolnej sieci trójfazowej.



Rys. 4.13. Układ V przekładników napięciowych

Układ gwiazdowy trzech przekładników

Przy pomiarach napięć fazowych konieczne jest stosowanie trzech przekładników napięciowych w układzie gwiazdowym (rys. 4.14).

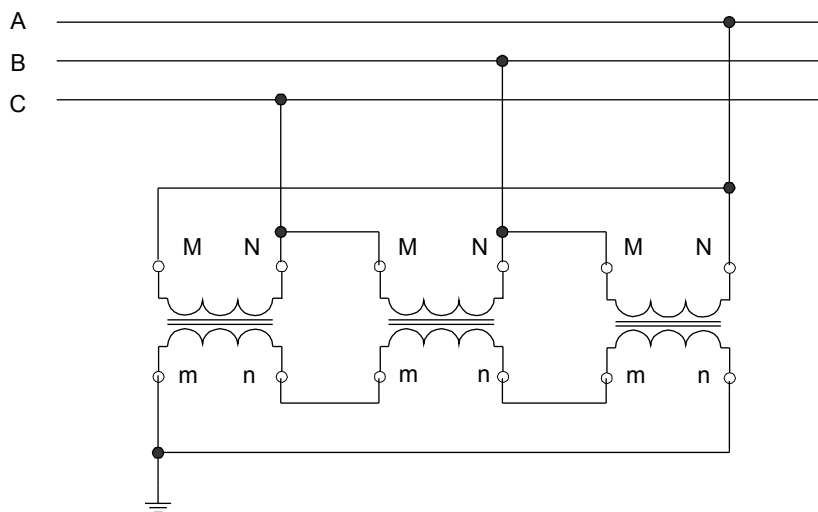


Rys. 4.14. Układ gwiazdowy trzech przekładników napięciowych w sieci czteroprzewodowej

Każdy z przekładników przyłączony jest na napięcie fazowe. W sieci trójfazowej do pomiaru napięć fazowych stosowany jest układ gwiazdowy z punktem zerowym gwiazdy obustronnie uziemionym.

Układ trójkątowy trzech przekładników

W sieciach trójfazowych trójprzewodowych stosowany jest również układ trójkątowy przekładników do pomiarów napięć międzyprzewodowych. Dowolny zacisk uzwojenia wtórnego jednego przekładnika jest uziemiony (rys. 4.15).



Rys. 4.15. Układ trójkątowy trzech przekładników napięciowych

4.2. Przebieg ćwiczenia.

4.2.1. Przekładnik prądowy

4.2.1.1. Sprawdzanie prawidłowości oznaczeń zacisków przekładnika prądowego.

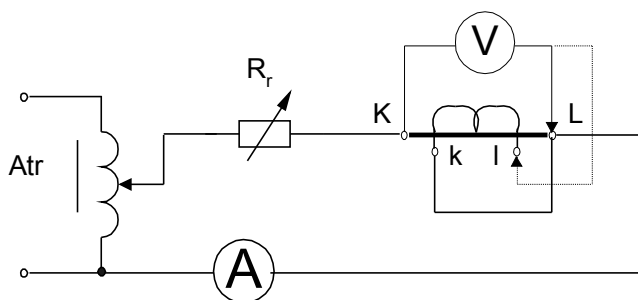
Nieprawidłowe oznaczenie zacisków przekładnika może spowodować błędy pomiaru lub uszkodzenie przekładnika. Spośród różnych metod prostymi i często stosowanymi są:

- metoda woltmierzowa;
- metoda Scheringa;
- metoda prądu różnicowego;

Metoda woltmierzowa

W metodzie tej używa się tylko jednego woltmierz. Woltmierzem mierzy się napięcie dwukrotnie, a mianowicie na zaciskach uzwojenia pierwotnego oraz napięcie sumaryczne uzwojenia pierwotnego i wtórnego (rys. 4.16) przy połączonych uzwojeniach w szereg. Jeżeli zaciski przekładnika są oznaczone prawidłowo, wówczas napięcie na zaciskach K, L będzie mniejsze od napięcia na zaciskach K, I.

