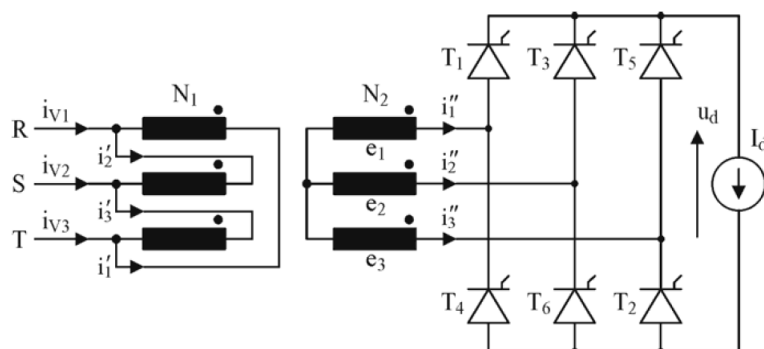
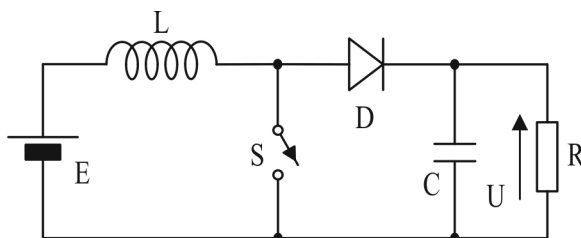


**1. zadatak** Za ispravljač prikazan na Slici 1., odrediti efektivnu vrednost struje primara, aktivnu i reaktivnu snagu osnovnog harmonika i ukupnu aktivnu i prividnu snagu koje se uzimaju iz mreže. Koliko iznose faktor snage osnovnog harmonika i ukupni faktor snage na mestu priključenja na mrežu? Ispravljač je priključen na gradsku mrežu napona  $3 \times 380$  V, 50 Hz, a struja strujnog ponora je  $I_d = 150$  A. Ugao upravljanja tiristorima je  $\alpha = 30^\circ$ , dok je prenosni odnos transformatora  $N_1 : N_2 = 10 : 1$ .



Slika 1.

**2. zadatak** Odrediti maksimalnu vrednost otpornosti  $R$  za koju će čoper sa Slike 2. raditi u neprekidnom režimu, pri vrednosti *duty-cycle*-a  $D = 0.4$ .  $E = 100$  V,  $f = 25$  kHz,  $L = 100$   $\mu$ H.



Slika 2.

## Rešenje 1. zadatka

Stuje kroz namotaje transformatora mogu se odrediti iz uslova da je zbir magnetopobudnih sila po zatvorenom magnetnom putu jednak nuli. Ako se zanemari struja magnećenja transformatora, ima se:

$$-N_1 i_1' + N_2 i_1'' - N_2 i_2'' + N_1 i_2' = 0 \quad (1)$$

$$-N_1 i_1' + N_2 i_1'' - N_2 i_3'' + N_1 i_3' = 0 \quad (2)$$

Osim toga, zbir struja primara transformatora jednak je nuli:

$$i_1' + i_2' + i_3' = 0 \quad (3)$$

Ako se kao prenosni odnos transformatora uzme odnos brojeva navojaka primarnih i sekundarnih namotaja transformatora ( $m = N_1/N_2$ ), rešavanjem prethodne tri jednačine dobija se:

$$i_1' = \frac{1}{m} \cdot \frac{1}{3} \cdot (2i_1'' - i_2'' - i_3'') \quad (4)$$

$$i_2' = \frac{1}{m} \cdot \frac{1}{3} \cdot (2i_2'' - i_3'' - i_1'') \quad (5)$$

$$i_3' = \frac{1}{m} \cdot \frac{1}{3} \cdot (2i_3'' - i_1'' - i_2'') \quad (6)$$

