Temat: 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.**

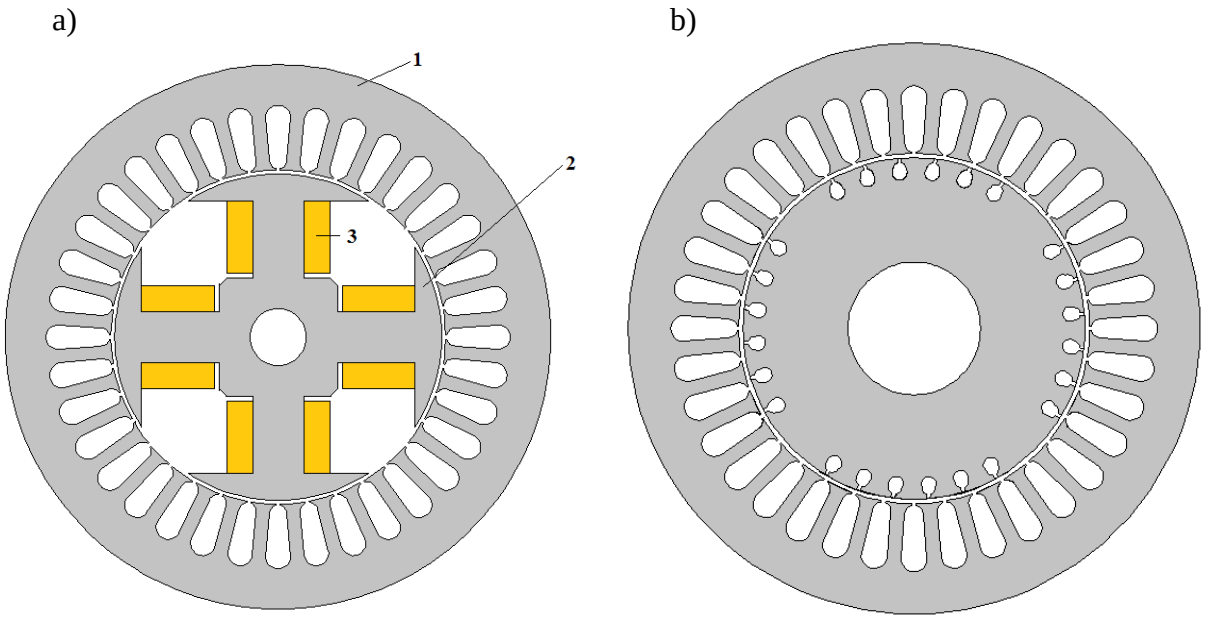
Przebieg ćwiczenia

1. Czynności wstępne

Przed przystąpieniem do pomiarów należy dokonać oględzin stanowiska pomiarowego. Zapoznać się z danymi znamionowymi badanej prądnicy synchronicznej oraz silnika napędowego. Wyznaczyć liczbę biegunów w wirniku oraz prędkość synchroniczną pola wytworzonego przez uzwojenie stojana badanej maszyny. Dane znamionowe badanej prądnicy zestawić w poniższej tabeli.

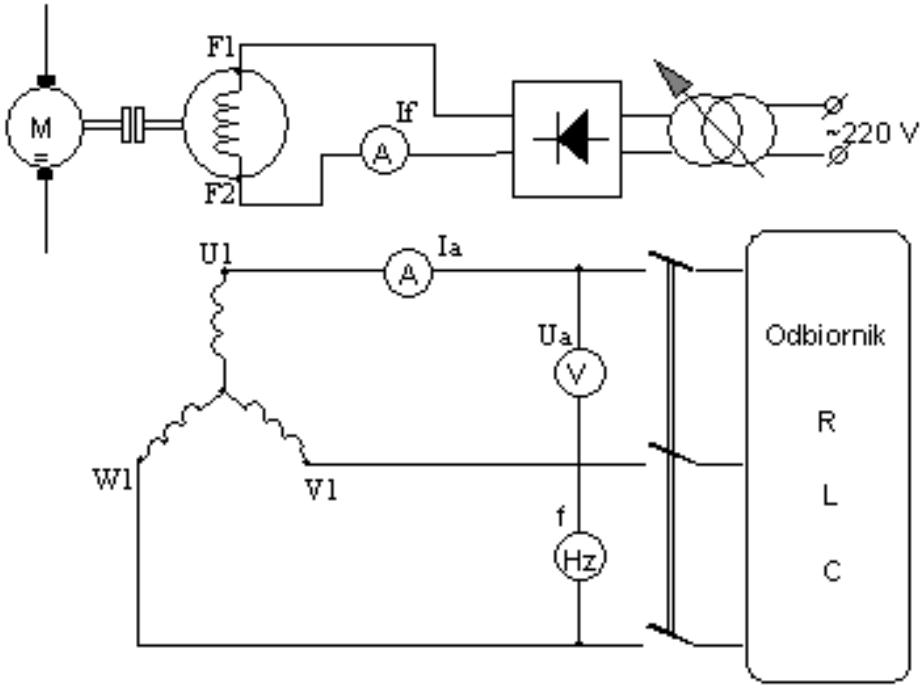
P_N	U_{aN}	I_{aN}	cosφ	n_s
[W]	[V]	[A]	[-]	[obr/min]

