

Katedra Energetyki

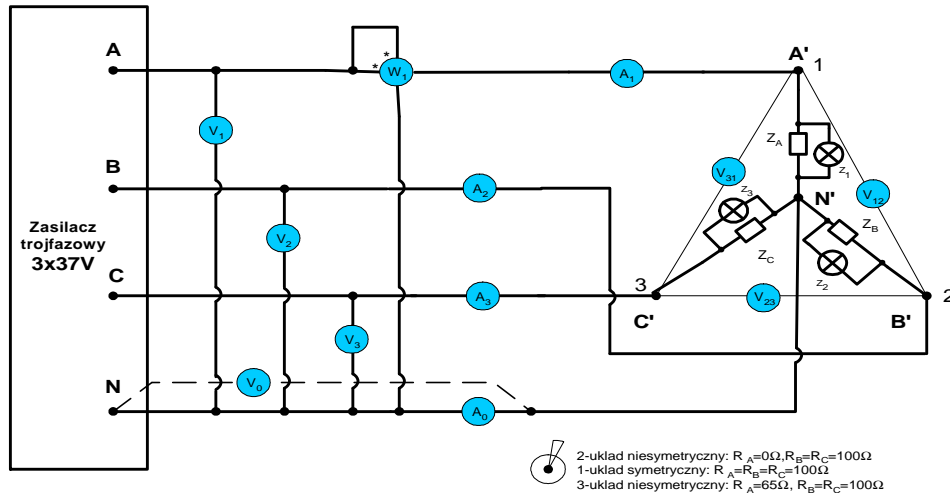
Laboratorium Podstaw Elektrotechniki i Elektroniki

Instrukcja do ćwiczenia:

BADANIE OBWODÓW TRÓJFAZOWYCH

1. Odbiornik rezystancyjny połączony w gwiazdę

1. Podłączyć woltomierze, amperomierze i watomierz zgodnie z rys.1.1
2. Wyniki pomiarów zanotować w tab.1.1.



Rys.1.1. Układ do badania obwodów trójfazowych połączonych w gwiazdę,

gdzie:

- a – przełącznik w poł.1 – układ symetryczny z przewodem zerowym, podłącz. A_0
- b – przełącznik w poł.1 – układ symetryczny bez przewodu zerowego, podłącz. V_0
- c – przełącznik w poł.2 – układ niesymetryczny z przewodem zerowym, podłącz. A_0
- d – przełącznik w poł.2 – układ niesymetryczny bez przewodu zerowego, podłącz. V_0
- e – przełącznik w poł.3 – układ niesymetryczny z przewodem zerowym, podłącz. A_0
- f – przełącznik w poł.3 – układ niesymetryczny bez przewodu zerowego, podłącz. V_0

Tab.1.1. Wyniki badań odbiornika rezystancyjnego połączony w gwiazdę

Rodzaj pomiaru	Pomiary											
	P_1	I_1	I_2	I_3	U_1	U_2	U_3	U_{12}	U_{23}	U_{31}	U_0	I_0
	W	A	A	A	V	V	V	V	V	V	V	A
a,b,c,d,e,f												

3. Na podstawie wyników pomiarów dla układu symetrycznego, obliczyć:

$$\underline{Z} = R + jX = Ze^{j\varphi}, \quad Z = \sqrt{R^2 + X^2}, \quad j = \arctg \frac{X}{R} \quad \text{lub} \quad j = \arccos \frac{R}{Z};$$

$$\underline{I}_1 = \frac{\underline{U}_1}{\underline{Z}} = \frac{\underline{E}_1}{\underline{Z}} = \frac{E_1}{Z} e^{-ij}, \quad \underline{I}_2 = \frac{\underline{U}_2}{\underline{Z}} = \frac{E_2}{Z} e^{-ij}, \quad \underline{I}_3 = \frac{\underline{U}_3}{\underline{Z}} = \frac{E_3}{Z} e^{-ij},$$

$$\underline{I}_1 + \underline{I}_2 + \underline{I}_3 = 0, \quad \underline{U}_{12} = \underline{U}_1 - \underline{U}_2, \quad \underline{U}_{23} = \underline{U}_2 - \underline{U}_3, \quad \underline{U}_{31} = \underline{U}_3 - \underline{U}_1,$$

- moduł napięcia międzyfazowego (przewodowego): $U_p = \sqrt{3}U_f$,
- moc czynną pobieraną przez jedną fazę odbiornika: $P_f = U_f I_f \cos \varphi$,
- moc pobieraną przez 3 fazy: $P = 3P_f = 3U_f I_f \cos j = \sqrt{3}U_p I_p \cos j$,
- moc bierna jest równa: $Q = 3U_f I_f \sin j = \sqrt{3}U_p I_p \sin j$,
- moc pozorna: $S = \sqrt{P^2 + Q^2}$

