

5.5. Instrukcja szczegółowa

KATEDRA ENERGOELEKTRONIKI I ELEKTROENERGETYKI LABORATORIUM ELEKTROENERGETYKI		
Grupa: 1. 2. 3. 4. 5.	Data:	Ocena:
ĆWICZENIE 5 BADANIE PRZEKŁADNIKA FERRANTIEGO		

5.1. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z podstawowymi parametrami charakteryzującymi przekładnik Ferrantiego oraz z metodami badań.

5.2. Program ćwiczenia:

1. Pomiar rezystancji uzwojenia wtórnego.
2. Wyznaczanie przekładni rzeczywistej, błędu prądowego oraz błędu całkowitego.
3. Wyznaczanie uchybu kąтового i mocy wyjściowej przekładnika w funkcji impedancji obciążenia.
4. Pomiar prądu ziemnozwarciowego poszczególnych faz.
5. Wyznaczanie wpływu niesymetrycznego ułożenia uzwojenia pierwotnego względem osi symetrii przekładnika.
6. Analiza wyników i wnioski.

5.2.1. Pomiar rezystancji uzwojenia wtórnego

Pomiaru rezystancji uzwojenia wtórnego dokonuje się mostkiem technicznym Thompsona, ponieważ oporność uzwojeń zazwyczaj nie przekracza $0,5 \Omega$. Należy pamiętać, aby na czas pomiaru odłączyć od uzwojenia wtórnego przewody oznaczone numerami 83 i 84, które dołączone są do zacisków przekładnika k_1 i l_1 . Obwód pomiarowy należy połączyć krótkimi przewodami o dużym przekroju, aby nie wprowadzać dodatkowego błędu pomiaru. Wykonać trzy pomiary wartości rezystancji uzwojenia wtórnego a wyniki pomiarów zestawić w tabeli 5.1.

Tabela 5.1. Pomiar rezystancji uzwojenia wtórnego przekładnika mostkiem Thompsona

R_{2n}		
[Ω]		

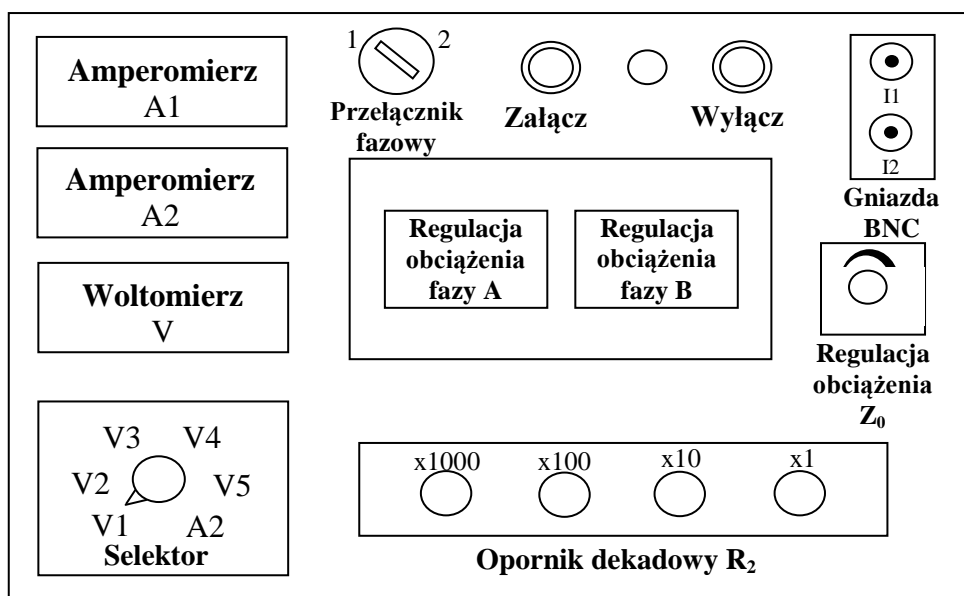
5.2.2. Wyznaczanie przekładni rzeczywistej, błędu prądowego oraz błędu całkowitego

Celem pomiarów jest sprawdzenie, czy przekładnia rzeczywista jest zgodna z przekładnią znamionową.

