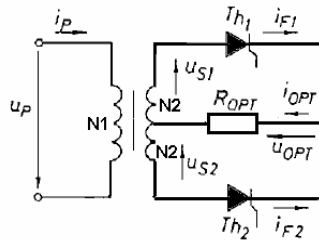


ZADATAK

Punotalasni ispravljač sa transformatorom sa srednjom tačkom prikazan na Sl.1. je opterećen omskim opterećenjem vrednosti $R_{OPT} = 10\Omega$. Ugao upravljanja ispravljača je α . Primarni napon transformatora je $u_P = 220V$, 50Hz. Prenosni odnos transformatora je $N_1:N_2:N_2=2:1:1$. Smatrati da tiristori imaju idealnu volt-ampersku karakteristiku. Smatrati da je transformator idealan.



Sl.1. Punotalasni ispravljač sa transformatorom sa srednjom tačkom

U zadatku je potrebno :

A) Nacrtati talasne oblike izlaznog napona , izlazne struje, napona na tiristoru Th1 i struja tiristora Th1 i Th2.

B) Izračunati srednju vrednost izlaznog napona i srednju vrednost izlazne struje ispravljača za vrednost ugla upravljanja $\alpha = 60^\circ$. Kolika su pri ovim uslovima efektivna i srednja vrednost struje svakog od tiristora?

REŠENJE:

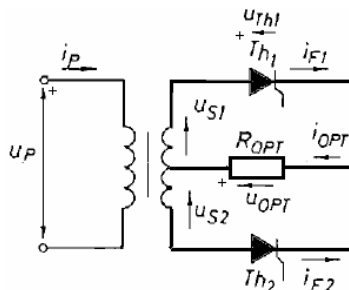
Trenutne vrednosti sekundarnih napona transformatora sa srednjom tačkom se dobijaju iz prenosnog odnosa transformatora $m = N_1 / N_2$:

$$u_{S1} = u_{S2} = N_2 \frac{u_P}{N_1} = \frac{u_P}{N_1 / N_2} = \frac{u_P}{m} = \frac{1}{2} \cdot u_P$$

Stoga su i efektivne vrednosti sekundarnih napona jednake:

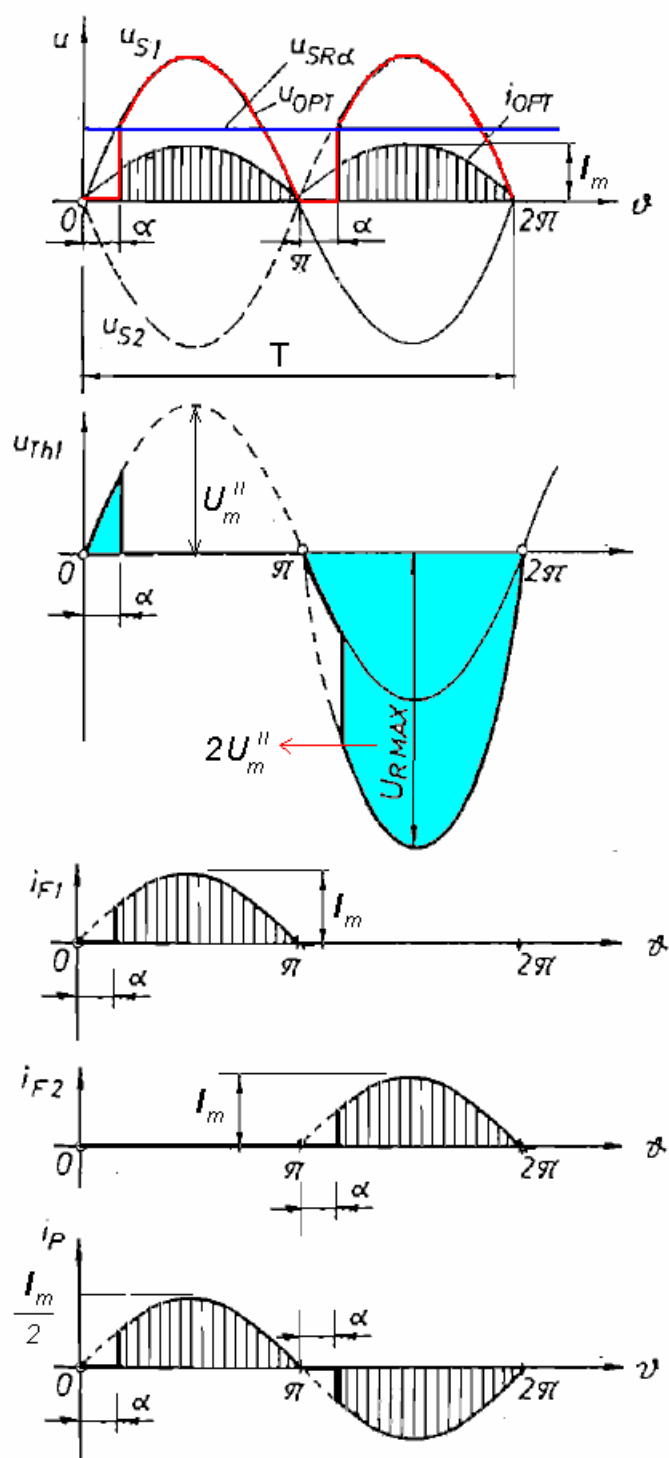
$$U_{S1} = U_{S2} = N_2 \frac{U_P}{N_1} = \frac{U_P}{N_1 / N_2} = \frac{U_P}{m} = \frac{1}{2} \cdot U_P = 110V$$

