

Zadaci za vježbu (za završni ispit)

-Rješenja-

1) Napon U_0 se računa na osnovu sljedeće formule za Buck čoper:

$$\frac{U_0}{U_d} = D \Rightarrow U_0 = DU_d = 40V. \quad (1)$$

S obzirom na to da čoper radi u graničnom režimu, važi sljedeća jednakost:

$$\frac{L}{R_e} = \frac{1-D}{2f} \Rightarrow R_e = L \frac{2f}{1-D} = 2\Omega. \quad (2)$$

Pošto za inverter važi da je ugao provođenja $\lambda=120^\circ$ to je onda ekvivalentni otpor jednak rednoj vezi dva otpornika:

$$R_e = 2R \Rightarrow R = 1\Omega. \quad (3)$$

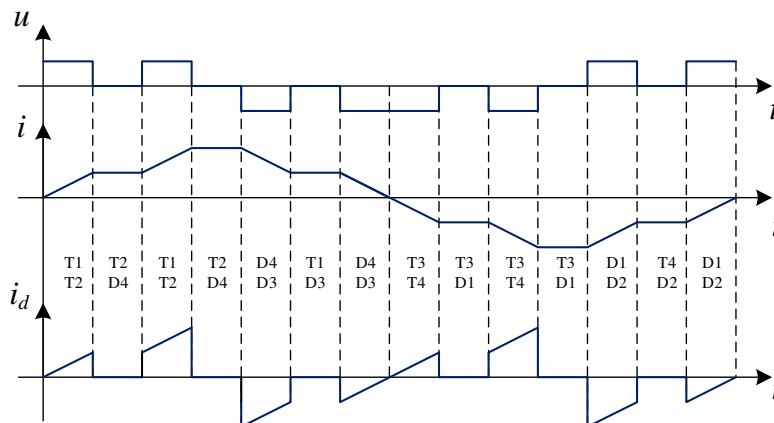
Takođe, za granični režim pulsacije struje kroz kalem se mogu izračunati na sljedeći način:

$$\Delta I_L = I_{L\max} = \frac{U_d - U_0}{L} t_{on} = \frac{U_d - U_0}{L} DT = \frac{U_d - U_0}{L} \frac{D}{f} = 40A. \quad (4)$$

Struja I_0 iznosi $I_0 = \frac{U_0}{R_e} = 20A$. Uz pretpostavku da je ulazna snaga čopera jednaka izlaznoj, dobija se i srednja vrijednost struje I_d :

$$U_d \cdot I_{dsr} = U_0 \cdot I_0 \Rightarrow I_{dsr} = I_0 \frac{U_0}{U_d} = 8A. \quad (5)$$

2) Traženi talasni oblici su prikazani na sljedećoj slici:



Sa prikazanih talasnih oblika zaključuje se da su srednje vrijednosti struja i i i_d jednake 0.

3) Napon U_0 se računa na osnovu sljedeće formule za Boost čoper:

$$\frac{U_0}{U_d} = \frac{1}{1-D} \Rightarrow U_0 = \frac{1}{1-D} U_d = 90V. \quad (6)$$

S obzirom na to da čoper radi u graničnom režimu, važi sljedeća jednakost:

$$\frac{L}{R_e} = \frac{(1-D)^2 D}{2f} \Rightarrow R_e = L \frac{2f}{(1-D)^2 D} = 3\Omega. \quad (7)$$

Pošto za invertor važi da je ugao provođenja $\lambda=180^\circ$, onda se ekvivalentni otpor računa na sljedeći način:

$$R_e = \frac{3R}{2} \Rightarrow R = 2\Omega. \quad (8)$$

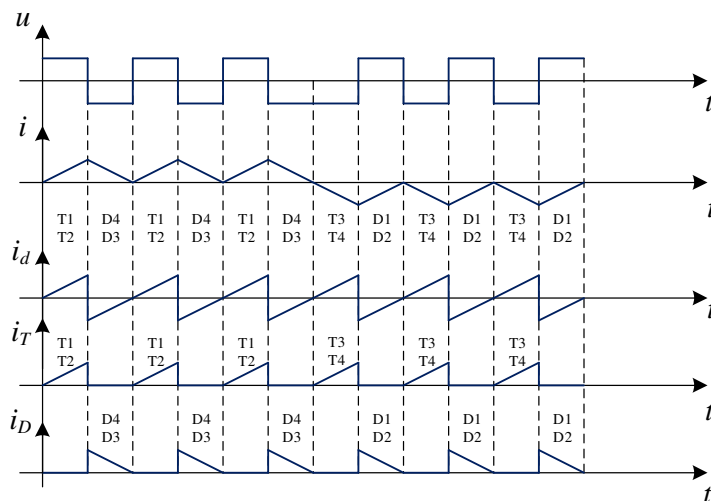
Takođe, za granični režim pulsacije struje kroz kalem se mogu izračunati na sljedeći način:

$$\Delta I_L = I_{L\max} = \frac{U_d}{L} t_{on} = \frac{U_d}{L} DT = \frac{U_d}{L} \frac{D}{f} = 100A. \quad (9)$$

Struja I_0 iznosi $I_0 = \frac{U_0}{R_e} = 30A$. Uz pretpostavku da je ulazna snaga čopera jednaka izlaznoj, dobija se i srednja vrijednost struje I_d :

$$U_d \cdot I_{dsr} = U_0 \cdot I_0 \Rightarrow I_{dsr} = I_0 \frac{U_0}{U_d} = 50A. \quad (10)$$

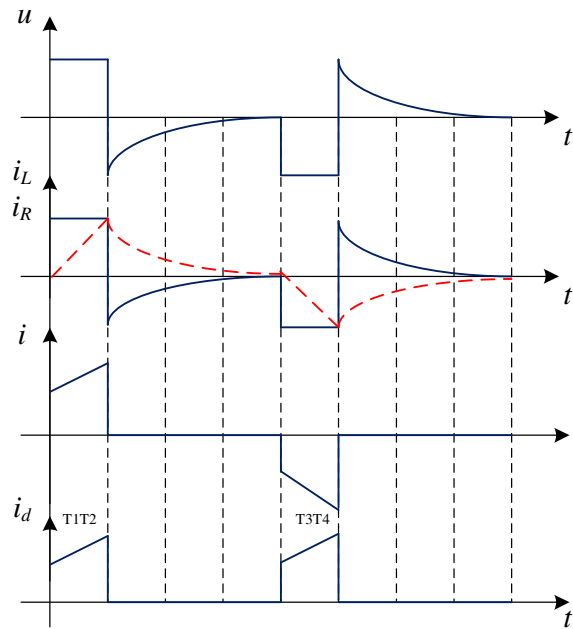
4) Traženi talasni oblici prikazani su na sljedećoj slici:



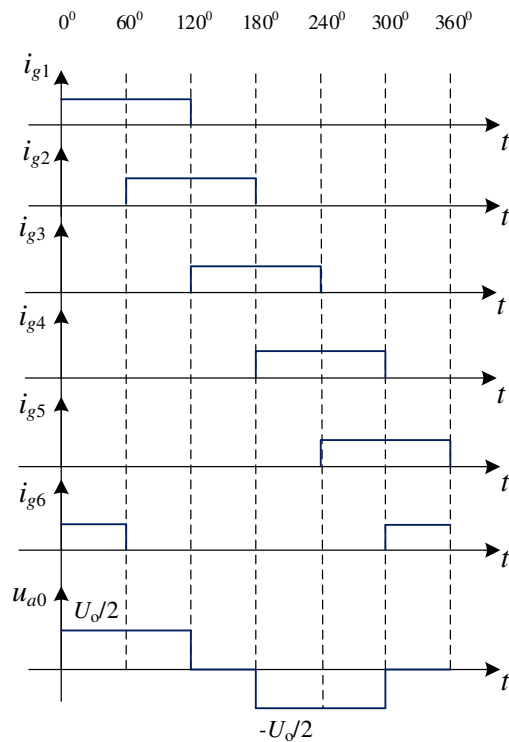
5) Prije crtanja vremenskih dijagrama, potrebno je odrediti vremensku konstantu kola: $\tau = \frac{L}{R} = 1 \text{ ms}$. To dalje znači da se prelazni process završava nakon 3 vremenske konstante, tj. nakon 3 ms. Takođe, potrebno je odrediti maksimalne vrijednosti struje kroz kalem i otpornik:

$$I_R = \frac{E_d}{R} = 10A \quad (11)$$

$$I_{L\max} = \frac{E_d}{L} \frac{T}{8} = 10A.$$



6) Traženi vremenski dijagrami dati su na sljedećoj slici:



Efektivna vrijednost napona u_{a0} data je u tekstu zadatka i iznosi $U_{a0\text{eff}}=110$ V. Sa druge strane, data efektivna vrijednost se može izračunati na sljedeći način:

$$U_{a0\text{eff}} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T u_{a0}^2(t) dt} = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \left(\int_0^{2\pi/3} \left(\frac{U_0}{2}\right)^2 d\theta + \int_{\pi}^{5\pi/3} \left(-\frac{U_0}{2}\right)^2 d\theta \right)} = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \cdot 2 \cdot \frac{2\pi}{3} \cdot \frac{U_0^2}{4}} = \frac{U_0}{\sqrt{6}},$$

odakle se dobija da napon U_0 iznosi 269.4 V. Koristeći formulu odnos izlaznog i ulaznog napona Boost čopera, dobija se i vrijednost za faktor popunjenosti D :

$$\frac{U_0}{U_d} = \frac{1}{1-D} \Rightarrow 1-D = \frac{U_d}{U_0} \Rightarrow D = 1 - \frac{U_d}{U_0} = 0.64. \quad (12)$$

Za granični režim rada Boost čopera pulsacije struje kroz kalem se računaju prema sljedećoj formuli:

$$\Delta I_L = \frac{U_d}{L} t_{on} = \frac{U_d}{L} DT = \frac{U_d}{L} \frac{D}{f}, \quad (13)$$

odakle se može odrediti vrijednost induktivnosti:

$$L = \frac{DU_d}{f \Delta I_L} = 0.03 \text{ mH}. \quad (14)$$

Takođe, za granični režim rada Boost čopera važi i sljedeća jednakost, na osnovu koje se određuje vrijednost ekvivalentne otpornosti R_e :

$$\frac{L}{R_e} = \frac{(1-D)^2 D}{2f} \Rightarrow R_e = L \frac{2f}{(1-D)^2 D} = 14.46 \Omega. \quad (15)$$

Pošto za invertor važi da je ugao provođenja $\lambda=120^\circ$ to je onda ekvivalentni otpor jednak rednoj vezi dva otpornika:

$$R_e = 2R \Rightarrow R = 7.23 \Omega. \quad (16)$$

Struja I_0 iznosi $I_0 = \frac{U_0}{R_e} = 18.63 \text{ A}$. Uz pretpostavku da je ulazna snaga čopera jednaka izlaznoj, dobija se i srednja vrijednost struje I_d :

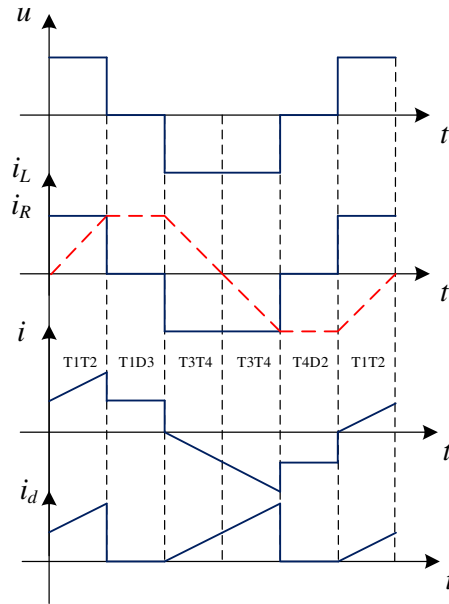
$$U_d \cdot I_{dsr} = U_0 \cdot I_0 \Rightarrow I_{dsr} = I_0 \frac{U_0}{U_d} = 52.28 \text{ A}. \quad (17)$$

