

**STUDIA STACJONARNE I STOPNIA , KIER. ELEKTROTECHNIKA , SEM. 4**  
**Laboratorium z „Maszyn Elektrycznych”, sala W – 014, Wilda – budynek główny B1**  
**PROGRAM 12 GŁÓWNYCH ĆWICZEŃ**

**CYKL I**

**Ćwiczenie 1 - Badanie transformatora 1-fazowego**

1. Wyznaczenie wymiarów obwodu magnetycznego transformatora
2. Pomiar przekładni napięciowej i napięć zwojowych przy wykorzystaniu dodatkowych cewek nawiniętych na uzwojeniach, wyznaczenie liczby zwojów uzwojeń transformatora
3. Próba stanu jałowego a) Pomiar prądu jałowego i mocy transformatora w funkcji napięcia zasilającego
  - a) Pomiar prądu oraz mocy w stanie jałowym w funkcji napięcia zasilającego;
  - b) Wykreślenie charakterystyk  $P_0$ ,  $I_0$ ,  $I_\mu$ ,  $I_{Fe}$ ,  $\cos\varphi_0 = f(U_0)$ ;
  - c) Wyznaczenie zastępczej charakterystyki magnesowania obwodu magnetycznego  $B_m = f(H_m)$  przy założeniu braku szczeliny powietrznej w rdzeniu.
4. Wyznaczenie charakterystyki zewnętrznej
  - a) Wyznaczenie charakterystyki zewnętrznej transformatora  $U_2 = f(I_2)$  dla obciążeń o różnym charakterze, przy założeniu  $U_1 = U_{1N} = const$ ,  $f = const$  oraz  $\cos\varphi_2 = const$ ;
  - b) Wyznaczenie procentowej zmienności napięcia transformatora przy prądzie znamionowym dla wybranych obciążeń.

**Ćwiczenie 2 - Badanie transformatora 3-fazowego**

1. Interpretacja wielkości występujących na tabliczce znamionowej
2. Ocena stanu technicznego transformatora
3. Pomiar rezystancji uzwojeń
  - a) Wizualna ocena wyglądu kadzi transformatora;
  - b) Wizualnie ocena stan izolatorów;
  - c) Pomiar stanu izolacji transformatora.
4. Stan jałowy transformatora
  - a) Pomiar prądów i mocy w stanie jałowym dla różnych wartości napięcia zasilającego;
  - b) Wyznaczenie i wykreślenie charakterystyk  $P_0$ ,  $I_0$ ,  $I_\mu$ ,  $I_{Fe}$ ,  $R_{Fe}$ ,  $X_\mu$ ,  $\cos\varphi_0 = f(U_0)$ .
5. Stan zwarcia transformatora
  - a) Pomiar prądów i mocy w stanie zwarcia dla różnych wartości napięcia zasilającego. Wyznaczenie procentowego napięcia zwarcia;
  - b) Wykreślenie charakterystyk  $I_z$ ,  $P_z$ ,  $\cos\varphi_z$ ,  $Z_z$ ,  $R_z$ ,  $X_z = f(U)$ .
6. Pomiar przekładni napięciowej transformatora
7. Wyznaczenie sprowadzonych do uzwojenia GN wartości parametrów schematu zastępczego transformatora
8. Sporządzenie wykresu fazorowego transformatora

**Ćwiczenie 3 - Badanie 3-fazowego silnika indukcyjnego pierścieniowego - część I**

1. Zapoznanie się ze stanowiskiem pomiarowym
2. Rozruch silnika oraz zmiana kierunku wirowania
3. Wyznaczenie charakterystyk siły elektromotorycznej  $E_2$  oraz częstotliwość  $f_2$  w funkcji prędkości obrotowej  $n$  dla otwartego obwodu uzwojenia wirnika
4. Obserwacja parametrów pracy maszyny indukcyjnej jako silnik, prądnica i hamulec

## CYKL II

### Ćwiczenie 4 - Badanie przebiegu prądu stanu jałowego i napięć transformatora trójfazowego dla różnych układów połączeń

