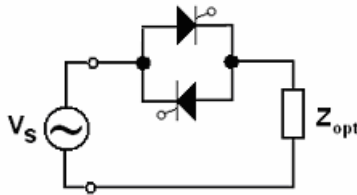


VISER- SEPTEMBARSKI ISPITNI ROK 2018, Predmet: Električni Pretvarači Snage (EPS)
REŠENJA ZADATAKA

1. ZADATAK

Monofazni AC/AC podešavač na slici 1 je opterećen impedansom $Z=10+j17.3\Omega$. Efektivna vrednost mrežnog napona je $V_s=380V$. U zadatku smatrati da su svi poluprovodnički elementi idealni.

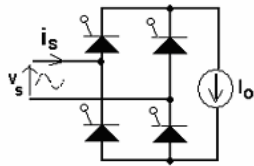


Slika 1

- A) Za koje vrednosti ugla paljenja tiristora α (rad) je ovaj podešavač upravljiv?
- B) Za koju vrednost ugla upravljanja α (rad) se dobija najveća efektivna vrednost struje opterećenja? Nacrtati talasni oblik trenutne struje dioda i opterećenja za taj slučaj.
- C) Za podatke date u zadatku izračunati prividnu, aktivnu i reaktivnu snagu koja se uzima iz mreže.
- D) Koliko u ovom slučaju iznosi maksimalna vrednost struje koja se uzima mreže?

2. ZADATAK

Za ispravljač koji se napaja iz mreže 230V, 50Hz (slika 2) ugao upravljanja tiristora je 45° . Ispravljač napaja opterećenje koje se može predstaviti strujnim ponorom I_0 . Svaki od tiristora ima u stanju vođenja idealnu volt-ampersku karakteristiku. Struja opterećenja pri ovim uslovima iznosi $I_0=100A$. Nacrtati karakteristične talasne oblike i :



Slika2

- A) Izračunati srednju vrednost napona na opterećenju
- B) Izračunati srednju vrednost struje tiristora
- C) Izračunati efektivnu vrednost struje tiristora
- D) Izračunati srednju i efektivnu vrednost struje koju ispravljač uzima iz mreže

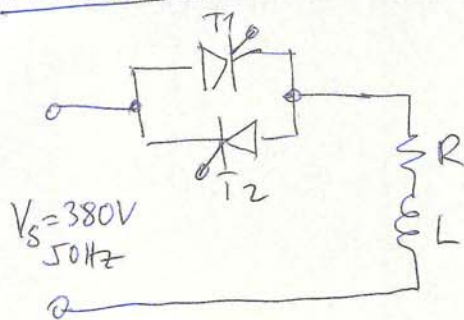
3. ZADATAK: Neizolovani DC/DC pretvarač (naponski podizač) snage 500W radi na konstantnoj učestanosti 100kHz. Ulazni napon iznosi 48V dok je izlazni napon 110V. Smatrati da je kapacitivnost izlaznog kondenzatora dovoljno velika i zanemariti talasnost izlaznog napona. Pretvarač radi u kontinualnom režimu. Prekidačke elemente u pretvaraču smatrati idealnim. (A) nacrtati električnu šemu pretvarača i karakteristične talasne oblike (B) odrediti srednju vrednost ulazne struje i srednju vrednost struje izlaznog kondenzatora, (C) dimenzionisati prigušnicu L ako se zahteva da talasnost struje kroz nju bude manja od 10%, (D) odrediti talasnost struje prigušnice.

4. ZADATAK: Neizolovani DC/DC pretvarač (naponski spuštač) radi na konstantnoj učestanosti 100kHz. Vreme provođenja tranzistora iznosi $5\mu s$. Ulazni napon iznosi 96V. Otpornost opterećenja iznosi 6Ω . Smatrati da je kapacitivnost izlaznog kondenzatora dovoljno velika i zanemariti talasnost izlaznog napona. Pretvarač radi u kontinualnom režimu. Prekidačke elemente u pretvaraču smatrati idealnim. (A) Nacrtati električnu šemu pretvarača i karakteristične talasne oblike, (B) i odrediti srednju vrednost ulazne struje pretvarača, (C) dimenzionisati prigušnicu L ako se zahteva da talasnost struje kroz nju bude manja od 10%, (D) odrediti talasnost struje prigušnice.