Przy nieprawidłowym oznaczeniu zacisków napięcie K, L będzie większe od napięcia K, I.



Rys.4.16. Układ do sprawdzania prawidłowości oznaczeń zacisków przekładnika metodą woltmierzową

Wyniki sprawdzenia prawidłowości oznaczeń zacisków ująć w tabeli 4.4.

Tabela 4.4

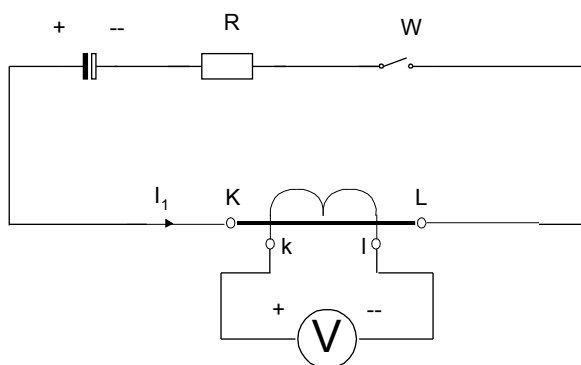
Napięcie na zaciskach (V)		Oznaczenie zacisków
KL	Kl	

Metoda Scheringa

Metoda Scheringa oparta jest na prawie Lenza. Jeżeli w układzie jak na rys.4.17 zamkniemy obwód prądu uzwojenia pierwotnego w przekładniku, to miernik magnetoelektryczny włączony do obwodu wtórnego przekładnika wychyli się na chwilę w prawo (przy prawidłowym oznaczeniu zacisków), zaś przy otwieraniu obwodu wychyli się w lewo.

Należy pamiętać o tym, aby dodatni biegun źródła i dodatni biegun miernika magnetoelektrycznego były przyłączone do zacisków oznaczonych tą samą literą (K,k lub L,l).

Wynik sprawdzenia ująć w tabeli 4.5.



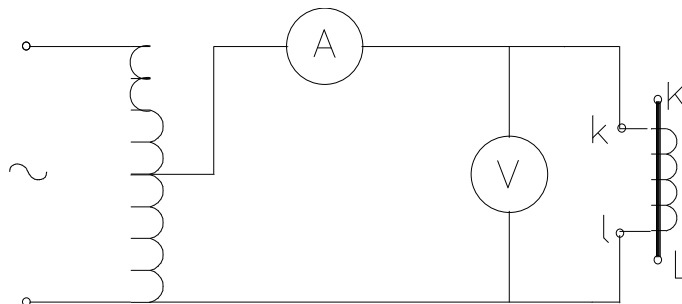
Rys. 4.17. Układ do sprawdzania prawidłowości oznaczeń zacisków przekładnika metodą Scheringa

Tabela 4.5.

Kierunek wychylenia miernika		Oznaczenie zacisków
przy zamykaniu obwodu	przy otwieraniu obwodu	

4.2.1.2. Wyznaczenie charakterystyki magnesowania przekładnika

Celem wyznaczenia charakterystyki magnesowania przekładnika $U_0 = f(I_0)$ jest stwierdzenie braku zwarć zwojowych w uzwojeniu wtórnym przekładnika. Poza tym charakterystyka magnesowania służy do wyznaczania liczby przetężeniowej. Charakterystykę tę zdejmuje się w układzie przedstawionym na rys.4.17.



Rys. 4.18. Schemat układu do zdejmuwania charakterystyki magnesowania przekładnika

Ze względu na małą impedancję uzwojenia przekładnika stosuje się układ poprawnie mierzonego napięcia. Aby charakterystyka nie zawierała załamań i nieciągłości, nie należy w czasie pomiarów zmieniać zakresu pomiarowego mierników. Zakresy pomiarowe mierników należy tak dobrać, aby objęły wszystkie wartości od zera do max wartości mierzonej. Pomiary należy rozpoczynać od napięcia bliskiego zeru, a kończyć gdy prąd magnesowania I_0 osiągnie wartość znamionowego prądu wtórnego I_{zn} . Po uzyskaniu prądu I_{zn} nie wolno włączać natychmiast układu, lecz zmniejszać powoli prąd do zera i dopiero wyłączyć układ.