Električna šema za analizu rada ispravljača je data na Sl.2.



Sl.2. Punotalasni ispravljač –električna šema za analizu rada

A) Karakteristični talasni oblici za ovaj ispravljač su dati na Sl.3.



Sl.3. Karakteristični talasni oblici za punotalasni ispravljač sa Sl.2.

B) Srednja vrednost izlaznog napona se dobija iz relacije

$$U_{SR} = \frac{1}{\pi} \int_{\alpha}^{\pi} U_m'' \cdot \sin \theta d\theta = \frac{U_m''}{\pi} \int_{\alpha}^{\pi} \sin \theta d\theta = \frac{U_m''}{\pi} (1 + \cos \alpha) = \frac{U''\sqrt{2}}{\pi} (1 + \cos \alpha)$$

Srednja vrednost struje ispravljača je data relacijom:

$$I_{SR} = \frac{U_{SR}}{R_{OPT}} = \frac{U''\sqrt{2}}{\pi \cdot R_{OPT}} (1 + \cos \alpha)$$

Srednja vrednost struje svakog od tiristora se dobija iz relacije:

$$I_{FSR} = \frac{1}{2\pi} \int_{\alpha}^{\pi} I_m'' \cdot \sin \theta d\theta = \frac{U_m''}{R \cdot 2\pi} \int_{\alpha}^{\pi} \sin \theta d\theta = \frac{U_m''}{R \cdot 2\pi} (1 + \cos \alpha) = \frac{U''\sqrt{2}}{2\pi R} (1 + \cos \alpha)$$

Efektivna vrednost struje svakog od tiristora se dobija iz relacije:

$$I_{Eff} = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \cdot \int_{\alpha}^{\pi} (I_m'' \cdot \sin \theta)^2 d\theta} = \sqrt{\frac{I_m''^2}{2\pi} \cdot \int_{\alpha}^{\pi} \sin^2 \theta d\theta}$$

Pošto je rešenje integrala:

$$\int_{\alpha}^{\pi} \sin^2 \theta d\theta = \left. \frac{\theta}{2} - \frac{1}{4} \cdot \sin 2\theta \right|_{\alpha}^{\pi} = \frac{\pi - \alpha}{2} + \frac{1}{4} \cdot \sin 2\alpha$$

Sledi da je efektivna vrednost struje tiristora:

$$I_{Eff} = \frac{U''}{R\sqrt{2}} \cdot \sqrt{1 - \frac{\alpha}{\pi} + \frac{1}{2\pi} \cdot \sin 2\alpha} = \frac{I''}{\sqrt{2}} \cdot \sqrt{1 - \frac{\alpha}{\pi} + \frac{1}{2\pi} \cdot \sin 2\alpha}$$

Za $\alpha = 60^\circ = \frac{\pi}{3} rad$ dobijamo da je:

srednja vrednost izlaznog napona

$$U_{SR} = \frac{U''\sqrt{2}}{\pi} (1 + \cos \alpha) = \frac{110\sqrt{2}}{\pi} (1 + \cos 60^\circ) = \frac{110\sqrt{2}}{\pi} \cdot (1 + \frac{1}{2}) = 74.31V$$

srednja vrednost izlazne struje

$$I_{SR} = \frac{U_{SR}}{R} = 7.431A$$

srednja vrednost struje svakog od tiristora

$$I_{FSR} = \frac{U''\sqrt{2}}{2\pi R} (1 + \cos \alpha) = \frac{110\sqrt{2}}{2\pi \cdot 10} \cdot (1 + \cos 60^\circ) = 3.71A$$

efektivna vrednost struje svakog od tiristora

$$I_{Eff} = \frac{U''}{R\sqrt{2}} \cdot \sqrt{1 - \frac{\alpha}{\pi} + \frac{1}{2\pi} \cdot \sin 2\alpha} = \frac{110}{10\sqrt{2}} \cdot \sqrt{1 - \frac{\frac{\pi}{3}}{\pi} + \frac{1}{2\pi} \cdot \sin \frac{2\pi}{3}} = 7A$$