

**Program zajęć laboratoryjnych z przedmiotu  
Maszyny Elektryczne w Automatyce i Robotyce  
dla studentów kierunku Automatyka i Robotyka  
stopień I**

**Cykl I**

**Ćwiczenie 1. Wyznaczenie parametrów schematu zastępczego transformatora**

- wyznaczenie przekładni zwojowej
- próba stanu jałowego – pomiar mocy oraz prądu stanu jałowego w funkcji napięcia zasilającego
- próba stanu zwarcia pomiarowego – pomiar prądu oraz mocy zwartego transformatora w funkcji napięcia zasilającego
- wyznaczenie parametrów schematu zastępczego

**Ćwiczenie 2. Badanie własności prądnic tachometrycznych**

- Badanie prądnicy indukcyjnej dwufazowej - wyznaczenie charakterystyk  $U=f(n)$  dla  $R_o=\infty$ ,  $R_o=10k\Omega$  i  $R_o=20k\Omega$
- Badanie prądnicy magnetoelektrycznej - wyznaczenie charakterystyk  $U=f(n)$  dla  $R_o=10k\Omega$  i  $R_o=20k\Omega$
- Wyznaczanie nachylenia  $k_u$  charakterystyki  $U=f(n)$ , uchybu napięciowego oraz strefy nieczułości

**Ćwiczenie 3. Badanie silnika trójfazowego indukcyjnego**

- wyznaczenie charakterystyki mechanicznej  $n(T)$  dla napięcia zasilania  $U_l=U_n$  oraz częstotliwości napięcia zasilającego  $f_l=f_n$
- wyznaczenie charakterystyk mechanicznych  $n(T)$  silnika dla kilku częstotliwości napięcia zasilającego  $f_l$  przy  $U_l/f_l=const$  w zakresie obciążeń, dla których prąd  $I$  nie przekracza wartości znamionowej  $I_n$

**Ćwiczenie 4. Badanie silnika jednofazowego indukcyjnego**

- pomiar rezystancji uzwojeń
- próba stanu jałowego- wyznaczenie charakterystyk  $I_0, P_0, \cos\varphi_0=f(U)$
- próba zwarcia - wyznaczenie charakterystyk  $I_z, P_z, \cos\varphi_z=f(U_z)$
- próba obciążenia - wyznaczenie charakterystyk  $I, P_1, T, s, \eta, \cos\varphi_z=f(P_2)$

## Cykl II

### Ćwiczenie 5. Badanie dwufazowego silnika wykonawczego o wirniku klatkowym

- Badanie silnika przy sterowaniu amplitudowym:
  - a. wyznaczenie charakterystyk mechanicznych  $n=f(T_u)$  dla  $\alpha=const$
  - b. wyznaczenie charakterystyk regulacyjnych  $n=f(\alpha)$  przy  $T_u=const$
- Badanie silnika przy sterowaniu fazowym
  - a. wyznaczenie charakterystyk mechanicznych  $n=f(T_u)$  dla  $\alpha=const$
  - b. wyznaczenie charakterystyk regulacyjnych  $n=f(\alpha)$  przy  $T_u=const$
- sprawdzenie samohamowności

### Ćwiczenie 6. Badanie transformatora położenia kąowego

- wyznaczenie zależności  $U(\alpha)$  napięcia wyjściowego od kąta obrotu wirnika  $\alpha$
- analiza błędów (wyznaczenie uchybów napięciowych i kątowych transformatora położenia kąowego)
- wyznaczenie zależności napięcia na zaciskach wyjściowych od częstotliwości napięcia zasilającego uzwojenie pierwotne transformatora
- rejestracja przebiegów napięcia wyjściowego w zależności od kształtu napięcia zasilającego

### Ćwiczenie 7. Badanie silnika synchronicznego o magnesach trwałych

- Wyznaczenie charakterystyk kątowych  $T=f(\beta)$  dla napięcia zasilania  $U_t=const$  przy  $f_t=f_n$ .
- Na podstawie pomiarów i obliczeń wyznaczyć charakterystyki:  $\eta$ ,  $P_u$ ,  $I$ ,  $\cos\varphi=f(T)$
- Badanie wpływu napięcia zasilania na parametry funkcjonalne silnika przy stałym obciążeniu. Na podstawie pomiarów i obliczeń wyznaczyć charakterystyki:  $I$ ,  $\eta$ ,  $\cos\varphi=f(U)$  ( $T=const$ )
- Pomiar minimalnego napięcia rozruchowego przy zerowym obciążeniu ( $T=0$ )