Pomiar przy prądzie bliskim $I_0 = I_{zn}$ należy wykonywać szybko, bowiem przekładnik znajduje się w podobnych warunkach, jak przy zasilaniu znamionowym prądem pierwotnym i otwartym obwodzie wtórnym.

Wyniki pomiarów należy zestawić w tabeli 4.6.

Tabela 4.6

Wielkości mierzone	Pomiary									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
U_0 V										
I_0 A										

4.2.1.3. Układy przekładników prądowych

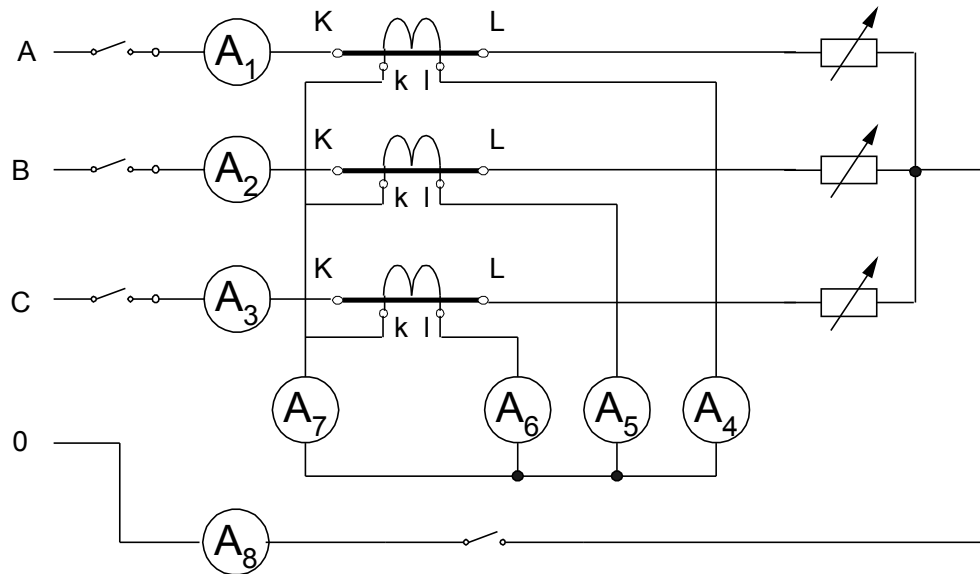
Układ gwiazdowy trzech przekładników

Na rys. 4.19 przedstawiony jest układ gwiazdowy (sumujący) trzech przekładników prądowych do pomiaru prądów wtórnych poszczególnych przekładników oraz sumy geometrycznej tych prądów.

Pomiary prądów i napięcia U_0 należy wykonać dla następujących przypadków:

- obciążenie symetryczne oraz włącznik W zamknięty
- obciążenie symetryczne oraz włącznik W otwarty
- obciążenie niesymetryczne oraz włącznik W zamknięty
- obciążenie niesymetryczne oraz włącznik W otwarty
- obciążenie symetryczne oraz zamieniona biegunowość zacisków wtórnych przekładnika fazy A i włącznik W zamknięty

