Temat: Badanie silnika indukcyjnego jednofazowego

1. **Odczyt i interpretacja wielkości występujących na tabliczce znamionowej badanego silnika**
2. **Pomiar rezystancji uzwojeń**
3. **Przygotowanie i połączenie układu pomiarowego dla badanego silnika indukcyjnego**
4. **Rozruch silnika oraz zmiana kierunku wirowania**
5. **Próba zwarcia pomiarowego silnika przy obniżonej wartości napięcia zasilającego:**
   a. Pomiar wartości prądów, mocy i momentu elektromagnetycznego przy zatrzymanym wirniku silnika dla różnych wartości prądu zwarcia;
   b. Wyznaczenie i wykreślenie charakterystyk $I_z, I_g, I_r = f(U_z)$; $P_z, P_g, P_r = f(U_z)$; $T_z, \cos\varphi_z = f(U_z)$.
6. **Próba biegu jałowego:**
   a. Pomiar prądu w uzwojeniu roboczym, mocy i prędkości obrotowej silnika na biegu jałowym dla różnych wartości napięcia zasilającego;
   b. Wyznaczenie i wykreślenie charakterystyk $I_0, P_0, Q_0, \cos\varphi_0 = f(U_0)$;
   c. Rozdział strat mocy i wyznaczenie straty mocy w uzwojeniu roboczym ΔP_{cu}, strat mocy w obwodzie magnetycznym silnika ΔP_{Fe} oraz strat mechanicznych ΔP_m;
   d. Wykreślenie charakterystyk: $\Delta P_{cu}, \Delta P_m, \Delta P_{Fe} = f(U_0)$.
7. **Próba obciążenia:**
   a. Pomiar wartości prądów w uzwojeniu roboczym, mocy, momentu elektromagnetycznego oraz prędkości obrotowej silnika dla trzech różnych wartości napięcia zasilającego;
   b. Wyznaczenie i wykreślenie charakterystyk $I_g, P_g, Q_g, \cos\varphi, T, \eta, s = f(U)$.

Przebieg ćwiczenia

1. Interpretacja wielkości występujących na tabliczce znamionowej

Na tabliczce znamionowej znajdują się istotne informacje dotyczące znamionowych parametrów badanego silnika indukcyjnego 1-fazowego. Do informacji tych należą:

- znamionowa moc mechaniczna,
- znamionowa wartość napięcia zasilania,
- znamionowa wartość prądu,
- znamionowa wartość współczynnika mocy,
- znamionowa prędkość obrotowa silnika.

Powyższe informacje należy zapisać w tabeli 1.

Tabeli 1. *Dane znamionowe badanego silnika*

P_N	…… [W]
U_N	…… [V]
I_N	…… [A]
$\cos\varphi_N$	…… [--]
n_N	…… [obr/min]

Na podstawie odczytanych wartości parametrów znamionowych wyznaczyć:

- znamionową wartość mocy elektrycznej pobieranej przez silnik:
  $P_{EL} = U_N I_N \cos\varphi_N = ...;$
- sprawność silnika w warunkach pracy znamionowej: $\eta_N = \dfrac{P_N}{P_{EL}} = ...$
- wartość momentu znamionowego $T_N = \dfrac{60 \cdot P_N}{2\pi n_N} = ...$

2. Pomiar rezystancji uzwojeń silnika

Wykonać pomiar wartości rezystancji uzwojenia pracy (uzwojenia roboczego) i uzwojenia rozruchowego w temperaturze otoczenia t_o. Odczytać z termometru wartość temperatury w laboratorium:

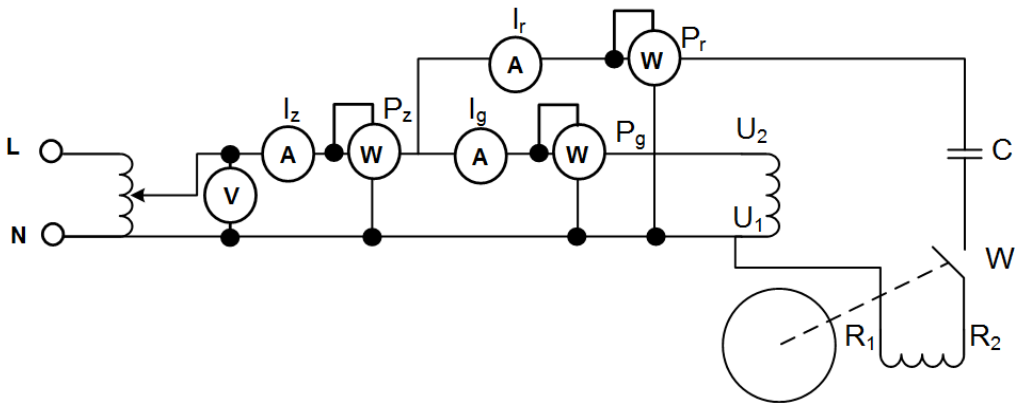
- temperatura otoczenia t_o = ……. ^{o}C
- rezystancja uzwojenie głównego: R_g = ……. Ω
- rezystancja uzwojenie pomocnicze: R_r = ……. Ω

