

Ime i prezime: _____, br. indeksa _____.

Ovaj list se predaje zajedno sa vežbankom!

Odgovore na postavljena pitanja (uključujući analizu, obrazloženje i proračun) dati u vežbanci, a na ovom listu naznačiti strane u vežbanci na kojima se odgovori nalaze. Svaki tačan odgovor mora biti obrazložen.

Elektromotorni pogoni

Beograd, 11. januar 2026.

I KOLOKVIJUM

Zadatak: Trofazni tiristorski most koji napaja indukt MJS sa nezavisnom pobudom je dimenzionisan tako da u praznom hodu pri minimalnom uglu paljenja od 30° daje napon jednak 110% nominalnog napona indukta. Pobuda je stalna i nominalna.

- a) Odrediti i grafički prikazati zavisnost napona indukta i ugla paljenja tiristorskog mosta od brzine da bi se pogon za najkraće vreme zaletio iz stanja mirovanja do 70% nominalne brzine. Moment opterećenja je konstantan i jednak polovini nominalnog. Tokom zaletanja ograničiti struju indukta na 130% nominalne vrednosti.

Odgovor je na strani: _____ [1 poen]

- b) Za prelazni proces pod a) nacrtati kretanje radne tačke motora u $m-\omega$ ravni. Odrediti vreme potrebno za izvršavanje ovog prelaznog procesa.

Odgovor je na strani: _____ [1 poen]

- c) Objasniti jedan od načina na koji se može ostvariti četvorokvadrantni rad ovog pogona. Definirati uslove prelaska u kočenje iz radne tačke ustaljenog stanja na 70% nominalne brzine, ako struja ne sme da pređe 130% nominalne vrednosti - koliki treba da bude novi ugao paljenja?

Odgovor je na strani: _____ [1 poen]

Podaci o motoru: $R_a = 0,023 \text{ r.j.}$; $T_m = 1,5 \text{ s}$; $T_a \approx 0$; Zanemariti uticaj prekidnih struja i padove napona na ispravljaču.

Teorijsko pitanje:

- a) Izvesti matematički model pogona sa nezavisno pobuđenom mašinom za jednosmernu struju u normalizovanom domenu: usvojiti bazne vrednosti i sprovesti postupak normalizacije;

Odgovor je na strani: _____ [1 poen]

- b) U slučaju da je posmatrani dinamički sistem linearan (fluks pobude konstantan) i da se trenje može zanemariti, izvesti funkcije prenosa $H_{u\omega}(p)$ i $H_{m\omega}(p)$, odrediti karakterističnu jednačinu i polove ovog dinamičkog sistema.

Odgovor je na strani: _____ [0,5 poena]

- c) Razmotriti uticaj fluksa na raspored polova. Odrediti karakterističnu vrednost fluksa pri kojoj se menja priroda polova sistema. Za objašnjenje koristiti analitičke izraze i grafički prikaz.

Odgovor je na strani: _____ [0,5 poena]

$$U_{d0} \cdot \cos(30\text{deg}) = 1.1 \quad r_j := 1 \quad \text{Definisanje oznake za relativne jedinice}$$

$$R_a := 0.023 r_j \quad T_m := 1.5 \text{s}$$

$$U_{d0} := \frac{1.1}{\cos(30\text{deg})} = 1.27 \quad \Psi_{fn} := 1 - R_a = 0.977 \quad M_{en} := \Psi_{fn}$$