Wyniki pomiarów zestawić w tabeli 4.7



Rys. 4.19. Układ gwiazdowy trzech przekładników prądowych

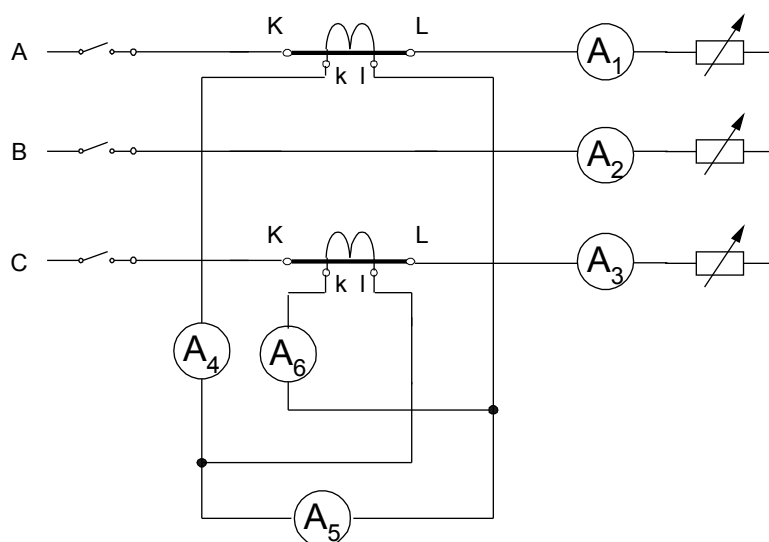
Tabela 4.7

Obciążenie i położenie wyłącznika	I_1 [A]	I_2 [A]	I_3 [A]	I_4 [A]	I_5 [A]	I_6 [A]	I_7 [A]	I_8 [A]
Symetryczne, wyłącznik zamknięty								
Symetryczne, wyłącznik otwarty								
Niesymetryczne, wyłącznik zamknięty								
Niesymetryczne, wyłącznik otwarty								
Symetryczne, wyłącznik zamknięty, zmiana biegunowości zacisków k i l								

Układ krzyżowy przekładników

Rysunek 4.20 przedstawia układ krzyżowy przekładników do pomiaru prądów wtórnych przekładników oraz różnicy geometrycznej prądów. Należy zmierzyć prądy wtórne przekładników oraz ich różnicę geometryczną.

Wyniki należy zestawić w tabeli 4.8.



Rys.4.20. Układ krzyżowy przekładników prądowych

Tabela 4.8.

I_1 [A]	I_2 [A]	I_3 [A]	I_4 [A]	I_5 [A]	I_6 [A]

Układ niepełnej gwiazdy

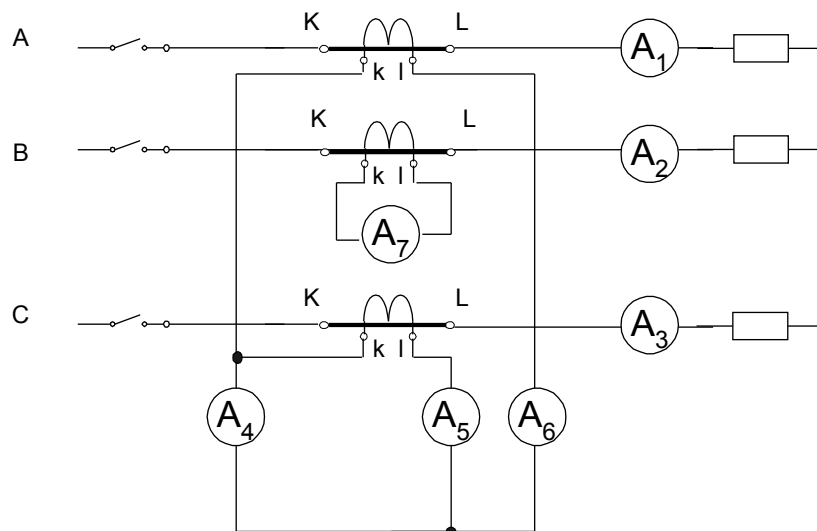
Na rys. 4.21 przedstawiony jest układ niepełnej gwiazdy. W układzie tym można przy pomocy dwóch przekładników zmierzyć trzy prądy przewodowe.

Amperomierz w fazie B służy tylko do kontroli prądu w fazie B. Należy zmierzyć prądy w układzie jak na rys. 4.21 oraz przy zmienionej biegunowości zacisków strony wtórnej przekładnika w fazie A.

Wyniki zestawień w tabeli 4.9.