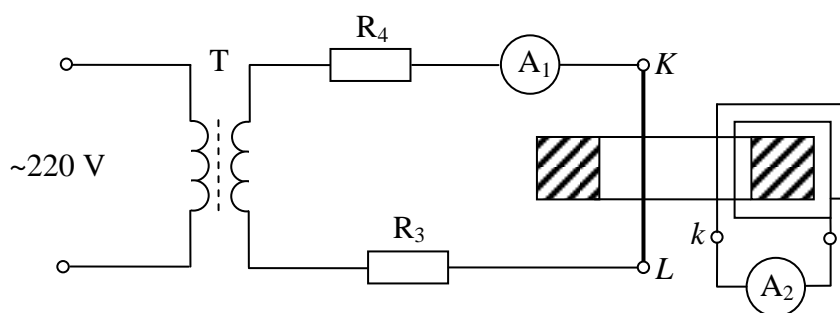
Widok płyty czołowej pulpitu sterowniczego do badania przekładnika Ferrantiego jest przedstawiony na rys.5.1, natomiast schemat układu pomiarowego na rys.5.2.

Przed przystąpieniem do pomiarów należy ustawić przełącznik fazowy (rys. 5.1) w pozycji 1, co spowoduje jednofazowe zasilenie układu. Następnie należy wyłączyć potencjometr obciążenia strony wtórnej Z_0 oraz ustawić przewód fazy B tak, aby znajdował się w osi symetrii przekładnika. Prąd strony pierwotnej przekładnika należy regulować za pomocą przełączników regulacji obciążenia fazy B w granicach od 1 A do 10 A.

W tabeli 5.2 zanotować dane znamionowe przekładnika i wyniki pomiarów prądu pierwotnego I_1 i wtórnego I_2 .



Rys. 5.1. Widok płyty czołowej pulpitu sterowniczego do badania przekładnika Ferrantiego



Rys. 5.2. Schemat układu pomiarowego do wyznaczania przekładni rzeczywistej, błędów prądowych oraz błędów całkowitych przekładnika

Na podstawie pomiarów i danych znamionowych przekładnika obliczyć:

- przekładnię rzeczywistą

$$g = \frac{I_1}{I_2} \quad (5.1)$$

- uchyb przekładni

$$\Delta g = \frac{g - g_n}{g_n} \cdot 100 \quad (5.2)$$

- błąd prądowy

$$\Delta I = \frac{g_n I_2 - I_1}{I_1} \cdot 100 \quad (5.3)$$

- błąd całkowity

$$\Delta I_w = \frac{|g_n I_2 - I_1|}{I_1} \cdot 100 \quad (5.4)$$

Wyniki pomiarów i obliczeń zestawień w tabeli 5.2.

Tabela 5.2. Wyniki pomiarów przekładni rzeczywistej przekładnika oraz obliczeń błędu prądowego i błędu całkowitego

Dane znamionowe przekładnika:						
Lp.	I_1	I_2	g	Δg	ΔI	ΔI_w
-	[A]	[A]	[-]	[%]	[%]	[%]
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

Następnie na podstawie wyników wykreślić charakterystykę $I_2 = f(I_1)$.

5.2.3. Wyznaczanie uchybu kąowego i mocy wyjściowej przekładnika w funkcji impedancji obciążenia

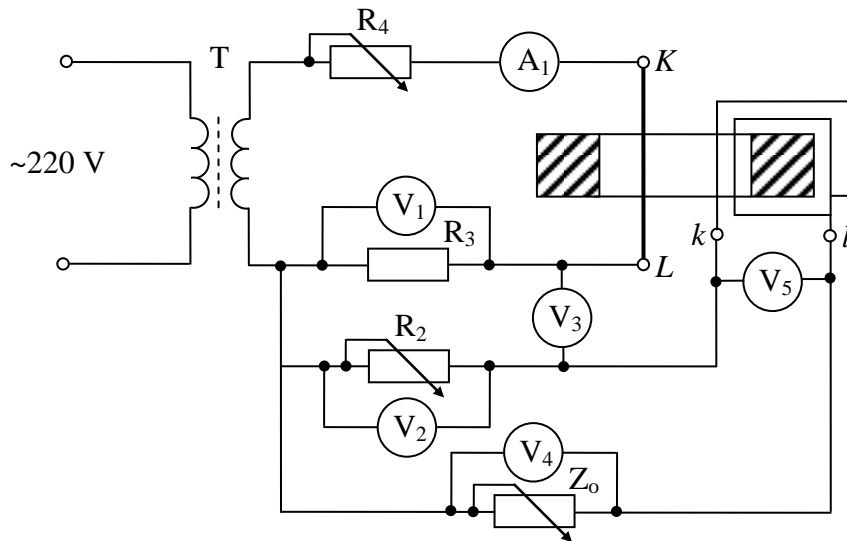
Schemat układu pomiarowego jest przedstawiony na rys. 5.3.

