

8. Dva asinkrona motora opterećena nazivnim snagama

$$P_{n1}=3,5 \text{ MW}, \cos \varphi_1=0,82, \eta_1=82\% \quad P_{n2}=4 \text{ MW}, \cos \varphi_2=0,80, \eta_2=85\%$$

paralelno su priključena na zajedničke sabirnice u mreži 6 kV. Potrebno je izračunati ukupnu struju koja teče iz mreže prema sabirnicama na koje su motori priključeni te $\cos \varphi$ na predmetnim sabirnicama. Koliku kondenzatorsku bateriju treba paralelno priključiti na motorske sabirnice da bi na njima $\cos \varphi$ iznosio 0,95?

(3 boda)

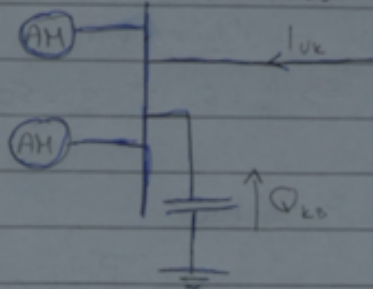
8. Dva asinkrona motora opterećena nazivnim snagama:

$$P_{n1} = 3.5 \text{ MW}, \cos \varphi_1 = 0.82, \eta_1 = 82\%$$

$$P_{n2} = 4 \text{ MW}, \cos \varphi_2 = 0.80, \eta_2 = 85\%$$

paralelno su priključena na 6 kV

$$\cos \varphi = ? \quad I_{uk} = ? \quad Q_{kCB} = ?$$



$$P_1 = \frac{P_{n1}}{\eta_1} = 4.2683 \text{ MW}$$

$$Q_1 = P_1 \cdot \tan \varphi_1 = 2.38 \text{ MVar}$$

$$P_2 = \frac{P_{n2}}{\eta_2} = 4.706 \text{ MW}$$

$$Q_2 = P_2 \cdot \tan \varphi_2 = 3.5295 \text{ MVar}$$

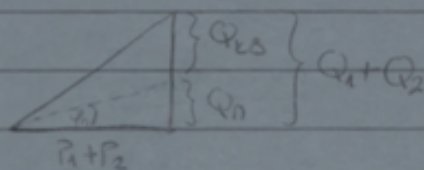
$$S_{uk} = (P_1 + P_2) + j \cdot (Q_1 + Q_2) = 8.9743 + j \cdot 6.5095 \text{ MVA}$$

$$= 11.0865 \angle 35.955^\circ$$

$$\varphi = 35.955^\circ$$

$$\cos \varphi = 0.8095$$

$$|I_{uk}| = \frac{|S|}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{11.0865}{\sqrt{3} \cdot 6} = 1.0668 \text{ kA}$$



$$\cos \varphi_n = 0.95 \Rightarrow \tan \varphi_n = 0.3287$$

$$Q_n = (P_1 + P_2) \cdot \tan \varphi_n = 2.9497 \text{ MVar}$$

$$Q_{kCB} + Q_n = Q_1 + Q_2$$

$$Q_{kCB} = 3.56 \text{ MVar}$$

8. Sinkroni generator snage 75 MVA, s izoliranim zvjezdištem, napaja samo vlastitu potrošnju tj. ne napaja nikakvo opterećenje u izoliranom sustavu. Brzina vrtnje agregata je 3000 o/min, a frekvencija 50 Hz. U nekom trenutku na generator se skokovito narine opterećenje od 20 MW, a glavni ventil za dovod radnog medija u turbinu otvori se nakon 0,5 sekundi. Izračunajte novu frekvenciju na kojoj će generator raditi kada se stabilizira u novoj radnoj točki. Specifična kinetička energija pohranjena u rotirajućoj masi generatora iznosi 4 kJ/kVA kapaciteta generatora.

