

Ime i prezime: _____, br. indeksa _____.

Ovaj list se predaje zajedno sa vežbankom!

Sve odgovore na postavljena pitanja upisati na naznačena mesta, a odgovarajuću analizu, obrazloženja odgovora i proračune dati u vežbankama. Svaki tačan odgovor mora biti i obrazložen.

Upravljanje elektromotornim pogonima

Beograd, 7.6.2021.

Ispit I deo

1. Zadatak: Za motor jednosmerne struje sa nezavisnom pobudom čiji su podaci: 230V; 26,1A; 150rad/s; $R_a = 1,1\Omega$; $J = 0,0133\text{kgm}^2$; odrediti:

- a) Na koji se način ostvaruju režimi rada pri kojima je struja 20A, a brzina 750o/min (radna tačka A), odnosno -500 o/min (radna tačka B)? Otpor u kolu indukta se ne menja. Nacrtati kretanje radne tačke u $m-\omega$ ravni od tačke A do tačke B, ukoliko se indukt napaja iz idealnog naponskog izvora sa mogućnošću podešavanja vrednosti napona. Kakav se problem može pojaviti u prelaznom procesu - diskutovati. Diskusiju potkrepiti odgovarajućim proračunom i predlogom rešenja.

Radna tačka A (odgovor je na strani): _____ [0,5 poena]

Radna tačka B (odgovor je na strani): _____ [0,5 poena]

Diskusija (odgovor je na strani): _____ [0,3 poena]

- b) Na koji se način ostvaruje režim rada sa momentom na vratilu motora $m_{nom}/2$ i brzinom $n=1700\text{o/min}$ (radna tačka C), ako se otpor u kolu indukta ne menja?

Radna tačka C (odgovor je na strani): _____ [0,7 poena]

- c) Odrediti stacionarno stanje ako se pri nominalnom naponu indukta i nominalnom fluksu, u kolo indukta doda otpor $R_{ad} = 10\Omega$, pri čemu je momenat opterećenja linearna funkcija brzine $m_m[\text{Nm}] = 0,21[\text{Nms/rad}] \cdot \omega[\text{rad/s}]$.

Odgovor je na strani _____ [1 poen]

1. Teorijsko pitanje: Matematički model pogona sa nezavisno pobuđenom jednosmernom mašinom u normalizovanom domenu: usvojiti bazne vrednosti i sprovesti postupak normalizacije; nacrtati blok dijagram matematičkog modela pogona.

Odgovor je na strani: _____ [2 poena]

$$U_{an} := 230V \quad I_{an} := 26.1A \quad \omega := 2 \cdot \pi \cdot \text{rad} \quad P_n := 5 \cdot kW \quad Nm \equiv N \cdot m \quad r_j \equiv 1$$

$$\omega_n := 150 \frac{\text{rad}}{s} \quad n_n := \omega_n \quad \underline{J} := 0.0133 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \quad 30 \cdot \frac{\omega_n}{\pi} = 1.432 \times 10^3 \frac{1}{s}$$

$$R_a := 1.1\Omega$$

$$\omega_b := \omega_n \quad n_b := n_n \quad U_{ab} := U_{an} \quad I_{ab} := I_{an}$$

$$R_{ab} := \frac{U_{ab}}{I_{ab}} = 8.812\Omega \quad M_b := \frac{U_{ab} \cdot I_{ab}}{\omega_b} = 40.02 \text{ Nm}$$

$$\Psi_{fb} := \frac{U_{ab}}{\omega_b} \quad \Psi_{fb} = 1.533 \text{ Wb} \quad T_m := \frac{J \cdot \omega_b}{M_b} \quad T_m = 0.05 \text{ s}$$

$$\Psi_n := \frac{(U_{an} - R_a \cdot I_{an})}{\omega_n} = 1.342 \text{ Wb} \quad M_n := I_{an} \cdot \Psi_n = 35.024 \text{ Nm}$$

