

Temat: *Badanie silnika obcowzbudnego i szeregowego prądu stałego*

- 1. Zapoznanie się ze stanowiskiem pomiarowym i krótkie omówienie budowy i zasady działania badanych silników. Określenie podstawowych parametrów i właściwości silników prądu stałego**
- 2. Wyznaczanie rezystancji uzwojeń**
- 3. Przygotowanie i podłączenie układu pomiarowego**
- 4. Rozruch silnika obcowzbudnego oraz zmiana kierunku wirowania**
- 5. Wyznaczenie oraz wykreślenie charakterystyk przy zasilaniu silnika napięciem znamionowym:**
 - a. Mechanicznej $n = f(T)$
 - b. Prądu $I_t = f(T)$
 - c. Sprawności $\eta = f(P_m)$
- 6. Badanie i analiza charakterystyk mechanicznych podczas regulacji prędkości obrotowej poprzez:**
 - a. zmianę napięcia twornika,
 - b. zmianę prądu wzbudzenia,
 - c. włączenie dodatkowej rezystancji w obwód twornika.
- 7. Rozruch silnika szeregowego, próba obciążenia**
- 8. Analiza i wnioski końcowe**

Przebieg ćwiczenia

1. Dyskusja i omówienie badanych silników

W pierwszym etapie ćwiczenia należy zapoznać się ze stanowiskiem pomiarowym i omówić wraz z prowadzącym podstawowe parametry, budowę oraz właściwości silników prądu stałego: (a) obcowzbudnego i (b) szeregowego. Omówić podstawowe charakterystyki oraz równania dla każdej z badanych maszyn. Przedstawić sposób zmiany kierunku wirowania dla obu silników prądu stałego. Omówić podstawowe metody regulacji prędkości obrotowej, a także ich wpływ na charakterystyki mechaniczne silników na podstawie przedstawionych poniżej równań:

$$E = c\Phi\omega \qquad T = c\Phi I_t \qquad E = U_t - I_t \sum R_t$$

2. Wyznaczenie rezystancji uzwojeń

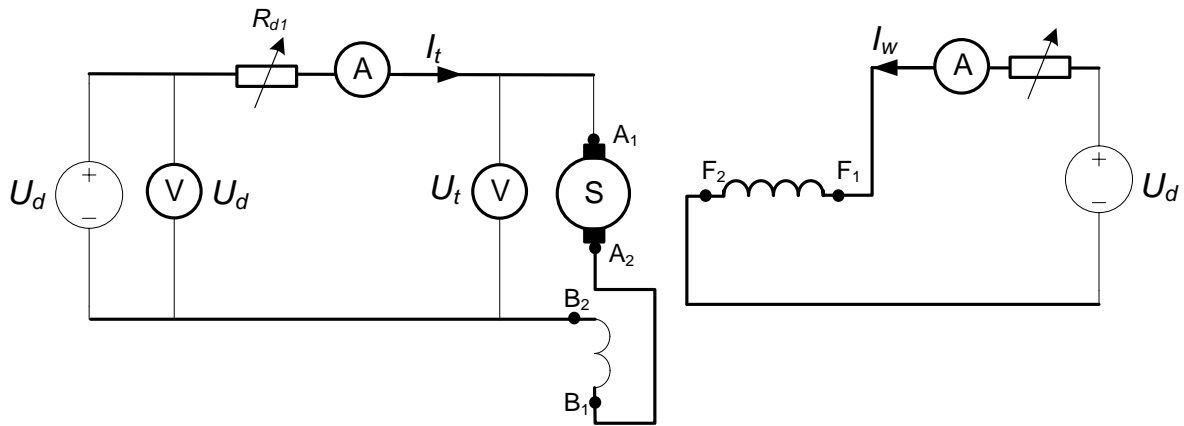
Zmierzyć wartości rezystancji uzwojeń dla obu rozpatrywanych silników prądu stałego – obcowzbudnego oraz szeregowego. Do tego celu wykorzystać należy przyrząd pomiarowy - omomierz. Otrzymane wyniki zestawić w tabeli poniżej.