NAPOMENA: Sva četiri zadatka rade studenti koji polažu ceo ispit, 1. i 2. zadatak rade oni studenti koji polažu I kolokvijum, 3. i 4. zadatak oni studenti koji polažu II kolokvijum.

Predmetni profesor: Dr Željko Despotović, dipl.el.inž

12A00ATAK:



$$\underline{Z} = R + jX = (10 + j17,3)\Omega$$

$$R = 10\Omega$$

$$X = 17,3\Omega$$

$$\text{tg } \varphi = \frac{X}{R} \left\{ \begin{array}{l} \text{FAZNI} \\ \text{UGLO} \\ \text{IMPEDANCE} \end{array} \right. \rightarrow \varphi = \arctg \frac{X}{R}$$

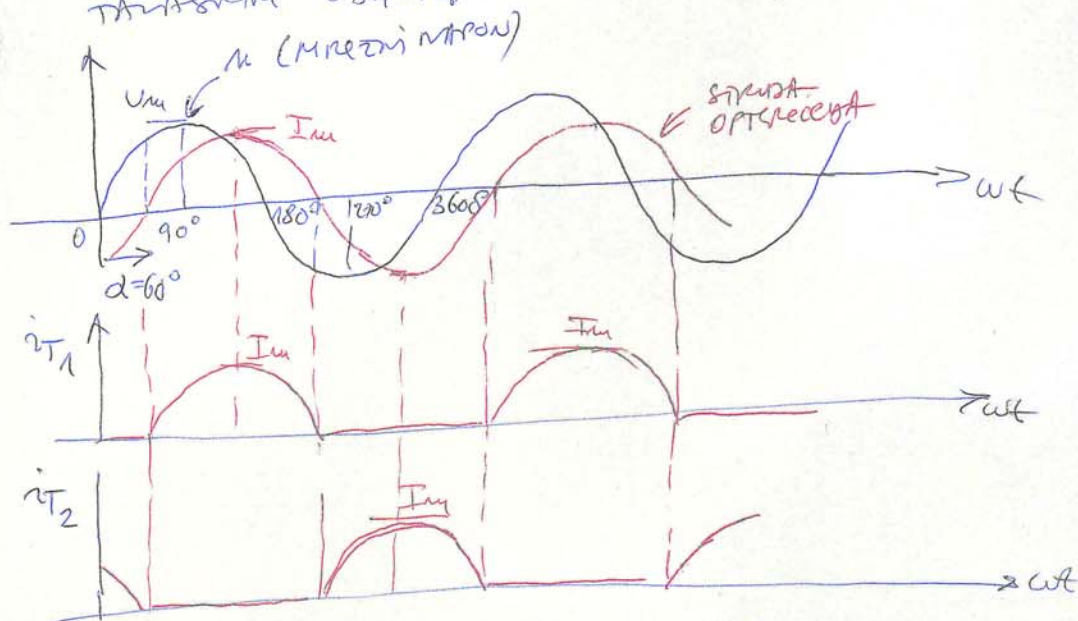
$$\varphi = \arctg \frac{17,3}{10} = \arctg 1,73 = \arctg \sqrt{3} = 60^\circ$$

A) UGLO PRIZHATYA $60^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$ (reoneru)

$60^\circ \leq \alpha \leq 175^\circ$ (prazhono)

B) ZA $\alpha = \varphi = 60^\circ$

sinus tirihtu ZA avtismos su prikladne na tanihnu osyinu



$$\begin{aligned} \underline{S} &= \underline{U}_0 \cdot \underline{I}^* = \underline{U}_{L0} \cdot \underline{I}_L^* = U_0 \cdot \left(\frac{U}{\underline{Z}} \right)^* = \frac{U^2}{\underline{Z}^*} & \underline{Z}^* &= R - jX \\ \underline{S} &= \frac{U^2}{R - jX} \cdot \frac{R + jX}{R + jX} = \frac{U^2}{R^2 + X^2} (R + jX) = \frac{U^2}{\underline{Z}^2} (R + jX) & \underline{U} \cdot \underline{U}^* &= U^2 \end{aligned}$$

$$\underline{S} = \frac{U^2}{Z^2} R + j \frac{U^2}{Z^2} X \quad \frac{R}{Z} = \cos \varphi \quad \frac{X}{Z} = \sin \varphi \quad (2)$$

$$\underline{S} = \frac{U^2}{Z} \cos \varphi + j \frac{U^2}{Z} \sin \varphi \quad Z = \sqrt{R^2 + X^2} = \sqrt{10^2 + 17,3^2} = 19,98_{\Omega}$$

$$= P + jQ \Rightarrow P = \frac{U^2}{Z} \cos \varphi \quad Q = \frac{U^2}{Z} \sin \varphi$$

