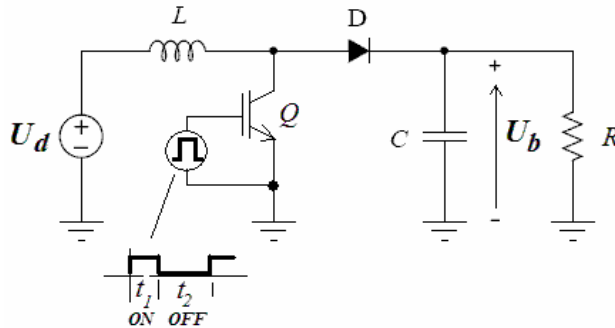


ZADATAK

Čopersko kolo na slici radi u kontinualnom režimu sa konstantnom učestanosti sa periodom od T . Vrednost ulaznog napona je $U_d = 48V$. Vrednost izlaznog napona je $U_b = 60V$. Smatrati da je kapacitivnost kondenzatora $C \rightarrow \infty$. Vrednost otpornosti opterećenja na izlazu čopera je $R = 1\Omega$. Vrednost induktivnosti $L = 1.2mH$.



Vremenski interval u toku koga je uključen tranzistor Q je jednak $t_1 = 1ms$, dok je vremenski interval u toku koga je tranzistor isključen jednak t_2 . Smatrati da su poluprovodnički elementi Q i D idealni. U zadatku je potrebno izračunati:

- Radnu učestanost čopera i trajanje vremenskog intervala t_2
- Srednju vrednost struje kroz induktivnost L
- Srednju vrednost struje diode D
- Efektivnu vrednost napona na tranzistoru Q

REŠENJE:

a) Čopersko kolo radi kao podizač napona kod koga je ulazni napon $U_d = 48V$, a izlazni napon $U_b = 60V$. Za dati čoper odnos izlaznog i ulaznog napona je dat kao kao:

$$\frac{U_b}{U_d} = \frac{1}{1-D} = \frac{1}{1 - \frac{\text{vreme_uklj_tranzistora_Q}}{\text{perioda_chopovanja}}} = \frac{1}{1 - \frac{t_1}{T}}$$

Pored ovoga važi i relacija za periodu čopovanja:

$$t_1 + t_2 = T$$

Iz prve jednačine se dobija perioda čopovanja

$$T = \frac{t_1}{1 - \frac{U_d}{U_b}}$$

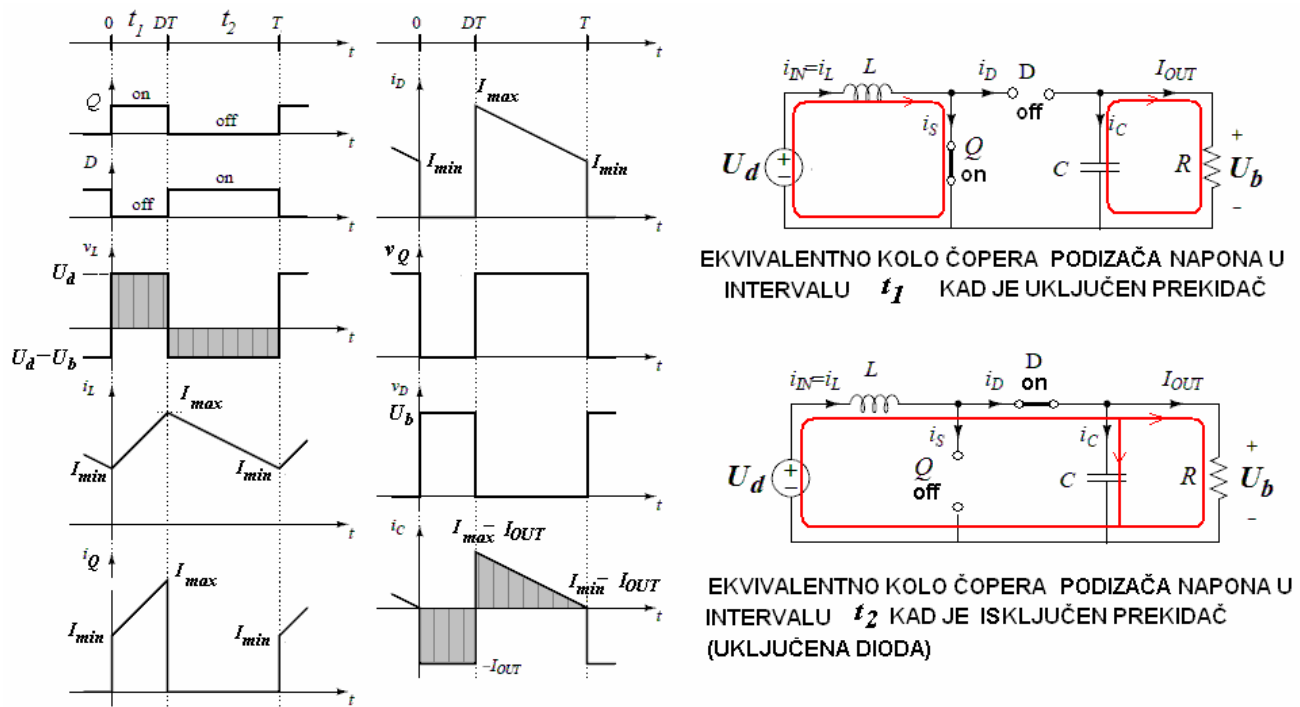
odnosno za učestanost čopovanja (radnu učestanost čopera):

