## Pismeni ispit

9. srpnja 2018.



Matični bro

Napomena: Zadatke obavezno predati s rješenjima nakon završetka testa.

### 1. zadatak (8 bodova)

Istosmjerni nezavisno uzbuđeni motor ima sljedeće podatke:  $P_n=2,2\,\mathrm{kW},\ I_n=22,5\,\mathrm{A},\ U_n=120\,\mathrm{V},\ n_n=390\,\mathrm{min}^{-1}$ i otpor armature  $R_a=0,7\Omega.$  Moment trenja i ventilacije motora je **konstantan**.

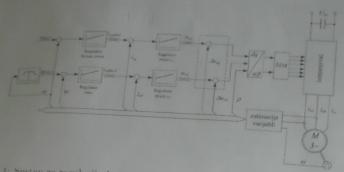
- a) (2 boda) Odrediti moment tereta kojim je motor opterećen ako se uz nazivni napon vrti brzinom  $n=440\,\mathrm{min}^{-1}$ ? Nacrtati momentne karakteristike tereta i motora te označiti radnu točku.
- b) (2 boda) Ako se motor optereti momentom tereta  $M_t = 40$  Nm, koliko treba iznositi napon napajanja da se motor vrti brzinom  $n = 200 \,\mathrm{min}^{-1}$ ? Nacrtati momentne karakteristike tereta i motora te označiti radmi točku
- c) (4 boda) Ako na motor priključimo teret momentne karakteristike  $M_t=k\,n^2\,\mathrm{Nm},\,$  pri nazivnom naponu i nazivnom toku teče struja  $I=20\,\mathrm{A}.$  Kojom brzinom bi se vrtio motor ako bi se uzbudna struja (tok) motora smanjila za 2% u odnosu na nazivnu vrijednost?

## 2. zadatak (14 bodova)

Asinkroni motor nazivnih podataka:  $U_n = 400 \,\mathrm{V}$ ,  $P_n = 5 \,\mathrm{kW}$ ,  $n_n = 1430 \,\mathrm{min}^{-1}$ ,  $f_n = 50 \,\mathrm{Hz}$ ,  $M_{pr}/M_n = 3$ , namot u spoju zvijezda, skalarno je upravljan U/f metodom u otvorenoj petlji. Motor pokreće stroj za obradu metala čija je momentna karakteristika dana izrazom  $M_t = k/n \,\mathrm{Nm}$ . Gubici trenja i ventilacije motora se zanemaruju. Pri nazivnom naponu i nazivnoj frekvenciji motor je opterećen s 50% nazivnog momenta.

- a) (6 bodova) Odrediti zadanu (referentnu) frekvenciju uz koju bi brzina vrtnje motora bila  $n=1200\,\mathrm{min^{-1}}$ . Koliki je moment tereta pri novoj referentnoj frekvenciji? Nacrtati momentne karakteristike motora i tereta, te naznačiti karakteristične točke.
- b) (2 boda) Kolika je minimalna dozvoljena referentna frekvencija s kojom opisani pogon može trajno raditi? Obrazloži!
- c) (6 bodova) Odrediti zadanu (referentnu) frekvenciju uz koju bi moment motora bio  $M=0,75\,M_n$ ako se motor upravlja u zatvorenoj petlji (PI regulator). Kolika je referentna brzina u tom slučaju? Nacrtati momentne karakteristike motora i tereta, te naznačiti karakteristične točke.

