

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, 08.04.2023. god

### I kolokvijum

**1. Zadatak:** Motor jednosmerne struje sa nezavisnom stalnom i nominalnom pobudom napaja se iz jednog trofaznog mosnog tiristorskog ispravljača. Momenat opterećenja ne zavisi od brzine, jednak je po vrednosti nominalnom momentu motora i ima potencijalnu prirodu. Pri uglu paljenja od  $30^\circ$  motor ima nominalnu brzinu.

- a) Odrediti napon napajanja ispravljača i ugao paljenja pri kome je brzina motora 75 rad/s. Nacrtati ovu radnu tačku u preseku mehaničke karakteristike motora i karakteristike opterećenja i obeležiti je sa A.

Dijagram je na strani \_\_\_\_\_

Odgovor je na strani \_\_\_\_\_.

1 poen

- b) Napisati jednačine matematičkog modela posmatranog pogona u normalizovanom domenu, izvesti izraz za karakterističnu jednačinu i odrediti polove sistema.

Odgovor je na strani \_\_\_\_\_.

0,5 poena

Kakav je karakter prelaznih procesa kod ovog pogona? Odgovor obrazložiti.

Odgovor je na strani \_\_\_\_\_.

0,5 poena

- c) Ako se ugao paljenja iz a) naglo poveća za  $35^\circ$  naći novu radnu tačku, odrediti sve karakteristične veličine  $m_e$ ,  $\omega$ ,  $u_a$ ,  $i_a$ , obeležiti je sa D i nacrtati kretanje radne tačke od tačke A do tačke D u  $(m_e, \omega)$  ravni. Opisati radni režim pogona u tački D.

Dijagram je na strani \_\_\_\_\_

Odgovor je na strani \_\_\_\_\_

1 poen

**Podaci:** 230 V; 26,1 A; 150 rad/s;  $R_a = 1,1 \Omega$ ;  $L_a = 0,01$  H; ukupan momenat inercije pogona je  $J = 0,0133 \text{ kgm}^2$ . Zanimariti padove napona u ispravljaču.

---

**1. Teorijsko pitanje:** Nabrojati i ukratko objasniti aktuatore u elektromotornim pogonima sa motorom za jednosmernu struju.

- a) Nacrtati i ukratko objasniti strukturnu šemu i principijelnu šemu trofaznog tiristorskog mosta. Nacrtati familiju mehaničkih karakteristika motora za jednosmernu struju sa nezavisnom pobudom, koji se napaja iz trofaznog tiristorskog ispravljača i komentarisati. Napisati i objasniti funkciju prenosa ovog ispravljača.

Odgovor je na strani \_\_\_\_\_. [1 poen]

- b) Ukratko objasniti ulogu čopera u elektromotornom pogonu sa motorom za jednosmernu struju, objasniti podelu na klase i predstaviti čoper funkcijom prenosa, uz kratko objašnjenje.

Odgovor je na strani \_\_\_\_\_. [1 poen]

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

$$R_a := 1.1\Omega \quad \omega_N := 150 \frac{\text{rad}}{s} \quad L_a := 0.01H \quad J := 0.0133 \text{kg} \cdot \text{m}^2 \quad 30 \cdot \frac{\omega_N}{\pi} = 1.432 \times 10^3 \frac{1}{s}$$

Bazne vrednosti:

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

$$\Psi_{fb} := \frac{U_{ab}}{\omega_b} \quad \Psi_{fb} = 1.533 \cdot \text{Wb} \quad \Psi_{fN} := \frac{(U_{an} - R_a \cdot I_{an})}{\omega_N} = 1.342 \text{Wb}$$

$$M_n := I_{an} \cdot \Psi_{fN} = 35.024 \cdot \text{Nm} \quad M_m := M_n$$

NORMALIZACIJA

$$r_a := \frac{R_a}{R_{ab}} = 0.125 \cdot r_j \quad \psi_{fn} := \frac{\Psi_{fN}}{\Psi_{fb}} = 0.875 \cdot r_j \quad m_n := \psi_{fn} = 0.875 \cdot r_j$$

$$u_{an} := 1 \cdot r_j \quad m_m := m_n \quad T_a := \frac{L_a}{R_a} = 9.091 \times 10^{-3} s$$

$$T_m := J \cdot \frac{\omega_b}{M_b} = 0.05 s \quad \omega_n := 1 r_j \quad u_{do} := \frac{u_{an}}{\cos\left(\frac{\pi}{6}\right)} = 1.155 \cdot r_j \quad u_{do} \cdot U_{ab} = 265.581 V$$

a) Moment opterećenja je konstantan i jednak je nominalnom, zadata brzina je 75 rad/s.