$$f_s = \frac{1}{T} = \frac{1 - \frac{U_d}{U_b}}{t_1} = \frac{1 - \frac{48V}{60V}}{1 \cdot 10^{-3}s} = 200Hz$$

Vremenski interval t_2 u toku koga je isključen tranzistor Q a uključena dioda je jednak:

$$t_2 = T - t_1 = \frac{1}{f_s} - t_1 = \frac{1}{200Hz} - 1ms = 5ms - 1ms = 4ms$$

b) Talasni oblici struja i napona, kao i ekvivalentna kola u intervalima t_1 i t_2 su dati na Sl.1.



Sl.1.1. Talasni oblici i ekvivalentno kolo čopera u vremenskim intervalima t_1 i t_2

Srednja vrednost izlazne struje je jednaka:

$$I_{OUT} = I_R = \frac{U_b}{R} = \frac{60V}{1\Omega} = 60A$$

Srednja vrednost struje kalema jednaka:

$$I_L = I_{OUT} / (1 - D) = 60A / (1 - 0.2) = 75A$$

c) Srednja vrednost struje diode

Da bi izračunali srednju vrednost struje diode potrebno je izračunati vrednosti I_{max} i I_{min} . U intervalu $t_1 = D \cdot T$ porast struje kroz induktivnost se ostvaruje pod dejstvom napona U_d , tako da se može pisati:

$$U_d \cdot t_1 = L \cdot (I_{max} - I_{min}) = L \cdot \Delta i$$

Iz ove relacije dobijamo da je talasnost struje

$$\Delta i = \frac{U_d}{L} \cdot t_1 = (I_{max} - I_{min}) = \frac{48V \cdot 1 \cdot 10^{-3}s}{1.2 \cdot 10^{-3}H} = 40A$$

Struje I_{max} i I_{min} dobijamo rešavanjem sistema jednačina:

$$\begin{aligned} \frac{I_{max} + I_{min}}{2} &= I_L = 75A \\ I_{max} - I_{min} &= 40A \end{aligned}$$

Odakle je $2 \cdot I_{\max} = 190 A$, odnosno $I_{\max} = 95 A$ i $I_{\min} = 55 A$

Srednja vrednost struje diode se dobija iz talasnog oblika struje diode i_D koji je dat na slici sa talasnim oblicima :

$$I_{D(AVG)} = \frac{1}{T} \int_0^T i_D \cdot dt = \frac{1}{T} \int_0^{DT} 0 \cdot dt + \frac{1}{T} \int_{DT}^T i_D \cdot dt = 0 + \frac{1}{T} \int_{DT}^T i_D \cdot dt = \frac{1}{T} \int_{DT}^T i_D \cdot dt = \frac{\Delta S}{T}$$

gde je ΔS površina trapeza $0 - I_{\max} - I_{\min} - 0$:

$$\Delta S = \frac{I_{\max} + I_{\min}}{2} \cdot (1 - D) \cdot T$$

Tako je sada srednja vrednost struje diode jednaka:

$$I_{D(AVG)} = \frac{\Delta S}{T} = \frac{I_{\max} + I_{\min}}{2} \cdot (1 - D) \cdot T \cdot \frac{1}{T}$$

$$D = \frac{t_1}{T} = \frac{1ms}{5ms} = 0.2$$

$$I_{D(AVG)} = \frac{I_{\max} + I_{\min}}{2} \cdot (1 - D) = 75 \cdot (1 - 0.2) = 60 A$$

d) Efektivna vrednost napona na tranzistoru Q se dobija rešavanjem integrala:

$$V_{Q(RMS)} = \sqrt{\frac{1}{T} \cdot \int_0^T v_Q^2 \cdot dt} = \sqrt{\frac{1}{T} \cdot \int_{DT}^T U_b^2 \cdot dt} = U_b \cdot \sqrt{\frac{1}{T} \cdot (1 - D) \cdot T} = U_b \cdot \sqrt{1 - D}$$

$$V_{Q(RMS)} = U_b \cdot \sqrt{1 - D} = 60 \cdot \sqrt{1 - 0.2} = 53.66V$$