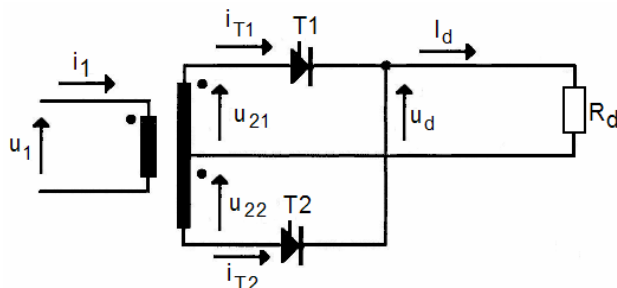


ZADATAK

Jednofazni pretvarač u spoju sa srednjom tačkom transformatora prikazan na slici napaja omsko opterećenje čija je otpornost $R_d = 5\Omega$. Komutacione induktivnosti transformatora su zanemarljive. Primarni napon transformatora se menja u vremenu prema zakonitosti $u_1(t) = 220\sqrt{2} \sin(314t)$. Prenosni odnos transformatora je 2:1:1.



U zadatku je potrebno:

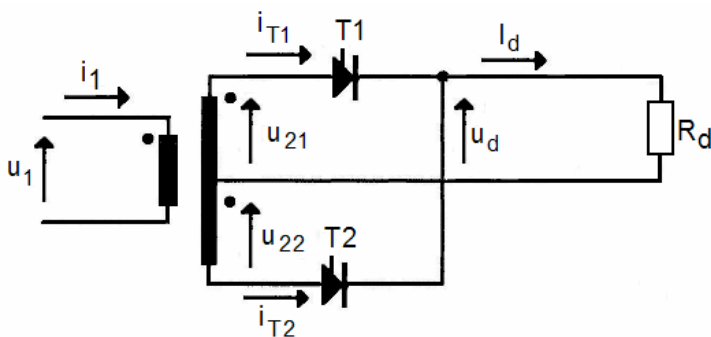
a) Za vrednosti ugla upravljanja $\alpha = 45^\circ$, nacrtati talasne oblike napona na opterećenju u_d , struje opterećenja i_d , struje tiristora (i_{T1} , i_{T2}) i struje primara transformatora i_1 .

b) Na osnovu talasnih oblika dobijenih pod (a) potrebno je izračunati: srednju vrednost napona na opterećenju $U_{d\alpha}$, srednju vrednost struje opterećenja I_d , srednju i efektivnu vrednost struje tiristora ($I_{T1(AVG)}$, $I_{T2(AVG)}$, ($I_{T1(RMS)}$, $I_{T2(RMS)}$), srednju i efektivnu vrednost struje primara ($I_1(AVG)$, $I_1(RMS)$).

c) Izvesti izraz za upravljačku karakteristiku ispravljača i nacrtati je u zavisnosti ugla α .

REŠENJE:

Električna šema ispravljača koja će se koristiti u analizi je data na Sl.1.

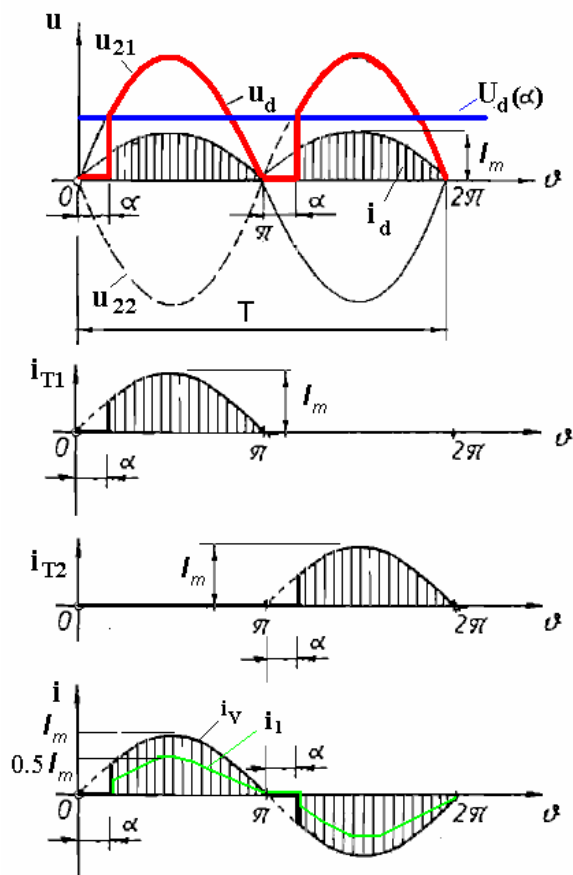


Sl.1. Punotalasni ispravljač sa čistim otpornim opterećenjem

Efektivna vrednost primarnog napona je $U_1 = 220V$. Mrežna učestanost je $f = \omega/2\pi = 314/6.28 = 50Hz$. Efektivna vrednost napona sekundara $U_2 = U_1/n = 220/2 = 110V$, obzirom da je prenosni odnos $n=2$. Uzimajući u obzir prenosni odnos $n=2$ i promenu primarnog napona

$u_1(t) = 220\sqrt{2} \sin(314t)$, trenutne vrednosti sekundarnih napona mogu biti predstavljene kao:
 $u_{21}(t) = 110\sqrt{2} \sin(314t)$ i $u_{22}(t) = -110\sqrt{2} \sin(314t)$.

a) Karakteristični talasni oblici za ispravljač su dati na Sl.2.