(3 boda)

8. opet $S_n = 75 \text{ MVA}$, $n = 3000 \text{ o/min}$, $f = 50 \text{ Hz}$, $H = 4 \text{ kJ/kVA}$
 $\Delta P = 20 \text{ MW}$, $t = 0.5 \text{ s}$, $f' = ?$

$$W_k = \frac{1}{2} J \omega_n^2, \quad H = \frac{W_k}{S_n}$$

$$H = \frac{1}{2} \cdot J \omega_n^2 \cdot \frac{1}{S_n} \Rightarrow J = \frac{2 H S_n}{\omega_n^2} = \frac{2 H S_n}{(2\pi f)^2} = 6.079 \text{ kJ} \cdot \text{s}^2 / \text{rad}^2$$

$$J \cdot \omega_0 \cdot \frac{\partial^2 \delta}{\partial t^2} = P_m - P_e = \Delta P$$

$$\frac{\partial^2 \delta}{\partial t^2} = \frac{\Delta P}{J \cdot \omega_0} = \frac{\Delta P}{J \cdot 2 \cdot \pi \cdot f} = 10.4724 \text{ rad/s}^2 = \Delta \omega \quad (\text{jednolično nježno})$$

pririzem laka opterećenja u $t = 1 \text{ s}$
 a u $t = 0.5 \text{ s} \rightarrow \Delta \omega = 5.2362 \text{ rad/s}$

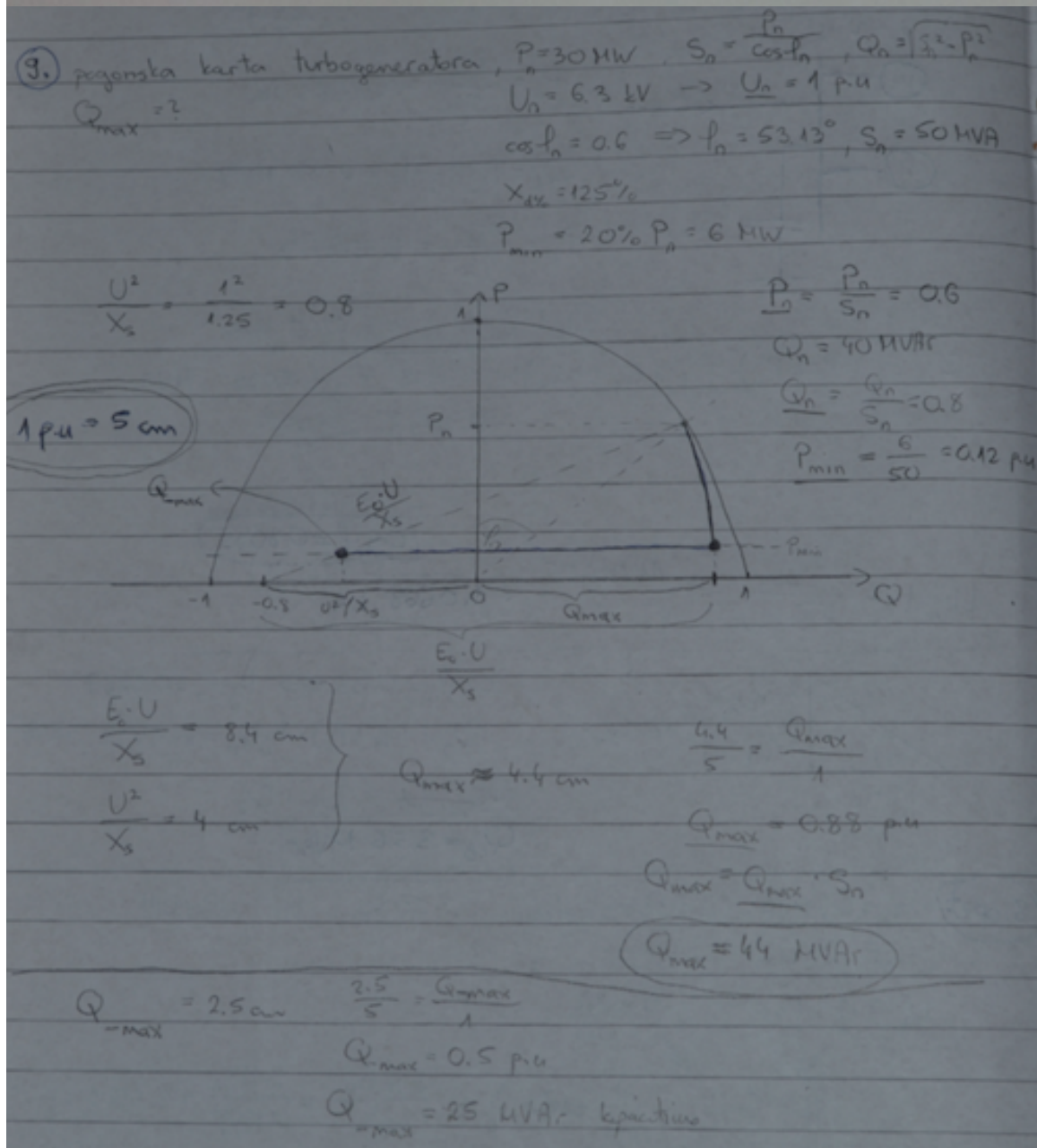
$$\Delta \omega = \omega_{ef} - \omega_0$$