Przeliczyć wartość rezystancji uzwojeń dla wartości temperatury pracy odpowiadającej temperaturze 75°C:

- wartość rezystancji R_g dla temp. 75°C $\quad R_{g75} = R_{g75} \cdot \dfrac{310}{235 + t_0} = .\ \ldots\ldots\ldots\ \Omega$
- wartość rezystancji R_r dla temp. 75°C $\quad R_{r75} = R_{r75} \cdot \dfrac{310}{235 + t_0} = \ldots\ldots\ldots\ \Omega$

3. Przygotowanie i połączenie układu pomiarowego dla badanego silnika indukcyjnego

W celu przeprowadzenia kolejnych punktów niniejszego ćwiczenia laboratoryjnego połączyć układ pomiarowy zgodnie z rysunkiem 1.



Rys. 1. Schemat układu pomiarowego do badania silnika indukcyjnego jednofazowego

4. Rozruch silnika oraz zmiana kierunku wirowania

Przed przystąpieniem do rozruchu silnika przeprowadzić z prowadzącym dyskusję dotyczącą zasad generowania wirującego pola kołowego, eliptycznego oraz pulsacyjnego. Omówić kwestie związane z wykorzystaniem w silniku indukcyjnym 1-fazowym dodatkowego uzwojenia rozruchowego przesuniętego geometrycznie o 90° elektrycznych względem uzwojenia roboczego. Wyjaśnić potrzebę stosowania kondensatora rozruchowego. Podać warunki odłączenia uzwojenia rozruchowego oraz warunki zmiany kierunku wirowania.

Dokonać rozruchu silnika, zaobserwować i opisać wrażenia słuchowe i wizualne występujące podczas rozruchu silnika. Zmodyfikować układ połączeń w celu zamiany kierunku wirowania silnika.

5. Próba zwarcia

Dokonać pomiarów wartości prądów, mocy i momentu elektromagnetycznego w układzie z rysunku 1, przy zatrzymanym wirniku silnika, tj. w stanie zwarcia silnika dla różnych wartości prądu zwarcia I_z. Otrzymane wyniki pomiarów i obliczeń zestawić w tabeli 2.

Tabela 2. *Wyniki pomiarów i obliczeń uzyskane w próbie zwarcia pomiarowego badanego silnika*

L.p.	U_z	I_g	P_g	I_r	P_r	I_z	P_z	$\cos\varphi_z$	T_R
-	V	A	W	A	W	A	W	-	Nm
1.						**10**			
2.						**9**			
3.						**8**			
4.						**7**			
5.						**6**			

Przy wyznaczaniu wartości współczynnika mocy $\cos\varphi_z$ zawartego w tabeli 2 zastosować wzór: $\cos\varphi_z = \dfrac{P_z}{U_z \cdot I_z}$

Na podstawie otrzymanych wyników pomiarów oraz obliczeń (tabela 2) wykreślić następujące charakterystyki: $I_z, I_g, I_r = f(U_z)$; $P_z, P_g, P_r = f(U_z)$; $T_z, \cos\varphi_z = f(U_z)$.

6. Próba biegu jałowego

Dokonać pomiarów wartości prądów, mocy elektrycznej oraz prędkości obrotowej w układzie z rysunku 1 dla silnika pracującego na biegu jałowym dla różnych wartości napięć zasilania U_0. Otrzymane wyniki pomiarów i obliczeń zestawić w tabeli 3.

