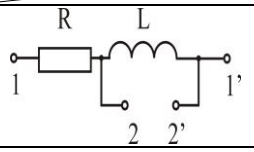
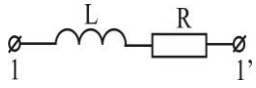
LABORATORIUM ELEKTROTECHNIKI I ELEKTRONIKI					
Grupa		Podgrupa		Numer ćwiczenia	5
Lp.	Nazwisko i imię		Ocena	Data wykonania ćwiczenia	
1. 2. 3. 4. 5.				Podpis prowadzącego zajęcia	
				Data oddania sprawozdania	
Temat	BADANIA ODBIORNIKÓW TRÓJFAZOWYCH				

Wykaz przyrządów

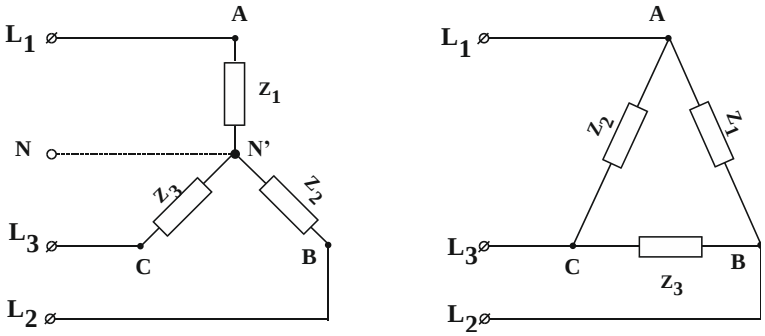
Tabela 1.

Lp.	Oznaczenie przyrządu na schemacie	Nazwa przyrządu	Typ przyrządu	Zakresy pracy	Numer
1	AC PM	Miernik wielofunkcyjny			
2	AC PM	Miernik wielofunkcyjny			
3	AC PM	Miernik wielofunkcyjny			
4	A_N	Amperomierz			
5	TRA	Transformator trójfazowy			
6	$Ł_1$	Łącznik trójsekcyjny			
7	$Ł_2$	Łączniki jednosekcyjny			
8	$\underline{Z}_1$	Rezystancja/impedancja odbiornika		R=470 Ω L=1,04 H	b/n
9	$\underline{Z}_2$, $\underline{Z}_3$	Impedancje odbiorników			b/n

5.5.1. Ogólna charakterystyka badań odbiornika w sieci trójfazowej

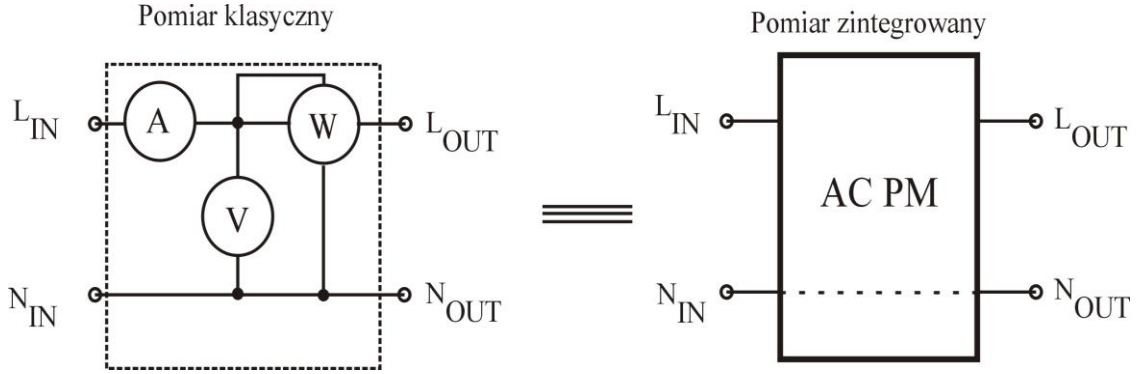
Badania odbiorników trójfazowych dotyczyć będą pomiarów mocy wydzielonej na odbiorniku połączonych z siecią trójfazową w układzie w gwiazdę i w trójkąt. Wykonane będą pomiary mocy czynnej i pozornej wydzielonej na 3 gałęziach ($\underline{Z}_1$, $\underline{Z}_2$, $\underline{Z}_3$) obciążenia umieszczonego pomiędzy punktami ABC zgodnie z rys.5.19. Punkt N" dla podłączenia w gwiazdę jest nazywany punktem neutralnym odbiornika.

