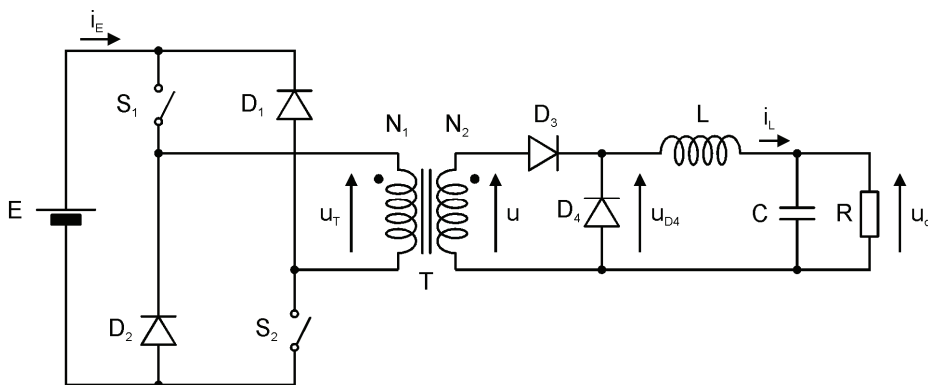
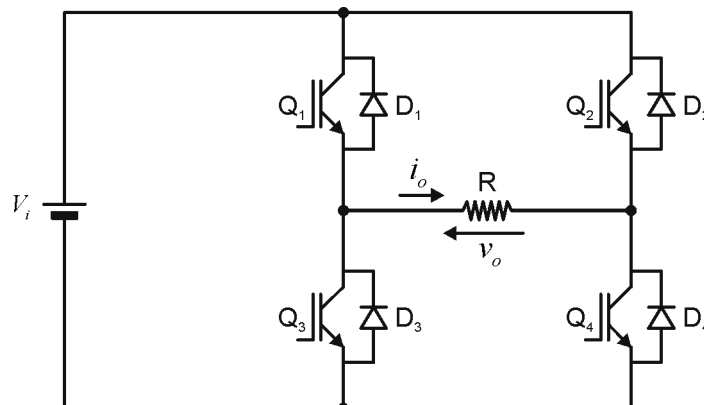


1. Период рада чопера приказаног на слици је  $T=150\mu\text{s}$ . Прекидачи  $S_1$  и  $S_2$  се укључују истовремено и остају укључени једну трећину периоде. Трансформатор има преносни однос  $m=N_1/N_2=4$ , индуктивност магнетног са стране намотаја  $N_1$  је  $L_m=2.4\text{mH}$ , а индуктивност расипања се може занемарити. На ред са оптерећењем  $R=1\Omega$  везана је пригушница индуктивности  $L=50\mu\text{H}$ , а капацитивност кондензатора у филтру је довољно велика да се може занемарити наизменична компонента напона на оптерећењу. Напон напајања чопера је  $E=96\text{V}$ . Одредити и нацртати  $U_{d4}$ ,  $U_T$ ,  $I_E$  и  $I_L$ . У ком режиму ради чопер?



2. Монофазни мосни инвертор оптерећен је отпорним оптерећењем отпорности  $R=30\Omega$ , на коме је измерена снага  $P_o=1800\text{W}$ . Номинална вредност улазног једносмерног напона је  $V_i=300\text{V}$ . За управљање радом инвертора примењена је униформна *PWM*, са 4 импулса у току једне полупериоде. Ако се једносмерни улазни напон повећа за 10%, одредити потребну ширину импулса да би снага на оптерећењу остала непромењена. Ако је максимално могућа ширина импулса  $32^\circ$ , одредити минимално дозвољени улазни напон при којем би снага пећи остала иста као пре повећања улазног напона.



Испит траје 2 сата

## 1. задатак

Када се укључе прекидачи  $S_1$  и  $S_2$ , напон на секундару трансформатора је:

$$U = \frac{E}{m} = \frac{E}{4} = 24 \text{ V} \quad (1.1)$$

Када су прекидачи  $S_1$  и  $S_2$  укључени, кроз примарни намотај трансформатора осим струје оптерећења протиче и струја магнетнења. Када се прекидачи  $S_1$  и  $S_2$  искључе, струја магнетнења се затвара кроз диоде  $D_1$  и  $D_2$ , јер више не може да протиче кроз прекидаче  $S_1$  и  $S_2$ . Укључењем диода  $D_1$  и  $D_2$  мења се поларитет напона на намотајима трансформатора. Због тога престаје да проводи диода  $D_3$ , а струју оптерећења преузима диода  $D_4$ . Средња вредност напона на диоди  $D_4$ , тј. на оптерећењу (јер је средња вредност напона на пригушници у устаљеном стању једнака нули), под претпоставком непрекидног режима је:

$$U_d = \frac{U \cdot \frac{T}{3}}{T} = \frac{U}{3} = 8 \text{ V} \quad (1.2)$$

За време док су прекидачи  $S_1$  и  $S_2$  искључени, струја кроз пригушницу опада од максималне до минималне вредности:

$$I_{L \max} - I_{L \min} = \frac{U_d}{L} \cdot \frac{2T}{3} = 16 \text{ A} \quad (1.3)$$