1. Interpretacja wielkości występujących na tabliczce znamionowej
2. Zestawienie stanowiska pomiarowego
3. Zapoznanie z urządzeniem do pomiaru prądu, napięć i zawartości harmonicznym w prądach i napięciach oraz z obsługą programu do analizy tych parametrów
4. Obserwacja przebiegu prądu przewodowego, prądu w przewodzie zerowym, napięć zasilających fazowego i przewodowego dla układu połączeń YNyn (pomiar przy znamionowym napięciu zasilającym)
5. Obserwacja przebiegu prądu przewodowego oraz napięć zasilających fazowego i przewodowego dla układu połączeń Yyn (pomiar przy znamionowym napięciu zasilającym)
6. Obserwacja przebiegu prądu przewodowego oraz fazowego, a także napięć wyjściowych fazowych i przewodowych dla układu połączeń Dyn (pomiar przy znamionowym napięciu zasilającym)
7. Analiza i interpretacja otrzymanych wyników pomiarów

### Ćwiczenie 5 - Badanie 3-fazowego silnika indukcyjnego pierścieniowego - część II

1. Wyznaczanie parametrów schematu zastępczego
  - a) Pomiar rezystancji uzwojeń prądem stałym  $R_{1st}$ ,  $R_{2st}$
  - b) Próba zwarcia pomiarowego – wyznaczenie  $Z_z$ ,  $R_z$ ,  $X_z$ ,  $R_2'$ ,  $X_{r1}$ ,  $X_{r2}'$
  - c) Próba idealnego biegu jałowego – wyznaczenie  $X_{\mu}$ ,  $R_{Fe}$
  - d) Wyznaczenie przekładni napięciowej
2. Wyznaczenie charakterystyk momentu elektromagnetycznego  $T=f(n)$  dla różnych stanów pracy przy zasilaniu obniżonym napięciem podczas pracy bez dodatkowej rezystancji oraz z rezystancją dodatkową w obwodzie wirnika

#### **Dodatkowa część wykonywana indywidualnie w ramach sprawozdania**

Wykreślenie w skali - na podstawie obliczeń wykorzystujących schemat zastępczy silnika - wykresu wektorowego dla podanych przez prowadzącego wartości mocy na wale oraz poślizgu; wyznaczenie przy pomocy wykresu wektorowego wartości napięcia zasilania silnika

### Ćwiczenie 6 - Badanie 3-fazowego silnika indukcyjnego klatkowego

1. **Oględziny badanego silnika i hamowni wiropądowej**
  - a) Określenie typu silnika
  - b) Zasada działania hamowni wiropądowej
  - c) Odczytanie parametrów z tabliczki znamionowej i ocena możliwości rozruchu silnika z wykorzystaniem przełącznika gwiazda-trójkąt
2. Wyznaczanie wartości początkowych momentów i prądów rozruchowych przy bezpośrednich rozruchach w układach gwiazdy (Y) i trójkąta ( $\Delta$ ) oraz przy zastosowaniu przełącznika Y/ $\Delta$  (na podstawie prób zwarcia przy obniżonym napięciu sieci)
  - a) Pomiar wartości początkowych momentów i prądów rozruchowych przy obniżonym napięciu
  - b) Wyznaczenie wartości początkowych momentów i prądów rozruchowych przy znamionowym napięciu zasilania

3. Badanie wpływu ustawienia przełącznika na właściwości eksploatacyjne silnika - charakterystyki:  $\cos\varphi$ ,  $\eta$ ,  $I_1$ ,  $P_1$ ,  $Q_1$ ,  $s = f(T)$  (ocenić dla którego położenia przełącznika Y/ $\Delta$ , przy małych obciążeniach, praca silnika jest korzystniejsza)
4. Badanie podstawowych właściwości regulacji prędkości silnika przy zasilaniu napięciem o regulowanej częstotliwości
  - a) Bieg jałowy silnika
  - b) Stan obciążenia