Tabela 4.9

Biegunowość zacisków przekładnika fazy A	I_1 [A]	I_2 [A]	I_3 [A]	I_4 [A]	I_5 [A]	I_6 [A]	I_7 [A]
Prawidłowa							
Nieprawidłowa							



Rys.4.21. Układ niepełnej gwiazdy przekładników prądowych

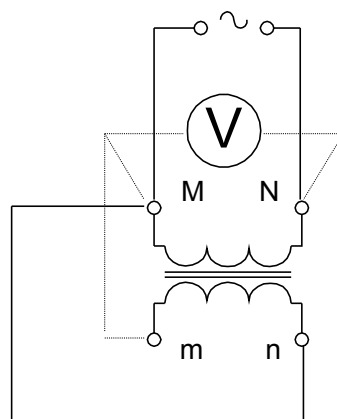
4.2.2. Przekładnik napięciowy

4.2.2.1. Sprawdzenie prawidłowości oznaczeń zacisków przekładnika napięciowego.

Nieprawidłowe oznaczenie zacisków przekładnika napięciowego może spowodować uszkodzenie przekładnika lub błędny pomiar napięcia. W praktyce stosowane są różne metody sprawdzenia prawidłowości oznaczeń zacisków.

Przy zasilaniu napięciem stałym stosowana jest metoda Scheringa, przy zasilaniu napięciem przemiennym stosowana jest metoda woltmierzowa oraz metoda różnicowa.

Metoda woltmierzowa



Rys. 4.22. Układ do sprawdzania prawidłowości oznaczeń przekładnika napięciowego metodą woltmierzową

Jest bardzo prostą metodą powszechnie stosowaną. Jedynym przyrządem pomiarowym jest woltomierz. Jeżeli zaciski przekładnika są oznaczone prawidłowo, to przy szeregowym połączeniu uzwojeń napięcie na zaciskach M N jest niższe od napięcia mN (rys. 4.22).

Wyniki ze sprawdzenia oznaczeń zacisków zestawień w tabelicy 4.10.

Tabela 4.10.

Napięcie na zaciskach		Oznaczenie zacisków (prawidłowe lub nie)
MN	mN	

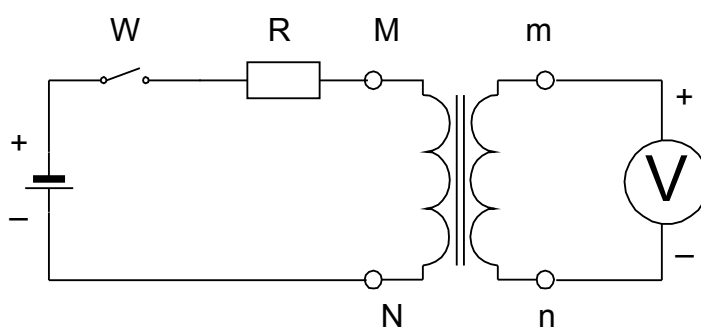
Metoda Scheringa

W metodzie Scheringa wykorzystuje się prawo Lenza. W chwili załączania źródła napięcia stałego (rys. 4.23) woltomierz włączony do obwodu wychyli się w prawo przy prawidłowym oznaczeniu zacisków przekładnika i przy biegunowości źródła i woltomierza jak na rysunku, zaś przy otwieraniu obwodu zasilania woltomierz wychyli się w lewo. W przypadku nieprawidłowego oznaczenia zacisków przy załączeniu źródła zasilania woltomierz wychyli się w lewo.

Wyniki sprawdzenia ująć w tabelicy 4.11.

