

**Zakład Napędów Wieloźródłowych  
Instytut Maszyn Roboczych Ciężkich PW  
Laboratorium Elektrotechniki i Elektroniki**

**Ćwiczenie M3 - protokół**

**Badanie silnika indukcyjnego jednofazowego  
i transformatora**

Data wykonania ćwiczenia.....

**Zespół wykonujący ćwiczenie:**

	<i>Nazwisko i imię</i>	<i>ocena dop. do ćw.</i>
1.	.....	.....
2.	.....	.....
3.	.....	.....
4.	.....	.....
5.	.....	.....
6.	.....	.....
7.	.....	.....
8.	.....	.....
9.	.....	.....
10.	.....	.....

**Wydział SiMR PW**

**Rok ak. 201.../201...**

**Semestr.....**

**Grupa.....**

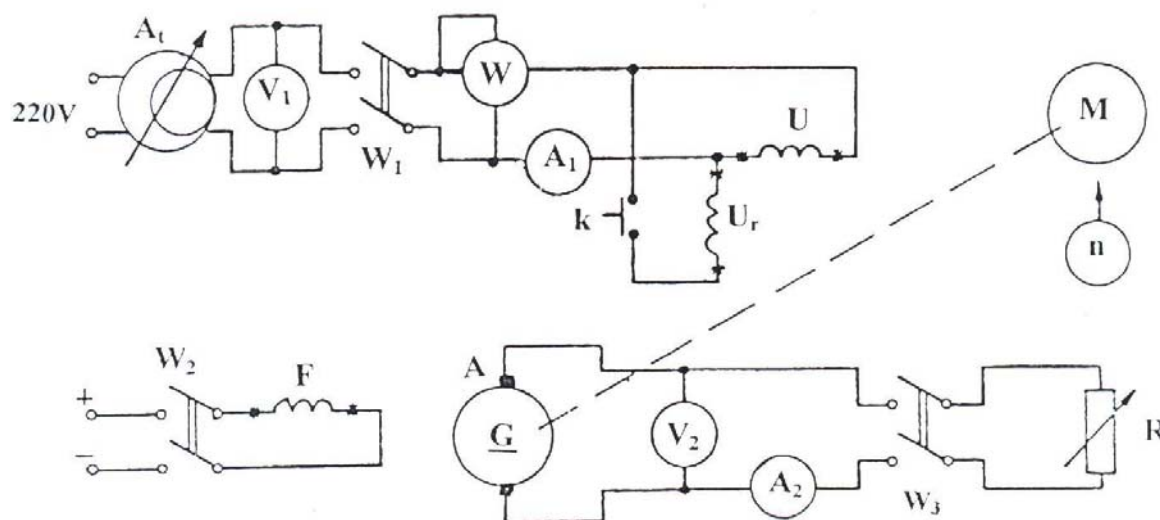
**Warszawa 2010r.**

## 1. Cel i zakres ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z budową i zasadą działania silnika indukcyjnego jednofazowego. Przeprowadzone badania laboratoryjne umożliwią analizę wpływu napięcia zasilania na parametry eksploatacyjne silnika w zależności od zmian obciążenia. W drugiej części ćwiczenia elementem badanym jest transformator. Pomiary laboratoryjne dotyczą podstawowych parametrów elektrycznych: napięć, prądów, mocy,  $\cos\phi$  dla różnych stanów pracy transformatora. Analiza otrzymanych wyników umożliwi wyznaczenie parametrów znamionowych urządzenia; m.in. przekładni, strat w żelazie w stanie jałowym, napięcia zwarcia, strat mocy w miedzi w stanie zwarcia.

## 2. Pomiary dotyczące silnika indukcyjnego jednofazowego

Pomiary dotyczą wyznaczenia charakterystyk silnika indukcyjnego jednofazowego w zależności od obciążenia, dla różnych napięć zasilających nastawianych każdorazowo za pomocą autotransformatora przy otwartych wszystkich wyłącznikach.



Rys.1. Schemat układu do badania silnika indukcyjnego jednofazowego

$A_t$  – autotransformator

$M$  – badany silnik indukcyjny jednofazowy,

$U$  – uzwojenie główne silnika,

$U_r$  – uzwojenie rozruchowe silnika,

$k$  – wyłącznik uzwojenia rozruchowego,

$V_1$  – woltomierz elektromagnetyczny – zakres 300V,

$A_1$  amperomierz elektromagnetyczny – zakres 2,5A

$W$  – watomierz elektrodynamiczny – zakres prądowy 5A, zakres napięciowy 200V,

$n$  – miernik prędkości obrotowej – zakres 2000obr/min,

Obciążenie silnika stanowi prądnica prądu stałego obcowzbudna  $G$ ,

$A_2$  – amperomierz magnetoelektryczny – zakres 3A,

$V_2$  – woltomierz magnetoelektryczny – zakres 300V,

$A_{1,2}$  – uzwojenie twornika prądnicy,

$F_{1,2}$  – uzwojenie wzbudzenia prądnicy,

$R$  – rezystancja obciążenia prądnicy prądu stałego,

$W_1, W_2, W_3$  – wyłączniki

Po zamknięciu wyłącznika  $W_1$  należy przyciskiem  $k$  – wyłącznikiem fazy rozruchowej, uruchomić silnik. Jest to bieg jałowy silnika – pierwszy pomiar.



