

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, 13.04.2024.

I kolokvijum

1. Zadatak: Motor jednosmerne struje sa stalnom nezavisnom i nominalnom pobudom napaja se iz idealnog naponskog izvora. Idealni naponski izvor može da radi sa pozitivnom i negativnom strujom, i sa pozitivnim i negativnim naponom indukta (na izlazu).

Moment opterećenja je $m_m(\omega) = 0,7 \cdot \omega$. Odgovoriti na sledeća pitanja:

- a) Odrediti zavisnost napona indukta od brzine da bi se brzina smanjila sa nominalne (obeležiti ovu radnu tačku ustaljenog stanja u $m-\omega$ ravni slovom A) na 0,5 nominalne brzine (obeležiti ovu radnu tačku ustaljenog stanja u $m-\omega$ ravni slovom B). Tokom usporavanja ostvaruje se rekuperativno kočenje sa maksimalnim kočionim momentom, kome odgovara maksimalna negativna struja ograničena na vrednost $|i_{a\ max}| = 1,7 \cdot i_{an}$. Nacrtati kretanje radne tačke motora u $m-\omega$ ravni. Obeležiti karakteristične tačke u toku prelaznog procesa i odrediti vrednost napona indukta u tim tačkama.

Odgovori: _____ [1 poen]

- b) Izračunati trajanje prelaznog procesa koji nastaje usled opisane promene napona indukta? Zanimariti elektromagnetne prelazne procese, koristiti Njutnovu jednačinu.

Trajanje prelaznog procesa je _____ [1 poen]

- c) Ako se vrednost napona indukta naglo poveća na 0,6 r.j, odrediti parametre nove radne tačke ustaljenog stanja C (brzinu, struju, moment). Nacrtati kretanje radne tačke motora u $m-\omega$ ravni. Odrediti najveću vrednost struje indukta koja se javlja u toku prelaznog procesa (napisati pri kojoj brzini će se javiti najveća vrednost struje), i odrediti odgovarajuću vrednost momenta motora.

Odgovor je na strani _____ [1 poen]

Podaci: $R_a = 0,09$ r.j.; $T_a \approx 0$ (prelazni procesi elektromagnetne prirode su zanemareni); $T_m = 0,3$ s. Zanimariti efekat prekidnih struja i komutacione induktivnosti.

1. Teorijsko pitanje: Nacrtati i ukratko objasniti razdeljeno upravljanje pogonom sa motorom za jednosmernu struju napajanim iz dva anti-paralelno povezana trofazna tiristorska mosta.

Odgovor je na strani _____ [1 poen]

Prikazati i objasniti logiku koja određuje koji most je aktivan.

Odgovor je na strani _____ [1 poen]

$$R_a := 0.09 \quad \Psi_{fn} := 1 - R_a \quad m_m(\omega) := 0.7 \cdot \omega \quad T_m := 0.3 \cdot s$$

$$i_{an} := 1 \quad u_{an} := 1 \quad \Psi_{fn} = 0.91 \quad i_{amax} := 1.7 \cdot i_{an}$$

A) $\omega_A := 1$ $u_{aA} := R_a \cdot \frac{m_m(\omega_A)}{\Psi_{fn}} + \Psi_{fn} \cdot \omega_A = 0.979$

$$i_{aA} := \frac{m_m(\omega_A)}{\Psi_{fn}} = 0.769 \cdot rj \quad m_{eA} := \Psi_{fn} \cdot i_{aA}$$

$\omega_{A1} := \omega_A$ $u_{aA1} := R_a \cdot (-i_{amax}) + \Psi_{fn} \cdot \omega_A = 0.757 \cdot rj$

$$i_{aA1} := (-i_{amax}) = -1.7 \cdot rj \quad m_{eA1} := \Psi_{fn} \cdot i_{aA1}$$