Tabela 4.11

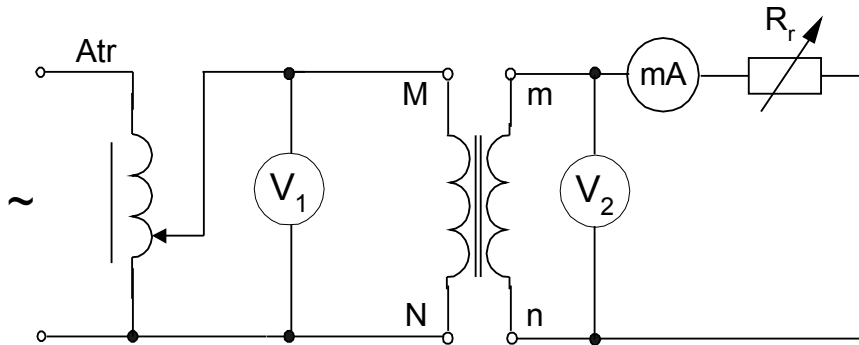
Kierunek wychylenia woltomierza		Oznaczenie zacisków (prawidłowe lub nie)
przy zamykaniu obwodu zasilania	przy otwieraniu obwodu zasilania	



Rys. 4.23. Układ do sprawdzania prawidłowości oznaczeń przekładnika napięciowego metodą Scheringa

4.2.2.2. Orientacyjny pomiar przekładni przekładnika

Przekładnię przekładnika wyznacza się w układzie przedstawionym na rys. 4.24. Napięcie pierwotne U_1 należy zmieniać od 0 do $1,2 U_{1n}$ przy ustalonym znamionowym obciążeniu strony wtórnej przekładnika. Wyniki pomiarów zestawić w tabeli 4.12.



Rys. 4.24. Układ do wyznaczenia przekładni przekładnika

Tabela 4.12

Lp.	U_1 [V]	U_2 [V]	I [A]	∂_{un} [V/V]	∂_u [V/V]
0					
.					
.					
.					
$1.2U_{1n}$					

4.2.2.3. Pomiary w układach przekładników napięciowych

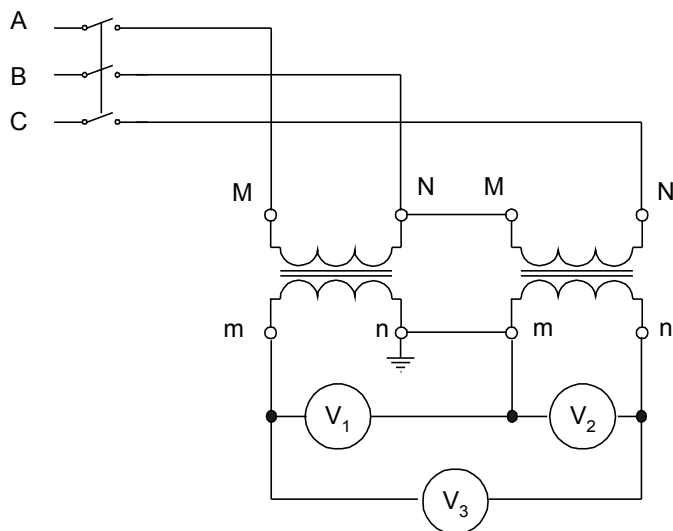
Układ V

Układ pomiarowy przedstawia rys. 4.25.

Pomiary napięć wykonać dla następujących przypadków:

- praca prawidłowa
- przerwa w fazie A
- przerwa w fazie B
- zmieniona biegunowość zacisków m,n jednego przekładnika.

Wyniki pomiarów ująć w tabeli 4.16.



