

Dinamika industrijskih sustava I. međuispit

20.04.2017.

1. (5 bodova) Napisati izraze matematičkog modela sinkronog motora s unutarnjim permanentnim magnetima u dq koordinatnom sustavu u relativnim jedinicama (per unit sustavu) za električne veličine ($\frac{\phi}{\phi_b}$ i $\frac{i}{I_b}$). Baze vrijednosti su: $U_b = \sqrt{2}U_{fn}$, $I_b = \sqrt{2}I_{fn}$ i $\omega_b = \omega_{ek} = 2\pi f_n$ (U_{fn} označava efektivnu vrijednost faznog napona, I_{fn} označava efektivnu vrijednost fazne struje, a ω_{ek} nazivnu vrijednost električne brzine vrtnje).

2. (5 boda) Sinkroni stroj s permanentnim magnetima ima sljedeće parametre:

- $p = 2$, broj pari polova,
- $L_d = 7 \cdot 10^{-3}$ H, induktivitet u d osi,
- $L_q = 7 \cdot 10^{-3}$ H, induktivitet u q osi,
- $R_s = 2.98 \Omega$, otpor statora,
- $\phi_{mq} = 0.125$ Wb, magnetski tok permanentnih magneta,
- $J_m = 0.47 \cdot 10^{-4}$ kgm², moment inercije i
- $D = 1.1 \cdot 10^{-4}$ Nms, faktor prigušenja.

Odrediti pojačanje regulatora struje i_q ako stacionarno pojačanje zatvorenog kruga iznosi:

- (a) $\alpha = 0.4$, odnosno
- (b) $\alpha = 0.9$.

Regulator je P tipa.

3. (6 boda) Odrediti izraze za parametre PID tipa regulatora pozicije (K_c , τ_I i τ_D) sinkronog motora s vanjskim permanentnim magnetima. Prijenosna funkcija PID tipa regulatora je $C(s) = K_c \left(1 + \frac{1}{\tau_I s} + s\tau_D\right)$. Regulator struje i_q je P tipa (kao u zadatku 2).

4. (4 boda) Sinkroni motor s permanentnim magnetima (čiji parametri su zadani u zadatku 3) radi u regulaciji momenta. Regulator struje i_q je P tipa s pojačanjem $K_c^{q'} = 10R_s$. Odrediti statičku pogrešku (odstupanje stvarne vrijednosti od željene u stacionarnom stanju) stroja na skokovitu promjenu postavne veličine momenta M_{em}^* s 0 na 1 Nm.

5. (3 boda) Navesti osnovne razlike između modulacije u šest koraka (six-step), sinusno-impulsne širinske impulsne modulacije kod pretvarača napona i frekvencije za dobivanje amplitude i frekvencije napona na stezaljkama stroja.

Dinamika industrijskih sustava

1. međuispit

20.04.2017.

1. (5 bodova) Napisati izraze matematičkog modela sinkronog motora s unutarnjim permanentnim magnetima u dq koordinatnom sustavu u relativnim jedinicama (per unit sustavu) za električne veličine ($\frac{di_d}{dt}$ i $\frac{di_q}{dt}$). Bazine vrijednosti su: $U_b = \sqrt{2}U_{fn}$, $I_b = \sqrt{2}I_{fn}$ i $\omega_b = \omega_{eb} = 2\pi f_n$ (U_{fn} označava efektivnu vrijednost faznog napona, I_{fn} označava efektivnu vrijednost fazne struje, a ω_{eb} nazivnu vrijednost električne brzine vrtnje).
2. (5 boda) Sinkroni stroj s permanentnim magnetima ima sljedeće parametre:

- $p = 2$, broj pari polova,
- $L_d = 7 \cdot 10^{-3}$ H, induktivitet u d osi,
- $L_q = 7 \cdot 10^{-3}$ H, induktivitet u q osi,
- $R_s = 2.98 \Omega$, otpor statora,
- $\phi_{mq} = 0.125$ Wb, magnetski tok permanentnih magneta,
- $J_m = 0.47 \cdot 10^{-4}$ kgm², moment inercije i
- $D = 1.1 \cdot 10^{-4}$ Nms, faktor prigušenja.

Odrediti pojačanje regulatora struje i_q ako stacionarno pojačanje zatvorenog kruga iznosi:

- (a) $\alpha = 0.4$, odnosno
- (b) $\alpha = 0.9$.

Regulator je P tipa.

3. (6 boda) Odrediti izraze za parametre PID tipa regulatora pozicije (K_c , τ_I i τ_D) sinkronog motora s vanjskim permanentnim magnetima. Prijenosna funkcija PID tipa regulatora je $C(s) = K_c \left(1 + \frac{1}{\tau_I s} + s\tau_D\right)$. Regulator struje i_q je P tipa (kao u zadatku 2).
4. (4 boda) Sinkroni motor s permanentnim magnetima (čiji parametri su zadani u zadatku 2) radi u regulaciji momenta. Regulator struje i_q je P tipa s pojačanjem $K_c^* = 10R_s$. Odrediti statičku pogrešku (odstupanje stvarne vrijednosti od željene u stacionarnom stanju) struje i_q na skokovitu promjenu postavne veličine momenta M_{em}^* s 0 na 1 Nm.
5. (3 boda) Navesti osnovne razlike između modulacije u šest koraka (six-step), sinusne i vektorske širinsko impulsne modulacije kod pretvarača napona i frekvencije za dobivanje željene amplitude i frekvencije napona na stezaljkama stroja.

6. (3 boda) Odrediti ukupno statersko protjecanje $I(t)$ za položaj $\theta = 90^\circ$ u trenutku $t = 1$ s ako je:

$$i_a(t) = 5 \cos(314t) \quad (1)$$

$$i_b(t) = 5 \cos\left(314t - \frac{2\pi}{3}\right) \quad (2)$$

$$i_c(t) = 5 \cos\left(314t - \frac{4\pi}{3}\right) \quad (3)$$

Broj zavoja po pojedinoj fazi je jednak i iznosi $N_1 = N_2 = N_3 = N_s = 100$.

7. (4 boda) Za sustav upravljanja brzinom vrtnje sinkronog motora s unutaršnjim permanentnim magnetima napisati izraze za upravljačke signale u_d i u_q (u vremenskoj domeni) iz regulatora struja i_d i i_q (napomena: uzeti u obzir rasporezanje). Za dobivene izraze za u_d i u_q nacrtati blokovsku shemu. Odabrati tip regulatora struje i_d , odnosno i_q takav da je statička pogreška (odstupanje stvarne vrijednosti od željene u stacionarnom stanju) brzine vrtnje stroja jednaka nuli.