$$u_a(\alpha) = U_{d0} \cdot \cos(\alpha)$$

$$M_m := 0.5 \cdot M_{en}$$

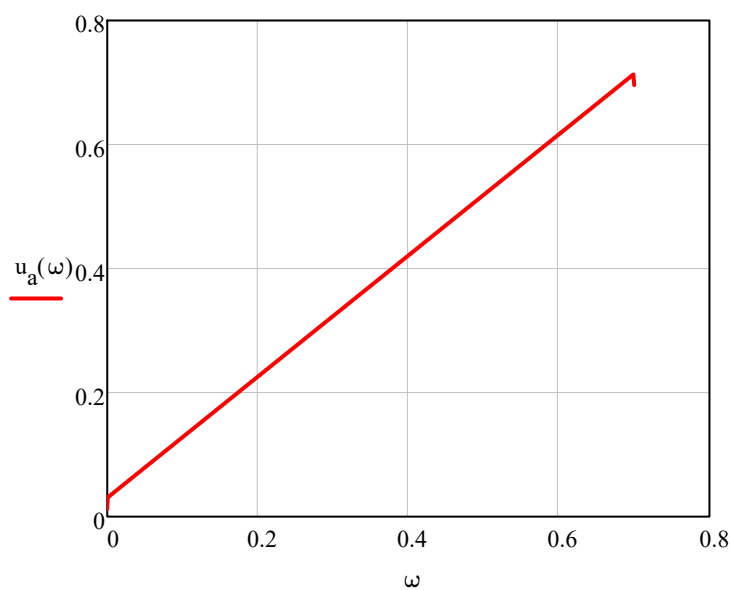
$$\omega_A := 0 r_j \quad \omega_B := 0.7 r_j \quad I_{amax} := 1.3 r_j \quad \omega_{A1} := 0.0001 r_j \quad \omega_{B1} := 0.6999 r_j$$

$$T_m \cdot \left(\frac{d}{dt} \omega \right) = \Psi_{fn} \cdot I_{amax} - M_m \quad \text{Dobija se konstantno ubrzanje}$$

$$u_a(\omega) := \begin{cases} R_a \cdot \frac{M_m}{\Psi_{fn}} & \text{if } \omega \leq 0 \\ \Psi_{fn} \cdot \omega + R_a \cdot I_{amax} & \text{if } 0 < \omega < 0.7 \\ \Psi_{fn} \cdot \omega + R_a \cdot \frac{M_m}{\Psi_{fn}} & \text{if } \omega \geq 0.7 \end{cases}$$

$$\alpha(\omega) := \frac{180}{\pi} \cdot \arccos\left(\frac{u_a(\omega)}{U_{d0}}\right)$$

$$\omega := 0, 0.001 \dots 0.70$$

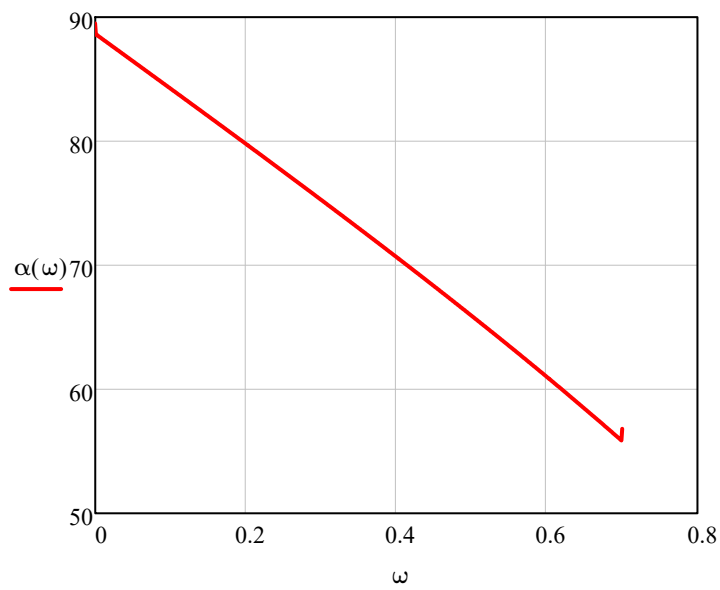


$$u_a(\omega_A) = 0.012 \quad r_j$$

$$u_a(\omega_{A1}) = 0.03 \quad r_j.$$

$$u_a(\omega_{B1}) = 0.714 \quad r_j.$$

$$u_a(\omega_B) = 0.695 \quad r_j.$$



$$\alpha(\omega_A) = 89.481 \text{ stepeni}$$

$$\alpha(\omega_{A1}) = 88.647 \text{ stepeni}$$

$$\alpha(\omega_{B1}) = 55.813 \text{ stepeni}$$

$$\alpha(\omega_B) = 56.805 \text{ stepeni}$$

$$\Delta\omega := \omega_B - \omega_A = 0.7$$

$$\frac{\Delta\omega}{\Delta t} = \frac{\Psi_{fn} \cdot I_{amax} - M_m}{T_m}$$

$$\Delta t := \frac{T_m \cdot \Delta\omega}{\Psi_{fn} \cdot I_{amax} - M_m} = 1.343 \text{ s}$$

$$\omega(t) := \begin{cases} \omega_A & \text{if } t \leq 0 \text{ s} \\ \left(\frac{\Delta\omega}{\Delta t} \cdot t \right) & \text{if } 0 < t \leq \Delta t \\ \omega_B & \text{if } t > \Delta t \end{cases}$$