NORMALIZACIJA

$$r_a := \frac{R_a}{R_{ab}} = 0.125 r_j \quad \psi_n := \frac{\Psi_n}{\Psi_{fb}} = 0.875 r_j \quad m_n := \psi_n = 0.875 r_j$$

$$u_{an} := 1 \cdot r_j \quad \underline{T_m} := \omega_b \cdot \frac{J}{M_b} = 0.05 \text{ s}$$

a) Prvi slučaj, RT: A

$$I_{a1} := 20 \cdot A \quad N_1 := 750 \cdot \frac{\text{o}}{\text{min}}$$

Kako je brzina manja od nominalne, pri konstantnom i nominalnom fluksu treba smanjiti napon indukta da bi se dobila radna tačka 1

$$i_{a1} := \frac{I_{a1}}{I_{ab}} \quad i_{a1} = 0.766 \cdot r_j \quad n_1 := \frac{N_1}{n_b} = 0.524 \cdot r_j \quad \omega_1 := N_1 = 78.54 \cdot \frac{\text{rad}}{s}$$

$$\omega_{1rel} := n_1$$

$$m_{e1} := \psi_n \cdot i_{a1} \quad m_{e1} = 0.671 \cdot r_j \quad M_{e1} := m_{e1} \cdot M_b = 26.839 \cdot \text{Nm}$$

$$u_{a1} := r_a \cdot i_{a1} + \psi_n \cdot \omega_{1rel}$$

$$u_{a1} = 0.554 \cdot r_j \quad U_{a1} := u_{a1} \cdot U_{ab} = 127.395 \text{ V}$$

Drugi slučaj, RT: B

$$N_2 := -500 \cdot \frac{\text{o}}{\text{min}} \quad n_2 := \frac{N_2}{n_b} \quad n_2 = -0.349$$

$$\omega_2 := N_2 = -52.36 \cdot \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$\omega_{2\text{rel}} := n_2$$

$$u_{a2} := r_a \cdot i_{a1} + \psi_n \cdot \omega_{2\text{rel}}$$

$$u_{a2} = -0.21 \cdot r_j \quad U_{a2} := u_{a2} \cdot U_{ab} = -48.263 \text{ V}$$

$$m_{e2} := m_{e1}$$

Treba nacrtati dijagram i komentarisati veliku struju u prelaznom procesu, koja se može ograničiti dodavanjem otpornika na red sa induktom, ili postepenim smanjivanjem napona indukta tako da struja indukta u toku kočenja ne pređe unapred poznatu maksimalno dozvoljenu vrednost.

$$i_{ak} := \left(\frac{u_{a2}}{\psi_n} - n_1 \right) \cdot \frac{\psi_n}{r_a} \quad i_{ak} = -5.352 \cdot r_j$$

b) Moment opterećenja je konstantan i pola nominalnog, brzina je veća od nominalne, pa treba raditi u oblasti slabljenja polja, tj. sa fluksom manjim od nominalnog i nominalnim naponom indukta.

$$m_{m3} := \frac{m_n}{2} = 0.438 \cdot r_j \quad N_3 := 1700 \cdot \frac{\text{o}}{\text{min}} \quad \omega_3 := \frac{N_3}{n_b} = 1.187 \cdot r_j$$

$$\psi_f := 0.5$$

Given

$$\omega_3 = \frac{u_{an}}{\psi_f} - \frac{r_a}{(\psi_f)^2} \cdot m_{m3}$$

$$\psi_{f3} := \text{Find}(\psi_f) = 0.784 \cdot r_j \quad \Psi_{f3A} := \psi_{f3} \cdot \Psi_{fb} = 1.202 \text{ Wb}$$

$$i_{a3} := \frac{m_{m3}}{\psi_{f3}} = 0.558 \cdot r_j \quad I_{a3} := i_{a3} \cdot I_{ab} \quad I_{a3} = 14.57 \text{ A}$$

$$\text{c) } R_{ad} := 10 \cdot \Omega \quad r_{ad} := \frac{R_{ad}}{R_{ab}} = 1.135 \cdot r_j$$

$$u_{a4} := u_{an} = 1 \cdot r_j \quad \psi_{f4} := \psi_n = 0.875 \cdot r_j$$

$$\underline{\underline{K}} := 0.21 \cdot \text{Nm} \cdot \frac{\text{s}}{\text{rad}} \quad k := K \cdot \frac{\omega_b}{M_b} = 0.787 \cdot r_j \quad \omega := 1$$

Given

$$0 = \frac{u_{an} \cdot \psi_n - \omega \cdot \psi_n^2}{r_a + r_{ad}} - k \cdot \omega$$

Kako je brzina manja od nominalne, pri konstantnom i nominalnom fluksu treba smanjiti napon indukta i promeniti mu smer da bi se dobila radna tačka 2. Moment opterećenja je isti kao i u prvom slučaju.

$$\omega_4 := \text{Find}(\omega) = 0.498 \cdot \text{rj}$$

$$\omega_4 \cdot \omega_b = 74.7 \cdot \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$m_{e4} := k \cdot \omega_4$$

$$m_{e4} = 0.392 \cdot \text{rj}$$

$$m_{e4} \cdot M_b = 15.687 \cdot \text{Nm}$$