

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.

Elektromotorni pogoni

Beograd, 19. jun 2020.

I KOLOKVIJUM

1. zadatak: U pogonu sa nezavisno pobuđenim motorom jednosmerne struje moment opterećenja je linearna funkcija brzine, zanemarljive vrednosti pri brzini jednakoj nuli, a priroda mu je reaktivna. Pri stalnoj i nominalnoj pobudi i nominalnom naponu izmerena je nominalna struja indukta motora. Smatrati da se indukt motora napaja iz punoupravljivog trofaznog tiristorskog mosta, pri čemu je vrednost ugla paljenja u ovim uslovima iznosila 30° .

- a) Koliki otpor treba uključiti u kolo motora pri dinamičkom kočenju tako da struja ne bude veća od 1,8 nominalne vrednosti? (Pretpostaviti $T_a \rightarrow 0$)

Odgovor: _____ [Ω]

1 poen

- b) Koliki je napon indukta potreban da bi brzina u stacionarnom stanju bila $0,2 \omega_n$ ukoliko se isključi dodatni otpor izračunat pod a)? Koliki je ugao paljenja tiristorskog mosta u ovim uslovima? Nacrtati putanju radne tačke u ovom procesu (od radne tačke u početnom trenutku (A), preko radne tačke koja odgovara maksimalnoj struji pri dinamičkom kočenju (B), do radne tačke C, koja se ima pri brzini $0,2 \omega_n$).

Dijagram je na strani _____

Odgovor: _____

1 poen

- c) Odrediti zavisnost ugla paljenja od brzine tako da pogon ubrza od $0,2 \omega_n$ do nominalne brzine sa konstantnim momentom u iznosu od $1,6 m_n$. Nacrtati putanju radne tačke u $m-\omega$ ravni, kao i zavisnost ugla paljenja od brzine u toku procesa ubrzanja.

Dijagrami su na strani _____

Odgovor: _____

1 poen

Podaci o motoru: 220V, 55A, 150 rad/s; $R_a = 0,091 \Omega$; $L_a = 7,7$ mH, ukupan moment inercije pogona je $J = 1,067$ kgm².

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.

Napomena: U cilju lakšeg grafičkog prikaza koristiti tipične vrednosti za $R_a = 0,1$ r.j, $i_{amax} = 2$ r.j. i $\omega_{max} = 3$ r.j.

Odgovor je na strani: _____

2 poena

$$U_{an} := 220V \quad I_{an} := 55A \quad \omega_n := 150 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \quad Nm \equiv N \cdot m$$

$$R_a := 0.091\Omega \quad L_a := 0.0077H \quad \Sigma J := 1.067 \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

$$\omega_b := \omega_n$$

$$R_b := \frac{U_{an}}{I_{an}} = 4\Omega \quad M_b := \frac{U_{an} \cdot I_{an}}{\omega_b} = 80.667 \cdot Nm$$

$$\mathbf{N:} \quad T_a := \frac{L_a}{R_a} = 0.085s \quad T_m := \Sigma J \cdot \frac{\omega_b}{M_b} = 1.984s$$

$$\frac{R_a}{R_b} := \frac{R_a}{R_b} = 0.023 \quad \Psi_{fn} := 1 - R_a \quad \Psi_{fn} = 0.977$$

$$m_n := \Psi_{fn} = 0.977 \quad \frac{\omega}{\omega_n} := 1 \quad u_{an} := 1 \quad i_{an} := 1$$

Prema podacima datim u zadatku, u početku imamo nominalni napon, nominalnu pobudu i nominalnu struju. Znači da je u početku nominalna brzina.

$$\omega_0 := \omega_n$$

$$K_\omega := \frac{m_n}{\omega_n} \quad m_m(\omega) := K_\omega \cdot \omega \quad K_\omega = 0.977$$

$$U_{d0} := \frac{1}{\cos(30\text{deg})} \quad U_{d0} = 1.1547$$

$$\mathbf{A)} \quad i_{amax} := 1.8 \quad R_{ad} := \frac{\Psi_{fn} \cdot \omega_n}{i_{amax}} - R_a = 0.52 \quad R_{ad} \cdot R_b = 2.081\Omega$$

$$u_a = 0 = (R_a + R_{ad})i_a + \Psi_{fn} \cdot \omega \quad i_a = -\frac{\Psi_{fn} \omega}{R_a + R_{ad}}$$

$$m_{ek}(\omega) := -\frac{\Psi_{fn}^2 \omega}{R_a + R_{ad}}$$

B) $\omega_C := 0.2$

$$m_{mC} := K_{\omega} \cdot \omega_C = 0.195$$

$$m_{eC} := m_{mC} \quad i_{aC} := \frac{m_{eC}}{\Psi_{fn}} = 0.2 \quad u_{aC} := R_a \cdot i_{aC} + \omega_C \cdot \Psi_{fn} = 0.2$$