$$5.2362 = 2\pi f - 2\pi f'$$

$f' = 49.167 \text{ Hz}$

9. Nacrtati pogonsku kartu u relativnim veličinama i izračunati maksimalne iznose jalove snage za turbogenerator s pogonskim strojem 30 MW. Zadani su: nazivni napon (6,3 kV), nazivna djelatna snaga (30 MW), nazivni faktor snage (0,6), sinkrona reaktancija 125% i minimalna snaga (20% nazivne djelatne snage pogonskog stroja).

(3 boda)



10. Tri sustava rade paralelno. Snage proizvodnje i potrošnje u sustavima su:

PROIZVODNJA		POTROŠNJA	
Snaga	Reg. energija	Snaga	Reg. energija
$P_{g1} = 400 \text{ MW}$	$K_{g1} = 150 \text{ MW/Hz}$	$P_{p1} = 200 \text{ MW}$	$K_{p1} = 50 \text{ MW/Hz}$
$P_{g2} = 350 \text{ MW}$	$K_{g2} = 250 \text{ MW/Hz}$	$P_{p2} = 300 \text{ MW}$	$K_{p2} = 100 \text{ MW/Hz}$
$P_{g3} = 550 \text{ MW}$	$K_{g3} = 300 \text{ MW/Hz}$	$P_{p3} = 800 \text{ MW}$	$K_{p3} = 100 \text{ MW/Hz}$

Što će se dogoditi ako se istodobno smanji potrošnja u sustavima 2 i 3 za navedene iznose? Odstupanja u ravnoteži proizvodnje i generacije od 10 MW su dopuštena. Izračunati konačno stanje u svim sustavima te sva međustanja koja sustavi prolaze prije tog novog konačnog stacionarnog stanja.

U sekundarnoj regulaciji elektrane u različitim sustavima sudjeluju sa sljedećim omjerom

$$P_{reg1} : P_{reg2} : P_{reg3} = 4 : 5 : 10$$

$$\Delta P_{p2} = -200 \text{ MW} \quad \Delta P_{p3} = -275 \text{ MW} \quad f_0 = f_b = 50 \text{ Hz}$$

(9 bodova)

10. $P_{g1} = 400 \text{ MW}, K_{g1} = 150 \text{ MW/Hz} \quad P_{p1} = 200 \text{ MW}, K_{p1} = 50$
 $P_{g2} = 350 \text{ MW}, K_{g2} = 250 \text{ MW/Hz} \quad P_{p2} = 300 \text{ MW}, K_{p2} = 100$
 $P_{g3} = 550 \text{ MW}, K_{g3} = 300 \text{ MW/Hz} \quad P_{p3} = 800 \text{ MW}, K_{p3} = 100$

odstupanje od 10 MW su dopušteno

$\Delta P_{p2} = -200 \text{ MW}, \Delta P_{p3} = -275 \text{ MW}, f_0 = 50 \text{ Hz}$