4. Na podstawie wyników pomiarów dla układu niesymetrycznego, obliczyć:

- napięcia fazowe: $\underline{U}_1 = \underline{E}_1 - \underline{U}_N$, $\underline{U}_2 = \underline{E}_2 - \underline{U}_N$, $\underline{U}_3 = \underline{E}_3 - \underline{U}_N$,

- prąd w przewodzie neutralnym: $\underline{I}_N = \underline{Y}_N \underline{U}_N = \frac{\underline{U}_N}{\underline{Z}_N} = \underline{I}_1 + \underline{I}_2 + \underline{I}_3$

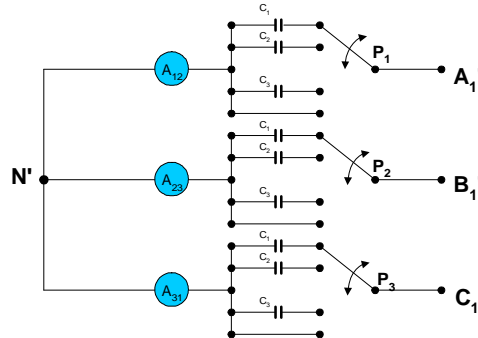
- Dla układu niesymetrycznego przy obliczaniu mocy obowiązują zależności jak dla układu symetrycznego, które należy obliczyć oddzielnie dla każdej z faz. Moc całkowita pobierana przez odbiornik jest równa sumie mocy pobieranej przez każdą z faz.
5. Wyznaczyć impedancję Z oraz kąt przesunięcia fazowego j dla każdej fazy odbiornika przy znanych rezystancjach obciążenia R .
 6. Na podstawie wykonanych pomiarów wykonać wykresy wektorowe prądów i napięć.
 7. Na wykresie wektorowym dokonać sprawdzenia zależności: $U_p = \sqrt{3}U_f$, $\underline{U}_{AB} + \underline{U}_{BC} + \underline{U}_{CA} = 0$,
 $I_A = I_B = I_C = I_p$.
 8. Wyniki zanotować w tab.1.2.

Tab.1.2. Wyniki obliczeń dla odbiornika rezystancyjnego połączonego w gwiazdę

Rodzaj pomiaru	Obliczenia											
	Z_1	Z_2	Z_3	φ_1	φ_2	φ_3	P_1	P_2	P_3	P	Q	S
	Ω	Ω	Ω	-	-	-	W	W	W	W	VAr	VA
a,b,c,d,e,f												

2. Odbiornik impedancyjny

1. Podłączyć woltomierze, amperomierze i watomierz odpowiednio w oznaczone miejsca układu pomiarowego (rys.1.1) oraz dodatkowo podłączyć odbiornik pojemnościowy (rys.2.1) w punktach N' , A' , B' i C' .
2. W odbiorniku pojemnościowym (rys.2.1) w każdej jego gałęzi jest układ trzech pojemności $C_1 = 2,2\text{mF}$, $C_2 = 4,7\text{mF}$, $C_3 = 9,4\text{mF}$. Zmianę pojemności dokonuje się przełącznikami: P_1 , P_2 , P_3 . Wybór pojemności w odbiorniku dokonuje **przewodzący ćwiczenie, przy wyłączonym zasilaniu**.



Rys.2.1. Układ odbiornika o charakterze pojemnościowym, gdzie: $C_1 = 2,2\text{mF}$, $C_2 = 4,7\text{mF}$, $C_3 = 9,4\text{mF}$

3. Wyniki wykonywanych pomiarów zanotować w tab.2.1.
5. Wyznacz impedancję Z oraz kąt przesunięcia fazowego j dla każdej fazy odbiornika przy znanych rezystancjach obciążenia R .
6. Na podstawie wykonanych pomiarów wykonać wykresy wektorowe prądów i napięć.

Tab.2.1. Wyniki badań odbiornika impedancyjnego połączonego w gwiazdę

Rodzaj pomiaru	Pomiary											
	P_1	I_1	I_2	I_3	U_1	U_2	U_3	U_{12}	U_{23}	U_{31}	U_0	I_0
	W	A	A	A	V	V	V	V	V	V	V	A
a,b,c,d,e,f												

