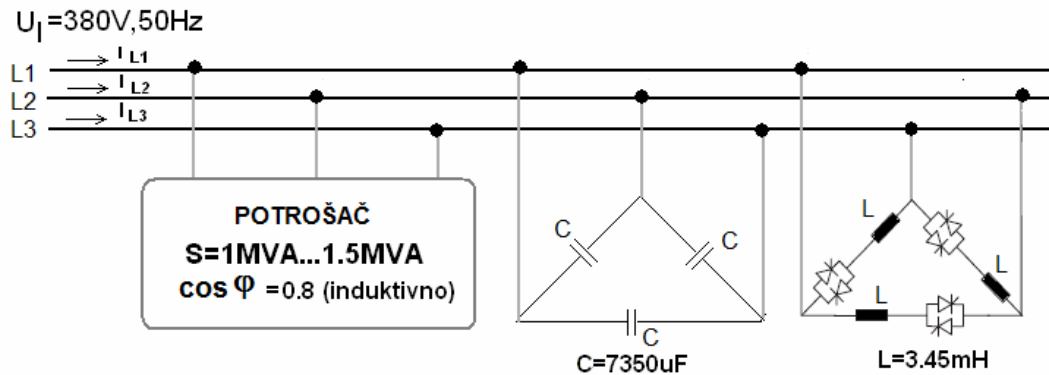


ZADATAK

U kompenzacionom postrojenju prikazanom na slici reaktivna snaga se reguliše prema priloženoj šemi. Izračunati potreban opseg ugla paljenja tiristorske grupe da bi faktor snage prvog harmonika bio jednak jedinici.



REŠENJE:

Posmatrajmo konfiguraciju POTROŠAČ-KONDENZATORSKA BATERIJA. Ukupna reaktivna snaga ove konfiguracije je data relacijom:

$$Q_l = Q_p - Q_b$$

Reaktivna snaga kondenzatorske baterije se dobija iz jednačine:

$$Q_b = 3UI_C = 3U \cdot \frac{U}{Z_C} = \frac{3U^2}{\frac{1}{\omega C}} = 3\omega CU^2$$

Obzirom da je $\omega = 2\pi f = 314$ rad/s, $C = 7.35$ mF i $U = 380$ V, dobijamo da je reaktivna snaga baterije kondenzatora jednaka :

$$Q_b = 3 \cdot 314 \cdot 7.35 \cdot 10^{-3} \cdot 380^2 \cong 1 \text{ MVar}$$

Reaktivna snaga potrošača se dobija iz jednačine:

$$Q_p = S \cdot \sin \varphi = \frac{P}{\cos \varphi} \cdot \sin \varphi = P \cdot \tan \varphi$$

Obzirom da je $S = 1 \text{ MVA} \dots 1.5 \text{ MVA}$ za vrednosti reaktivne snage potrošača ćemo imati dve granične vrednosti:

$$Q_{p \min} = S_{\min} \cdot \sin \varphi$$

$$Q_{p \max} = S_{\max} \cdot \sin \varphi$$

Tako je:

$$Q_{p \min} \leq Q_p \leq Q_{p \max}$$

Vrednosti $Q_{P\min}$ i $Q_{P\max}$ dobijamo za vrednost

$$\cos \varphi = 0.8$$

$$\sin \varphi = \sqrt{1 - \cos^2 \varphi} = \sqrt{1 - 0.8^2} = 0.6$$

$$Q_{P\min} = S_{\min} \cdot \sin \varphi = 0.6 \text{ MVar}$$

$$Q_{P\max} = S_{\max} \cdot \sin \varphi = 0.9 \text{ MVar}$$

$$0.6 \text{ MVar} \leq Q_P \leq 0.9 \text{ MVar}$$

Ukupna reaktivna snaga konfiguracije: POTROŠAČ-KONDENZATORSKA BATERIJA je:

$$Q_{1\min} = Q_{P\min} - Q_b = 0.6 \text{ MVA} - 1 \text{ MVA} = -0.4 \text{ MVar}$$

$$Q_{1\max} = Q_{P\max} - Q_b = 0.9 \text{ MVA} - 1 \text{ MVA} = -0.1 \text{ MVar}$$

