

UPRAVLJANJE ELEKTROMOTORNIM POGONIMA
Ponovljeni 2. međuispit 2009.

1. Zadani podaci su:

$$P_n = 225 \text{ kW}$$

$$U_n = 2300 \text{ V}$$

$$n_n = 590 \text{ r/min}$$

$$f_n = 60 \text{ Hz}$$

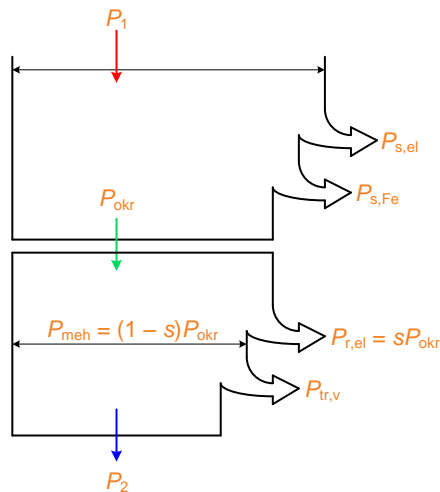
(a)

$$n_s = \frac{60f_s}{p} = \frac{60 \cdot 60}{p} = \frac{3600}{p}$$

Uvrštavanjem raznih p -ova, dobije se za $p = 6$ sinkrona brzina $n_s = 600 \text{ r/min}$. Nazivno klizanje je:

$$s_n = \frac{n_s - n_n}{n_s} = \frac{600 - 590}{600} = \frac{1}{60}$$

Bilanca snage dana je na slici ispod.



S obzirom na to da se gubici trenja i ventilacije zanemaruju, vrijedi:

$$P_2 = P_{meh} = (1-s)P_{okr} \rightarrow P_{okr} = \frac{P_2}{1-s}$$

Gubici u rotoru su:

$$P_{r,el} = sP_{okr}$$

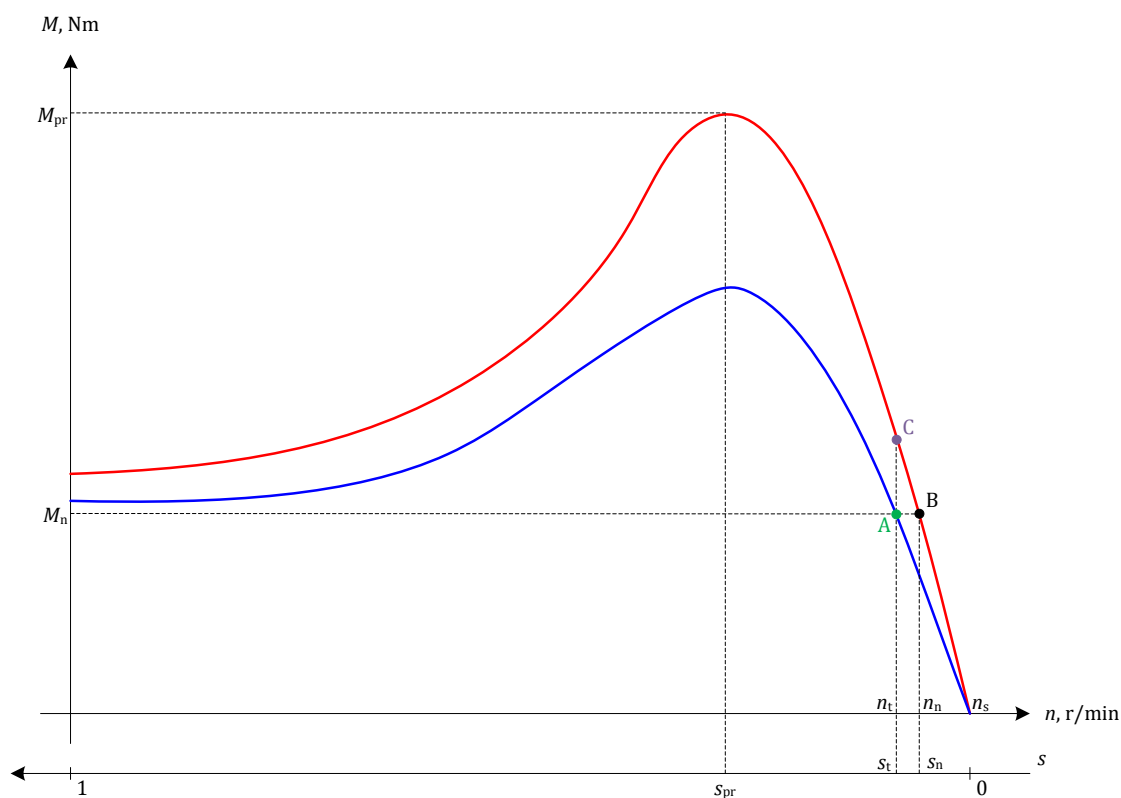
Slijedi:

$$P_{r,el} = \frac{s}{1-s} P_2$$

Motor je opterećen nazivnim momentom pa su i snaga na osovini i klizanje nazivnih vrijednosti:

$$P_{r,el} = \frac{s_n}{1-s_n} P_n = \frac{1}{59} \cdot 225000 = 3813,6 \text{ W}$$