### CYKL III

#### Ćwiczenie 7 - Badanie silnika indukcyjnego 1-fazowego

1. Rozruch silnika oraz zmiana kierunku wirowania
2. Próba zwarcia przy obniżonej wartości napięcia zasilającego
3. Próba biegu jałowego – wyznaczenie charakterystyk:  $I_0$ ,  $P_0$ ,  $Q_0$ ,  $\cos\varphi_0 = f(U)$
4. Próba obciążenia – wyznaczenie charakterystyk:  $I$ ,  $P_1$ ,  $Q_1$ ,  $T$ ,  $\eta$ ,  $s$ ,  $\cos\varphi_1 = f(P_m)$

#### Ćwiczenie 8 - Badanie trójfazowej prądnicy synchronicznej przy pracy autonomicznej

1. Wyznaczenie charakterystyk biegu jałowego i ustalonego zwarcia symetrycznego oraz obliczenie stosunku zwarcia
2. Wyznaczenie charakterystyk zewnętrznych przy różnych charakterach obciążenia
3. Wyznaczenie charakterystyk regulacyjnych przy różnych charakterach obciążenia

#### Ćwiczenie 9 - Badanie trójfazowej prądnicy synchronicznej – praca w sieci sztywnej

1. Synchronizacja trójfazowej maszyny synchronicznej z siecią
2. Obserwacja działania urządzenia do pomiaru kąta obciążenia
3. Wyznaczanie „krzywych V” – zależności:  $I_a = f(I_f)$  i  $\cos\varphi = f(I_f)$  przy stałej mocy czynnej P dla różnych stanów pracy (silnikowa, prądnicowa, kompensatorowa)

## CYKL IV

### Ćwiczenie 10 - Identyfikacja zacisków uzwojeń maszyny prądu stałego

1. Wydzielenie obwodów uzwojeń oraz wstępne określenie ich rezystancji
2. Identyfikacja uzwojeń oraz określenie ich początków i końców
3. Uruchomienie maszyny jako silnik bocznikowo-szeregowy prądu stałego

### Ćwiczenie 11 - Badanie silnika obcowzbudnego i szeregowego prądu stałego

1. Wyznaczenie rezystancji uzwojeń
2. Rozruch silnika obcowzbudnego oraz zmiana kierunku wirowania
3. Wyznaczenie charakterystyki mechanicznej oraz charakterystyk prądu i sprawności przy znamionowym zasilaniu silnika:  $n = f(T)$ ,  $I_a = f(T)$ ,  $\eta = f(P_m)$
4. Badanie charakterystyk mechanicznych podczas regulacji prędkości przez zmianę napięcia twornika, prądu wzbudzenia i dodatkowej rezystancji w obwodzie twornika
5. Rozruch silnika szeregowego i próba obciążenia

### Ćwiczenie 12 – Badanie pól magnetycznych maszyn elektrycznych

1. Badanie rozkładu indukcji magnetycznej w szczelinie powietrznej maszyny prądu stałego. Obserwacja pola magnetycznego w szczelinie powietrznej wywołanego:
  - a) Przepływem uzwojenia wzbudzenia
  - b) Przepływem uzwojenia twornika
  - c) Przepływem uzwojenia biegunów komutacyjnych
  - d) Wypadkowym przepływem twornika i biegunów komutacyjnych
  - e) Wypadkowym przepływem wszystkich uzwojeń
2. Badanie pól magnetycznych bezkomutatorowych maszyn wirujących prądu przemiennego
  - a) Badanie rozkładu indukcji magnetycznej w szczelinie powietrznej dla takiej chwili, gdy wartość prądu w jednej z faz układu trójfazowego osiąga wartość maksymalną
  - b) Badanie hodografu wektora indukcji magnetycznej w przypadku zasilania w stanie symetrycznym oraz niesymetrycznym

### Spis literatury

1. Opisy ćwiczeń laboratoryjnych znajdujące się na stronie internetowej Zakładu

Mechatroniki i Maszyn Elektrycznych [zme.iee.put.poznan.pl](http://zme.iee.put.poznan.pl)