

Ćwiczenie Nr 4
BADANIE MODELU DYNAMICZNEGO SILNIKA INDUKCYJNEGO
 Autor: S. Osowski

1 Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zbadanie modelu dynamicznego silnika indukcyjnego trójfazowego. Badaniu podlegają 2 modele silnika: jeden opisany w układzie współrzędnych związanym ze stojanem (plik **sil inds.m**) i drugi opisany w układzie współrzędnych wirującym ze stałą prędkością synchroniczna $k = 314$ (plik **sil indk.m**).

2 Równania opisujące model

Równania stanu silnika indukcyjnego, przy parametrach technicznych silnika podanych na wykładzie, mają następującą postać:

- przy wyborze układu współrzędnych wirującego ze stałą prędkością $\omega_k = 314$

$$\begin{aligned}\frac{dx_1}{dt} &= -\alpha x_1 + \alpha K_r x_3 + \omega_k x_2 + |U_{zas} \\ \frac{dx_2}{dt} &= -\alpha x_2 + \alpha K_r x_4 - \omega_k x_1 \\ \frac{dx_3}{dt} &= \beta K_s x_1 - \beta x_3 - (\omega_k - x_5) x_4 \\ \frac{dx_4}{dt} &= \beta K_s x_2 - \beta x_4 - (\omega_k - x_5) x_3 \\ \frac{dx_5}{dt} &= \frac{3p^2 K_r}{2\sigma L_s J} (x_2 x_3 - x_1 x_4) - \frac{p}{J} M_z\end{aligned}$$

- przy wyborze układu współrzędnych związanego ze stojanem

$$\begin{aligned}\frac{dx_1}{dt} &= -\alpha x_1 + \alpha K_r x_3 + U \cos 314t \\ \frac{dx_2}{dt} &= -\alpha x_2 + \alpha K_r x_4 + U \sin 314t \\ \frac{dx_3}{dt} &= \beta K_s x_1 - \beta x_3 - x_5 x_4 \\ \frac{dx_4}{dt} &= \beta K_s x_2 - \beta x_4 + x_5 x_3 \\ \frac{dx_5}{dt} &= \frac{3p^2 K_r}{2\sigma L_s J} (x_2 x_3 - x_1 x_4) - \frac{p}{J} M_z\end{aligned}$$

gdzie $\sigma = 1 - \frac{L_m^2}{L_s L_r}$, $K_s = \frac{L_m}{L_s}$, $K_r = \frac{L_m}{L_r}$, $\alpha = \frac{R_s}{\sigma L_s}$, $\beta = \frac{R_r}{\sigma L_r}$ a poszczególne zmienne stanu x_i mają następującą interpretację fizyczną $x_1 = \psi_{s\alpha}$, $x_2 = \psi_{s\beta}$, $x_3 = \psi_{rs\alpha}$, $x_4 = \psi_{rs\beta}$, $x_5 = \omega$. Moment wytwarzany przez silnik określony jest wzorem

$$M_e = \frac{3p^2 K_r}{2\sigma L_s J} (x_2 x_3 - x_1 x_4)$$

a prędkość kątową mechaniczną $\Omega = \omega/p$. Relacja wiążąca moc znamionową P_N , moment znamionowy M_N oraz prędkość kątową znamionową Ω_N ma postać:

$$M_N = \frac{P_N}{\Omega_N}$$

Przy mocy wyrażonej w watach, otrzymuje się wartość momentu w [Nm]. Schematy blokowe dotyczące obu modeli umożliwiające obserwacje zmian prędkości i momentu silnika przedstawione są na rys. 1 i rys. 2. Parametr R_r jest związany z wartością rezystancji dodatkowej włączanej w obwód wirnika. Wartość $R_r = 1$ oznacza wartość znamionową. $R_r = 2$ oznacza włączenie dodatkowej rezystancji rozruchowej równej wartości własnej znamionowej.

3 Program badań

1. Zbadać rozruch silnika indukcyjnego (prędkość i moment) przy różnych obciążeniach momentem M_z (np. bieg jałowy, $M_z = 0.2M_N$, $M_z = 0.5M_N$, $M_z = 0.5M_N$, $M_z = 0.5M_N$). Dla jednego przypadku zarejestrować dla potrzeb sprawozdania przebiegi prędkości i momentu elektromagnetycznego w czasie. W tabeli 1 zanotować czas rozruchu dla różnych obciążeń.

Tabela 1

M_z	0	$0.1M_N$	$0.2M_N$	$0.3M_N$	$0.4M_N$	$0.5M_N$	$0.6M_N$	$0.7M_N$
t_{roz}								

2. Zbadać wpływ zmiany momentu obciążającego w czasie pracy normalnej na ustaloną prędkość silnika. Rozruch ze stanu jałowego; przełączenie na obciążenie w czasie $t=2.5s$. Zbadać sztywność charakterystyki obrotów (zmiany obrotów w funkcji obciążenia) przy zmianie momentu obciążającego od zera do M_{max} . Wyniki zanotować w tabeli 2.

Tabela 2 Zmiany prędkości obrotowej silnika przy zmianie momentu obciążającego M_z .