Tablica 2.

L.p.	Pomiary $U_1=200V$					Obliczenia						
	$I_1$	$P_1$	n	$U_2$	$I_2$	$P_G$	$\Delta_3P_G$	$P_2$	$\eta_G$	$\eta_S$	$\cos\varphi$	s
	A	W	obr/min	V	A	W	W	W	%	%	-	%
1.					0	0	0	0	0	0		
2.												
3.												
4.												
5.												
6.												
7.												
8.												
9.												
10.												

Tablica 3.

L.p.	Pomiary $U_1=180V$					Obliczenia						
	$I_1$	$P_1$	n	$U_2$	$I_2$	$P_G$	$\Delta_3P_G$	$P_2$	$\eta_G$	$\eta_S$	$\cos\varphi$	s
	A	W	obr/min	V	A	W	W	W	%	%	-	%
1.					0	0	0	0	0	0		
2.												
3.												
4.												
5.												
6.												
7.												
8.												
9.												
10.												

Wykorzystując wyniki pomiarów i obliczeń zamieszczone w tabelach należy wykreślić zależności: n,  $P_1$ ,  $I_1, U_2$ ,  $I_2$ ,  $\cos\varphi_1$ ,  $\eta_G$ ,  $\eta_S$ , s w zależności od  $P_2$  dla trzech różnych napięć zasilających, przy czym na jednym wykresie znajduje się jeden parametr w funkcji zmian obciążenia dla trzech różnych napięć zasilających.

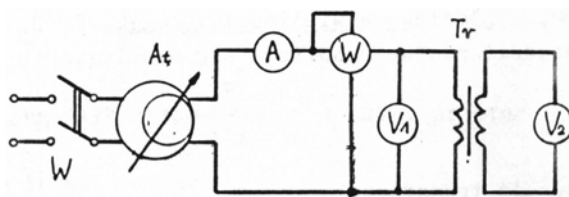
### 3. Pomiary dotyczące transformatora

#### 3.1 Pomiar parametrów transformatora w stanie jałowym

W stanie jałowym transformatora uzwojenie pierwotne włączone jest do sieci zasilającej, natomiast uzwojenie wtórne pozostaje rozwarte, czyli prąd  $I_2 = 0$ , prąd pierwotny równy jest prądowi stanu jałowego  $I_1 = I_0$  i jego wartość jest rzędu kilku procent prądu znamionowego transformatora. Moc czynna pobierana przez transformator zużywana jest głównie na pokrycie strat w stali, spowodowanych stratami mocy na histerezę i prądy wirowe.

Straty w miedzi uzwojenia pierwotnego są pomijalnie małe z powodu małej wartości prądu jałowego, straty w żelazie zależne od wartości strumienia – czyli od kwadratu napięcia.

$$\Delta P_{Fe} = kU_1^2 \quad \text{przy } f = \text{const}$$



Rys.2. Schemat układu do badania transformatora w stanie jałowym;  $W$  - wyłącznik jednobiegunowy,  $A_t$  – autotransformator,  $A$  – amperomierz,  $W$  – watomierz,  $V_1$ ,  $V_2$  – woltomierze,  $Tr$  – transformator

Należy zasilić transformator napięciem  $U_1$  o regulowanej wartości i zmierzyć  $I_0$ ,  $P_0$ .

Tablica 4.

Wartości zmierzone					Wartości obliczone	
l.p.	$U_1$	$I_1$	$P_1$	$U_2$	$\cos\phi$	$\theta$
	[V]	[A]	[W]	[V]	[-]	[-]
1.	220					
2.						
3.						
4.						
5.						
6.						
7.						
8.						
9.	150					

Do obliczeń wykorzystuje się zależności:

$$\cos\phi = \frac{P_1}{U_1 I_1} \qquad \theta = \frac{U_2}{U_1}$$

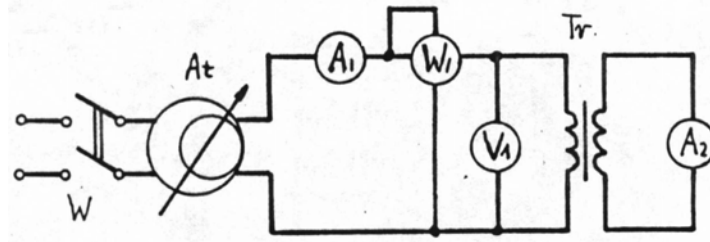
Przekładnię i straty mocy w żelazie transformatora ustala się dla warunków znamionowych. Wykonać charakterystyki:  $\cos\phi$ ,  $I_1$ ,  $P_1$ ,  $U_2 = f(U_1)$