Impedancje $\underline{Z}$ gałęzi obciążające poszczególne fazy mogą się różnić lub być jednakowe. Badania przeprowadzone będą dla przypadku symetrycznego (impedancje odbiorników wszystkich faz jednakowe) i niesymetrycznego (jedna z impedancji odbiorników różni się od pozostałych) obciążenia. Niesymetryczność wprowadzona będzie poprzez zmianę charakteru impedancji wybranej gałęzi (impedancja rzeczywista) lub rozwarcie w jednej z linii zasilających (nieskończona impedancja).



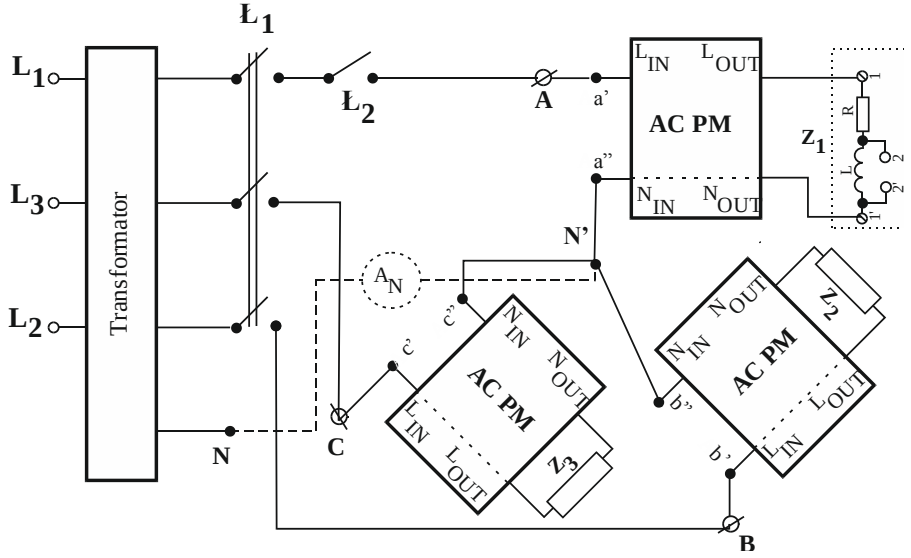
Rys.5.19. Sposoby połączenia odbiornika trójfazowego z siecią trójfazową w gwiazdę lub w trójkąt

Pomiary mocy (czynnej i pozornej) wydzielonej w gałęziach odbiornika mogą być realizowane klasycznymi metodami w oparciu o: watomierz, woltomierz i amperomierz lub zintegrowanym miernikiem mocy. W klasycznych pomiarach wykonywany jest pomiar mocy czynnej przy pomocy watomierza a moc pozorna wyznaczana jest w pośredni sposób poprzez pomiary wartości skutecznych prądu w i napięcia kolejnych fazach odbiornika. Miernik mocy (AC PM) jest miernikiem zintegrowanym realizującym funkcje pomiarowe: watomierza, woltomierza i amperomierza. Umożliwia on między innymi pomiary: mocy czynnej (P), wartości skutecznych napięcia (U) i prądu (I) oraz współczynnika mocy (cos(φ)). Tożsamość sposobów pomiaru mocy przedstawia rys.5.20. Punkty L_{IN} i N_{IN} należy podłączane do odpowiedniej pary punktów z rys.5.19, natomiast punkty L_{OUT} i N_{OUT} do jednej z faz odbiornika.