$$\alpha_C(\omega_C) := \arccos\left(\frac{u_{aC}}{U_{d0}}\right)$$

$$\alpha_C(\omega_C) = 80.026 \cdot \text{deg}$$

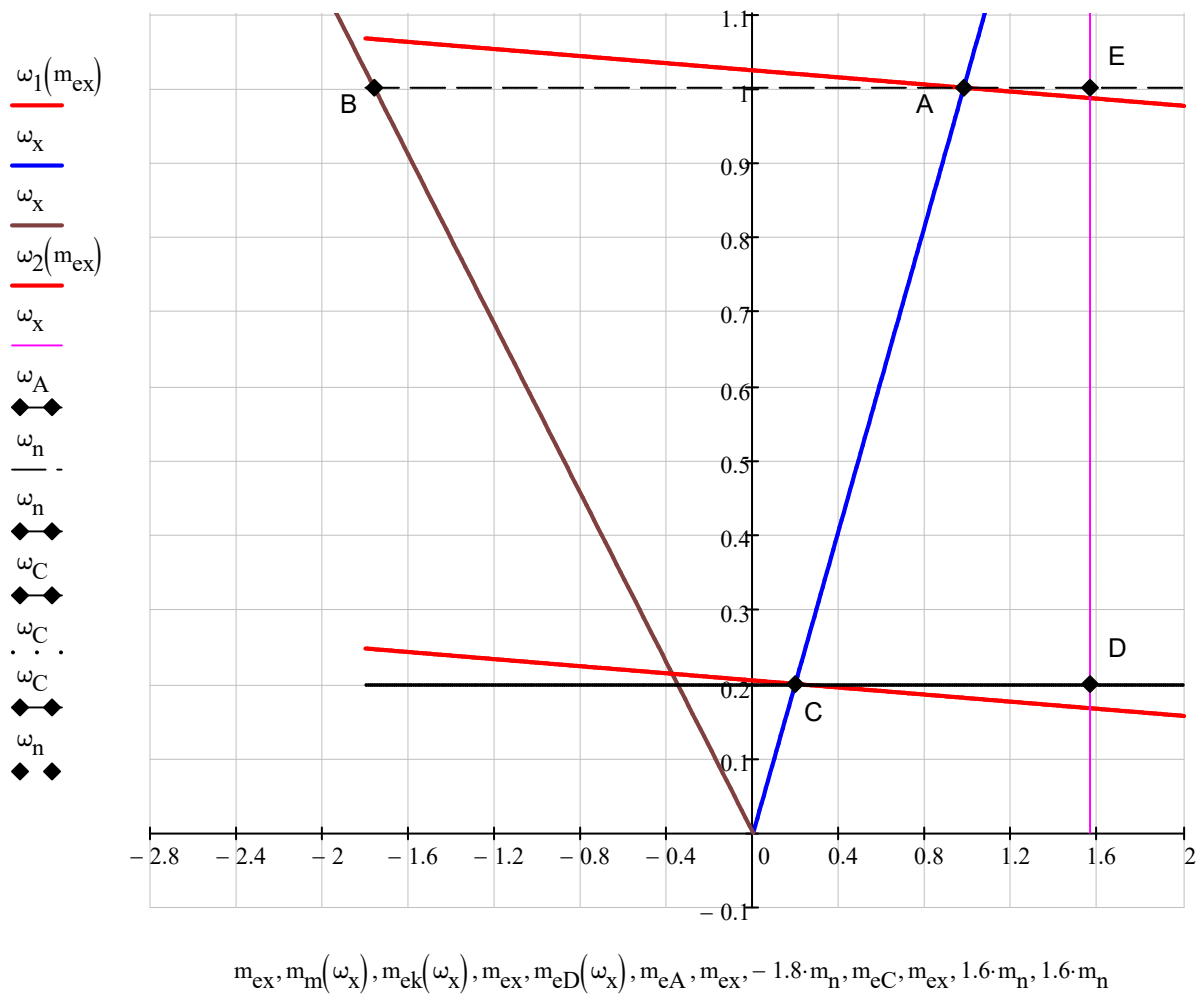
Potreban napon indukta iznosi 0.2r.j.

C) Kretanje radne tačke u m - ω ravni pri ubrzanju pogona od tačke C do tačke A sa konstantnim momentom, prikazano je na slici ispod.

