

## UEP Jesenski ispitni rok 7.9.2016

1. (10b) 2 istosmjerna motora spojena na istu osovinu:

$$\begin{array}{llllll} \text{M1:} & P_n = 33 \text{ kW} & I_n = 83 \text{ A} & U_n = 440 \text{ V} & n_n = 1040 \text{ min}^{-1} & R_a = 0.24 \Omega \\ \text{M2:} & P_n = 34 \text{ kW} & I_n = 87 \text{ A} & U_n = 440 \text{ V} & n_n = 1060 \text{ min}^{-1} & R_a = 0.3 \Omega \end{array}$$

Teret potencijalnog karaktera  $M_t = 250 \text{ Nm}$ . Momenti trenja i ventilacije su konstantni.

- a) (7b) Kojom brzinom motori dižu teret ako su oba spojena na nazivni napon? Koji je pritom omjer momenta svakog motora i njegovog nazivnog momenta?
- b) (3b) Koji napon treba narinuti na motor M2 da svaki motor preuzme pola tereta?

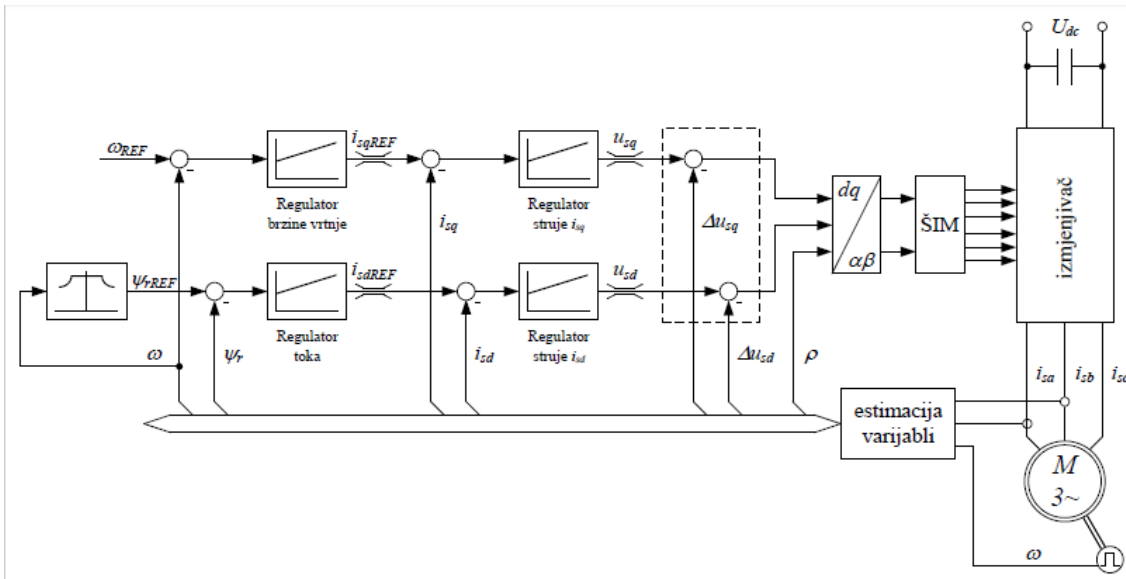
2. (12b) Isti kao 2. sa zimskog roka

### 2. zadatak (12 bodova)

Asinkroni motor nazivnih podataka:  $U_n = 400 \text{ V}$ ,  $P_n = 7,5 \text{ kW}$ ,  $n_n = 1440 \text{ min}^{-1}$ ,  $f_n = 50 \text{ Hz}$ ,  $M_{pr}/M_n = 3$ , namot u spoju zvijezda, skalarno je upravljao U/f metodom u otvorenoj petlji. Gubici trenja i ventilacije motora se zanemaruju.

- a) (3 boda) Odrediti brzinu vrtnje motora pri nazivnom naponu i nazivnoj frekvenciji ako je motor opterećen konstantnim momentom tereta  $M_t = 20 \text{ Nm}$ . Nacrtati momentne karakteristike motora i tereta te naznačiti nazivnu točku i radnu točku.
- b) (5 bodova) Ako se na motor priključi motalica za papir čija je momentna karakteristika dana izrazom  $M_t = k * n \text{ Nm}$ , pri nazivnom naponu i nazivnoj frekvenciji motor se vrti brzinom  $n = 1450 \text{ min}^{-1}$ . Odrediti brzinu vrtnje motora pri referentnoj frekvenciji  $f = 40 \text{ Hz}$ . Nacrtati momentnu karakteristiku tereta te momentne karakteristike motora za nazivnu i referentnu frekvenciju te naznačiti karakteristične točke.
- c) (4 boda) Motor je upravljao U/f metodom u **zatvorenoj petlji** pri čemu mjerni član brzine griješi -10% stvarne vrijednosti brzine u cijelom mjernom opsegu (npr. ako je stvarna brzina  $100 \text{ min}^{-1}$ , mjerni član daje  $90 \text{ min}^{-1}$ ). Odrediti zadanu (referentnu) vrijednost brzine ako je na motor priključena motalica za papir iz b) dijela zadatka, a frekvencija (osnovnog harmonika) napona napajanja motora iznosi  $f = 35 \text{ Hz}$ .

3. Zadana je struktura upravljanja na slici (*regulator brzine sa naponskim međukrugom*).  
Motor se vrti brzinom 110% nazivne te je opterećen momentom 10% nazivnog.