Rys. 4.25. Układ V przekładników napięciowych

Tabela 4.16

Układ pracy	U_1 [V]	U_2 [V]	U_3 [V]	Uwagi
1				
2				
3				
4				

Układ pełnej gwiazdy

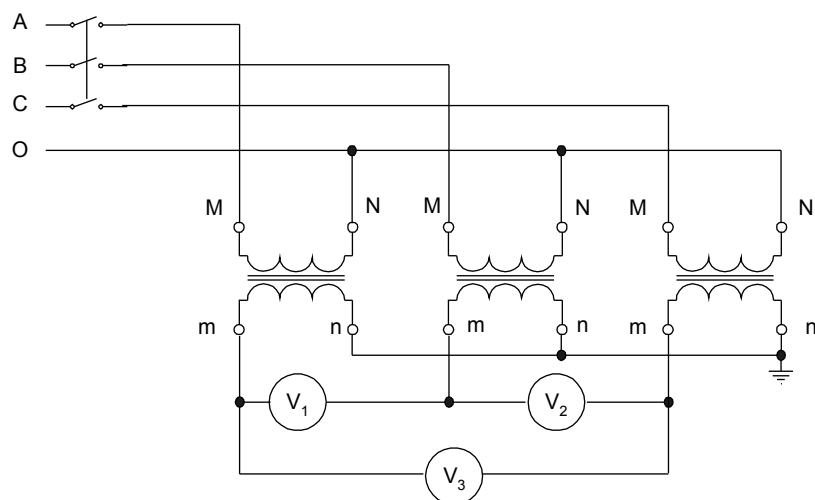
Układ pomiarowy przedstawia rys. 4.26. Pomiary napięć międzyprzewodowych po stronie wtórnej przekładników wykonać dla następujących przypadków :

- właściwy układ połączeń
- przerwa w fazie A
- zmiana biegunowości strony wtórnej przekładnika w fazie A .

Wyniki pomiarów zestawić w tabeli 4.17.

Tabela 4.17

Układ pracy	U_1 [V]	U_2 [V]	U_3 [V]	Uwagi
1				
2				
3				



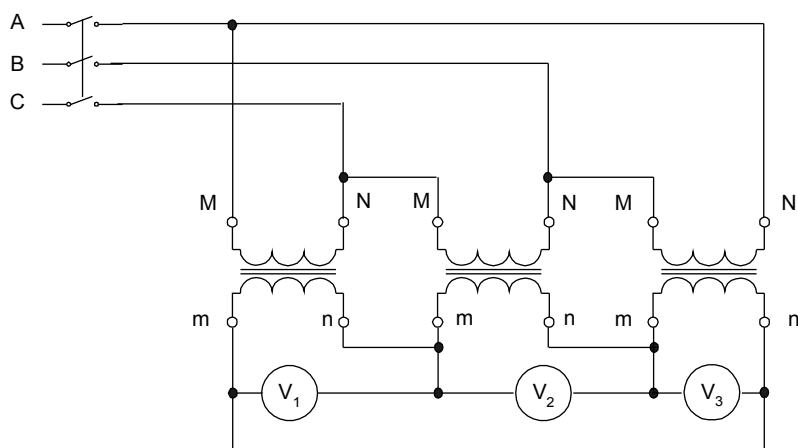
Rys. 4.26. Układ gwiazdowy przekładników napięciowych

Układ trójkątowy

Napięcia międzyprzewodowe w układzie trójkątowym mierzy się w układzie przedstawionym na rys. 4.27. Pomiary napięć międzyprzewodowych po stronach wtórnych przekładników wykonać dla następujących przypadków :

- właściwy układ połączeń
- przerwa w fazie A
- zmiana biegunowości wtórnej przekładnika a jednej fazie.

Wyniki pomiarów zestawzić w tabeli 4.18.



Rys.4.27. Układ trójkątowy przekładników napięciowych

Tabela 4.18

Układ pracy	U_1 [V]	U_2 [V]	U_3 [V]	Uwagi
1				
2				
3				

4.3. Zakres sprawozdania

- 4.3.1. Sprawdzenie przekładni prądowych i napięciowych badanych przekładników.
- 4.3.2. Charakterystyka magnesowania przekładnika prądowego $U_0 = f(I_0)$.
- 4.3.3. Wykresy wskazowe prądów i napięć badanych układów przekładników.
- 4.3.4. Interpretacja wskazań przyrządów przy różnych stanach pracy układów przekładnikowych.

LITERATURA

- [1] A. Chwaleba, M. Poniński, A. Siedlecki. Metrologia elektryczna. WNT, Warszawa 1998
- [2] Koszmider A., Olak J., Piotrowski Z. Przekładniki prądowe. WNT 1985
- [3] Hagel R., Zakrzewski J. Miernictwo dynamiczne. WNT, 1984.