Tabela 3. *Wyniki pomiarów i obliczeń dla próby biegu jałowego badanego silnika*

L.p.	U_0	I_0	P_0	n	$\cos\varphi_0$	Q_0	ΔP_{cu}	ΔP_{Fe+m}	ΔP_m	ΔP_{Fe}
-	V	A	W	rpm	-	Var	W	W	W	W
1.	**230**									
2.	**220**									
3.	**200**									
…										
10.	**60**									

Na podstawie uzyskanych wyników pomiarów zestawionych w tabeli 3 wykreślić charakterystyki: P_0, Q_0, I_0, $\cos\varphi_0 = f(U_0)$. Dokonać rozdziału strat mocy w silniku wykorzystując narysowaną charakterystykę $\Delta P_{Fe+m} = f(U_0^2)$. Dla wykreślonej charakterystyki $\Delta P_{Fe+m} = f(U_0^2)$ wyznaczyć współczynniki regresji oraz określić straty mechaniczne powstające w silniku ΔP_m oraz straty w obwodzie magnetycznym silnika ΔP_{Fe}. Przy wyznaczaniu wartości parametrów zawartych w tabeli 3 zastosować zależności:

$$\cos\varphi_0 = \frac{P_0}{U_0 \cdot I_0};\ Q_0 = P_0 \cdot \sin\varphi_0;\ \Delta P_{cu} = R_{g75} \cdot I_0^2;\ \Delta P_{Fe+m} = \Delta P_0 - \Delta P_{cu};\ \Delta P_{Fe+m} = \Delta P_{Fe} + \Delta P_m$$

Wykreślić wspólnie charakterystyki:

- P_0, Q_0, I_0, $\cos\varphi_0 = f(U_0)$
- $\Delta P_{Fe+m} = f(U_0^2)$
- ΔP_{Cu}, ΔP_m, $\Delta P_{Fe} = f(U_0)$

7. Próba obciążenia

Dokonać pomiarów wartości prądów, mocy elektrycznej, prędkości obrotowej i momentu elektromagnetycznego w układzie z rysunku 1 silnika indukcyjnego jednofazowego pracującego przy próbie obciążenia dla trzech różnych wartości napięć zasilania U. Otrzymane wyniki pomiarów i obliczeń zestawić w tabelach 4, 5 i 6.

1) Napięcie zasilania U_1 = …… V

Tabela 4. *Wyniki pomiarów i obliczeń*

L.p.	I_g	P_g	n	$\cos\varphi$	T	Q	P_m	η
-	A	W	rpm	-	Nm	VAr	W	%
1.								
2.								
…								
k								

2) Napięcie zasilania U_2 = …… V

Tabela 5. *Wyniki pomiarów i obliczeń*

L.p.	I_g	P_g	n	$\cos\varphi$	T	Q	P_m	η
-	A	W	rpm	-	Nm	VAr	W	%
1.								
2.								
…								
k								

3) Napięcie zasilania U_3 = …… V

Tabela 5. *Wyniki pomiarów i obliczeń*

L.p.	I	P	n	cosφ	T	Q	P_m	η
-	A	W	rpm	-	Nm	Var	W	%
1.								
2.								
…								
k								

Przy wyznaczaniu wartości parametrów zawartych w tabelach 4÷6 zastosować następujące wzory:

$$\cos\varphi = \frac{P}{U_i \cdot I}; \qquad Q = P \cdot \sin\varphi; \qquad P_m = \frac{2\pi n \cdot T}{60}; \qquad \eta_N = \frac{P_m}{P}$$

Na podstawie wyników pomiarów (tabeli 4÷6) dla rozpatrywanych trzech wartości napięć wykreślić wspólnie charakterystyki:

- $P, Q, = f(T)$
- $I, n = f(T)$
- cosφ, $\eta = f(T)$
- $P, Q, = f(P_m)$
- $I, \eta = f(P_m$

Przykładowe pytania kontrolne

1. Jak wytworzyć wirujące pole magnetyczne w silniku indukcyjnym 1-fazowym?
2. Przedstawić i omówić charakterystykę mechaniczną silnika indukcyjnego 1-fazowego.
3. Co nazywamy idealnym biegiem jałowym silnika?
4. Jak wyznaczyć straty w rdzeniu i straty mechaniczne w silniku?
5. Kiedy występuje stan zwarcia silnika? Ile razy prąd rozruchowy jest większy od I_N?
6. Na czym polega próba zwarcia pomiarowego silnika?

Literatura

1. G. Kamiński, W. Przyborowski, A. Biernat, J. Szczypior, *Badania laboratoryjne maszyn elektrycznych*, Wydawnictwo: OWPW, 2018
2. T. Glinka, *Maszyny elektryczne i transformatory*, praca zbiorowa, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2018
3. W. Przyborowski, G. Kamiński. *Maszyny elektryczne*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2014
4. W. Latek, *Maszyny elektryczne w pytaniach i odpowiedziach*, WNT, 2007
5. H. Rawa, *Elektryczność i magnetyzm w technice*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2001
6. Praca zbiorowa, *Poradnik inżyniera elektryka*, Tom 2, WNT Warszawa 2009