Tabela 1. Rezystancje uzwojeń

Silnik obcowzbudny	R_t [Ω]
	R_w [Ω]
	R_k [Ω]
Silnik szeregowy	R_t [Ω]
	R_w [Ω]
	R_k [Ω]

3. Zestawienie i podłączenie układu pomiarowego

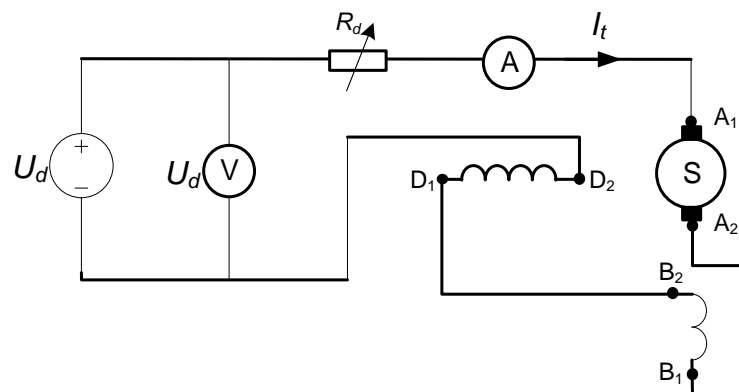
Po wstępnym omówieniu ćwiczenia należy przygotować i podłączyć układ pomiarowy zgodnie z schematami przedstawionymi na rys. 1. oraz rys. 2.



Rys. 1. Układ pomiarowy dla silnika obcowzbudnego

W maszynach prądu stałego wyróżnia się następujące rodzaje uzwojeń:

- A1-A2 – uzwojenie twornika
- B1-B2 – uzwojenie biegunów komutacyjnych
- C1-C2 – uzwojenie kompensacyjne
- D1-D2 – uzwojenie wzbudzenia szeregowego
- E1-E2 – uzwojenie wzbudzenia bocznikowego
- F1-F2 – uzwojenie wzbudzenia obcego



Rys. 2. Układ pomiarowy dla silnika szeregowego

4. Rozruch silnika obcowzbudnego oraz zmiana kierunku wirowania

Połączyć układ zgodnie z rys. 1. Następnie przystąpić do rozruchu silnika obcowzbudnego, zgodnie z procedurą rozruchową. Następnie dokonać modyfikacji w układzie połączeń w celu zmiany kierunku obrotów silnika. Uruchomić ponownie silnik.

5. Próba obciążenia - wyznaczenie charakterystyk

Zgodnie z tabelą poniżej należy dokonać pomiaru wielkości pozwalających na wyznaczenie poszczególnych charakterystyk.

Tabela 2. Wyniki pomiarów i obliczeń uzyskane w próbie obciążenia badanego silnika

	Pomiary $U_d=230V$				Obliczenia		
L.p.	I_t	I_w	T	n	P_e	P_m	η
-	[A]	[A]	[Nm]	[obr/min]	[W]	[W]	[-]
1.							
2.							
...							
k							

W celu obliczenia sprawności oraz mocy elektrycznej P_e i mechanicznej P_m należy posłużyć się następującymi wzorami.

Moc elektryczna: $P_e = U_d \cdot I_t + U_d \cdot I_w$

Moc mechaniczna : $P_m = \frac{2\pi}{60} \cdot n \cdot T$

Sprawność : $\eta = \frac{P_m}{P_e}$

Uwaga: przed przystąpieniem do próby obciążenia należy na podstawie pomiarów wykonanych podczas próby biegu jałowym wyznaczyć straty w żelazie na podstawie poniższego wzoru:

Straty w żelazie: $\Delta P_{Fe} = U_d \cdot I_t - R' \cdot I_t^2 - \Delta U_{szcz} \cdot I_t$, gdzie $R' = R_t + R_k$

Na podstawie wykonanych pomiarów i obliczeń wykreślić należy następujące charakterystyki $n = f(T)$, $I_t = f(T)$, $\eta = f(P_m)$.