Radna tačka A:

$$\omega_A := 75 \frac{\text{rad}}{s} \quad \omega_a := \frac{\omega_A}{\omega_b} = 0.5 \cdot r_j$$

$$u_{aA} := r_a \cdot \frac{m_m}{\psi_{fn}} + \omega_a \cdot \psi_{fn} = 0.562 \cdot r_j$$

$$U_{aA} := u_{aA} \cdot U_{ab} = 129.355 V \quad \alpha_A := \arccos\left(\frac{u_{aA}}{u_{do}}\right) = 1.062 \cdot \text{rad} \quad \alpha_A = 60.852^\circ$$

$$a := T_a \cdot T_m \cdot \frac{1}{s} \quad b := T_m \cdot \frac{1}{s} \quad c := \frac{\psi_{fn}^2}{r_a}$$

$$a = 4.532 \times 10^{-4}$$

$$b = 0.05$$

$$c = 6.136$$

$$x := 0 + i$$

Given

$$a \cdot x^2 + b \cdot x + c = 0$$

$$x_1 := \text{Find}(x)$$

$$x_1 = -55 + 102.541i$$

$$T_a \cdot T_m \cdot p^2 + T_m \cdot p + \frac{\psi_{fn}^2}{r_a} = 0$$

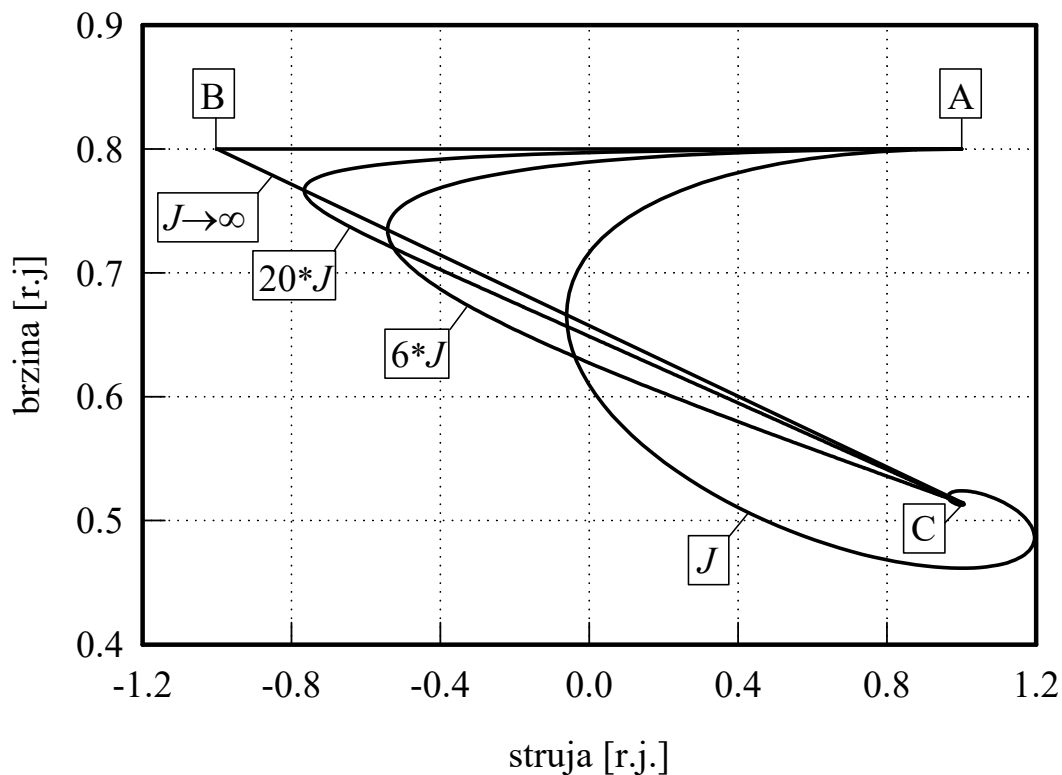
Kada se jednačina uporedi sa standardnim karakterističnim polinomom drugog reda:

$$p^2 + 2 \cdot \xi \cdot \Omega_n \cdot p + \Omega_n^2 = 0$$

$$\xi := \frac{1}{2 \cdot \psi_{fn}} \cdot \sqrt{\frac{T_m \cdot r_a}{T_a}} = 0.473 \quad \Omega_n := \frac{\psi_{fn}}{\sqrt{T_m \cdot T_a \cdot r_a}} \quad \Omega_n = 116.36 \frac{1}{s}$$

Kako je faktor prigušenja manji od jedan, to je odziv oscilatorno prigušen.

Faktor prigušenja kojim je određen položaj polova u kompleksnoj ravni, odnosno karakter prelazne pojave, određen je parametrima jednosmernog motora, ukupnom inercijom pogona svedenom na vratilo motora, i fluksom. Fluks je po prirodi promenljiva veličina, i u opštem dinamičkom modelu pogona ima ulogu promenljive stanja, ali u posmatranom slučaju je konstanta, kao i parametri.



c) Ako se ugao paljenja poveća za  $35^\circ$  tada će se radna tačka translirati na dole:

Radna tačka D:

$$\alpha_D := \alpha_A + 35^\circ = 95.852^\circ$$

$$u_{aD} := u_{d0} \cdot \cos(\alpha_D) = -0.118 \cdot r_j \quad u_{aD} \cdot U_{ab} = -27.079 \text{ V}$$

$$m_m = 0.875 \cdot r_j$$

$$\omega_d := \frac{u_{aD}}{\psi_{fn}} - \frac{r_a}{(\psi_{fn})^2} \cdot m_m = -0.277 \cdot r_j \quad \omega_D := \omega_d \cdot \omega_b = -41.574 \cdot \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

Grafik:

$$\omega(m_e, u_a) := \frac{u_a - r_a \cdot \frac{m_e}{\psi_{fn}}}{\psi_{fn}}$$

$$\omega_p := \frac{u_{aD}}{\psi_{fn}}, \frac{u_{aD}}{\psi_{fn}} + 0.01 \dots \omega_a$$

$$m_e := 0,0 + 0.01 \dots 3$$

$$\omega_m := -1, -1 + 0.01 \dots 1.5$$

$$m_{ep} := 0,0 + 0.01 \dots m_m$$