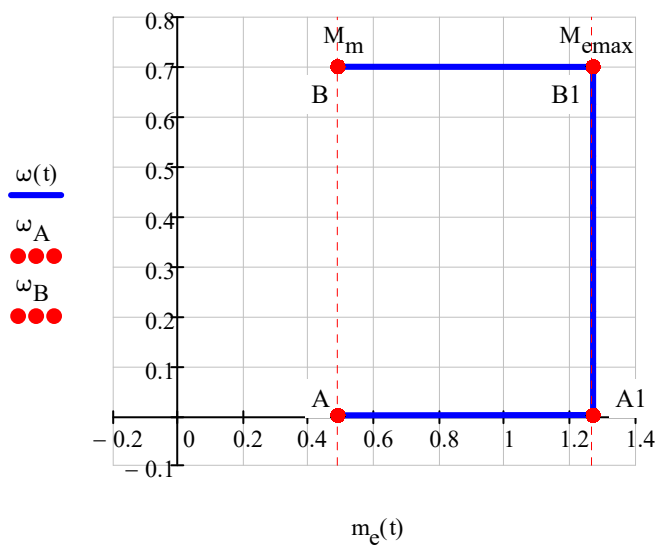
$$i_a(t) := \begin{cases} \frac{M_m}{\Psi_{fn}} & \text{if } t \leq 0 \\ I_{amax} & \text{if } 0 < t \leq \Delta t \\ \frac{M_m}{\Psi_{fn}} & \text{if } t > \Delta t \end{cases}$$

$$e(t) := \Psi_{fn} \cdot \omega(t)$$

$$m_e(t) := \Psi_{fn} \cdot i_a(t)$$

$$M_{emax} := \Psi_{fn} \cdot I_{amax} = 1.27$$

$$t := 0 \text{ s}, 0.001 \text{ s} \dots \Delta t + 0.5 \text{ s}$$



Kretanje radne
tačke motora:
A > A1 > B1 > B

$$T_m \cdot \left(\frac{d}{dt} \omega \right) = \Psi_{fn} \cdot I_{amax} - M_m$$

$$t_1 := T_m \cdot \int_{\omega_A}^{\omega_B} \frac{1}{\Psi_{fn} \cdot I_{amax} - M_m} d\omega$$

$$t_1 = 1.3434 \text{ s}$$

$$\Delta t = 1.3434 \text{ s}$$

Dobija se isto
rešenje za trajanje
prelaznog procesa.

U ustaljenom stanju, na brzini $\omega_B = 0.7$ r.j. napon će biti

$$u_{aA} := \Psi_{fn} \cdot \omega_B + R_a \cdot \frac{M_m}{\Psi_{fn}} = 0.695$$

Da bi se ostvarila negativna struja, pri istoj brzini, napon na krajevima motora će biti

$$u_{aC} := \Psi_{fn} \cdot \omega_B + R_a \cdot (-I_{amax}) = 0.654 \quad \omega_C := 0.7$$

Ukoliko postoje kontaktori za reversiranje, ili antiparalelna veza dva tiristorska mosta (sa razdvojenim upravljanjem, početak kočenja sa negativnom strujom uslovljava rad odgovarajućeg tiristorskog mosta (most aza negativnu struju) u invertorskom režimu.

Napon će gledano sa stanovišta mosta za negativnu struju biti negativan, a možemo smatrati da se brzina nije promenila tokom prevezivanja mosta.

$$u_{aC2} := -u_{aC} \quad u_{aC2} = -0.654 \quad \alpha_C := \frac{180}{\pi} \arccos \left(\frac{u_{aC2}}{U_{d0}} \right) = 120.99$$

$$m_{ex} := -2, -1.99 \dots 2$$

$$\omega_{xA}(m_{ex}) := \frac{u_{aA}}{\Psi_{fn}} - \frac{R_a}{\Psi_{fn}^2} \cdot m_{ex}$$

$$\omega_{xC}(m_{ex}) := \frac{u_{aC}}{\Psi_{fn}} - \frac{R_a}{\Psi_{fn}^2} \cdot m_{ex}$$