6. Badanie i analiza charakterystyk mechanicznych podczas regulacji prędkości

Wykonać pomiary oraz wykreślić charakterystyki mechaniczne $n=f(T)$ dla różnych wartości:

- Napięcia zasilania U_d ;
- Rezystancji dodatkowej R_d ;
- Wartości strumienia wzbudzenia ϕ (prądu wzbudzenia).

Pomiary zestawić w tabelach 3-5 Wykresy umieścić na wspólnym układzie współrzędnych w celu ich porównania.

Tabela 3. Regulacja prędkości obrotowej silnika obcowzbudnego – zmiana napięcia

	Pomiary $U_d = \dots\dots\dots$ V, $R_{dt} = 0 \Omega$, $R_{dw} = 0 \Omega$				Obliczenia		
L.p.	I_t	I_w	T	n	P_e	P_m	η
-	[A]	[A]	[Nm]	[obr/min]	[W]	[W]	[-]
1.							
2.							
...							
k							

Tabela 4. Regulacja prędkości obrotowej silnika obcowzbudnego – rezystancja dodatkowa

	Pomiary $U_d = 230$ V, $R_{dt} = \dots\dots\dots \Omega$, $R_{dw} = 0 \Omega$				Obliczenia		
L.p.	I_t	I_w	T	n	P_e	P_m	η
-	[A]	[A]	[Nm]	[obr/min]	[W]	[W]	[-]
1.							
2.							
...							
k							

Tabela 5. Regulacja prędkości obrotowej silnika obcowzbudnego – zmiana strumienia

	Pomiary $U_d = 230 \text{ V}$, $R_{d1} = 0 \text{ } \Omega$, $R_{d2} = \dots\dots\dots \text{ } \Omega$				Obliczenia		
L.p.	I_t	I_w	T	n	P_e	P_m	η
-	[A]	[A]	[Nm]	[obr/min]	[W]	[W]	[-]
1.							
2.							
...							
k							

7. Rozruch silnika szeregowego oraz próba obciążenia

Wraz z prowadzącym należy dokonać rozruchu silnika szeregowego oraz analizy jego właściwości ruchowych przy braku obciążenia.

8. Wnioski i uwagi końcowe

Przedstawić wnioski końcowe wynikające z przeprowadzonego ćwiczenia. Na podstawie wykonanych charakterystyk dokonać analizy różnych metod regulacji prędkości w silnikach prądu stałego oraz podać ich wady i zalety. Określić, które z metod pozwalają na regulację prędkości w górę, a które w dół. Na podstawie ogólnodostępnej literatury omówić jedną z najbardziej powszechnych metod sterowania silnika prądu stałego. Omówić podstawowe różnice pomiędzy silnikami prądu stałego obcowzbudnymi i szeregowymi.

Przykładowe pytania kontrolne:

1. Rodzaje maszyn prądu stałego (konfiguracje połączeń).
2. Schematy połączeń maszyn prądu stałego.
3. Straty w maszynach prądu stałego.
4. Przedstawić charakterystyki mechaniczne maszyn prądu stałego.
5. Podstawowe równania i zależności (siła elektromotoryczna, prędkość, moment).
6. Regulacja prędkości maszyn prądu stałego.
7. Rodzaje uzwojeń występujące w maszynach prądu stałego.

8. Opisać krótko sens stosowania uzwojeń kompensacyjnych i biegunów pomocniczych w maszynach prądu stałego.

Literatura:

- [1] T. Glinka, *Maszyny elektryczne i transformatory*, Wydawnictwo WNT, Warszawa 2018.
- [2] G. Kamiński, W. Przyborowski, A. Biernat, J. Szczypior, *Badania laboratoryjne maszyn elektrycznych*, Wydawnictwo: OWPW, 2018.
- [3] W. Przyborowski, G. Kamiński *Maszyny elektryczne*, Wydawnictwo OWPW, 2014
- [4] W. Latek, *Maszyny elektryczne w pytaniach i odpowiedziach*, WNT, 2007
- [5] Z. Bajorek, *Teoria maszyn elektrycznych*, Tom 2, wydanie VI, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 1997.