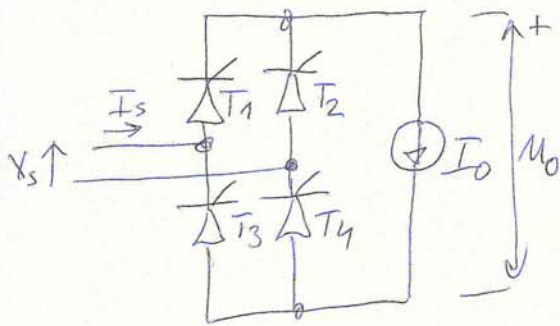
$$P = \frac{380^2}{19,98} \cdot \cos 60^\circ = \frac{380^2}{19,98} \cdot \frac{1}{2} = 3,61 \text{ kW}$$

$$Q = \frac{380^2}{19,98} \cdot \sin 60^\circ = \frac{380^2}{19,98} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 6,26 \text{ kVAR}$$

$$D) \quad I_{sm} = \frac{U_{sm}}{Z} = \frac{\sqrt{2} U_{eff}}{Z} = \frac{\sqrt{2} \cdot 380}{19,98} = 26,816 \text{ A}$$

2 ZADANIE :

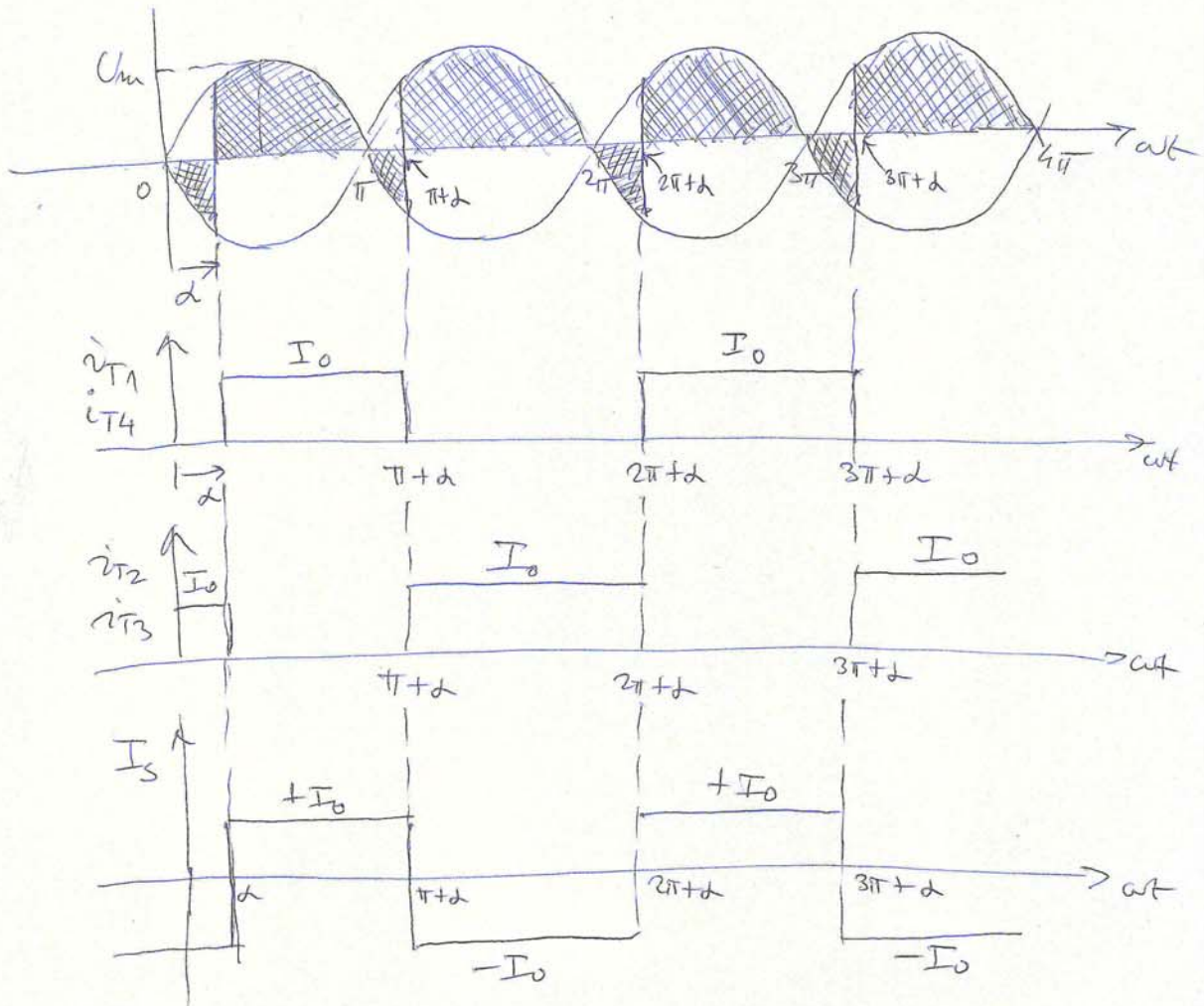
(3)