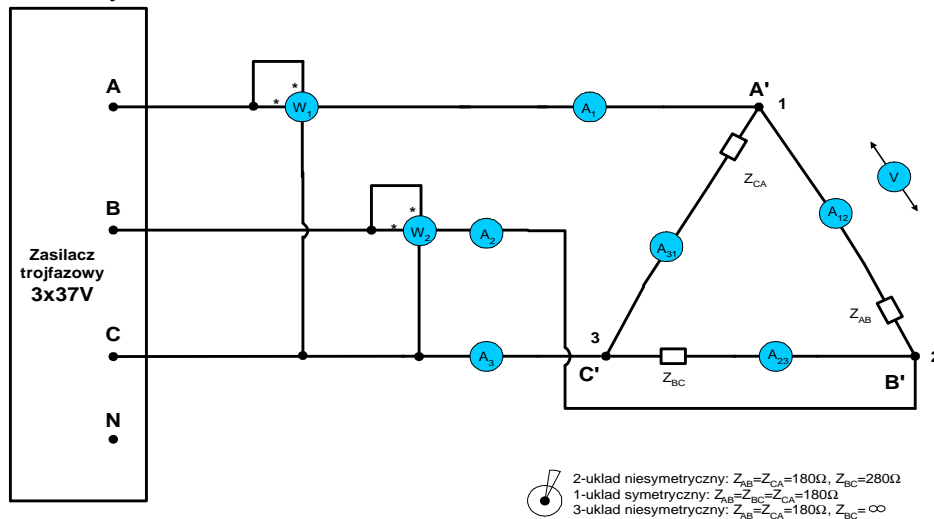
7. Na wykresie wektorowym dokonać sprawdzenia zależności: $U_p = \sqrt{3}U_f$, $\underline{U}_{AB} + \underline{U}_{BC} + \underline{U}_{CA} = 0$,
 $I_A = I_B = I_C = I_p$.
8. Wyniki obliczeń zanotować w tab.2.2.

Tab.2.2. Wyniki obliczeń dla odbiornika impedancyjnego połączonego w gwiazdę

Rodzaj pomiaru	Obliczenia											
	Z_1	Z_2	Z_3	φ_1	φ_2	φ_3	P_1	P_2	P_3	P	Q	S
	Ω	Ω	Ω	-	-	-	W	W	W	W	VAr	VA
a,b,c,d,e,f												

3. Symetryczny odbiornik rezystancyjny połączony w trójkąt

- Podłączyć woltomierze, amperomierze i watomierze w oznaczone miejsca układu pomiarowego (rys.3.1). Pomiary zanotować w tab.3.1.

**Rys.3.1.** Układ do badania obwodów trójfazowych połączonych w trójkąt,

gdzie:

- a – przełącznik w położeniu 1 - układ symetryczny,
- b – przełącznik w położeniu 3 - układ niesymetryczny,
- c – przełącznik w położeniu 2 - układ niesymetryczny.

Tab.3.1. Wyniki badania z odbiornikiem rezystancyjnym połączonym w trójkąt

Rodzaj pomiaru	Pomiary													
	U_1	U_2	U_3	I_1	I_2	I_3	I_{12}	I_{23}	I_{31}	P_1	P_2	U_{12}	U_{23}	U_{31}
	V	V	V	A	A	A	A	A	A	W	W	V	V	V
a,b,c														

- Dla odbiornika symetrycznego i niesymetrycznego, obliczyć:
 - impedancje fazowe oraz kąt przesunięcia fazowego napięcia i prądu

$$\underline{Z} = R + jX = Ze^{j\varphi}, Z = \sqrt{R^2 + X^2}, j = \arctg \frac{X}{R} \text{ lub } j = \arccos \frac{R}{Z};$$
 - moc czynną pobieraną przez jedną fazę odbiornika: $P_f = U_f I_f \cos \varphi$
 - moc czynną pobieraną przez 3 fazy: $P = 3P_f = 3U_f I_f \cos \varphi$
 - moc bierna: $Q = 3U_f I_f \sin j = \sqrt{3}U_p I_p \sin j$
 - moc pozorna: $S = 3U_f I_f = \sqrt{3}U_p I_p$

- Moc całkowita wyznaczana jest metodą dwóch watomierzy i wynosi $P = P_1 + P_2 = \sqrt{3}U_p I_p \cos j$

- Wyznacz impedancję i kąt przesunięcia fazowego j dla każdej z faz przy znanych rezystancjach obciążenia R .