Sl.2. Karakteristični talasni oblici za slučaj punotalasnog ispravljača sa omskim opterećenjem

b) Izračunavanje srednjih i efektivnih vrednosti

Srednja vrednost izlaznog napona ispravljača se dobija rešavanjem integrala:

$$U_{d(AVG)} = \frac{1}{T} \int_0^T u_d \cdot dt = \frac{1}{\pi} \int_{\alpha}^{\pi} \sqrt{2} U_2 \sin(\omega t) d(\omega t)$$

$$U_{d(AVG)} = \frac{\sqrt{2}}{\pi} \cdot U_2 \cdot (1 + \cos \alpha) = 0.45 U_2 \cdot (1 + \cos \alpha), \text{ gde je } U_2 = \frac{U_1}{n} = \frac{220}{2} = 110V$$

$$U_{d(AVG)} = 0.45 \cdot 110 \cdot \cos 45^\circ = 84.5V$$

Srednja vrednost struje opterećenja i_d se dobija iz jednačine:

$$I_d = \frac{U_{d(AVG)}}{R_d} = \frac{84.5}{5} = 16.9A$$

Srednja vrednost struje svakog od tiristora se dobija rešavanjem integrala:

$$I_{T(AVG)} = \frac{1}{T} \int_0^T i_T \cdot dt = \frac{1}{2\pi} \int_{\alpha}^{\pi} \sqrt{2} U_2 \cdot \frac{1}{R_d} \cdot \sin(\omega t) d(\omega t)$$

$$I_{T(AVG)} = \frac{U_2 \sqrt{2}}{2\pi R_d} (1 + \cos \alpha) = \frac{0.22 U_2}{R_d} (1 + \cos \alpha) = \frac{0.22 \cdot 110}{5} \cdot (1 + \cos 45^\circ) = 8.30 A$$

Efektivna vrednost struje svakog od tiristora se dobija rešavanjem integrala :

$$I_{T(RMS)} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i_T^2 dt} = \sqrt{\frac{1}{\pi} \int_{\alpha}^{\pi} \left(\frac{U_2 \sqrt{2}}{R_d} \cdot \sin \omega t \right)^2 d(\omega t)}$$

$$I_{T(RMS)} = \frac{U_2}{R_d \sqrt{2}} \cdot \sqrt{1 - \frac{\alpha}{\pi} + \frac{1}{2\pi} \cdot \sin 2\alpha}$$

$$I_{T(RMS)} = \frac{110}{5\sqrt{2}} \cdot \sqrt{1 - \frac{4}{\pi} + \frac{1}{2\pi} \cdot \sin 2 \cdot \frac{\pi}{4}} = \frac{110}{5\sqrt{2}} \cdot \sqrt{1 - \frac{1}{4} + \frac{1}{2\pi}} = 14.87 A$$

Efektivna vrednost struje primara se dobija rešavanjem integrala:

$$I_{1(RMS)} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i_1^2 dt} = \sqrt{\frac{2}{2\pi} \int_{\alpha}^{\pi} \left(\frac{U_2 \sqrt{2}}{n \cdot R_d} \cdot \sin \omega t \right)^2 d(\omega t)}$$

$$I_{1(RMS)} = \frac{U_2 \sqrt{2}}{n \cdot R_d} \cdot \sqrt{1 - \frac{\alpha}{2\pi} + \frac{1}{4\pi} \cdot \sin 2\alpha}$$

gde je $n = \frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2}$ prenosni odnos transformatora i $n = \frac{220}{110} = 2$

$$I_{1(RMS)} = \frac{U_2 \sqrt{2}}{n \cdot R_d} \cdot \sqrt{1 - \frac{\alpha}{2\pi} + \frac{1}{4\pi} \cdot \sin 2\alpha} = \frac{110\sqrt{2}}{2 \cdot 5} \cdot \sqrt{1 - \frac{1}{4} + \frac{1}{2\pi}} = 14.79 A$$

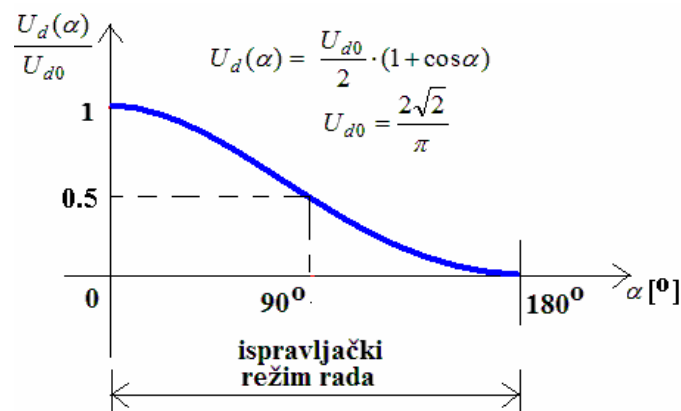
Srednja vrednost primarne struje je $I_{1(AVG)} = 0$

c) Upravljačka karakteristika ispravljača

Upravljačka (prenosna) karakteristika ovog ispravljača se dobija iz relacije:

$$U_d(\alpha) = \frac{\sqrt{2}}{\pi} \cdot U_2 \cdot (1 + \cos \alpha) = \frac{2\sqrt{2}}{2\pi} \cdot U_2 \cdot (1 + \cos \alpha) = \frac{U_{d0}}{2} \cdot (1 + \cos \alpha), \text{ pri čemu je } U_{d0} = \frac{2\sqrt{2}}{\pi}$$

Upravljačka karakteristika ispravljača je data na Sl.3



Sl.3. Upravljačka (prenosna) karakteristika ispravljača sa Sl.1