7) Maksimalne vrijednosti struje kroz otpornik i kalem iznose:

$$I_R = \frac{E_d}{R} = 10 \text{ A} \quad (18)$$

$$I_{L\text{max}} = \frac{E_d}{L} \frac{T}{6} = 10 \text{ A}.$$

Vremenski dijagrami su dati na sljedećoj slici (samostalno nacrtati dijagrame za struje diode i tranzistora!):



8) Ulazni napon invertora je istovremeno izlazni napon Boost čopera, čija se vrijednost računa na sljedeći način:

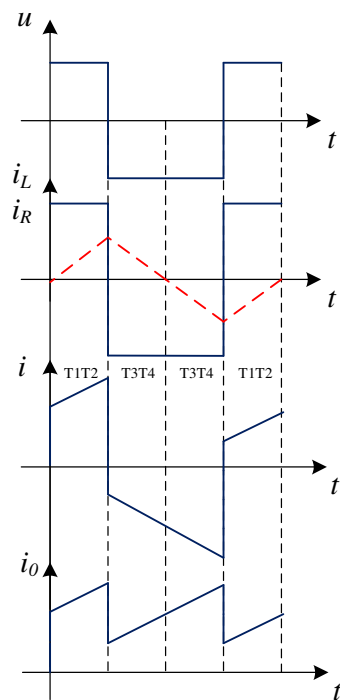
$$\frac{U_o}{U_d} = \frac{1}{1-D} \Rightarrow U_o = U_d \frac{1}{1-D} = 100V. \quad (19)$$

Nakon toga, neophodno je odrediti maksimalne vrijednosti struje kroz otpornik i kalem:

$$I_R = \frac{U_o}{R} = 50A$$

$$I_{Lmax} = \frac{U_o T}{L 4} = 25A. \quad (20)$$

Vremenski dijagrami su dati na sljedećoj slici:



9) Napon U_0 se računa na osnovu formule za prenosni odnos Buck-Boost čopera:

$$\frac{U_0}{U_d} = \frac{D}{1-D} \Rightarrow U_0 = \frac{D}{1-D} U_d = 300\text{V}. \quad (21)$$

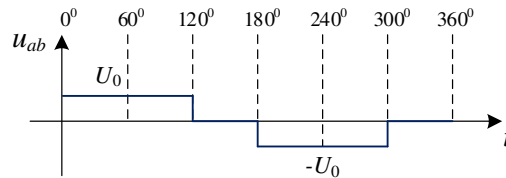
U slučaju kada ugao provođenja invertora iznosi 180° , ekvivalentna otpornost je:

$$R_e = \frac{3R}{2} \Rightarrow R_e = 6\Omega. \quad (22)$$

Odatle slijedi da struja I_0 iznosi $I_0 = \frac{U_0}{R_e} = 50\text{A}$. Uz pretpostavku da je ulazna snaga čopera jednaka izlaznoj, dobija se i srednja vrijednost struje I_d :

$$U_d \cdot I_{dsr} = U_0 \cdot I_0 \Rightarrow I_{dsr} = I_0 \frac{U_0}{U_d} = 75\text{A}. \quad (23)$$

Talasni oblik linijskog napona na izlazu invertora, za slučaj $\lambda=180^\circ$, izgleda kao na sljedećoj slici:



Efektivna vrijednost sada iznosi:

$$U_{ab\text{eff}} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T u_{ab}^2(t) dt} = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \left(\int_0^{2\pi/3} U_0^2 d\theta + \int_{\pi}^{5\pi/3} -(U_0)^2 d\theta \right)} = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \cdot 2 \cdot \frac{2\pi}{3} \cdot U_0^2} = \sqrt{\frac{2}{3}} U_0 = 245.5\text{V}.$$