Rezystor R_3 w obwodzie pierwotnym dobrano i zainstalowano tak, aby przy ustalonym prądzie pierwotnym $I_1 = 3I_0$ spadek napięcia na tej rezystancji był rzędu 0,5...1 V. Opornica dekadowa R_2 włączona do obwodu wtórnego przekładnika służy do pośredniego pomiaru prądu w obwodzie wtórnym poprzez pomiar spadku napięcia na tej opornicy.

Przed przystąpieniem do pomiarów przełącznik fazowy (rys.5.1) należy ustawić w pozycji 1. Przy nastawionej wartości prądu I_1 (np: $I_1 = 2, 4, 6$ A) należy zmieniać obciążenie Z_0 przekładnika, regulując płynnie potencjometrem od wartości minimalnej do wartości maksymalnej, każdorazowo mierząc wartości napięć U_1, U_2, U_3, U_4, U_5 oraz wartości rezystancji R_2 . Należy pamiętać, aby przy każdej nastawionej wartości obciążenia Z_0 równoważyć napięcia U_1 i U_2 ($U_1 = U_2$) opornicą dekadową R_2 .

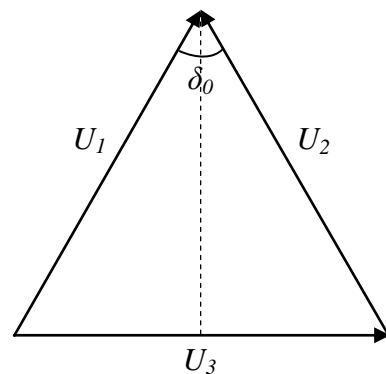
Uchyb kąowy należy obliczyć ze wzoru:

$$\delta_0 = 2 \cdot \arcsin \frac{U_3}{2 \cdot U_1} \quad (5.5)$$



Rys. 5.3. Schemat układu do wyznaczania uchybu kąowego i mocy wyjściowej przekładnika w funkcji impedancji obciążenia

Wykorzystując oscyloskop dwukanałowy, podłączony do gniazd BNC (rys. 5.1), można w bardzo łatwy sposób zaobserwować przesunięcie dwóch prądów (pierwotnego I_1 i wtórnego I_2), tzn. oszacować uchyb kąowy. Uchyb kąowy można również wyznaczyć z trójkąta równoramiennego napięć U_1 , U_2 , U_3 (rys. 5.4).



$$\sin \frac{\delta_0}{2} = \frac{U_3}{2 \cdot U_1}$$

$$\frac{\delta_0}{2} = \arcsin \frac{U_3}{2 \cdot U_1}$$

$$\delta_0 = 2 \cdot \arcsin \frac{U_3}{2 \cdot U_1}$$

Rys. 5.4. Wyznaczanie uchybu kąowego za pomocą trójkąta napięć

Moc wyjściową oraz impedancję obciążenia możemy określić na podstawie znajomości wartości zmierzonych napięć U_2 , U_4 , U_5 oraz wartości nastawionej rezystancji R_2 . Na podstawie pomiarów obliczyć:

- impedancję obciążenia

$$Z_{obc} = \frac{U_4 \cdot R_2}{U_2} + R_{2n} \quad (5.6)$$

gdzie: R_{2n} [Ω] – wartość rezystancji uzwojenia wtórnego zmierzona w pkt. 5.2.1

- moc wyjściową

$$S_{wy} = \frac{U_2 \cdot U_5}{R_2} \quad (5.7)$$

Wyniki pomiarów oraz obliczeń zestawić w tabeli 5.3.