### 3.2 Pomiar parametrów transformatora w stanie zwarcia

Stan zwarcia transformatora istnieje wówczas, gdy uzwojenie pierwotne jest zasilane napięciem  $U_1$ , a uzwojenie wtórne jest zwarte przez pomijalnie małą impedancję. Rozróżniamy dwa typy zwarcia:

- zwarcie awaryjne – gdy  $U_1 = U_{zn}$
- zwarcie pomiarowe – gdy  $U_1 = U_z$ , dla  $I_2 = I_{2zn}$

Wykonując pomiary należy autotransformatorem stopniowo zmieniać napięcie  $U_1$ , tak aby prąd  $I_2$  w uzwojeniu wtórnym uzyskał wartość równą prądowi znamionowemu badanego transformatora. Maksymalną wartość prądu na uzwojeniu wtórnym w stanie zwarcia transformatora proszę ustawić w granicach 4,5A.



Rys.3. Schemat układu do badania transformatora pracującego w stanie zwarcia pom.; W - wyłącznik, At - autotransformator, A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub> - amperomierze, W<sub>1</sub> - watomierz, V<sub>1</sub>, - woltomierz, Tr - transformator

Tablica 5.

Wartości zmierzone				Wartości obliczone		
l.p.	U <sub>1</sub>	I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	P <sub>z</sub>	cosφ <sub>z</sub>	U <sub>z</sub> %
	[V]	[A]	[A]	[W]	[-]	[%]
1.			4,9			
2.						
3.						
4.						
5.						
6.						
7.						
8.						
9.			0,5			

Do obliczeń wykorzystuje się zależności:

$$\cos\phi_z = \frac{P_z}{U_1 I_1}$$

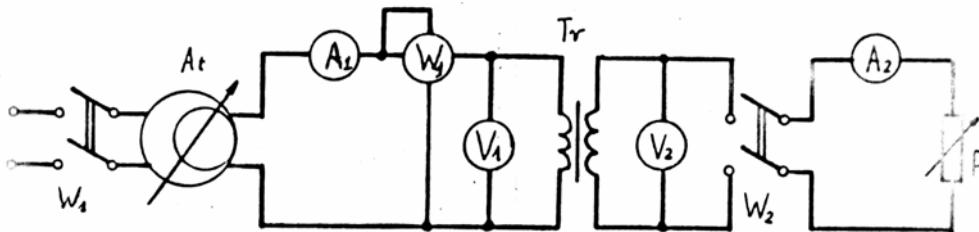
$$U_{z\%} = \frac{U_z}{U_n = 220V} 100\%$$

Napięcie zwarcia i straty w miedzi transformatora ustala się dla warunków znamionowych tzn.  $I_2 = I_{2zn}$ . Wykonać charakterystyki:  $\cos\phi_z, I_1, I_2, P_z = f(U_1)$

### 3.3 Pomiar parametrów transformatora w stanie obciążenia

Stan obciążenia transformatora występuje, gdy do uzwojenia pierwotnego dołączymy zasilanie, natomiast do uzwojenia wtórnego jest dołączony odbiornik energii elektrycznej.

Badanie transformatora w stanie obciążenia polega na tym, że transformator zasilany z sieci obciążany w pełnym zakresie zmian tj., prąd zmieniamy od zera do wartości znamionowej przy stałym  $\cos\phi_2$ .



Rys.4. Schemat układu do badania transformatora pracującego w stanie obciążenia; W - wyłącznik jednobiegunowy, At - autotransformator, A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub> - amperomierze, W<sub>1</sub> - watomierz, V<sub>1</sub>, V<sub>2</sub> - woltomierz, Tr - transformator, R - opornik obciążenia

Tablica 6.

l.p.	Wartości zmierzone					Wartości obliczone			
	U <sub>1</sub>	U <sub>2</sub>	I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	P <sub>1</sub>	cosφ <sub>1</sub>	dU	P <sub>2</sub>	η
	[V]	[V]	[A]	[A]	[W]	[-]	[%]	[W]	[%]
1.	Napięcie zasilające U <sub>1</sub> = 220V			0					
2.									
3.									
4.									
5.									
6.									
7.									
8.									
9.									
10.									
11.									
12.									
13.					4,9				

Do obliczeń wykorzystuje się zależności:

$$\cos\phi_1 = \frac{P_1}{U_1 I_1} \quad dU = \frac{U_{2zn} - U_2}{U_{2zn} = 380V} 100\% \quad \eta = \frac{P_2}{P_1} 100\% = \frac{U_2 I_2}{P_1} 100\%$$

Na podstawie uzyskanych pomiarów i obliczeń należy wykreślić charakterystyki  $U_2, I_1, P_1, P_2, \eta, \cos\phi_1, = f(I_2)$ .