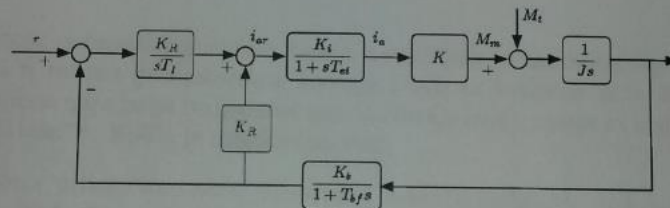


- a) (5b) Skicirati odzive  $i_{sd}$ ,  $i_{sq}$  i  $w$  za slučaj da se moment poveća na 20% nazivnog.  
b) (3b) U istom  $d, q$  sustavu skicirati položaj vektora toka rotora, struje statora te  $d$  i  $q$  komponente struje statora u početnom stacionarnom položaju ( $n = 110\% n_n, M = 10\% M_n$ ) i drugom stacionarnom položaju ( $n = 110\% n_n, M = 20\% M_n$ ).

4. Isti kao 5. sa zimskog roka

### 5. zadatak (15 bodova)

Nadređena petlja upravljanja brzinom vrtnje istosmjernog motora s nezavisnom i konstantnom uzбудom prikazana je blokovskom shemom na slici 3. Pritom su:  $K_i = 1$ ,  $T_{ei} = 5 \text{ ms}$ ,  $K = 1.33 \text{ Vs/rad}$  i  $J = 3 \text{ kgm}^2$ ,  $K_{fb} = 1$ ,  $T_{fb} = 1 \text{ ms}$ . Potrebno je:



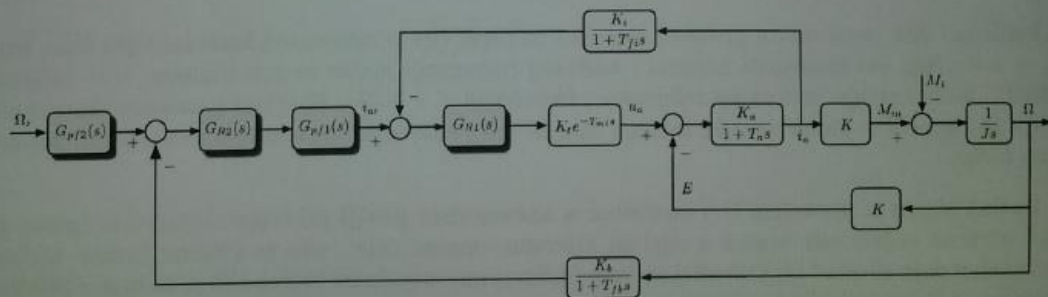
Slika 3: Blokovska shema upravljanja brzinom DC motora s nezavisnom uzбудom

- a) (5 bodova) Odrediti prijenosnu funkciju zatvorenog kruga.  
b) (5 bodova) Odrediti parametre modificiranog PI regulatora brzine vrtnje tako da nadomjesna vremenska konstanta zatvorenog kruga iznosi  $T_e = 0.1 \text{ s}$ , a karakteristični odnos  $D_2 = 0.5$ .  
c) (5 bodova) Slijedi li sustav bez prefiltara linearno rastuću referentnu veličinu? Objasniti.

5. Isti kao 4. sa zimskog roka, mislim da nije bilo ovog pod d) te je pod c) trebalo nacrtati bodeov dijagram za oba slučaja.

#### 4. zadatak (15 bodova)

Kaskadna struktura upravljanja brzinom istosmjernog motora prikazana je na slici 2, pri čemu pojedini parametri iznose:  $K_a = 4.5 \text{ A/V}$ ,  $T_a = 0.025 \text{ s}$ ,  $K = 1.33 \text{ Vs/rad}$ ,  $K_t = 44$ ,  $T_{mi} = 1.66 \text{ ms}$ ,  $K_i = 0.1 \text{ V/A}$ ,  $T_{fi} = 2 \text{ ms}$ ,  $K_b = 0.0318$ ,  $T_{fb} = 15 \text{ ms}$ ,  $J = 2.4 \text{ kg m}^2$ .



Slika 2: Blokovska shema kaskadnog upravljanja brzinom DC motora s nezavisnom uzбудom

Potrebno je:

- (4 boda) Projektirati PI regulator struje armature  $G_{R1}(s)$  prema tehničkom optimumu kao i prefiltar referentne vrijednosti struje armature  $G_{pf1}(s)$ .
  - (4 boda) Ukoliko se promjeni nadomjesno mrtvo vrijeme pratvarača na  $T_{mi} = 3 \text{ ms}$ , uz parametre regulatora određene u a) dijelu zadatka, koliko će pri iznositi karakteristični faktor prigušenja  $\zeta$ ?
  - (3 boda) Pretpostavimo da je brzina vrtnje regulirana klasičnim PI regulatorom  $G_{R2} = K_R \frac{1+T_i s}{1+T_f s}$  koji je projektiran po simetričnom optimumu. Pretpostavimo da optimalno pojačanje PI regulatora brzine vrtnje iznosi  $K_R = K_R^*$ . Potrebno je odrediti koje od ova dva pojačanja rezultira bržim odzivom i većim nadvišenjem  $K_R = 10K_R^*$  ili  $K_R = 0.1K_R^*$ . Objasniti.
  - (4 boda) Ukoliko zamjenimo mjerni član brzine, mjernim članom koji ima manju vremensku konstantu  $T_{fb} = 0.5 \text{ ms}$ , koliko će tada iznositi fazno osiguranje uz pretpostavku da je PI regulator brzine vrtnje projektiran po simetričnom optimumu uz  $a = 2.41$ .
- Napomena: Nagib karakteristike amplitudno frekvencijske karakteristike otvorenog kruga u okolini presječne frekvencije iznosi  $-20 \text{ dB/dek}$ .