(b) Momentne karakteristike dane su na slici ispod.



Točke C i B nalaze se na linearnom dijelu karakteristike pa vrijedi:

$$\frac{M_C}{s_C} = \frac{M_B}{s_B} \rightarrow \frac{M_C}{s_t} = \frac{M_n}{s_n} \rightarrow \frac{M_C}{M_n} = \frac{s_n}{s_t}$$

Klossova jednadžba za **crvenu** karakteristiku je:

$$\frac{M_C}{M_{prn}} = \frac{2}{\frac{s_C}{s_{prn}} + \frac{s_{prn}}{s_C}} = \frac{2}{\frac{s_t}{s_{pr}} + \frac{s_{pr}}{s_t}}$$

Klossova jednadžba za **plavu** karakteristiku je:

$$\frac{M_A}{M_{pr}} = \frac{2}{\frac{s_A}{s_{pr}} + \frac{s_{pr}}{s_A}} \rightarrow \frac{M_n}{M_{pr}} = \frac{2}{\frac{s_t}{s_{pr}} + \frac{s_{pr}}{s_t}}$$

Izjednače se Klossove jednadžbe pa slijedi:

$$\frac{M_C}{M_{prn}} = \frac{M_n}{M_{pr}} \rightarrow \frac{M_C}{M_n} = \frac{M_{prn}}{M_{pr}} = \left(\frac{U_n}{U} \right)^2$$

Boldani dio ubaci se u jednadžbu s početka zadatka:

$$\frac{s_t}{s_n} = \left(\frac{U_n}{U}\right)^2 \rightarrow s_t = s_n \left(\frac{U_n}{U}\right)^2$$

$$s_t = \frac{1}{60} \left(\frac{2300}{1950}\right)^2 = 0,0232$$

$$n_t = (1 - s_t)n_s = (1 - 0,0232) \cdot 600 = 586,0881 \text{ } ^\circ/\text{min}$$

Snaga na osovini je:

$$P_2 = M_n \frac{n_t \pi}{30} = \frac{30 P_n n_t \pi}{n_n \pi 30} = P_n \frac{n_t}{n_n} = 225000 \cdot \frac{586,0881}{590} = 223508 \text{ W}$$

Gubici u rotoru su:

$$P_{r,el} = \frac{s_t}{1 - s_t} P_2 = \frac{0,0232}{1 - 0,0232} \cdot 223508 = 5305,4 \text{ W}$$

2. (a)