Rys.5.20. Klasyczny i zintegrowany sposoby pomiaru mocy w sieci zasilającej

5.5.2. Badania odbiornika połączonego w gwiazdę



Rys.5.21. Układ pomiarowy do badania odbiornika połączonego w gwiazdę

5.5.2.1. Pomiary dla sieci 3 przewodowej

Do zacisków sieci trójprzewodowej, której przewody na tablicy rozdzielczej oznakowane są jako L_1,L_2,L_3 należy podłączyć transformator obniżający napięcie. Odbiornik złożone z 3 impedancji Z połączone z miernikami mocy AC PM typu GPM-8212 połączyć z sobą w trzy pary zgodnie z rys.5.21. Zwrócić uwagę na opis zacisków miernika GPM-8212. Impedancje Z należy podłączyć do zacisków **L_{OUT} i N_{OUT}** odpowiedniego miernika. Wówczas z zacisków **L_{IN} i N_{IN}** właściwych par miernik-impedancja (np. para **a'-a"** itd.) widoczne są gałęzie odbiornika połączonego w gwiazdę. Gałąź o zaciskach a'-a" należy połączyć z zaciskami **A i N'** sieci.

Tabela 2

Odbiornik połączony w gwiazdę *(sieć 3 przewodowa)*		Symetryczny	Niesymetryczny		
			Zwarte 2-2'	Zwarte 1-2	Rozwarta linia L_1
P_1	W				
U_1	V				
I_1	mA				
$\cos(\varphi_1)$					
P_2	W				
U_2	V				
I_2	mA				
$\cos(\varphi_2)$					
P_3	W				
U_3	V				
I_3	mA				
$\cos(\varphi_3)$					

W podobny sposób połączyć gałęzie b'-b" (zaciski **B i N'**) oraz c'-c" (zaciski **C i N'**). Uzyskany odbiornik w połączeniu w gwiazdę o wyróżnionych zaciskach **ABC** należy połączyć z wyjściem transformatora trójfazowego 3x15V 50Hz poprzez łącznik $Ł_1$ trójsekcyjny oraz łącznik $Ł_2$ jednosekcyjny. Łącznik trójsekcyjny $Ł_1$ służy do podłączenia odbiornika do sieci, natomiast jednosekcyjny $Ł_2$ do rozwierania linii L_1. Niesymetryczność odbiorników uzyskujemy zwierając zaciski 2-2' lub 1-2 na odbiorniku $\underline{Z}_1$**.** Badania przeprowadzić dla odbiornika symetrycznego, niesymetrycznego i rozwartej jednej linii. Wyniki pomiarów wpisać do tabeli 2.

