

ELEKTROMEHANIČKE I ELEKTRIČNE PRETVORBE
ZAVRŠNI ISPIT
21.01.2008.

Zadatak 1 (4 boda):

Na jednofaznom transformatoru nazivne snage 200 kVA napravljeni su pokus praznog hoda i pokus kratkog spoja. Rezultati pokusa su:

Prazni hod: $U_{I0}=U_{In}=10$ kV, $I_0=1\%I_n$, $P_0=600$ W

Kratki spoj: $I_{Ik}=I_{In}$, $U_{Ik}=500$ V, $P_k=4000$ W

a) Koliki je $\cos\varphi$ tereta (i kojeg karaktera) pri kojem u nazivno opterećenom transformatoru nema pada napona?

b) Kolika je korisnost transformatora pri opterećenju $S=0,5S_n$, U_n , $\cos\varphi=1$?

$$a) \quad u_{k\%} = \frac{U_{Ik}}{U_n} \cdot 100 = \frac{500}{10000} \cdot 100 = 5\%$$

(0,5)

$$u_{r\%} = \frac{P_k}{S_n} \cdot 100 = \frac{4000}{200000} \cdot 100 = 2\% \quad \text{ili} \quad I_k = I_n = \frac{S_n}{U_n} = \frac{200000}{10000} = 20 \text{ A}$$

(0,5)

$$\cos\varphi_k = \frac{u_{r\%}}{u_{k\%}} = \frac{P_k}{U_k \cdot I_k} = \frac{4000}{10000 \cdot 20} = 0,4 \quad \varphi_k = 66,42^\circ$$

(0,5)

$$\cos\alpha = \frac{\frac{u_{k\%}}{100}}{\frac{2}{200}} = \frac{5}{100} = 0,25 \quad \alpha = 88,56^\circ$$

(0,5)

$$\varphi_2 = 180 - 88,56 - 66,42 = 25,02^\circ \quad \cos\varphi_2 = 0,906 \text{ kap.}$$

(1)

$$b) \quad \eta = \frac{P - P_g}{P} = \frac{P - (\alpha^2 \cdot P_k + P_0)}{P} = \frac{100000 - (0,5^2 \cdot 4000 + 600)}{100000} = \frac{101600}{100000} = 0,9840$$

(1)

ili

$$\eta = \frac{P}{P + P_g} = \frac{P}{P + (\alpha^2 \cdot P_k + P_0)} = \frac{100000}{100000 + (0,5^2 \cdot 4000 + 600)} = \frac{100000}{101600} = 0,9843$$

(1)