$$V_s = 230V, 50Hz$$

$$\alpha = 45^\circ = \frac{\pi}{4} \text{ rad}$$

$$I_o = 100A$$



$$A) \quad U_{\text{Skort}} = \frac{2U_m}{\pi} \cdot \cos \alpha$$

$$U_m = 230 \cdot \sqrt{2}$$

$$U_m = 324,3 \text{ V}$$

$$\alpha = \frac{\pi}{4}$$

$$U_{\text{Skort}} = \frac{2 \cdot 324,3}{3,14} \cdot \cos \frac{\pi}{4} = \frac{2 \cdot 324,3}{3,14} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$U_{\text{Skort}} = 146 \text{ V}$$

$$B) \quad I_{\text{TSR}} = I_0 \cdot \frac{\pi}{2\pi} = \frac{I_0}{2} = \frac{100 \text{ A}}{2} = 50 \text{ A}$$

$$I_{\text{TSR}_1} = I_{\text{TSR}_2} = I_{\text{TSR}} = 50 \text{ A}$$

$$C) \quad I_{\text{Teff}} = \sqrt{I_0^2 \cdot \frac{\pi}{2\pi}} = \frac{I_0}{\sqrt{2}} = \frac{100 \text{ A}}{\sqrt{2}} = 70,92 \text{ A}$$

$$D) \quad I_{\text{SSR}} = 0$$

$$I_{\text{seff}} = \sqrt{\frac{I_0^2 \cdot \pi + I_0^2 \cdot \pi}{2\pi}} = \sqrt{\frac{2I_0^2 \pi}{2\pi}} = \sqrt{I_0^2} = I_0$$

$$I_{\text{seff}} = 100 \text{ A}$$

(4)

$$A) \quad U_{\text{Skont}} = \frac{2U_m}{\pi} \cdot \cos \alpha$$

$$U_m = 230 \cdot \sqrt{2}$$

$$U_m = 324,3 \text{ V}$$

$$\alpha = \frac{\pi}{4}$$

$$U_{\text{Skont}} = \frac{2 \cdot 324,3}{3,14} \cdot \cos \frac{\pi}{4} = \frac{2 \cdot 324,3}{3,14} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$U_{\text{Skont}} = 146 \text{ V}$$

$$B) \quad I_{\text{TSR}} = I_0 \cdot \frac{\pi}{2\pi} = \frac{I_0}{2} = \frac{100 \text{ A}}{2} = 50 \text{ A}$$

$$I_{\text{TSR}_1} = I_{\text{TSR}_2} = I_{\text{TSR}} = 50 \text{ A}$$

$$C) \quad I_{\text{Teff}} = \sqrt{I_0^2 \cdot \frac{\pi}{2\pi}} = \frac{I_0}{\sqrt{2}} = \frac{100 \text{ A}}{\sqrt{2}} = 70,92 \text{ A}$$