Na rysunku 1 przedstawiono strukturę obwodu magnetycznego dwóch prądnic synchronicznych różniących się budową wirnika.



Rys. 1. Struktura prądnicy synchronicznej z magneśnicą: (a) z wydatnymi biegunami, (b) z biegunami utajonymi, 1 – twornik, 2 – wirnik (magneśnica), 3 – uzwojenie wzbudzenia.

Układ pomiarowy przedstawiono na rys. 2.



Rys. 2. Schemat pomiarowy prądnicy synchronicznej pracującej autonomicznie

2. Wyznaczenie charakterystyk biegu jałowego i ustalonego zwarcia symetrycznego oraz obliczenie stosunku zwarcia

a) Charakterystyka biegu jałowego

Charakterystyka biegu jałowego, nazywana również charakterystyką magnesowania maszyny synchronicznej to zależność indukowanej siły elektromotorycznej na zaciskach twornika od prądu wzbudzenia, czyli $E_a=f(I_f)$ przy $n=n_s$=const. oraz I_a=0. Uzwojenie wzbudzenia należy zasilić regulowanym prądem wzbudzenia tak, by uzyskać wartość napięcia twornika równą $E_a=1{,}2U_N$. Wyniki pomiarów zapisać w poniższej tabeli.

Lp.		1	2	3	4	5	6	7	8	9
I_f	[A]									
E_a	[V]									

Na podstawie wykonanych pomiarów wykreślić charakterystykę $E_a = f\,(I_f)$**.**

b) Charakterystyka ustalonego zwarcia symetrycznego

Charakterystyka ustalonego zwarcia symetrycznego maszyny synchronicznej to zależność prądu twornika od prądu wzbudzenia, czyli $I_a=f(I_f)$ przy U_a=0, $n=n_s$=const. Wyniki pomiarów zapisać w poniższej tabeli.

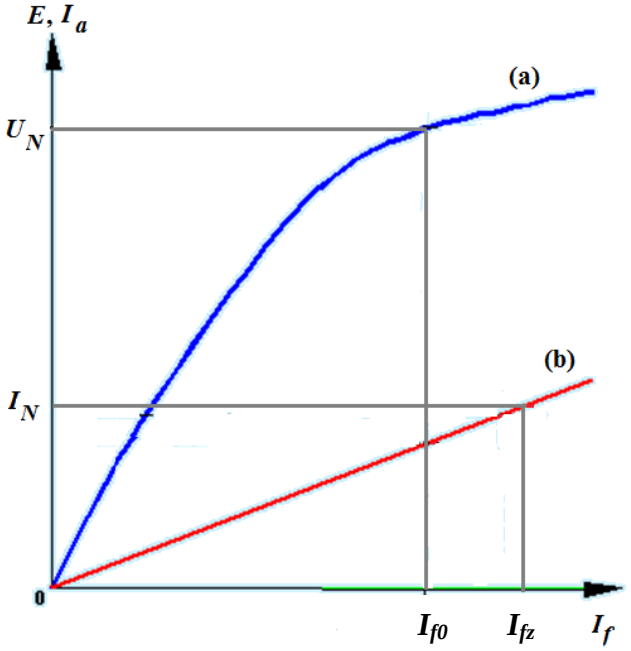
Lp.		1	2	3	4	5	6	7	8	9
I_f	[A]									
I_a	[A]									

c) Wyznaczenie stosunku zwarcia dla prądnicy synchronicznej

Współczynnikiem zwarcia k_z nazywamy stosunek prądu wzbudzenia I_{f0}, przy którym podczas biegu jałowego otrzymuje się napięcie twornika U_a równe wartości znamionowej do wartości prądu wzbudzenia I_{fz}, dla którego podczas zwarcia otrzymuje się wartość prądu znamionowego w tworniku maszyny. Stosunek zwarcia wyznacza się z wzoru:

$$k_z = \frac{I_{f0}}{I_{fz}} \tag{1}$$

Na rysunku 3 przedstawiono sposób wyznaczenia współczynnika zwarcia na podstawie charakterystyki magnesowania (a) oraz charakterystyki zwarcia (b).