У устаљеном стању, енергија која се пренесе преко трансформатора у току једне периоде, једнака је енергији коју потроши оптерећење у току периоде:

$$U \cdot \frac{I_{L \min} + I_{L \max}}{2} \cdot \frac{T}{3} = \frac{U_d^2}{R} \cdot T \quad (1.4)$$

Одакле је:

$$I_{L \min} + I_{L \max} = 16 \text{ A} \quad (1.5)$$

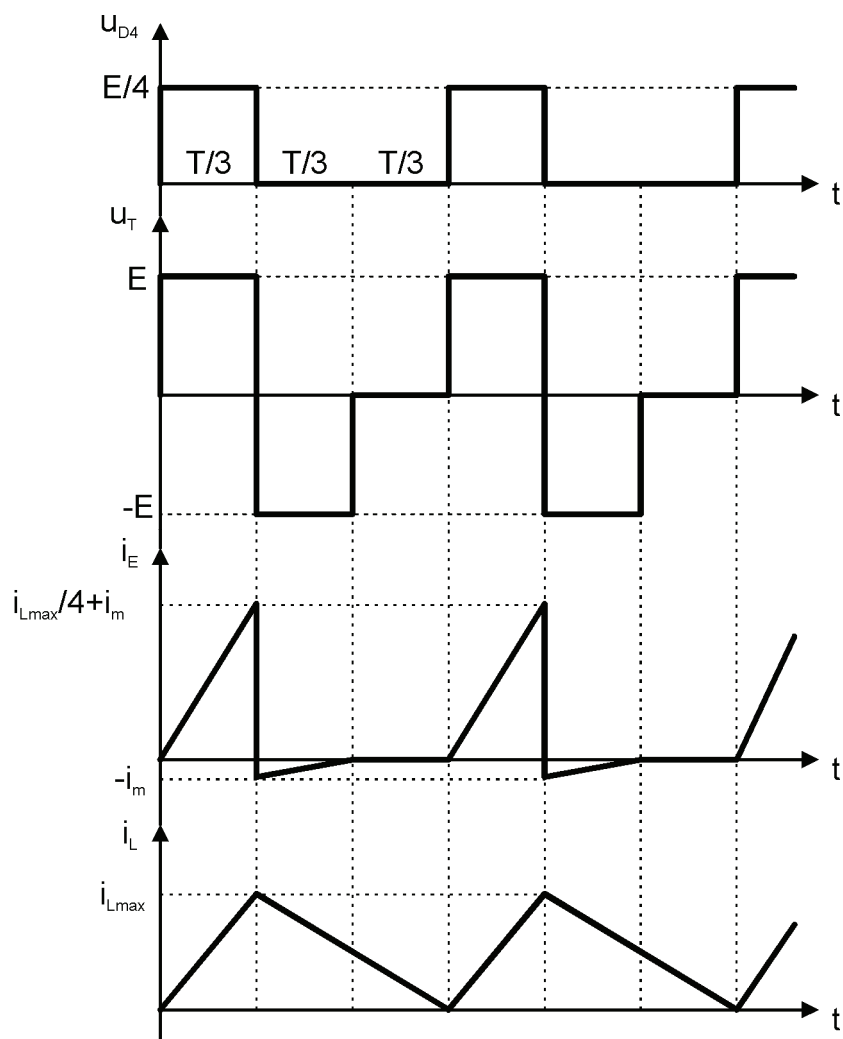
Из једначина (1.3) и (1.5) следи:

$$I_{L \min} = 0 \text{ A} \quad , \quad I_{L \max} = 16 \text{ A} \quad (1.6)$$

што значи да чопер ради на граници прекидног режима, па важе горње једначине. За време док су прекидачи  $S_1$  и  $S_2$  укључени, струја магнетнења расте од нуле до  $I_m$ :

$$I_m = \frac{E \cdot t_{ON}}{L_m} = 2 \text{ A} \quad (1.7)$$

На основу ових резултата следе тражени дијаграми:



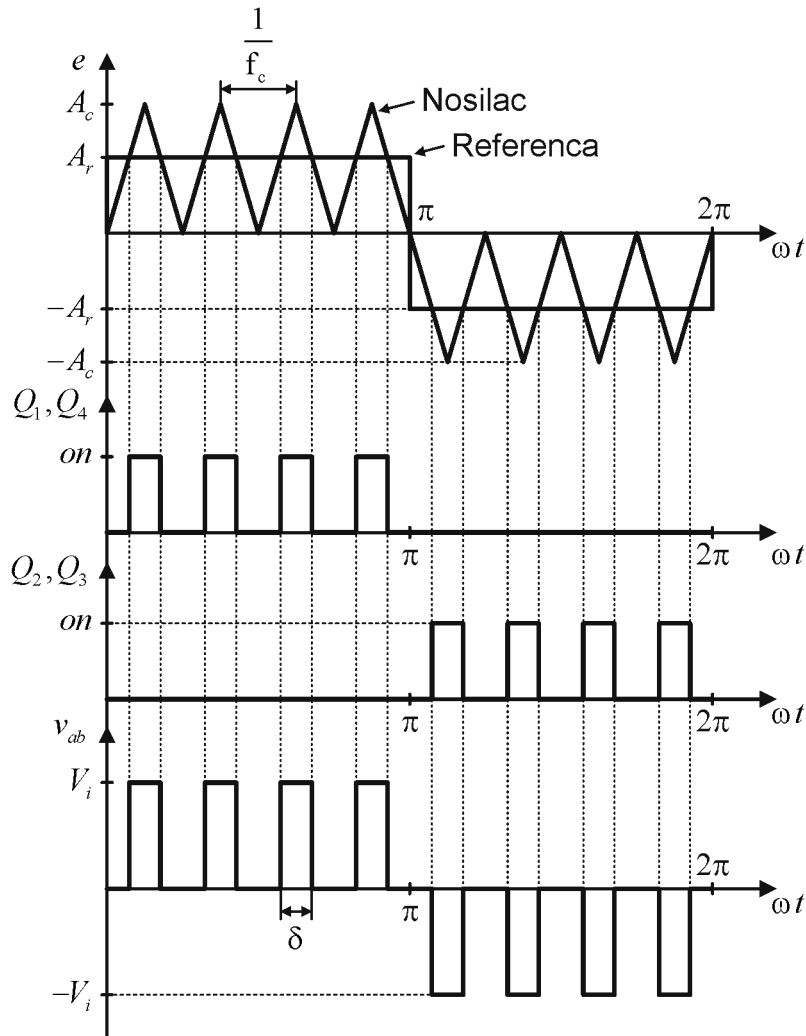
## 2. задатак

Да би се смањило садржај виших хармоника у излазном напону инвертора, уместо једног импулса који траје половину периоде може да се користи више импулса краћег трајања. У случају када импулси имају исту ширину, ради се о униформној *PWM*. Број примењених импулса,  $p$ , у току полупериоде одређен је фреквенцијом носиоца:

$$p = \frac{f_c}{2f_o} \quad (2.1)$$

Фреквенција излазног напона једнака је фреквенцији сигнала референце. Према таласним облицима приказаним на следећој слици, транзистори ће да буду укључени све док је сигнал референце по амплитуди мањи од сигнала носиоца. У монофазном мосном инвертору приказаном на претходној слици

истовремено се укључују транзистори  $Q_1$  и  $Q_4$  (при чему транзистори  $Q_2$  и  $Q_3$  остају искључени), као и транзистори  $Q_2$  и  $Q_3$  (при чему транзистори  $Q_1$  и  $Q_4$  остају искључени).



Ефективна вредност напона на оптерећењу може да се одреди по дефиницији:

$$V_o = \sqrt{\frac{2p}{2\pi} \cdot \int_{\frac{(\pi/p-\delta)}{2}}^{\frac{(\pi/p+\delta)}{2}} V_i^2 d(\omega t)} = V_i \sqrt{\frac{p\delta}{\pi}} \quad (2.2)$$

Снага на оптерећењу је:

$$P_o = \frac{V_o^2}{R} = \frac{V_i^2}{R} \frac{p\delta}{\pi} = 1800 \text{ W} \quad (2.3)$$

одакле следи да је ширина импулса:

$$\delta = \frac{P_o R \pi}{p V_i^2} = 27^\circ \quad (2.4)$$

Ако се једносмерни улазни напон повећа за 10%, тада, да би ефективна вредност напона на оптерећењу остала иста, ширина импулса мора да се смањи на:

$$\delta = \frac{P_o \cdot R\pi}{p \cdot (1.1V_i)^2} = 22.31^\circ \quad (2.5)$$

Ако је максимално могућа ширина импулса  $32^\circ$ , минимално дозвољени улазни напон при којем би снага пећи остала иста као пре повећања улазног напона је:

$$V_{i\min} = \sqrt{\frac{P_o \cdot R\pi}{p \cdot \delta_{\max}}} = 275.56 \text{ V} \quad (2.6)$$