M_z	0	$0.1M_{max}$	$0.2M_{max}$	$0.3M_{max}$	$0.4M_{max}$	$0.5M_{max}$	$0.6M_{max}$	$0.7M_{max}$	$0.8M_{max}$	$0.9M_{max}$	M_{max}
ω											
poślizg											

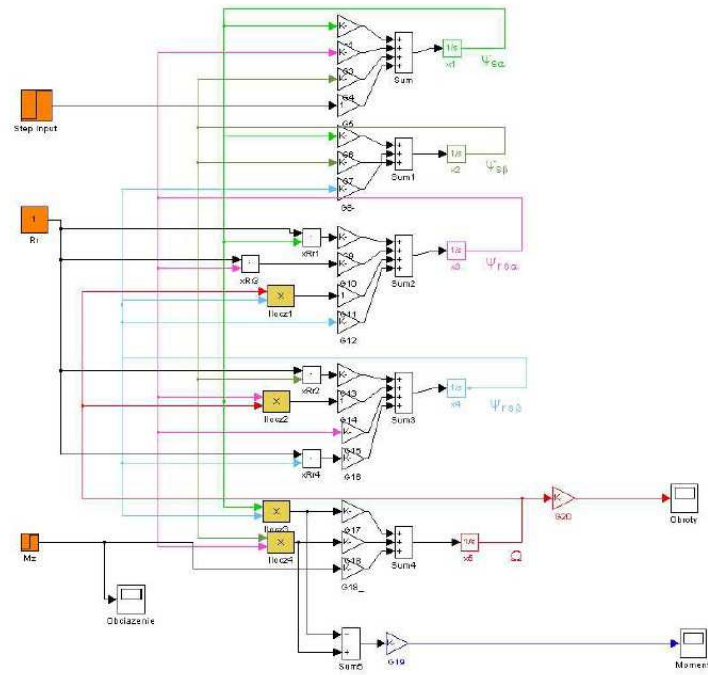
W sprawozdaniu zamieścić wykres zmienności prędkości w funkcji obciążenia. Porównać z charakterystyką dla silnika prądu stałego.

3. Zbadać zachowanie silnika przy wyłączeniu napięcia zasilającego (zmniejszenie wartości napięcia zasilającego do zera przy niezmięnionej wartości rezystancji) przy różnych momentach obciążających silnik ($M_z=0$, $M_z=0.5M_N$, $M_z=M_N$ oraz $M_z=2M_N$). Zarejestrować (dla potrzeb sprawozdania) przebiegi prędkości i momentu elektromagnetycznego dla dwu wartości obciążenia $M_z=0$, $M_z=M_N$.
4. Zbadać rozruch silnika pod obciążeniem $M_z=20Nm$ przez włączenie rezystancji dodatkowej w obwód wirnika. Zarejestrować dla potrzeb sprawozdania przebiegi prędkości i momentu elektromagnetycznego w funkcji czasu dla wartości rezystancji dodatkowej odpowiadającej mnożnikowi równemu 3. Zbadać przypadek $R_r=1, 2, 3, 4, 6$. Przy jakiej rezystancji dodatkowej silnik porusza się będzie w przeciwną stronę?

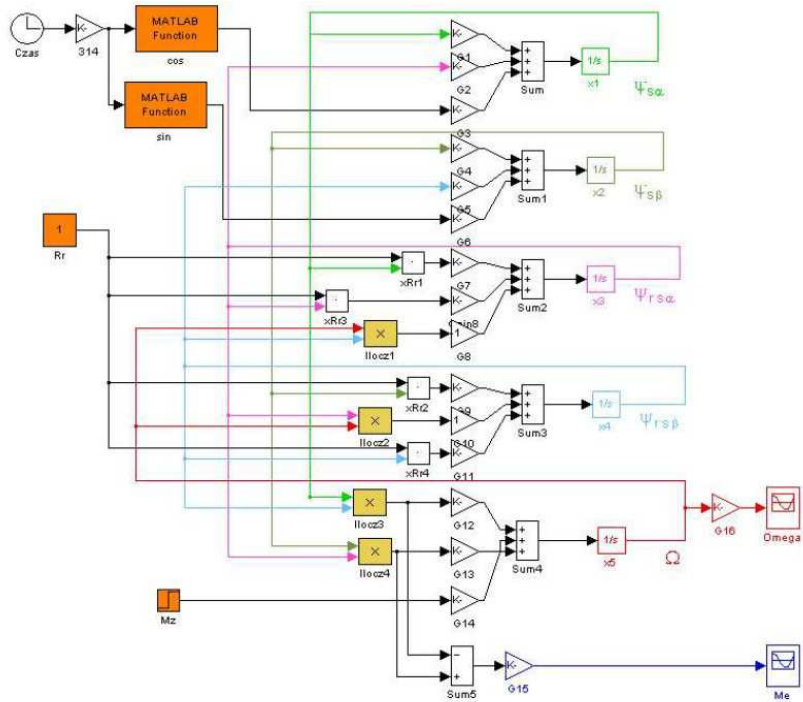
Uwaga: Wartość rezystancji dodatkowej podaje się poprzez ustawienie wartości *Mnożnik R* na schemacie blokowym. Przy nastawionej wartości równej 1 rezystancja dodatkowa jest równa zero (całość rezystancji stanowi naturalna wartość rezystancji wirnika). Podanie *Mnożnik = 2* oznacza, że rezystancja dodatkowa jest równa rezystancji własnej znamionowej wirnika, a przy *Mnożnik = 3* rezystancja dodatkowa jest równa podwójnej wartości rezystancji własnej znamionowej. **Badania podstawowe wymienione powyżej przeprowadzić na jednym modelu, związanym z prędkością wirującą $\omega_k = 314$.**

Porównanie działania obu modeli dokonać na jednej wybranej grupie badań, np. rozruchu silnika.

Wyniki zapisane w tabelach należy zaprezentować w formie wykresów.



Rysunek 1: Model silnika indukcyjnego związany z wirującym układem współrzędnych



Rysunek 2: Model silnika indukcyjnego związany ze stojanem

Wyniki zapisane w tabelach należy zaprezentować w formie wykresów.