$\omega_{B1} := 0.5$ $u_{aB1} := R_a \cdot (-i_{amax}) + \Psi_{fn} \cdot \omega_{B1} = 0.302$

$$i_{aB1} := (-i_{amax}) = -1.7 \cdot rj \quad m_{eB1} := \Psi_{fn} \cdot i_{aB1}$$

$\omega_B := 0.5$ $u_{aB} := R_a \cdot \frac{m_m(\omega_B)}{\Psi_{fn}} + \Psi_{fn} \cdot \omega_B = 0.49$

$$i_{aB} := \frac{m_m(\omega_B)}{\Psi_{fn}} = 0.385 \cdot rj \quad m_{eB} := \Psi_{fn} \cdot i_{aB}$$

B) $m_{ek} := \Psi_{fn} \cdot (-i_{amax}) = -1.547 \cdot rj$ Konstantno tokom perioda kočenja

$$t_B := T_m \int_{\omega_A}^{\omega_B} \frac{1}{m_{ek} - 0.7 \cdot \omega} d\omega \quad t_B = 0.073 \cdot s \quad \text{Numerički izračunata vrednost.}$$

Za simboličko izračunavanje uvodimo smenu

$$x = m_{ek} - 0.7 \cdot \omega$$

$$dx = -0.7 \cdot d\omega \quad \text{odnosno} \quad d\omega = \frac{dx}{-0.7}$$

$$x_A := m_{ek} - 0.7 \cdot \omega_A = -2.247$$

$$x_B := m_{ek} - 0.7 \cdot \omega_B = -1.897$$

$$T_m \int_{\omega_A}^{\omega_B} \frac{1}{m_{ek} - 0.7 \cdot \omega} d\omega = T_m \cdot \frac{1}{(-0.7)} \cdot \int_{x_A}^{x_B} \frac{1}{x} dx = \frac{T_m}{(-0.7)} \cdot (\ln(x_B) - \ln(x_A)) = \frac{T_m}{(-0.7)} \cdot \ln\left(\frac{x_B}{x_A}\right)$$

$$\frac{T_m}{(-0.7)} \cdot (\ln(x_B) - \ln(x_A)) = 0.073 \text{ s} \quad \frac{T_m}{(-0.7)} \cdot \ln\left(\frac{x_B}{x_A}\right) = 0.073 \text{ s}$$

C)

$$u_{aC} := 0.6$$

U početnom trenutku brzina se neće promeniti:

$$\omega_{C1} := \omega_B = 0.5$$

Zbog toga će, odmah nakon promene napona (posle elektromagnetnog prelaznog procesa koji je zanemaren) struja imati najveću vrednost:

$$i_{aC1} := (u_{aC} - \Psi_{fn} \cdot \omega_{C1}) \cdot \frac{1}{R_a} = 1.611 \cdot r_j \quad m_{eC1} := \Psi_{fn} \cdot i_{aC1} = 1.466 \cdot r_j$$

U ustaljenom stanju brzina se izračunava

$$\omega_C = \frac{u_{aC}}{\Psi_{fn}} - R_a \cdot \frac{m_m(\omega_C)}{\Psi_{fn}^2} = \frac{u_{aC}}{\Psi_{fn}} - R_a \cdot \frac{0.7 \cdot \omega_C}{\Psi_{fn}^2}$$

$$\omega_C \cdot \left(1 + R_a \cdot \frac{0.7}{\Psi_{fn}^2}\right) = \frac{u_{aC}}{\Psi_{fn}} \quad \omega_C := \frac{u_{aC}}{\Psi_{fn}} \cdot \frac{1}{\left(1 + R_a \cdot \frac{0.7}{\Psi_{fn}^2}\right)} = 0.613 \cdot r_j$$

Pomoću numeričkog rešavanja

$$\omega_{Cx} := 0.5 \quad \text{Given} \quad \omega_{Cx} = \frac{u_{aC}}{\Psi_{fn}} - \frac{R_a}{\Psi_{fn}^2} \cdot m_m(\omega_{Cx}) \quad \text{Find}(\omega_{Cx}) = 0.613$$