5.5.2.2. Pomiary dla sieci 4 przewodowej

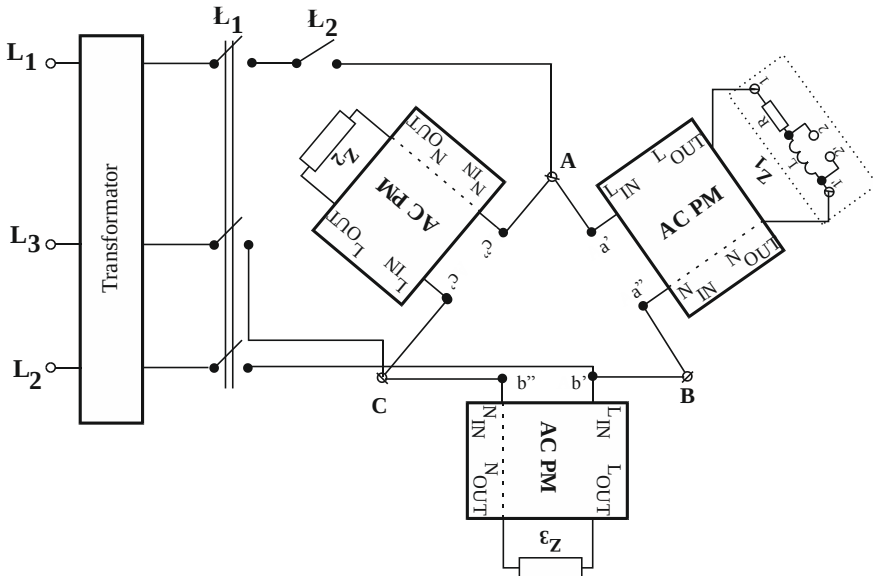
Tabela 3

Odbiornik połączony w gwiazdę *(sieć 4 przewodowa)*		Symetryczny	Niesymetryczny		
			Zwarte 2-2'	Zwarte 1-2	Rozwarta linia L_1
P_1	W				
U_1	V				
I_1	mA				
$\cos(\varphi_1)$					
P_2	W				
U_2	V				
I_2	mA				
$\cos(\varphi_2)$					
P_3	W				
U_3	V				
I_3	mA				
$\cos(\varphi_3)$					
I_N	mA				

Pomiary mocy odbiornika w sieci 4 przewodowej przeprowadzamy w układzie jak na rys.5.21 po wprowadzeniu dodatkowego połączenia punktów neutralnych sieci N z punktem neutralnym N' odbiornika (linia przerywana na schemacie). Ponadto w linię dodatkowej należy włączyć amperomierz A_N. Pomiary wykonać dla przypadków jak w sieci 3 przewodowej. Wyniki wpisać do tabeli 3.

5.5.3. Badania odbiornika połączonego w trójkąt

Zmontować układ pomiarowy zgodnie z rys.5.22. Badania przeprowadzić dla takich samych przypadków co w punkcie 5.5.2. Wyniki pomiarów wpisać do tabeli 4.



Rys.5.22. Układ pomiarowy do badania odbiornika połączonego w trójkąt

Tabela 4

Odbiornik połączony w trójkąt		Symetryczny	Niesymetryczny		
			Zwarte 2-2’	Zwarte 2-1	Rozwarta linia L_1
P_1	W				
U_1	V				
I_1	mA				
$\cos(\varphi_1)$					
P_2	W				
U_2	V				
I_2	mA				
$\cos(\varphi_2)$					
P_3	W				
U_3	V				
I_3	mA				
$\cos(\varphi_3)$					

5.6. Opracowanie wyników.

- obliczyć wielkości wyszczególnione w tabeli 5 na podstawie pomiarów:

$$R_k=\frac{P_k}{I_k^2} \qquad \varphi_k=arccos(\varphi_k) \qquad X_k=R_k\,tg(\varphi_k) \qquad Z_k=\frac{U_k}{I_k}$$

$$P=P_1+P_2+P_3 \qquad Q=X_1\cdot I_1^2+X_2\cdot I_2^2+X_3\cdot I_3^2 \qquad S=\sqrt{P^2+Q^2}\,.$$

- narysować wykresy wskazowe prądów i napięć na odbiorniku dla wszystkich badanych przypadków, wykorzystując dane liczbowe napięć i prądów fazowych odbiornika oraz kata φ przesunięcia fazowego napięcia względem prądu fazowego poszczególnych odbiorników zamieszczonych w tabeli 5. Należy uwzględnić indukcyjny charakter obciążenia.
- przeprowadzić analizę zmian wartości prądów fazowych odbiornika oraz prądu I_N.

Tabela 5

		Odbiornik symetryczny			Odbiornik niesymetryczny								
					Rozwarcie L_1			Zwarcie 2-2'			Zwarcie 1-2		
		Gwiazda		Trójkąt	Gwiazda		Trójkąt	Gwiazda		Trójkąt	Gwiazda		Trójkąt
Liczba przewodów		3	4	3	3	4	3	3	4	3	3	4	3
R_1	Ω												
R_2	Ω												
R_3	Ω												
φ_1	$[^0]$												
φ_2	$[^0]$												
φ_3	$[^0]$												
X_1	Ω												
X_2	Ω												
X_3	Ω												
Z_1	Ω												
Z_2	Ω												
Z_3	Ω												
P	W												
Q	var												
S	VA												

Literatura:

[1] Z. Włodarczyk: Elektrotechnika cz. III Skrypt WAT, 1980.
[2] B. Miedziński: Elektrotechnika. Podstawy i instalacje elektryczne. PWN, 1997.