Ako se još uzme u obzir da je zbir struja kroz sekundarne namotaje jednak nuli:

$$i_1'' + i_2'' + i_3'' = 0 \quad (7)$$

izrazi za struje primara postaju:

$$i_1' = \frac{1}{m} \cdot i_1'' \quad (8)$$

$$i_2' = \frac{1}{m} \cdot i_2'' \quad (9)$$

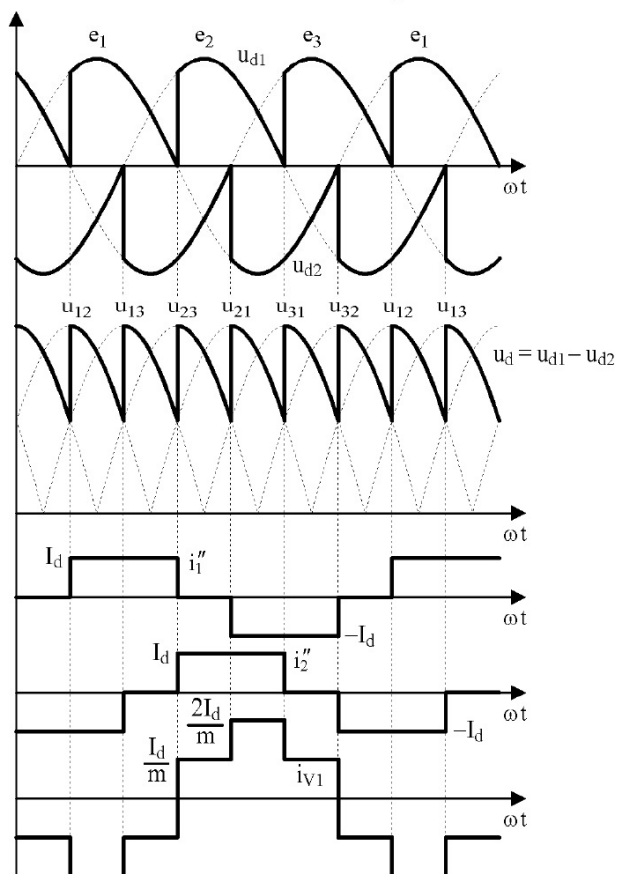
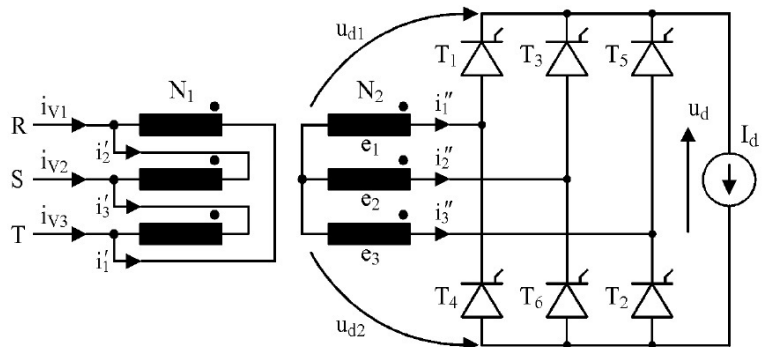
$$i_3' = \frac{1}{m} \cdot i_3'' \quad (10)$$

Srednja vrednost napona na izlazu ispravljača iznosi:

$$U_d = \frac{3 \cdot \sqrt{6} \cdot U \cdot \cos(\alpha)}{m \cdot \pi} = 76.78 \text{ V} \quad (11)$$

Snaga kojom opterećenje preuzima energiju iznosi:

$$P = U_d \cdot I_d = 11.517 \text{ kW} \quad (12)$$



Pošto su naponi mreže prostoperiodični, a gubici u transformatoru i ipravljaču zanemarni, aktivna snaga se iz mreže preuzima samo prvim harmonikom struje, što za posledicu ima da su aktivna snaga i snaga opterećenja jednake:

$$P_1 = P = 11.517 \text{ kW} \quad (13)$$

Efektivna vrednost struje kroz namotaje transformatora je:

$$I'' = \sqrt{\frac{2}{T} \int_0^{\frac{T}{3}} I_d^2 dt} = I_d \sqrt{\frac{2}{3}} \quad (14)$$

