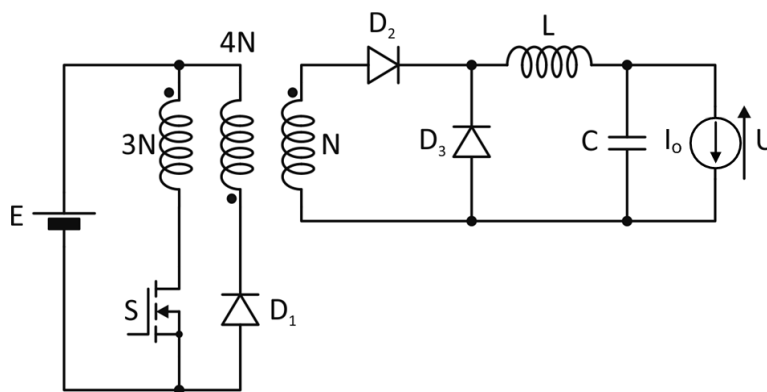
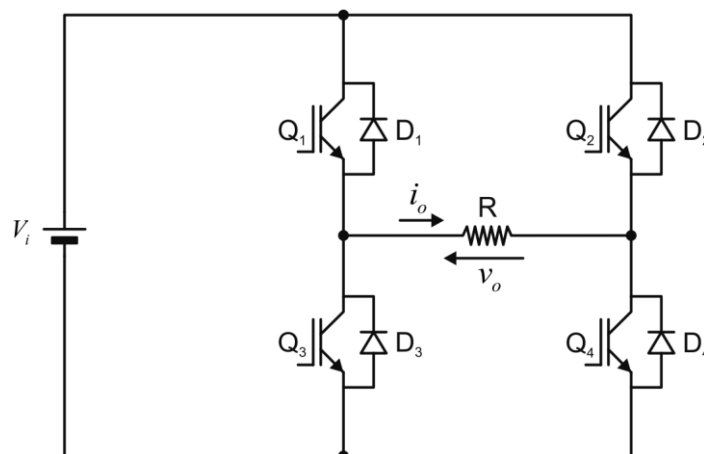


1. Чoпep пpикaзaн нa cлици кoристи ce зa нaпajaњe oптepeћeњa кoje ce, збoг вeликe индуктивности, мoжe пpeдcтaвити cтpујним пoнoрoм. Нaпoн oптepeћeњa пoтpeбнo je oдржaвaти нa кoнcтaнтнoј вpeднocти $U = 40 \text{ V}$. Oдpeдити мaкcимaлну вpeднocт cтpујe oптepeћeњa I_o , aкo ce знa дa cтpујa тpанзистopa ни у јeднoм тpeнyткy нe смe пpeмaшити вpeднocт oд 6 A. Oдpeдити и мaкcимaлну вpeднocт нaпoнa нa тpанзистopу и нa диoди D_1 . Кaпaцитивнocт кoндeнзaтopa у филтpу je дoвoљнo вeликa дa ce мoжe зaнeмaрити нaизмeничнa кoмпoнeнтa нaпoнa нa oптepeћeњу. Oстaли пoдaци cy: $f = 10 \text{ kHz}$, $L = 100 \mu\text{H}$, $L_m = 50 \text{ mH}$, $E = 300 \text{ V}$.



2. Мoнoфaзни мoстни инвeртoр oптepeћeн je oтпoрним oптepeћeњeм oтпoрнocти $R=30\Omega$, нa кoмe je измeрeнa cнaгa $P_o=2\text{kW}$. Нoминaлнa вpeднocт улaзнoг јeднocмepнoг нaпoнa je $V_i=300\text{V}$. Зa упpављaњe рaдoм инвeртoрa пpимeњeнa je унифoрмнa *PWM*, cа 5 импyлca у тoкy јeднe пoлyпepиoдe. Aкo ce јeднocмepни улaзни нaпoн пoвeћa зa 10%, oдpeдити пoтpeбнy ширинy импyлca дa би cнaгa нa oптepeћeњу oстaлa нeпpoмeњeнa. Aкo je мaкcимaлно мoгућa ширинa импyлca 30° , oдpeдити минимaлно дoзвoљeни улaзни нaпoн пpи кoјeм би cнaгa пeћи oстaлa иcтa кaо пpe пoвeћaњa улaзнoг нaпoнa, кaо и eфeктивнy вpeднocт cтpујe јeднoг тpанзистopa у тoм cлyчajy.