Struja u ustaljenom stanju:

$$i_{aC} := m_m(\omega_C) \cdot \frac{1}{\Psi_{fn}} = 0.471 \cdot r_j$$

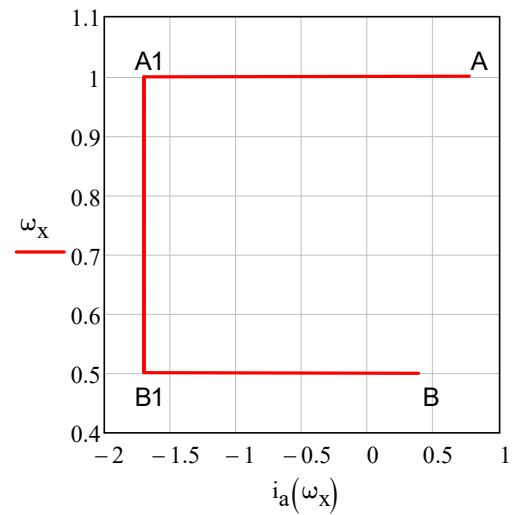
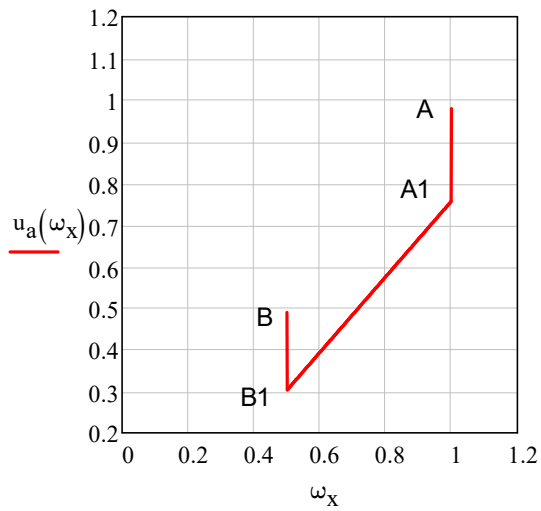
$$\Psi_{fn} \cdot \omega_C + R_a \cdot i_{aC} = 0.6$$

$$m_{eC} := \Psi_{fn} \cdot i_{aC} = 0.429$$

$$m_m(\omega_C) = 0.429$$

$$u_a(\omega) := \begin{cases} u_{aA} & \text{if } \omega = \omega_A \\ u_{aA1} & \text{if } \omega = \omega_{A1} - \text{TOL} \\ [R_a \cdot (-i_{amax}) + \omega \cdot \Psi_{fn}] & \text{if } \omega_{A1} > \omega > \omega_{B1} \\ u_{aB1} & \text{if } \omega = \omega_{B1} \\ u_{aB} & \text{if } \omega = \omega_B \end{cases} \quad i_a(\omega) := \begin{cases} i_{aA} & \text{if } \omega = \omega_A \\ i_{aA1} & \text{if } \omega = \omega_{A1} - \text{TOL} \\ (-i_{amax}) & \text{if } \omega_{A1} > \omega > \omega_{B1} \\ i_{aB1} & \text{if } \omega = \omega_{B1} + \text{TOL} \\ i_{aB} & \text{if } \omega = \omega_B \end{cases}$$