$$i_{sa} = i_{s\alpha} = 25 \cos(75^\circ) = 6,4705 \text{ A}$$

$$i_{s\beta} = 25 \sin(75^\circ) = 24,1481 \text{ A}$$

$$i_{sb} = i_{sl} = 25 \sin(75^\circ - 30^\circ) = 17,6777 \text{ A}$$

$$i_{sc} = -25 \cos(75^\circ - 60^\circ) = -24,1481 \text{ A}$$

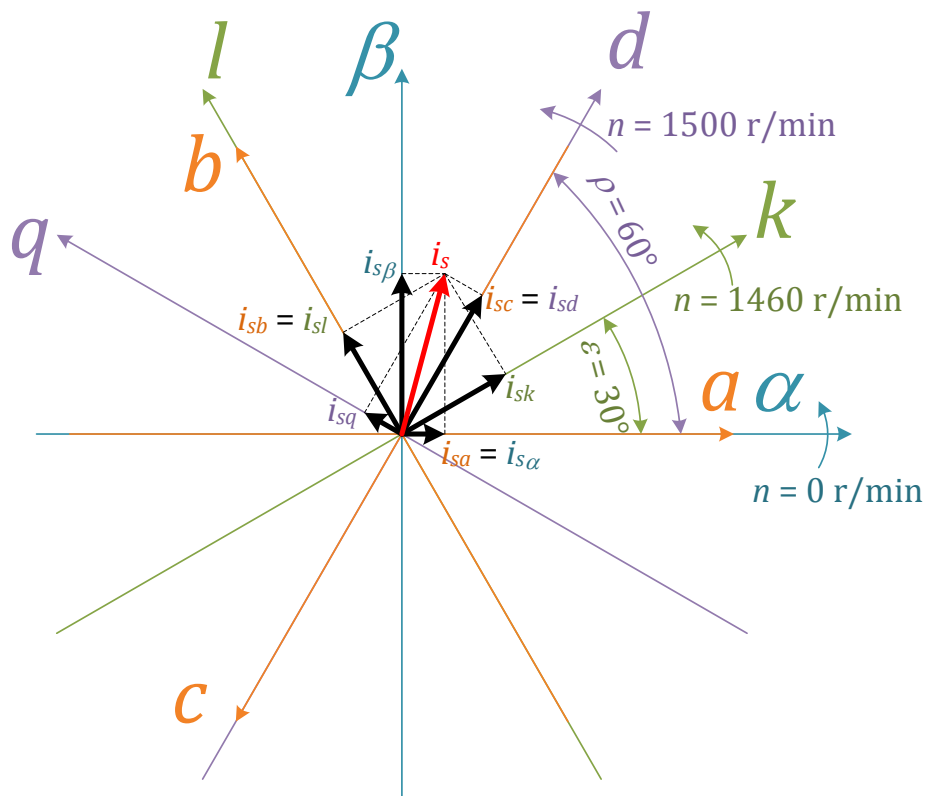
$$i_{sd} = 25 \cos(75^\circ - 60^\circ) = 24,1481 \text{ A}$$

$$i_{sq} = 25 \sin(75^\circ - 60^\circ) = 6,4705 \text{ A}$$

$$i_{sk} = 25 \cos(75^\circ - 30^\circ) = 17,6777 \text{ A}$$

(b) Kut rezultirajućeg vektora struje u (d - q) koordinatnom sustavu je:

$$\vartheta = 75^\circ - 60^\circ = 15^\circ$$



(c) Brzine pojedinih sustava označene su na slici iznad.

3. Zadani podaci su:

$$u_{ref} = 300 \angle 180^\circ \text{ V}$$

(a) Iz kuta referentnog vektora napona slijedi da se referentni vektor napona u_{ref} nalazi između IV. i V. sektora.

$$T_s = \frac{0,2 \cdot 10^{-3}}{20\%} = \frac{0,2 \cdot 10^{-3}}{0,2} = 1 \mu\text{s}$$

$$T_7 = T_8 = \frac{T_0}{2} = 0,2 \mu\text{s}$$

$$T_4 = T_s - T_7 - T_8 = 1 - 0,2 - 0,2 = 0,6 \mu\text{s}$$

(b) Za svaki kratki period T_s srednja vrijednost na izlazu iz izmjenjivača treba biti jednaka srednjoj vrijednosti referentnog vektora napona u_{ref} :

$$\frac{1}{T_s} \int_0^{T_s} u_{ref} dt = \frac{1}{T_s} \int_0^{T_4} u_4 dt$$

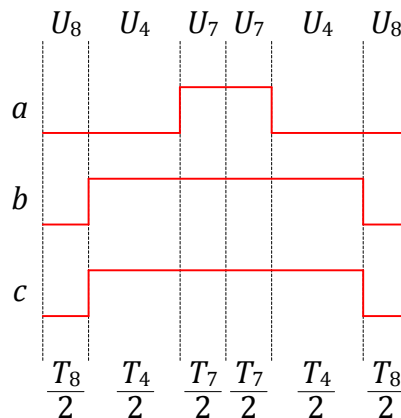
$$\frac{1}{T_s} \cdot u_{ref} \cdot (T_s - 0) = \frac{1}{T_s} \cdot u_4 \cdot (T_4 - 0)$$

$$u_{ref} = u_4 \frac{T_4}{T_s}$$

$$u_{s\alpha} + ju_{s\beta} = u_{s\alpha} + j \cdot 0 = u_{s\alpha} = -\frac{2U_{DC}}{3} \frac{T_4}{T_s} \rightarrow u_{s\alpha} = -\frac{2U_{DC}}{3} \frac{T_4}{T_s} \rightarrow U_{DC} = -\frac{3u_{s\alpha}}{2} \frac{T_s}{T_4}$$

$$U_{DC} = -\frac{3 \cdot (-300)}{2} \frac{1}{0,6} = 750 \text{ V}$$

(c) Valni oblici upravljačkih signala sklopki izmjenjivača prikazani su na slici ispod.



Izmjenjivač sa sklopkama prikazan je na slici ispod.