1. задатак

За време док је прекидач S укључен, у магнетном колу трансформатора расте флуks од нуле до максималне вредности. Када се прекидач искључи, проведе диода D_1 (а диода D_2 постане инверзно поларисана), и магнетна енергија нагомилана у језгру трансформатора се враћа у извор E . Прекидач S мора да буде искључен довољно дуго да се сва магнетна енергија врати у извор, како не би дошло до засићења магнетног језгра. Тј. мора да важи:

$$\Delta\Phi = \frac{E}{3N} \cdot t_{on\max} = \frac{E}{4N} \cdot t_{off\min} \Rightarrow \frac{t_{on\max}}{t_{off\min}} = 0.75 \quad (1.1)$$

Према томе, максимална вредност *duty cycle*-а при којој трансформатор може да се размагнети до краја периоде рада чопера износи:

$$D_{\max} = \frac{t_{on\max}}{t_{on\max} + t_{off\min}} = 0.4286 \quad (1.2)$$

Без обзира на то у ком режиму (прекидном или непрекидном) претварач ради, максимална вредност струје прекидача остварује се у исто време као и максимална вредност струје пригушнице L и једнака је:

$$I_{S\max} = I_{L_m\max} + \frac{N}{3N} I_{L\max} = \Delta I_{L_m\max} + \frac{1}{3} (I_{L\min} + \Delta I_L) = \frac{E \cdot D}{f L_m} + \frac{1}{3} \left(I_{L\min} + \frac{(E/3 - U) \cdot D}{f L} \right) \quad (1.3)$$

Минимална вредност струје пригушнице може бити већа од нуле (непрекидан режим) или једнака нули (прекидни режим). Претпоставимо да претварач ради у непрекидном режиму. У том случају, важи следећа релација између улазног и излазног напона:

$$U = \frac{N}{3N} E \cdot D = \frac{E \cdot D}{3} \quad (1.4)$$

одакле се добија вредност *duty cycle*-а:

$$D = 0.4 \quad (1.5)$$

Peak-to-peak рипл струје пригушнице је у том случају једнак:

$$\Delta I_L = \frac{(E/3 - U) \cdot D}{f L} = 24 \text{ A} \quad (1.6)$$

Peak-to-peak рипл струје магнетнења износи:

$$\Delta I_{Lm} = \frac{E \cdot D}{f L_m} = 0.24 \text{ A} \quad (1.7)$$

За максималну вредност струје прекидача од 6 А, добија се из израза (1.3), (1.6), (1.7) минимална вредност струје пригушнице:

$$I_{L\min} = -6.72 \text{ A} \quad (1.8)$$

Струја пригушнице не може бити негативна, тако да претварач очигледно под датим условима мора радити у прекидном режиму. У прекидном режиму је $I_{L\min} = 0$. Максимални дозвољени *duty cycle* према датом ограничењу струје транзистора се може одредити из релације (1.3) као:

$$D = \frac{f \cdot I_{S\max}}{\frac{E}{L_m} + \frac{1}{3} \frac{E/3 - U}{L}} = 0.2913 \quad (1.9)$$

Ова вредност је мања од максималне дозвољене вредности *duty cycle*-а датај у (1.2), тако да се може усвојити. Рипл струје пригушнице при добијеној вредности D износи:

$$\Delta I_L = 17.478 \text{ A} \quad (1.10)$$

У интервалу $DT \dots DT + t_x$ струја пригушнице опада од вредности ΔI_L до нуле као (слика):

$$i_L(t) = \Delta I_L - \frac{U}{L} t \quad (1.11)$$

одакле се добија интервал t_x :

$$t_x = \frac{L \Delta I_L}{U} = 43.37 \mu\text{s} \rightarrow D' = \frac{t_x}{T} = 0.4369 \quad (1.12)$$

Средња вредност струје оптерећења једнака је средњој вредности струје пригушнице, и износи:

$$I_o = I_{L\text{avg}} = \frac{\Delta I_L \cdot (D + D') T}{2T} = 6.364 \text{ A} \quad (1.13)$$

Добијена вредност струје је максимална дозвољена уз дато ограничење струје транзистора, јер је добијена за максималну допустиву вредност *duty cycle*-а.