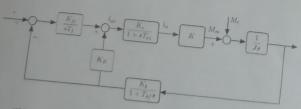
3. zadatak (11 bodova)



Slika 1: Sustav za regulaciju brzine s vektorski upravljanim asinkronim motorom

- (6 bodova) Kvalitativno skicirati odzive struja  $i_{sd}(t)$  i  $i_{sq}(t)$ , te brzine vrtnje  $\omega(t)$  za slučaj da se (6 bodova) Avantativno salemati odzire struja  $v_{sq}(v_j)$ , ve bizme vrinje  $\omega(t)$  za slučaj da se motoru poveća referentna vrijednost brzine na 120% nazivne brzine, a moment tereta ostane nepro-
- b) (5 bodova) U istom d, q koordinatnom sustavu skicirati položaj vektora magnetskog toka rotora, (5 bodova) u stom u, q koordmaanon sustava sateriati položaj vektora magnetskog toka rotora, položaj vektora struje statora te d i q komponente struje statora u početnom stacionarnom stanju M = 50% M.) te u stacionarnom stanju koja ja nastupila veltom polozaj vestora struje statura de u sporovanje statura u poecenom staturnom stanju koje je nastupilo nakon promjene referentne vrijednosti brzine (n=120%  $n_n$ ,  $M_t=50\%$   $M_n$ ). 4. zadatak (16 bodova)

Nadređena petlja upravljanja brzinom vrtnje istosmjernog motora s nezavisnom i konstantnom uzbudom prikazana je blokovskom shemom na slici 2. Pritom su:  $K_i=1$ ,  $T_{ei}=5\,\mathrm{ms}$ ,  $K=1,33\,\mathrm{Vs/rad}$  i  $J=3\,\mathrm{kgm}^2$ ,  $K_{fb}=1$ ,  $T_{fb}=1\,\mathrm{ms}$ . Potrebno je:

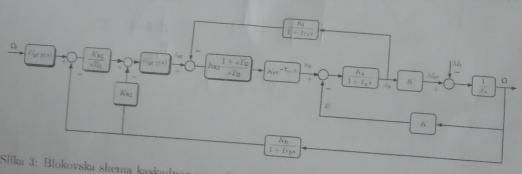


Slika 2: Blokovska shema upravljanja brzinom vrtnje

- a) (4 boda) Odrediti prijenosnu funkciju zatvorenog kruga.
- b) (5 bodova) Odrediti parametre modificiranog PI regulatora brzine vrtnje tako da nadomjesna vre-tvrnska konstant. menska konstanta zatvorenog kruga iznosi  $T_e=0.1\,\mathrm{s_j}$ a karakteristični odnos  $D_2=0.5.$
- c) (3 boda) Odrediti prefiltar u grani referentne vrijednosti brzine vrtuje kojim se krate sve mle
- d) (4 boda) Je li moguće promjenom prefiltra u grani referentne vrijednosti osigurati točnost slijeđenja

# 5. zadatak (16 bodova)

Kaskadna struktura upravljanja brzinom istosmjernog motora prikazana je na slici 3, pri čemu pojedini parametri iznose:  $K_a = 4.5 \, \text{A/V}$ ,  $T_a = 25 \, \text{ms}$ ,  $K = 1.33 \, \text{Vs/rad}$ .  $K_t = 44$ ,  $T_{mi} = 1.66 \, \text{ms}$ ,  $K_i = 0.1 \, \text{V/A}$ ,



Slika 3: Blokovska shema kaskadnog upravljanja brzinom DC motora s nezavisnom uzbudom

# Potrebno je:

- a) (5 bodova) Projektirati PI regulator struje armature  $G_{R1}(s)$  prema tehničkom optimumu kao i pre-
- b) (5 bodova) Izračunati parametre modificiranog PI regulatora brzine vrtnje motora prema simetričnom optimumu uz a=2. Projektirati prefiltar u referentnoj grani brzine vrtnje  $G_{pf2}(s)$ .
- e) (6 bodova) Izračunati maksimalnu dozvoljenu promjenu momenta tromosti, tako da minimalno fazno osiguranje iznosi  $\gamma=37^\circ$ , uz parametre regulatora dobivene uz a -2.41. Skicirati bodeov dijagram Napomena: Nagib karakteristike amplitudno frekvencijske karakteristike otvorenog kruga:

$$\operatorname{atan} x \pm \operatorname{atan} y = \operatorname{atan} \left( \frac{x \pm y}{1 \mp xy} \right)$$
 (1)