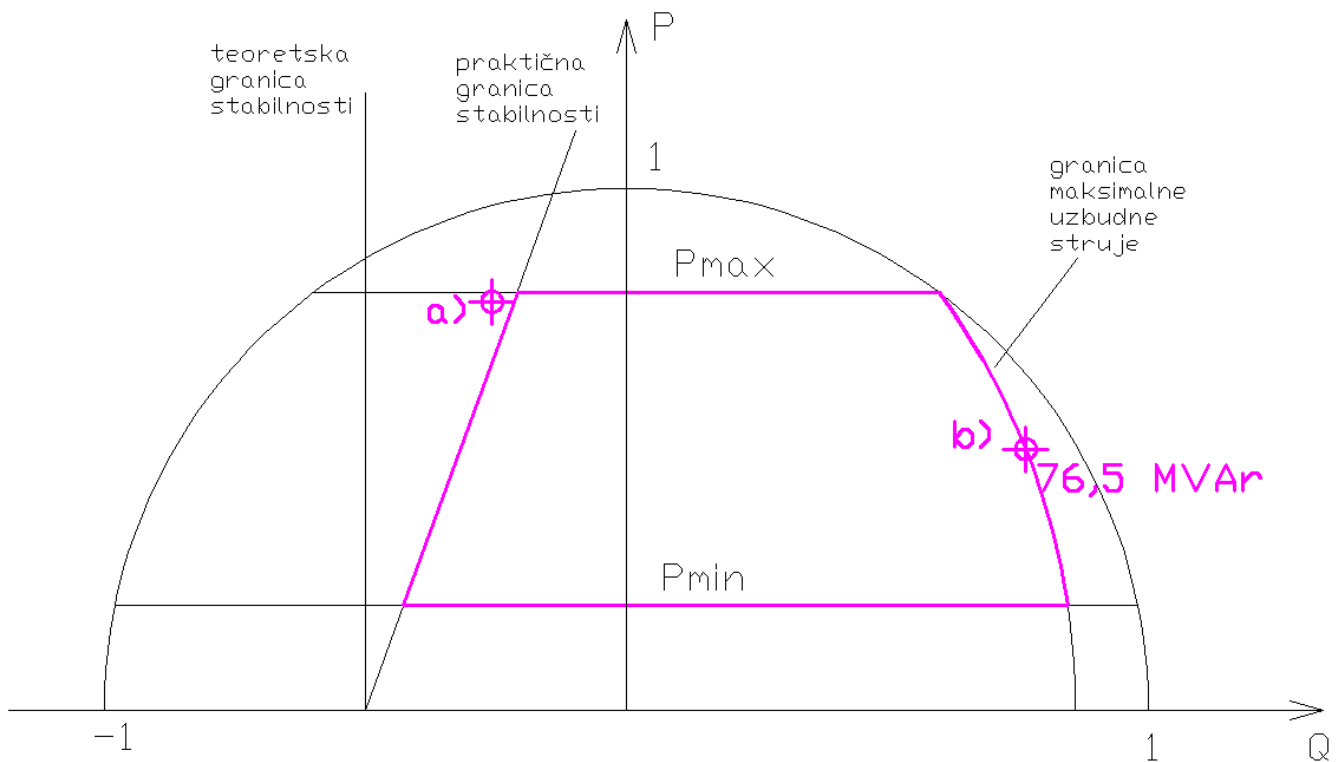
Zadatak 2 (4 boda):

Trofazni turbogenerator 100 MVA, 14,4 kV, $\cos\varphi_n=0,8$, $x_d=200\%$, ima uzбудni namot termički iskorišten do maksimuma. Snaga pogonskog stroja iznosi $P_{max}=80$ MW i $P_{min}=20$ MW. Minimalna uzbuda odgovara naponu $E_0=0,1E_{0n}$. Nacrtajte pogonski dijagram generatora ako je praktična granica stabilnosti određena kutom opterećenja 70° . Zanimajte gubitke generatora.

a) Odredite i objasnite može li generator raditi trajno s $I=3,3$ kA uz $\cos\varphi=0,95$ kap.

b) Odredite najveću jalovu snagu koju može dati naduzbuđeni generator u mrežu, ako daje radnu snagu od 50 MW? Prikažite na pogonskom dijagramu točke iz a) i b).

Napomena: Pogonski dijagram treba crtati na milimetarskom papiru i to u mjerilu 100% (1 p.u.) = 100 mm!



Crtanje 2 boda sa svim oznakama (P, Q,) ili p.u. ili apsolutno

Određivanje točaka, svaka 1 bod.

Ukupno 4 boda

- a) ne može jer se je točka van granica praktične stabilnosti
- b) $Q_b = 76,5 \text{ Mvar}$

Zadatak 3 (3 boda):

Trofazni kolutni asinkroni motor, opterećen nazivnim momentom, vrti se brzinom 1410 r/min. Pri tome gubici u namotu rotora iznose 940 W. Ako dodavanjem otpora, pri istom momentu opterećenja, smanjimo brzinu vrtnje na 960 r/min, koliki će biti:

- a) ukupni električni gubici u rotoru,
- b) gubici u namotu rotora,
- c) gubici u dodatnom otporniku?

