

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, 6.6.2019.

I kolokvijum

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 1000o/min (radna tačka A), odnosno -1200o/min (radna tačka B)? Otpor indukta se ne menja.

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

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

- b) Na koji se način ostvaruje režim rada sa momentom na vratilu motora $m_{nom}/2$ i brzinom $n=2000\text{o/min}$ (radna tačka C), ako se otpor indukta ne menja? Odrediti vreme trajanja prelaznog procesa iz radne tačke A u radnu tačku C. Komentarisati prelazni proces.

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

Trajanje prelaznog procesa (odgovor je na strani): _____ 0,5 poena

- c) Odrediti novo stacionarno stanje ako se pri nominalnim uslovima rada 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: U pogonu sa motorom jednosmerne struje sa nezavisnom pobudom primenjeno je kombinovano upravljanje (promenom napona indukta i promenom napona pobude). Nacrtati i objasniti područje praktično mogućih radnih tačaka u (m_m, ω) ravni, i obeležiti karakteristične tačke na dijagramu. U cilju lakšeg grafičkog prikaza koristiti tipične vrednosti za $R_a = 0,1 \text{ r.j.}$, $i_{amax} = 2 \text{ r.j.}$ i $\omega_{max} = 3 \text{ r.j.}$

Odgovor je na strani: _____ 2 poena

Studenti koji rade I kolokvijum rade 1. zadatak i 1. teorijsko pitanje.

Studenti koji rade II kolokvijum rade 2. zadatak i 2. teorijsko pitanje.

Studenti koji rade integralni ispit rade oba zadatka i oba teorijska pitanja.

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

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

$$R_a := 1.1 \Omega$$

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

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

$$\Psi_{fb} := \frac{U_{ab}}{\omega_b} \quad \Psi_{fb} = 1.533 \cdot Wb$$

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

NORMALIZACIJA

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

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

a) Prvi slučaj, RT: A

$$I_{a1} := 20 \cdot A \quad N_1 := 1000 \cdot \frac{o}{\text{min}}$$

$$i_{a1} := \frac{I_{a1}}{I_{ab}} \quad i_{a1} = 0.766 \cdot r_j \quad n_1 := \frac{N_1}{n_b} = 0.698 \cdot r_j$$

$$\omega_1 := n_1$$

$$m_{e1} := \psi_n \cdot i_{a1} \quad m_{e1} = 0.671 \cdot r_j$$

$$u_{a1} := r_a \cdot i_{a1} + \psi_n \cdot \omega_1$$

$$u_{a1} = 0.707 \cdot r_j \quad U_{a1} := u_{a1} \cdot U_{ab} = 162.527 V$$

Drugi slučaj, RT: B

$$N_2 := -1200 \cdot \frac{o}{\text{min}} \quad n_2 := \frac{N_2}{n_b} \quad n_2 = -0.838$$

$$\omega_2 := n_2$$

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

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

$$u_{a2} := r_a \cdot i_{a1} + \psi_n \cdot \omega_2$$

$$u_{a2} = -0.638 \cdot r_j \quad U_{a2} := u_{a2} \cdot U_{ab} = -146.632 \text{ V}$$

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.

$$m_{m3} := \frac{m_n}{2} = 0.438 \cdot r_j \quad N_3 := 2000 \cdot \frac{o}{\text{min}} \quad \omega_3 := \frac{N_3}{n_b} = 1.396 \cdot r_j$$

$$\psi_f := 0.5$$

Given

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

$$\psi_{f3} := \text{Find}(\psi_f) = 0.657 \cdot r_j \quad \Psi_{f3A} := \psi_{f3} \cdot \Psi_{fb} = 1.007 \text{ Wb}$$

Maksimalna struja

$$i_{amax} := \frac{u_{an} - \omega_1 \cdot \psi_{f3}}{r_a} = 4.339 \cdot r_j$$

Struja je velika i sigurno veća od maksimalno očekivane!
Zato se proces povećanja brzine u pogonu uvek vrši sa ograničenjem struje indukta na maksimalnu vrednost.

$$t_{AC} := \int_{\omega_1}^{\omega_3 - \text{TOL}} \frac{T_m}{\frac{u_{an} \cdot \psi_{f3} - \omega \cdot \psi_{f3}^2}{r_a} - m_{m3}} d\omega = 0.095 \text{ s}$$

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

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

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

Given

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

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