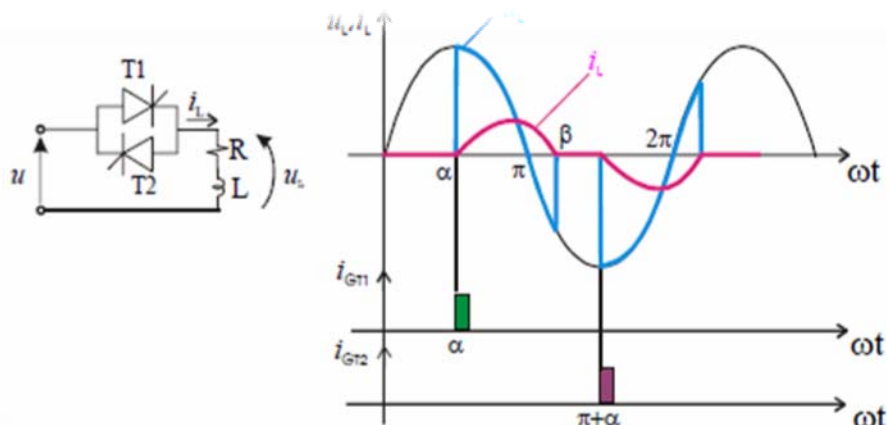


ZADATAK

Monofazni punotalasni naizmenični pretvarač sa slike se koristi za upravljanje snagom izvora naizmeničnog napona $U=230V$ koja se predaje potrošaču otpornosti $R=2,30\Omega$ i induktivne reaktanse $\omega L=2,30\Omega$.



Potrebno je odrediti:

- opseg upravljanja (opseg u kome se menja α da bi se struja menjala od 0 do maksimalne vrednosti)
- maksimalnu efektivnu vrednost struje potrošača
- maksimalnu snagu i faktor snage
- efektivnu vrednost struje tiristora, ugao provođenja i faktor snage izvora za $\alpha=\pi/2$

REŠENJE:

- a) Za $P=0$ tiristori se pale u trenucima kada je napon izvora 0, pa je $\alpha_{\max}=\pi$
Za $P=P_{\max}$ je:

$$\alpha_{\min} = \phi = \arctg \frac{\omega L}{R} = \frac{\pi}{4}$$

Opseg upravljanja je:

$$\frac{\pi}{4} \leq \alpha \leq \pi$$

- b) Maksimalna efektivna vrednost struje potrošača se dobija kada je na potrošaču maksimalna snaga, a to je za $\alpha=\phi$. Tada su napon i struja potrošača čiste sinusoidne međusobno fazno pomerene, pa je situacija kao da je potrošač direktno vezan za izvor a tiristori ne postoje. Onda je:

$$I_{L \max} = \frac{U}{Z} = \frac{U}{\sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}} = \frac{2300V}{2,3\sqrt{2}\Omega} = 707A$$

c) Maksimalna snaga na potrošaču će biti kada je maksimalna struja kroz potrošač

$$P_{\max} = R I_{L \max}^2 = 2,3 \cdot 707^2 W = 1150 \cdot 10^3 W$$

faktor snage je:

$$\lambda = \frac{P}{U \cdot I_{L \max}} = \frac{1150 \cdot 10^3}{2300 \cdot 707} = 0,707$$

d) Kad znamo ugao paljenja tiristora $\alpha = \pi/2$, za izračunavanje svih ostalih potrebnih veličina je potrebno da znamo ugao β pri kome tiristori prestaju da vode, odnosno struja potrošača pada na nulu.

$$\begin{aligned} i = 0 &\Rightarrow \sin(\beta - \phi) - e^{-\frac{R}{\omega L}(\beta - \alpha)} \sin(\alpha - \phi) = 0 \Rightarrow \\ &\Rightarrow \sin(\beta - \phi) = e^{-\frac{R}{\omega L}(\beta - \alpha)} \sin(\alpha - \phi) \end{aligned}$$

Rešavanjem gornje jednačine se dobija da je $\beta = 220,869^\circ = 1,227\pi$.

Ugao provođenja je:

$$\gamma = \beta - \alpha = 220,869^\circ - 90^\circ \approx 130^\circ$$

Za određivanje efektivne vrednosti struje potrošača treba izračunati izraz:

$$\begin{aligned} I_{TRMS} &= \sqrt{\frac{\omega}{2\pi} \int_{\alpha/\omega}^{\beta/\omega} \left\{ \frac{U\sqrt{2}}{Z} [\sin(\omega t - \phi) - e^{-\frac{R}{\omega L}(\omega t - \alpha)} \sin(\alpha - \phi)] \right\}^2 dt} \\ I_{TRMS} &= \frac{U\sqrt{2}}{Z} \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_{\alpha}^{\beta} [\sin(\omega t - \phi) - e^{-\frac{R}{\omega L}(\omega t - \alpha)} \sin(\alpha - \phi)]^2 d(\omega t)} \end{aligned}$$

Sve veličine su poznate i najveći problem predstavlja izračunavanje vrednosti integrala. To se radi numeričkim metodama, a jedna od najpogodnijih je Gausova integralna formula. Njena primena je objašnjena u prilogu. Za efektivnu vrednost struje potrošača se dobija:

$$I_{TRMS} = \frac{U\sqrt{2}}{Z} \sqrt{0,2052} = \frac{U\sqrt{2}}{Z} \cdot 0,453$$

$$I_{TRMS} = \frac{2300\sqrt{2}}{2,3\sqrt{2}} \cdot 0,453 A = 453 A$$

Faktor snage je:

$$\lambda = \frac{P}{UI} = \frac{R I_L^2}{U I_L} = \frac{R (I_{TRMS} \sqrt{2})^2}{U I_{TRMS} \sqrt{2}} = \frac{2,30 * 453 \sqrt{2}}{2300} \approx 0,6$$