Tabela 5.3. Wartości pomierzonych napięć oraz wyznaczonego uchybu kąowego i mocy wyjściowej

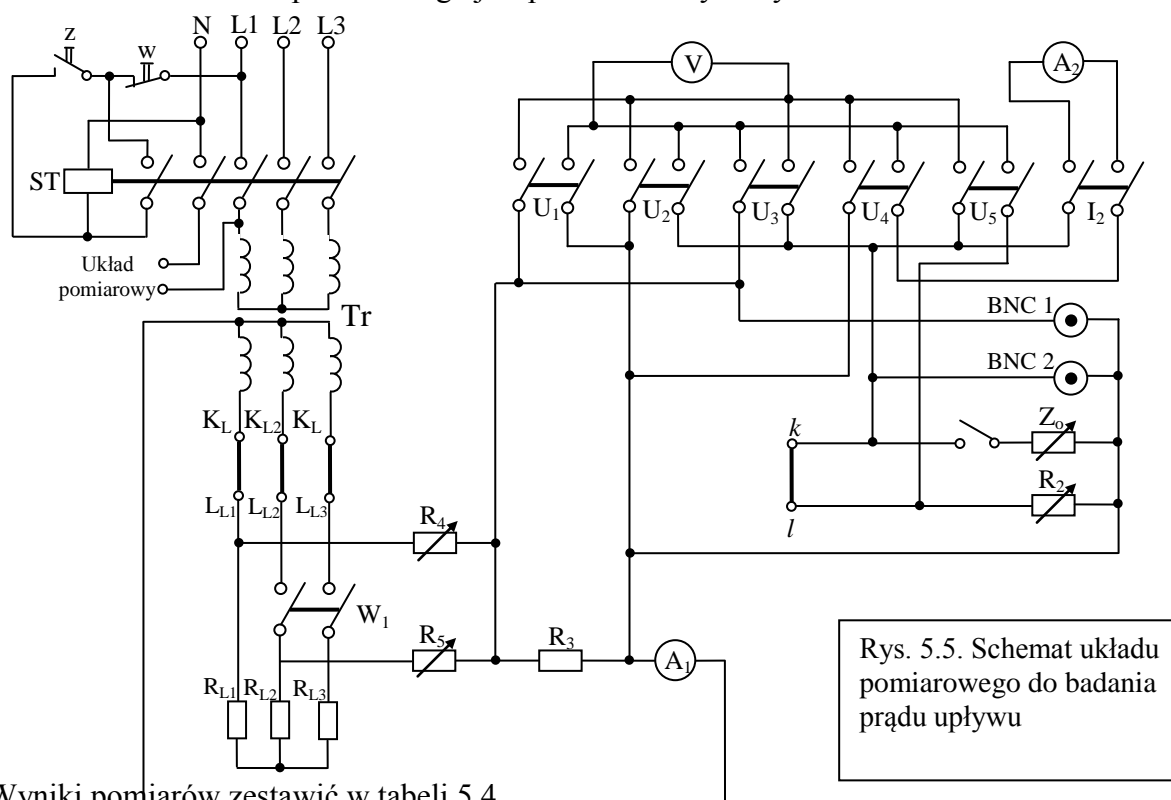
$I_1 = \dots A$									
Lp.	U_1	U_2	U_3	U_4	U_5	R_2	δ_0	Z_{obc}	S_{wy}
-	[V]	[V]	[V]	[V]	[V]	[Ω]	[$^\circ$]	[Ω]	[mVA]
1									
2									
3									
4									
5									
6									

Następnie na podstawie uzyskanych wyników wykreślić charakterystykę $S_{wy} = f(Z_{obc})$ oraz $\delta_0 = f(Z_{obc})$.

5.2.4. Pomiar prądu ziemnozwarciowego poszczególnych faz

Zakłócenia powodowane prądem ziemnozwarciowy mogą być wykrywane przez przekładnik Ferrantiego. Prąd ziemnozwarciowy płynący w uzwojeniu pierwotnym przekładnika, powoduje zakłócenie stanu równowagi ($\Sigma I \neq 0$), bo występuje składowa zerowa prądu i_0 , w konsekwencji czego, pojawi się strumień w obwodzie magnetycznym indukujący napięcie po stronie wtórnej przekładnika. Napięcie wymusza przepływ prądu o odpowiedniej wartości, powodując zadziałanie urządzenia zabezpieczającego i wyłączenie zasilania.