$$\omega_x := \omega_A, (\omega_A - \text{TOL}) .. \omega_B$$



$$m_{eX} := -2, -2 + 0.01 .. 2$$

$$m_{e1X} := m_{eA1}, m_{eA1} + 0.01 .. m_{eA}$$

$$m_{e2X} := m_{eB1}, m_{eB1} + 0.01 .. m_{eB}$$

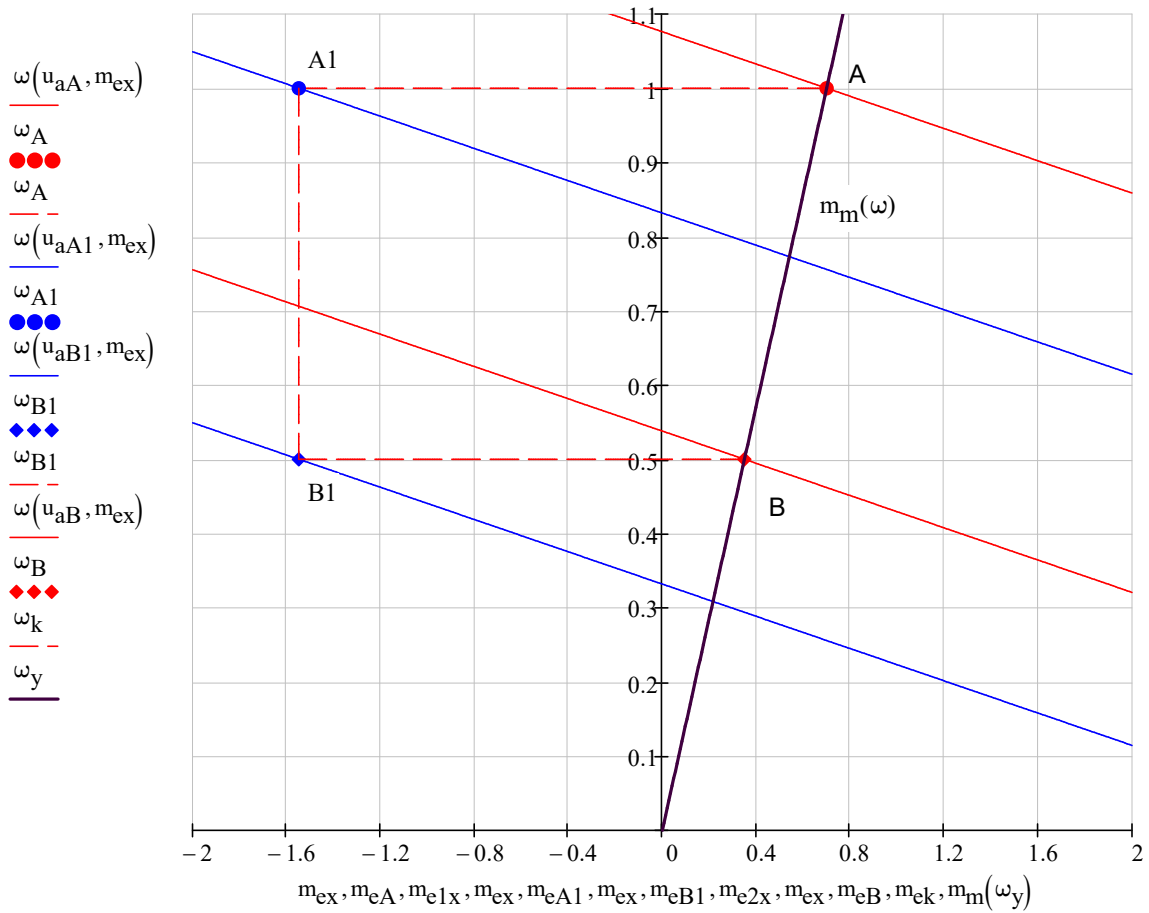
$$m_{e4X} := m_{eB}, m_{eB} + 0.01 .. m_{eC1}$$

$$\omega(u_a, m_e) := \frac{u_a}{\Psi_{fn}} - R_a \cdot \frac{m_e}{\Psi_{fn} \cdot 2}$$

$$\omega_k := \omega_{A1}, \omega_{A1} - 0.01 .. \omega_{B1}$$

$$\omega_y := 0, 0.01 .. 1.1$$

Statičke karakteristike i karakteristične radne tačke motora i ustaljenog stanja za deo zadatka (A).



Statičke karakteristike i karakteristične radne tačke motora i ustaljenog stanja za deo zadatka (C).