Iz ovoga sledi da je kapacitivna snaga veća od induktivne, tako da tiristorski regulator sa antiparalelnom vezom tiristora i prigušnicom L treba da troši reaktivnu snagu. Reaktivna struja prvog harmonika tiristorskog regulatora (fazna struja) je data relacijom:

$$I_1 = \frac{2U}{\omega L} \cdot \left[1 - \frac{\alpha}{\pi} + \frac{\sin 2\alpha}{2\pi} \right]$$

Ukupna reaktivna snaga prvog harmonika struje tiristorskog regulatora je data relacijom:

$$Q_r = 3U_f I_1 = 3UI_1 = 3 \cdot U \frac{2U}{\omega L} \cdot \left[1 - \frac{\alpha}{\pi} + \frac{\sin 2\alpha}{2\pi} \right]$$

$$Q_r(\alpha) = \frac{6U^2}{\omega L} \cdot \left[1 - \frac{\alpha}{\pi} + \frac{\sin 2\alpha}{2\pi} \right]$$

U je vrednost faznog napona regulatora obzirom da je on vezan u sprezi "trougao" ($U_l = U_f$).

Obzirom da je $\omega = 2\pi f = 314 \text{ rad/s}$, $L = 3.45 \text{ mH}$ i $U = 380 \text{ V}$, dobijamo da je reaktivna snaga prvog harmonika jednaka :

$$Q_r(\alpha) = \frac{6 \cdot 380^2}{314 \cdot 3.45 \cdot 10^{-3}} \cdot \left[1 - \frac{\alpha}{\pi} + \frac{\sin 2\alpha}{2\pi} \right] = 0.8 \cdot \left[1 - \frac{\alpha}{\pi} + \frac{\sin 2\alpha}{2\pi} \right] u \text{ (MVar)}$$

Da bi ukupni faktor bio jednak 1 za ukupni opseg promene opterećenja ($S = 1 \text{ MVA} \dots 1.5 \text{ MVA}$) reaktivna snaga regulatora mora biti:

$$Q_r(\alpha_1) = Q_{1\min} \quad \text{za slučaj minimalnog opterećenja}$$

odnosno

$$Q_r(\alpha_2) = Q_{1\max}$$

U tom slučaju fazni ugao α regulatora mora da se menja u opsegu:

$$\alpha_1 \leq \alpha \leq \alpha_2$$

Sada će biti određene vrednosti upravljačkih faznih uglova α_1 i α_2 .

Ugao α_1 dobijamo rešavanjem jednačine:

$$0.8 \cdot \left[1 - \frac{\alpha}{\pi} + \frac{\sin 2\alpha}{2\pi} \right] = 0.4$$

Odnosno iz jednačina:

$$\left[1 - \frac{\alpha}{\pi} + \frac{\sin 2\alpha}{2\pi} \right] = 0.5$$

$$\frac{\alpha}{\pi} - \frac{\sin 2\alpha}{2\pi} = 0.5$$

$$2\alpha - \sin 2\alpha = \pi$$

Rešavanjem ove poslednje jednačine se dobija da je :

$$\alpha_1 = 90^\circ = \pi / 2 \text{ rad} = 1.57 \text{ rad}$$

Ugao α_2 dobijamo rešavanjem jednačine:

$$0.8 \cdot \left[1 - \frac{\alpha}{\pi} + \frac{\sin 2\alpha}{2\pi} \right] = 0.1$$

Odnosno iz jednačina:

$$\left[1 - \frac{\alpha}{\pi} + \frac{\sin 2\alpha}{2\pi} \right] = 0.125$$

$$\frac{\alpha}{\pi} - \frac{\sin 2\alpha}{2\pi} = 0.875$$

$$2\alpha - \sin 2\alpha = 5.495$$

Rešavanjem ove poslednje jednačine se dobija da je :

$$\alpha_2 = 130^\circ = 2.26 \text{ rad}$$

Tako je konačno opseg ugla regulacije kojim se kompenzuje reaktivna snaga u ovom postrojenju jednak :

$$90^\circ \leq \alpha \leq 130^\circ$$