### Ćwiczenie 8. Badanie silnika obcowzbudnego prądu stałego

- Pomiar rezystancji uzwojeń
- Wyznaczenie charakterystyk mechanicznych  $n(T)$  silnika obcowzbudnego dla kilku wartości:
  - a. napięcia twornika  $U_t$  przy znamionowym prądzie wzbudzenia  $I_{wn}$
  - b. prądu wzbudzenia  $I_w$  przy znamionowym napięciu twornika  $U_m$
- Wyznaczanie charakterystyk regulacyjnych:
  - a.  $n=f(U_t)$  dla  $I_w=I_{wn}$ ,  $T_o=const$
  - b.  $n=f(I_w)$  dla  $U_t=U_m$ ,  $T_o=const$
- Na podstawie pomiarów i obliczeń wyznaczyć charakterystyki  $I_t=f(T)$ ,  $\eta=f(P_{mech})$  dla zadanych warunków zasilania

### Cykl III

#### Ćwiczenie 9. **Badanie przebiegu czasowego prądu magnesującego transformatora**

- badanie przebiegu prądu stanu jałowego transformatora jednofazowego
- badanie przebiegu prądu stanu jałowego transformatora 3-fazowego w układach połączeń: Yy z przewodem zerowym, Yy bez przewodu zerowego, Yd, Dy
- Obserwacja przebiegów prądu po stronie pierwotnej oraz napięć strony pierwotnej i wtórnej

#### Ćwiczenie 10. **Badanie silnika reluktancyjnego**

- Wyznaczenie charakterystyk kątowych  $T = f(\beta)$  dla napięcia zasilania  $U_1 = \text{const}$  przy  $f_1 = f_n$

Na podstawie pomiarów i obliczeń wyznaczyć charakterystyki:  $\eta, P_u, I, \cos\varphi = f(T)$

- Badanie wpływu napięcia zasilania na parametry funkcjonalne silnika przy stałym obciążeniu. Na podstawie pomiarów i obliczeń wyznaczyć charakterystyki:

$I, \eta, \cos\varphi = f(U), (T = \text{const})$

- Pomiar minimalnego napięcia rozruchowego przy zerowym obciążeniu ( $T = 0$ )

#### Ćwiczenie 11. **Badanie silnika magnetoelektrycznego prądu stałego pracującego w układzie otwartym i zamkniętą pętlą sprzężenia zwrotnego**

Wyznaczenia charakterystyk mechanicznych  $n = f(T)$  silnika dla wybranych wartości napięć:

- w układzie napędowym otwartym,
- w układzie napędowym z zamkniętą pętlą sprzężenia zwrotnego.

#### Ćwiczenie 12. **Badanie silnika krokowego**

- Oględziny badanego silnika krokowego i zapoznanie się ze stanowiskiem pomiarowym
- Zapoznanie się z manualnym i automatycznym sterowaniem stanowiskiem do badania silników krokowych
- Wyznaczanie charakterystyki rozruchowej
- Wyznaczanie charakterystyki granicznej

## **Cykl IV**

### **Ćwiczenie 13. Badanie silnika bezszczotkowego**

- zapoznanie się z układem napędowym z silnikiem bezszczotkowym
- rejestracja sygnałów sterujących
- wyznaczenie charakterystyki regulacyjnej
- badanie układu przy różnych obciążeniach

### **Ćwiczenie 14. Badanie silnika krokowego liniowego**

- dokładność pozycjonowania
- rejestracja przebiegów napięć zasilających i prądów w uzwojeniach
- programowanie zadanych trajektorii ruchu

## **Literatura**

1. Przewodnik do ćwiczeń laboratoryjnych z maszyn elektrycznych część II (753)
2. Laboratorium elektrycznych maszynowych elementów automatyki (469)
3. J. Owczarek: Elektryczne maszynowe elementy automatyki, *Wydawnictwo Naukowo-Techniczne*, Warszawa 1983
4. R. Sochocki: Mikromaszyny elektryczne, *Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej*, Warszawa 1996.
5. A. Plamitzer: Maszyny elektryczne