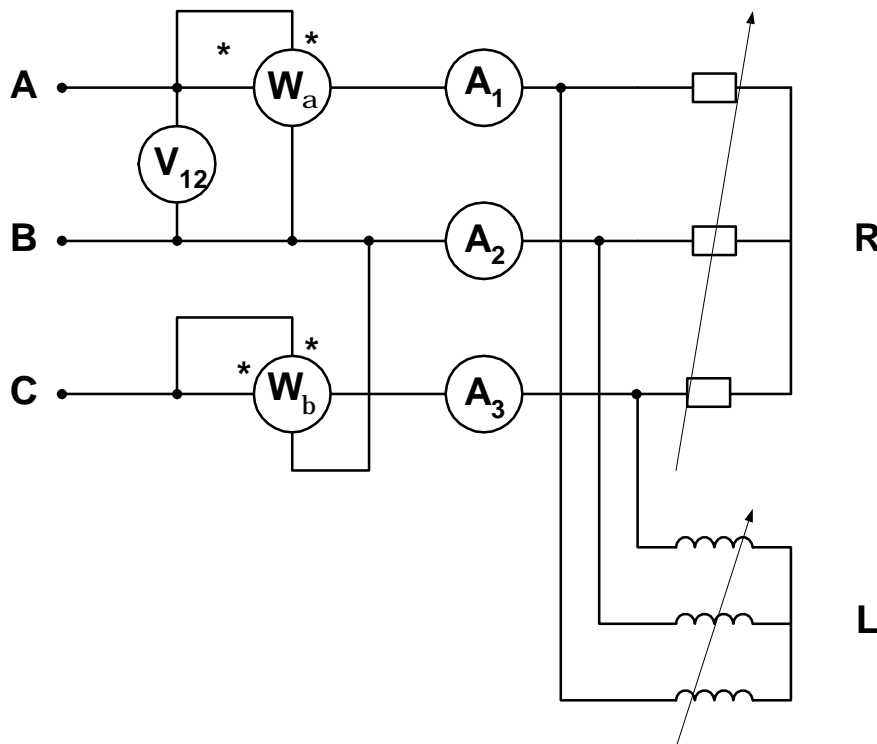
5. Na podstawie wykonanych pomiarów wykonać wykresy wektorowe prądów i napięć.
6. Na wykresie wektorowym dokonać sprawdzenia zależności: $I_p = \sqrt{3}I_f$, $I_1 + I_2 + I_3 = 0$, $U_p = U_f$.
7. Wyniki obliczeń zanotować w tab.3.2.

Tab.3.2. Wyniki obliczeń dla odbiornika rezystancyjnego połączony w trójkąt

Rodzaj pomiaru	Obliczenia											
	Z_{12}	Z_{23}	Z_{31}	φ_{12}	φ_{23}	φ_{31}	P_{12}	P_{23}	P_{31}	P	Q	S
	Ω	Ω	Ω	-	-	-	V	V	V	W	VAr	VA
a,b,c												

4. Pomiary mocy obwodu trójfazowego w układzie Arona

1. Wykorzystując stanowisko pomiarowe (rys.4.1) podłączyć woltomierz, watomierze i amperomierz odpowiednio w oznaczone miejsca układu pomiarowego.



Rys.4.1. Schemat układu pomiarowego mocy obwodu trójfazowego w układzie Arona

2. Po sprawdzeniu przez prowadzącego prawidłowości połączeń prowadzący włączy zasilanie do stanowiska ($3 * 500V/50Hz$).
3. Wykonać pomiary napięcia międzyprzewodowego U_{12} , mocy P_α i P_β oraz prądów I_1 , I_2 , I_3 dla czterech przypadków obciążenia:
 - a) przy załączonym odbiorniku R ($\cos\varphi = 1$),
 - b) przy równoległym podłączeniu odbiorników R i L dla dodatnich wartości mocy P_α i P_β ($\cos\varphi > 0$),
 - c) przy równoległym podłączeniu odbiorników R i L dla jednej z wartości P_α i P_β mocy równej zero ($\cos\varphi = 0,5$),
 - d) przy równoległym podłączeniu odbiorników R i L dla jednej z wartości mocy P_α i P_β ujemnej ($\cos\varphi < 0,5$).
4. Dla każdego badanego przypadku obliczyć:
 - moc czynną $P = P_\alpha + P_\beta$

- współczynnik mocy $\cos j = \frac{P}{\sqrt{3}U \cdot I}$
- moc pozorną $S = \sqrt{3}U \cdot I$ [VA]
- moc bierną $Q = \sqrt{3}U \cdot I \sin j$ [var]

5. Wyniki pomiarów i obliczeń wpisać do tab.4.1.

Tab.4.1. Wyniki pomiarów w obwodzie trójfazowym w układzie Arona

Rodzaj pomiaru	Pomiary							Obliczenia			
	U ₁₂	I ₁	I ₂	I ₃	I _{sr}	P _α	P _β	P	cos φ	S	Q
	V	A	A	A	A	W	W	W	-	VA	var
a											
b											
c											
d											

6. Wykonać obliczenia i wykresy wektorowe dla wszystkich wariantów pomiarów wykonanych w ćwiczeniu.
7. Zamieścić przykładowe obliczenia.
8. Przedstawić własne wnioski i spostrzeżenia.