Skicirajte na istom grafu momentne karakteristike motora prije i poslije dodatka otpora i označite radne točke pri brzinama 1410 r/min i 960 r/min.

$$s_1 = \frac{n_s - n_1}{n_s} = \frac{1500 - 1410}{1500} = 0.06$$

$$s_2 = \frac{n_s - n_2}{n_s} = \frac{1500 - 960}{1500} = 0.36$$

(0,5)

$$\frac{R_2}{s_1} = \frac{R_2 + R_d}{s_2} \Rightarrow R_d = R_2 \left(\frac{s_2}{s_1} - 1 \right) = R_2 \left(\frac{0.36}{0.06} - 1 \right) = 5R_2$$

$$P_{okr} = \frac{P_{Cu2}}{s_1} = \frac{940}{0.06} = 15666.67 \text{ W}$$

(0,5)

$$a) P_{Cu2uk} = s_2 P_{okr} = 0.36 \cdot 15666.67 = \boxed{5640 \text{ W}}$$

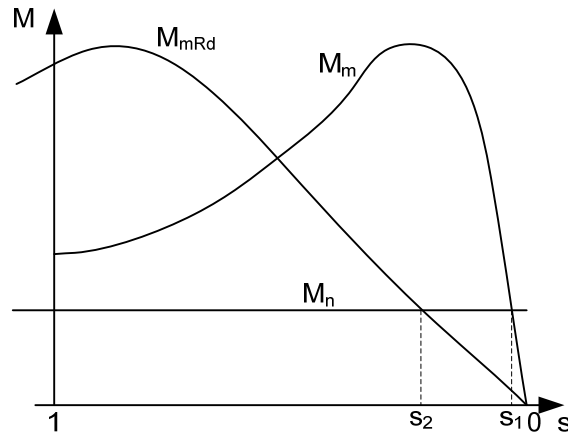
(0,5)

$$b) P_{R_2} = \frac{1}{6} P_{Cu2uk} = \frac{1}{6} \cdot 5640 = \boxed{940 \text{ W}}$$

0,5

$$c) P_{R_d} = \frac{5}{6} P_{Cu2uk} = \frac{5}{6} \cdot 5640 = \boxed{4700 \text{ W}}$$

0,5



0,5

Zadatak 4 (3 boda):

Trofazni asinkroni motor 55 kW, 980 r/min, 400 V, $\cos \varphi = 0.86$, $\eta = 0.92$, 50 Hz spojen u trokut uzima kod pokretanja struju iz mreže 5 puta veću od nazivne i razvija potezni moment 1,6 puta veći od nazivnog. Izračunajte nazivnu struju motora. Ako motor prespojimo u zvijezdu i priključimo na istu mrežu:

- koliku struju (u A) će povući iz mreže pri pokretanju?
- koliki potezni moment će razviti (u Nm)?

$$I_n = \frac{P_2}{\sqrt{3} U_n \cos \varphi \eta} = \frac{55000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.86 \cdot 0.92} = \boxed{100.34 \text{ A}}$$

1

$$a) I_{IY} = I_{fY} = I_{f\Delta} \frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{I_{l\Delta}}{\sqrt{3}} \frac{1}{\sqrt{3}} = I_{l\Delta} \frac{1}{3} = 5 \cdot 100.34 \cdot \frac{1}{3} = \boxed{167.23 \text{ A}}$$

1

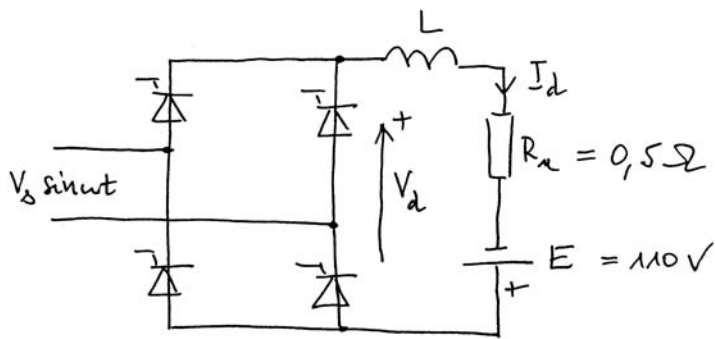
0,5 bodova ako
pogode da struja 3 puta
manja

$$b) M_Y = M_{k\Delta} \left(\frac{U_{fY}}{U_{f\Delta}} \right)^2 = \frac{M_{k\Delta}}{3} = \frac{1}{3} \cdot 1.6 \cdot \frac{55000}{980\pi} 30 = \boxed{285.83 \text{ Nm}}$$

