

## Pismeni ispit

9. srpnja 2018.

Ime i Prezime: \_\_\_\_\_

Matični broj: \_\_\_\_\_

Napomena: Zadatke obavezno predati s rješenjima nakon završetka testa.

## 1. zadatak (8 bodova)

Istosmjerni nezavisno uzbuđeni motor ima sljedeće podatke:  $P_n = 2,2 \text{ kW}$ ,  $I_n = 22,5 \text{ A}$ ,  $U_n = 120 \text{ V}$ ,  $n_n = 390 \text{ min}^{-1}$  i otpor armature  $R_a = 0,75 \Omega$ . Moment trenja i ventilacije motora je **konstantan**.

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

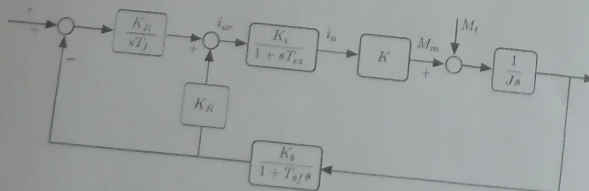
## 2. zadatak (14 bodova)

Asinkroni motor nazivnih podataka:  $U_n = 400 \text{ V}$ ,  $P_n = 5 \text{ kW}$ ,  $n_n = 1430 \text{ min}^{-1}$ ,  $f_n = 50 \text{ Hz}$ ,  $M_{pr}/M_n = 3$ , 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  $M_t = k/n \text{ Nm}$ . 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  $n = 1200 \text{ min}^{-1}$ . 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? Obrazložiti!
- 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.

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

4. zadatak (16 bodova)

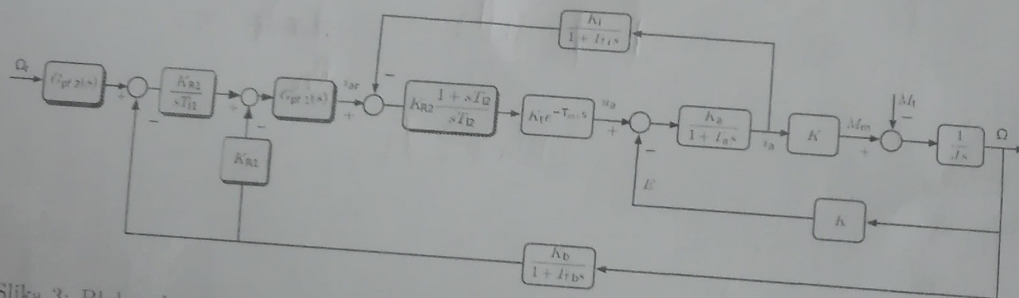


Slika 2: Blokovska shema upravljanja brzinom vrtnje



## 5. zadatak (16 bodova)

Kaskadna struktura upravljanja brzinom istosmjernog motora prikazana je na slici 3, pri čemu pojedini parametri iznose:  $K_a = 4,5 \text{ A/V}$ ,  $T_a = 25 \text{ ms}$ ,  $K = 1,33 \text{ Vs/rad}$ ,  $K_t = 44$ ,  $T_{mi} = 1,66 \text{ ms}$ ,  $K_i = 0,1 \text{ V/A}$ ,  $T_{fi} = 2 \text{ ms}$ ,  $K_b = 0,0318$ ,  $T_{fb} = 15 \text{ ms}$ ,  $J = 2,4 \text{ kg m}^2$ .



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

Potrebno je:

- (5 bodova) Projektirati PI regulator struje armature  $G_{R1}(s)$  prema tehničkom optimumu kao i prefiltar referentne vrijednosti struje armature  $G_{pf1}(s)$ .
  - (5 bodova) Izračunati parametre modificiranog PI regulatora brzine vrtnje motora prema simetričnom optimumu uz  $a = 2$ . Projektirati prefiltar u referentnoj grani brzine vrtnje  $G_{pf2}(s)$ .
  - (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 bodovni dijagram za nominalni moment tromosti i za maksimalnu dozvoljenu promjenu.
- Napomena: Nagib karakteristike amplitudno-frekvencijske karakteristike otvorenog kruga u okolini presječne frekvencije iznosi  $-20 \text{ dB/dek}$ .

Podsjetnik:

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

(1)