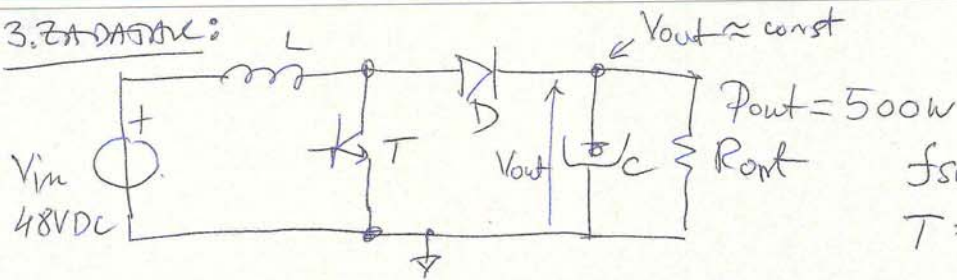
$$D) \quad I_{\text{SSR}} = 0$$

$$I_{\text{seff}} = \sqrt{\frac{I_0^2 \cdot \pi + I_0^2 \cdot \pi}{2\pi}} = \sqrt{\frac{2I_0^2 \pi}{2\pi}} = \sqrt{I_0^2} = I_0$$

$$I_{\text{seff}} = 100 \text{ A}$$

④

3. ZADANIE:



(5)

$$f_{sw} = 100 \text{ kHz}$$

$$T = \frac{1}{f_{sw}} = \frac{1}{100 \text{ kHz}} = 10 \mu\text{s}$$

$$V_{in} = 48 \text{ V} \quad V_{out} = 110 \text{ V}$$

$$V_{out} = \frac{V_{in}}{1-\delta}$$

$$1-\delta = \frac{V_{in}}{V_{out}}$$

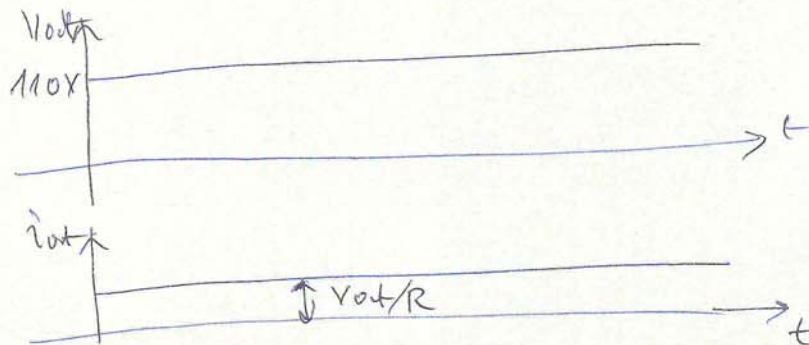
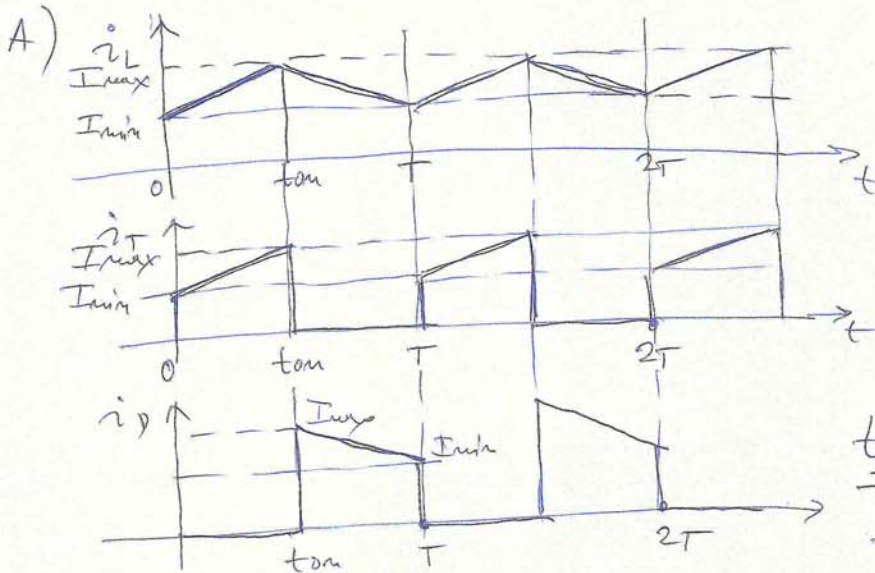
$$\delta = 1 - \frac{V_{in}}{V_{out}}$$