Schemat układu pomiarowego jest przedstawiony na rys. 5.5.



Rys. 5.5. Schemat układu pomiarowego do badania prądu upływu

Wyniki pomiarów zestawić w tabeli 5.4.

Przystępując do pomiaru należy ustawić przełącznik fazowy (rys. 5.1) w pozycji 2, co spowoduje włączenie zasilania 3-fazowego. Pomiarzy wykonać przy obciążeniu $Z_0 = 0,5 Z_{0max}$ i $R_2 = 100 \Omega$. Za pomocą przełączników obciążenia fazy A i/lub B należy regulować prąd upływu poszczególnych faz, a następnie dokonać pomiaru prądu pierwotnego I_1 i wtórnego I_2 przekładnika.

Tabela 5.4. Zestawienie otrzymanych wyników pomiaru prądu ziemnozwarciowego
Faza ...

Lp.	I_1	I_2
-	[A]	[A]
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

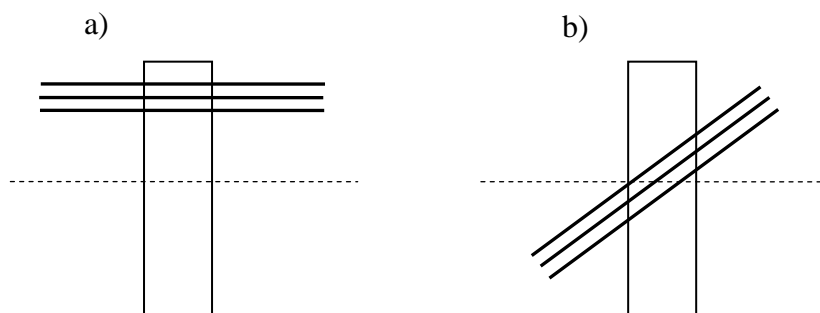
Następnie wykreślić charakterystykę I_1 w funkcji obciążenia poszczególnych faz.

5.2.5. Wyznaczanie wpływu niesymetrycznego ułożenia uzwojenia pierwotnego względem osi symetrii przekładnika

Celem badania jest wykazanie wpływu ułożenia przewodów (uzwojenia pierwotnego) w oknie przekładnika.

Schemat układu pomiarowego jest przedstawiony na rys. 5.5.

Przystępując do pomiaru należy ustawić przełącznik fazowy (rys. 5.1) w pozycji 2. Pomiar wykonać dla dwóch położen przewodów pierwotnych w oknie przekładnika: ułożenia równoległego (rys. 5.6a) i ukośnego w stosunku do osi symetrii przekładnika (rys. 5.6b). Przy nastawionych wartościach I_1 , R_2 , Z_0 (np: $I_1 = 2, 4, 6 \text{ A}$, $R_2 = 100, 200 \Omega$, $Z_0 = 0,5 Z_{0max}, Z_{0max}$) zmierzyć wartości napięć U_1, U_2, U_3, U_4, U_5 oraz wartości prądu I_2 .



Rys. 5.6. Położenie przewodów pierwotnych w oknie przekładnika: a) równoległe, b) ukośne

Wyniki pomiarów zestawić w tabeli 5.5.

Tabela 5.5. Zestawienie wyników badania wpływu niesymetrycznego ułożenia

przewodów

$I_1 = \dots \text{ A}, \quad R_2 = \dots \Omega, \quad Z_0 = \dots \Omega$						
Położenie przewodów	U_1	U_2	U_3	U_4	U_5	I_2
	[V]	[V]	[V]	[V]	[V]	[V]
równoległe						
ukośne						

5.2.6. Analiza wyników i wnioski

W sprawozdaniu należy umieścić schematy pomiarowe, tabele z wynikami pomiarów, przykładowe obliczenia oraz wykreślone charakterystyki. Na podstawie pomiarów i obliczeń sformułować wynikające z nich wnioski.

5.3. Pytania kontrolne:

1. Budowa i zasada działania przekładnika Ferrantiego.
2. Rodzaje błędów oraz sposoby ich zmniejszania w przekładniku Ferrantiego.
3. Wyznaczanie uchybu kąтового i mocy wyjściowej przekładnika Ferrantiego.