1

Zadatak 5 (3 boda):

- Nacrtajte shemu tiristorskog usmjerivača koji može prenositi energiju iz sunčanog modula u jednofaznu mrežu napona 220 V (efektivna vrijednost napona).
- Izračunajte kut upravljanja α kod kojega sunčani modul daje 1 kW, ako je napon sunčanog modula 110 V, a njegov unutarnji otpor 0,5 Ω . Pretpostavite da je u seriju sa sunčanim modulom spojena prigušnica tako velikog induktiviteta da je struja sunčanog modula zanemarive valovitosti.
- Izračunajte snagu koju sunčani modul predaje jednofaznoj mreži.



1

$$V_d = \frac{2V_s}{\pi} \cos \alpha = \frac{2\sqrt{2} \cdot 220}{\pi} \cos \alpha$$

$$V_d = -E + I_d R_n$$

$$I_d = \frac{P_E}{E} = \frac{1000}{110} = 9,09 \text{ A}$$

0,5

$$V_d = -110 + 9,09 \cdot 0,5 = -105,45 \text{ V}$$

$$V_d = \frac{2\sqrt{2} \cdot 220}{\pi} \cos \alpha = -105,45$$

$$\cos \alpha = -\frac{105,45}{118,07} = -0,53$$

$$\alpha = 122,17^\circ \text{ el.}$$

0,5

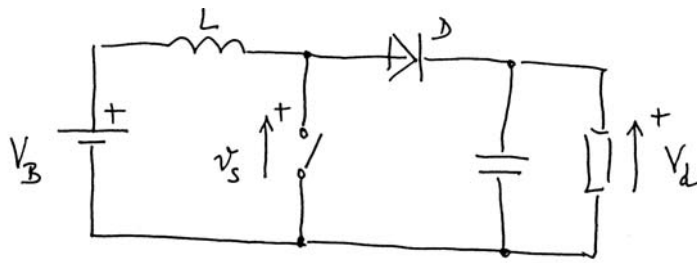
$$P_s = P_E - I_d^2 R_n = 1000 - 9,09^2 \cdot 0,5 = 1000 - 41,3$$

$$P_s = 958,7 \text{ W}$$

1

Zadatak 6 (3 boda):

- Nacrtajte shemu uzlaznog istosmjernog pretvarača bez galvanskog odvajanja.
- Dokažite da je faktor vođenja sklopke jednak $(U_d - U_B) / U_d$ (U_d je izlazni, a U_B ulazni napon).
- Nacrtajte valni oblik napona na sklopki i dokažite zaključivanjem polazeći od osnovnih zakona elektrotehnike da je srednja vrijednost napona na sklopki U_B .



①

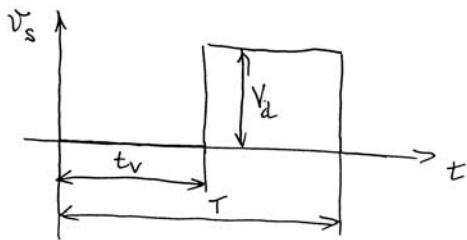
$$\frac{V_d}{V_B} = \frac{1}{1-D}$$

$$V_d = \frac{1}{1-\frac{t_v}{T}} V_B$$

$$1 - \frac{t_v}{T} = \frac{V_B}{V_d}$$

$$\frac{t_v}{T} = 1 - \frac{V_B}{V_d} = \frac{V_d - V_B}{V_d}$$

①



U ustaljenoj stanju, srednja vrijednost napona na induktoru L je jednaka nuli, pa je $V_{sm} = V_B$.

①