U 2. regulaciji: $P_{reg1} : P_{reg2} : P_{reg3} = 4 : 5 : 10$

$K_k = K_{g1} + K_{g2} + K_{g3} + K_{p1} + K_{p2} + K_{p3} = 950 \text{ MW/Hz}$

$\Delta P_2 = \Delta P_{G2} - \Delta P_{G3} = 200 \text{ MW}$

$\Delta P_3 = 275 \text{ MW}$

$\Delta f = \frac{275 + 200}{950} = 0.5 \text{ Hz} \quad f = f_0 + \Delta f = 50.5 \text{ Hz}$

$\Delta P_{G1} = -K_{g1} \cdot \Delta f = -150 \cdot 0.5 = -75 \text{ MW} \quad \Delta P_{P1} = K_{p1} \cdot \Delta f = 25 \text{ MW}$

$P'_{G1} = P_{G1} + \Delta P_{G1} + \Delta P_{P1} = 325 \text{ MW} \quad P'_{P1} = 225 \text{ MW}$

$\Delta P_{G2} = -K_{g2} \cdot \Delta f = -125 \text{ MW} \quad \Delta P_{P2} = 50 \text{ MW}$

$P'_{G2} = 225 \text{ MW} \quad P'_{P2} = P_{P2} + \Delta P_{P2} + \Delta P_{P2} = 150 \text{ MW}$

$\Delta P_{G3} = -150 \text{ MW} \quad \Delta P_{P3} = 50 \text{ MW}$

$P'_{G3} = 400 \text{ MW} \quad P'_{P3} = 800 + 50 - 275 = 575 \text{ MW}$

želimo se vratiti na 50 Hz $\rightarrow \Delta f' = -0.5 \text{ Hz}$

$\Delta P = \Delta f \cdot K_k = -475 \text{ MW}$

$P_{reg1} = \frac{4}{4+5+10} \cdot \Delta P = -100 \text{ MW} = \Delta P_{g1}'$

$P_{reg2} = \frac{5}{4+5+10} \cdot \Delta P = -125 \text{ MW} = \Delta P_{g2}'$

$P_{reg3} = \frac{10}{4+5+10} \cdot \Delta P = -250 \text{ MW} = \Delta P_{g3}'$

przewidywania:

$$\Delta P_{g1}' = -K_{g1} \cdot \Delta f' = -150 \cdot (-0.5) = 75 \text{ MW}$$

$$P_{g1}'' = P_{g1}' + \Delta P_{g1}' + \Delta P_{g1}' = 325 + 75 - 100 = 300 \text{ MW}$$

$$\Delta P_{g2}' = -K_{g2} \cdot \Delta f' = 125 \text{ MW}$$

$$P_{g2}'' = 225 + 125 - 125 = 225 \text{ MW}$$

$$\Delta P_{g3}' = -K_{g3} \cdot \Delta f' = 150 \text{ MW}$$

$$P_{g3}'' = 400 + 150 - 250 = 300 \text{ MW}$$

potwierdzenia:

$$\Delta P_{p1}' = K_{p1} \cdot \Delta f' = 50 \cdot (-0.5) = -25 \text{ MW}$$

$$P_{p1}'' = P_{p1}' + \Delta P_{p1}' + \Delta P_{p1}' = 200 \text{ MW}$$

$$\Delta P_{p2}' = -50 \text{ MW}$$

$$P_{p2}'' = 150 - 50 = 100 \text{ MW}$$

$$\Delta P_{p3}' = -50 \text{ MW}$$

$$P_{p3}'' = 525 \text{ MW}$$