Rys. 3. Sposób wyznaczenia współczynnika zwarcia

3. Wyznaczenie charakterystyk zewnętrznych przy różnych charakterach obciążenia

Charakterystyką zewnętrzną prądnicy synchronicznej nazywa się zależność napięcia na zaciskach twornika U_a od prądu twornika I_a, czyli $U_a=f(I_a)$. Charakterystykę bada się przy stałych wartościach: (a) prądu wzbudzenia I_f, (b) prędkości obrotowej wirnika n oraz (c) współczynnika mocy cosφ.

Pomiary wykonać dla różnych charakterów obciążenia podanych przez prowadzącego laboratorium. Wyniki pomiarów zapisać w poniższej tabeli.

Lp.	I_f=…..., n=…..., cosφ=…..		=…..., n=…..., cosφ=…..		I_f=…..., n=…..., cosφ=…..	
	U_a	I_a	U_a	I_a	U_a	I_a
	[V]	[A]	[V]	[A]	[V]	[A]
1						
2						
…						
k						

Na podstawie wyników pomiarów wykreślić charakterystyki zewnętrzne $U_a=f(I_a)$ dla różnych charakterów obciążeń.

4. Wyznaczenie charakterystyk regulacyjnych przy różnych charakterach obciążenia

Charakterystyką regulacyjną nazywa się zależność prądu wzbudzenia I_f od prądu twornika I_a , przy którym napięcie na zaciskach twornika U_a pozostaje stałe, czyli $I_f=f(I_a)$. Charakterystykę regulacyjną bada się przy stałych wartościach: (a) prędkości obrotowej wirnika n oraz (b) współczynnika mocy cosφ.

Wykonać pomiary dla różnych wartości charakterów obciążenia podanych przez prowadzącego laboratorium. Wyniki pomiarów zapisać w poniższej tabeli.

Lp.	U_a =…..., n=…..., cosφ=…..		U_a =…..., n=…..., cosφ=…..		U_a =…..., n=…..., cosφ=…..	
	I_f	I_a	I_f	I_a	I_f	I_a
	[A]	[A]	[A]	[A]	[A]	[A]
1						
2						
…						
k						

Na podstawie wyników pomiarów wykreślić charakterystyki regulacyjne $I_f=f(I_a)$ dla różnych charakterów obciążeń.

Przykładowe pytania kontrolne

1. Jakie wyróżnia się konstrukcje magneśnic w maszynach synchronicznych?
2. Jakie typy wzbudzenia można stosować w generatorach synchronicznych małej mocy?
3. Jaka jest wartość prędkości synchronicznej dla maszyny o liczbie biegunów p=4?
4. Od jakich parametrów zależy wartość siły elektromotorycznej w tworniku prądnicy synchronicznej pracującej w stanie jałowym?
5. Jak definiuje się stosunek zwarcia dla maszyny synchronicznej?

6. W jakim zakresie zawiera się stosunek zwarcia dla jawnobiegunowej maszyny synchronicznej?

Literatura

[1] T. Gninka, *Maszyny elektryczne i transformatory*, Wydawnictwo PWN, Warszawa 2018.

[2] M. Ronkowski, M. Michna, G. Kostro, F. Kutt, *Maszyny elektryczne wokół nas, zastosowanie, budowa, modelowanie, charakterystyki i projektowanie*, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk 2012.

[3] W. Latek, *Maszyny elektryczne w pytaniach i odpowiedziach*, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 1992.

[4] Z. Bajorek, *Teoria maszyn elektrycznych*, Tom 2, Wydanie VI, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 1997.

[5] Praca zbiorowa, *Poradnik inżyniera elektryka*, Tom 2, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 2007.

[6] W. Przyborowski, G. Kamiński, *Maszyny elektryczne*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2014.