Efektivna vrednost struje kroz primarne namotaje transformatora je:

$$I' = \frac{1}{m} I'' = \frac{I_d}{m} \sqrt{\frac{2}{3}} \quad (15)$$

Ukupna prividna snaga koja se uzima iz mreže iznosi:

$$S = 3 \cdot U \cdot I' = 3 \cdot \frac{I_d}{m} \sqrt{\frac{2}{3}} = 13.960 \text{ kVA} \quad (16)$$

Da bi se dobile reaktivna i prividna snaga osnovnog harmonika koje se uzimaju iz mreže, potrebno je naći prvi harmonik struje  $i'_1$  ili struje  $i_{V1}$ . Struja  $i_{V1}$  je neparna funkcija, te ima samo sinusnu komponentu osnovnog harmonika:

$$\begin{aligned} b_{V11} &= \frac{4}{T} \int_0^{T/2} i_{V1}(t) \cdot \sin(\omega t) dt = \frac{8}{T} \int_0^{T/4} i_{V1}(t) \cdot \sin(\omega t) dt = \\ &= \frac{8}{T} \left[ \int_0^{T/6} -\frac{I_d}{m} \cdot \sin(\omega t) dt + \int_{T/6}^{T/4} -\frac{2I_d}{m} \cdot \sin(\omega t) dt \right] = -\frac{6 \cdot I_d}{m \cdot \pi} \end{aligned} \quad (17)$$

Efektivna vrednost osnovnog harmonika struje  $i_{V1}$  iznosi:

$$I_{V11} = \frac{|b_{V11}|}{\sqrt{2}} = \frac{3 \cdot \sqrt{2} \cdot I_d}{m \cdot \pi} \quad (18)$$

Osnovni harmonik struje  $i_{V1}$  kasni za faznim naponom  $u_1$  za 30 stepeni. Reaktivna i prividna snaga osnovnog harmonika iznose:

$$Q_1 = 3 \cdot U_1 \cdot I_{V11} \sin\phi = 6.642 \text{ kVAR} \quad (19)$$

$$S_1 = 3 \cdot U_1 \cdot I_{V11} = 13.284 \text{ kVA} \quad (20)$$

Ukupni faktor snage i faktor snage prvog harmonika iznose:

$$\lambda = \frac{P_1}{S} = 0.825 \quad (21)$$

$$\lambda = \frac{P_1}{S_1} = 0.866 \quad (22)$$

**Rešenje 2. zadatka**

Kada čoper radi u neprekidnom režimu, tada važi nejednakost:

$$I_0 \geq \frac{\Delta I_L}{2} \quad (23)$$

gde su  $I_0$  i  $\Delta I_L$  srednja vrednost i ripl struje prigušnice, redom. Izlazni napon čopera je jednak:

$$\frac{E}{1-D} = \frac{500}{3} \text{ V} = 166.667 \text{ V} \quad (24)$$

U ustaljenom stanju, snaga na ulazu u čoper je jednaka snazi na opterećenju:

$$\frac{U^2}{R} = E \cdot I_0 \quad (25)$$

Iz prethodne jednačine se dobija izraz za srednju vrednost struje prigušnice:

$$I_0 = \frac{U^2}{E \cdot R} = \frac{E}{R \cdot (1-D)^2} \quad (26)$$

Ripl struje prigušnice je jednak:

$$\Delta I_L = \frac{DT \cdot E}{L} \quad (27)$$

Zamenom izraza (26) i (27) u izraz (23), dobija se:

$$\frac{E}{R(1-D)^2} \geq \frac{D \cdot E}{2fL} \quad (28)$$

odakle sledi

$$R \leq \frac{2fL}{D(1-D)^2} = 34.722\Omega \quad (29)$$

pa je tražena maksimalna vrednost otpornosti opterećenja pri kojoj čoper radi u neprekidnom režimu:

$$R_{max} = 34.722\Omega \quad (30)$$