$$\delta = \frac{t_{on}}{T} = \frac{V_{out} - V_{in}}{V_{out}}$$

$$\delta = \frac{110 - 48}{110} = 0,564$$

$$\frac{t_{on}}{T} = 0,564 \rightarrow t_{on} = 5,64 \mu\text{s}$$

$$T = 10 \mu\text{s}$$



$$B) \quad V_{in} \cdot I_{in} \approx V_{out} \cdot I_{out} = 500 \text{ W}$$

$$I_{in} = \frac{500 \text{ W}}{48 \text{ V}} = 10,416 \text{ A}$$

$$I_{csr} = 0 \quad (\text{konst. z. z. DC zdroj pruvod TJ. OTVI rez})$$

(6)

$$V_{in} \cdot t_{on} = L \cdot \Delta i$$

$$\Delta i \leq 0,1 \cdot I_m = 1,0416 A$$

$$\Delta i = \frac{V_{in} \cdot t_{on}}{L} \leq 1,0416 A$$

$$L \geq \frac{V_{in} \cdot t_{on}}{\Delta i} = \frac{48V \cdot 5,64 \mu s}{1,0416 A} = 259,9 \mu H$$

uzima se $L^* = 260 \mu H$

za $L^* = 260 \mu H$ dobija se raznost

$$d) \quad \Delta i^* = \frac{V_{in} \cdot t_{on}}{L^*} = \frac{48 \cdot 5,64 \mu s}{260 \mu s} = 1,041 A$$

$$I_{max} + I_{min} = 2 I_{msr} = 20,832 A$$

$$I_{max} - I_{min} = \Delta i^* = 1,041$$

$$2 I_{max} = 20,832 + 1,041 = 21,873 \Rightarrow I_{max} = 10,936 A$$

$$I_{min} = 20,832 - 10,936 = 9,894$$

rezult:

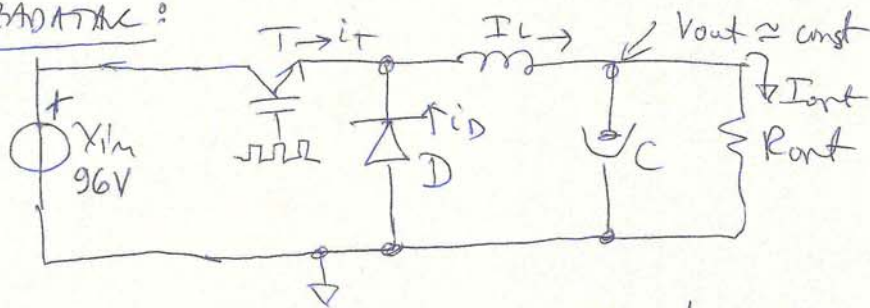
$$I_{max} = 10,936 A$$

$$I_{min} = 9,894 A$$

$$\Delta i^* = 1,041 A$$

4 ZADATAC:

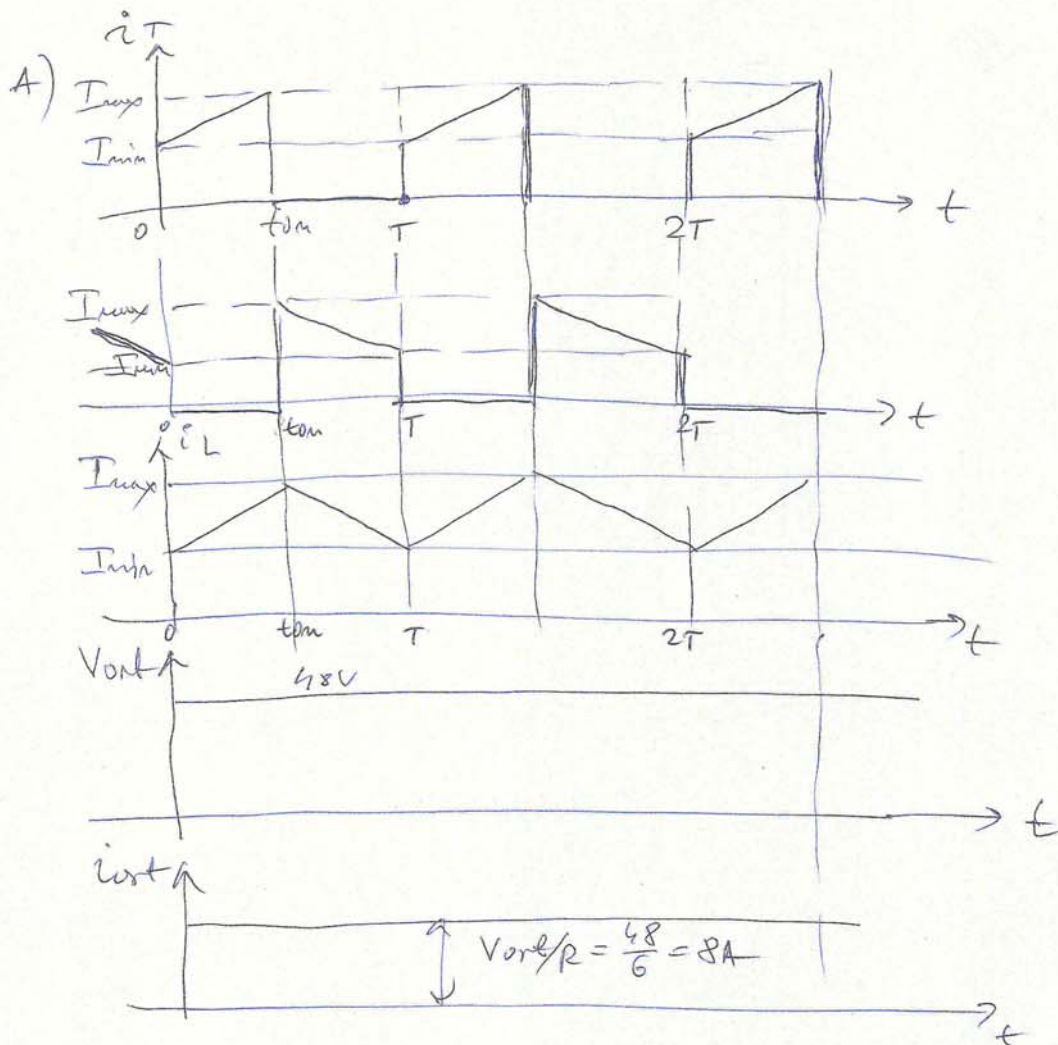
(7)



$$f_{sw} = 100 \text{ kHz} \quad t_{on} = 5 \mu\text{s} \quad T = \frac{1}{100 \text{ kHz}} = 10 \mu\text{s} \quad \delta = \frac{t_{on}}{T} = \frac{5 \mu\text{s}}{10 \mu\text{s}} = \frac{1}{2}$$

$$V_{in} = 96 \text{ V} \quad V_{out} = \delta V_{in} = 0,5 \cdot 96 = 48 \text{ V DC}$$

$$R_{out} = 6 \Omega \Rightarrow I_{opt} = \frac{V_{out}}{R_{out}} = \frac{48 \text{ V}}{6 \Omega} = 8 \text{ A}$$



B) $V_{out} \cdot I_{out} = 48V \cdot 8A = 384W$

$V_{out} I_{out} \approx V_{in} I_{in}$

$V_{in} \cdot I_{in} = 384W$

$I_{in} = I_{inse} = \frac{384}{96} = 4A$

c) $\Delta i \leq 10\%$ $I_{Lsr} = I_{opt}$ $I_{csr} = \emptyset$

$I_{Lsr} = \overset{10}{I_{csr}} + I_{out} = I_{out} = 8A$

$\Delta i = 0,1 \cdot 8A = 0,8A = \Delta i_L$

$L \cdot \Delta i_L = (V_{in} - V_{out}) \cdot t_{on}$

$\Delta i_L = \Delta i \leq 0,8A$

$\frac{(V_{in} - V_{out}) \cdot t_{on}}{L} \leq 0,8A = \Delta i$

$L \geq \frac{(V_{in} - V_{out}) \cdot t_{on}}{\Delta i} = \frac{(96V - 48V) \cdot 5\mu s}{0,8A}$

$L \geq \frac{48V \cdot 5\mu s}{0,8A} = 300\mu H \rightarrow \text{minim } L^* = 300\mu H$

d) za $L^* = 300\mu H$ rezultat je $\Delta i = 0,8A$

$I_{max} + I_{min} = 2I_{Lsr} = 16A$

$I_{max} - I_{min} = 0,8A$

$2I_{max} = 16,8A \Rightarrow I_{max} = 8,4A$

$I_{min} = 16A - I_{max} = 16A - 8,4A = 7,6A$

rezultat: $I_{max} = 8,4A$, $I_{min} = 7,6A$, $\Delta i = 0,8A$