Statičke karakteristike:

$$\omega_1(m_e) := \left(\frac{u_{an}}{\Psi_{fn}} - R_a \cdot \frac{m_e}{\Psi_{fn}^2} \right) \quad \omega_2(m_e) := \left(\frac{u_{aC}}{\Psi_{fn}} - R_a \cdot \frac{m_e}{\Psi_{fn}^2} \right) \quad m_{eD}(\omega_x) := 1.6 \cdot m_n$$

$$m_{ex} := -1.8, -1.79 \dots 2 \quad \omega_x := 0, 0.01 \dots 1.2 \quad m_{eA} := m_n \quad \omega_A := \omega_n$$



$$\omega_{\text{D}} := \omega_{\text{C}} \qquad \textcolor{green}{m_{\text{eD}}} := 1.6 \cdot m_{\text{n}}$$

$$u_{\text{a}}(\omega) := \Psi_{\text{fn}} \cdot \omega + R_{\text{a}} \cdot \frac{m_{\text{eD}}}{\Psi_{\text{fn}}}$$

$$u_{\text{a}}(\omega_{\text{D}}) = 0.232$$

$$\alpha(\omega) := \operatorname{acos}\left(\frac{u_{\text{a}}(\omega)}{U_{\text{d0}}}\right)$$

$$\alpha(\omega_{\text{D}}) = 78.417 \cdot \text{deg}$$

$$\omega_{\text{E}} := \omega_{\text{A}}$$

$$u_{\text{a}}(\omega_{\text{E}}) = 1.014$$

$$\alpha(\omega_{\text{E}}) = 28.616 \cdot \text{deg}$$

$$u_{\text{aA}}(\omega) := \Psi_{\text{fn}} \cdot \omega_{\text{A}} + R_{\text{a}} \cdot \frac{m_{\text{m}}(\omega_{\text{A}})}{\Psi_{\text{fn}}}$$

$$u_{\text{aA}}(\omega_{\text{A}}) = 1$$

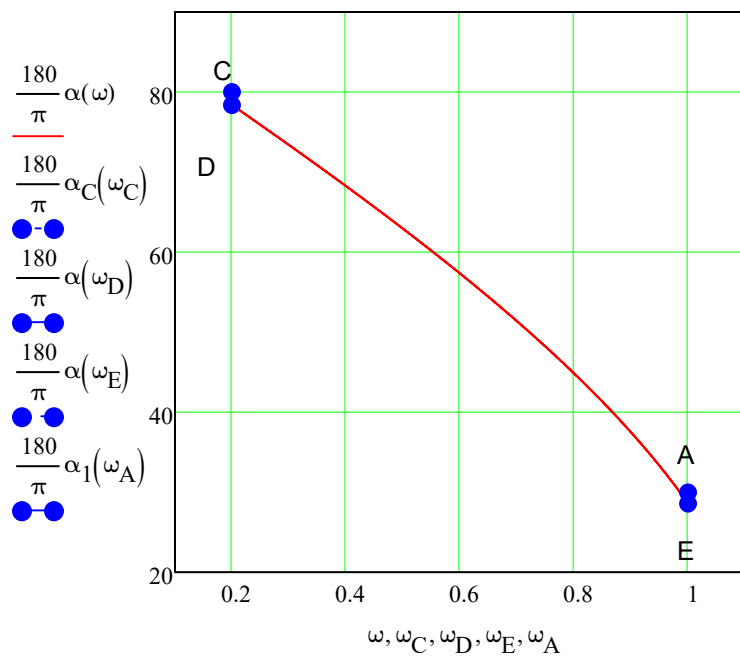
$$\alpha_1(\omega_{\text{A}}) := \operatorname{acos}\left(\frac{u_{\text{aA}}(\omega_{\text{A}})}{U_{\text{d0}}}\right)$$

$$\alpha_1(\omega_{\text{A}}) = 30 \cdot \text{deg}$$

$$\alpha_{\text{graph}}(\omega) := \begin{cases} \alpha_C(\omega_C) & \text{if } \omega = \omega_C \\ \alpha(\omega) & \text{otherwise} \\ \alpha_1(\omega_A) & \text{if } \omega = \omega_A \end{cases}$$

Zavisnost ugla paljenja tiristorskog mosta od brzine pri kretanju radne tačke od C do A, prikazano je na slici ispod, pri čemu se prelazak iz C u D dešava "trenutno", kao i iz tačke E u tačku A.:

$$\omega := \omega_E, \omega_E - 0.00001 \dots \omega_D$$



$$\alpha_{\text{graph}}(\omega_C) = 80.026 \cdot \text{deg}$$

$$\alpha_{\text{graph}}(\omega_C + 0.00001) = 78.416 \cdot \text{deg}$$

$$\alpha_{\text{graph}}(\omega_A + 0.00001) = 28.615 \cdot \text{deg}$$

$$\alpha_{\text{graph}}(\omega_A) = 30 \cdot \text{deg}$$