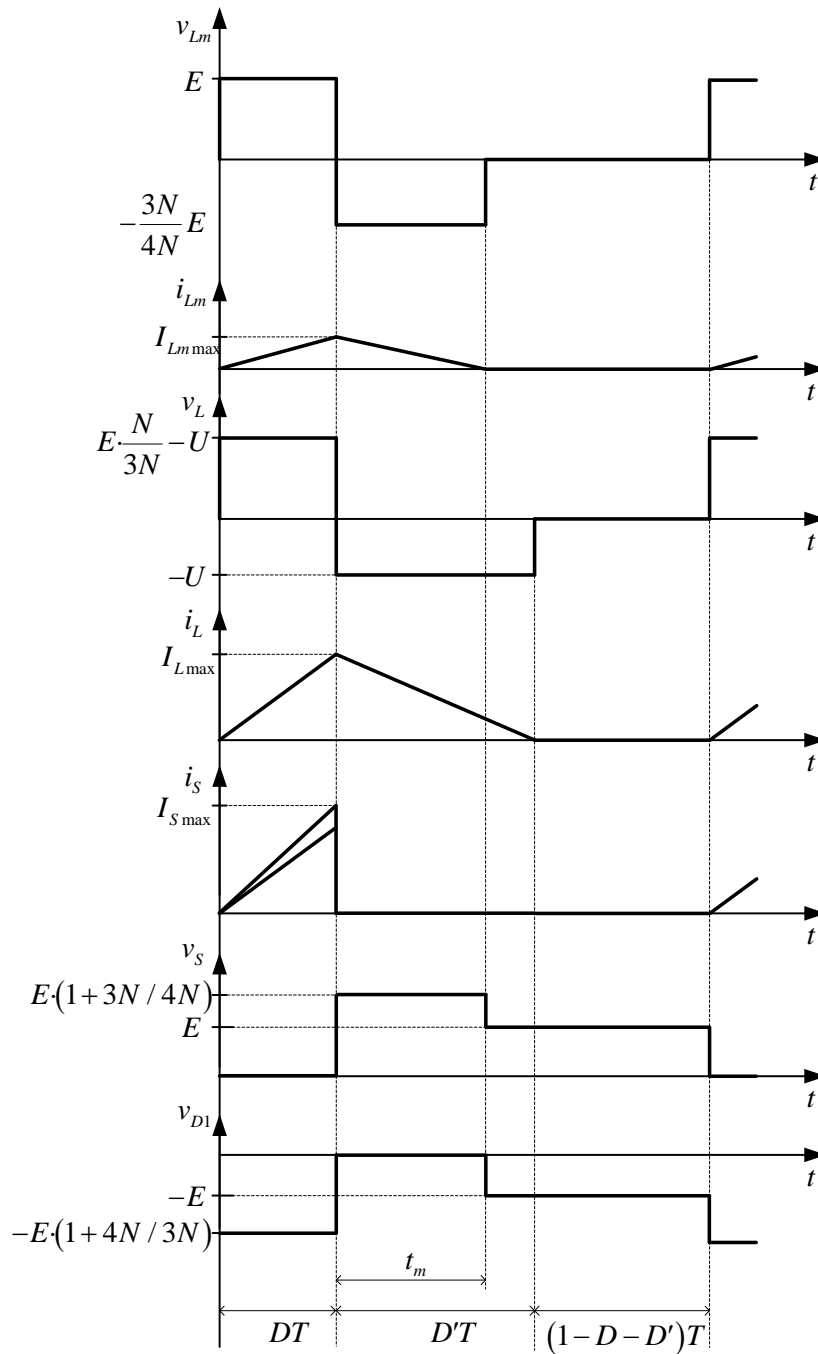
Максимална вредност напона на прекидачу једнака је:

$$U_{S_{\max}} = E + E \cdot \frac{3N}{4N} = 525 \text{ V} \quad (1.14)$$

а максимална вредност напона на диоди D_1 :

$$U_{D1_{\max}} = E + E \cdot \frac{4N}{3N} = 2.33E = 700 \text{ V} \quad (1.15)$$

Сви релевантни таласни облици у анализираном режиму рада претварача приказани су на слици.

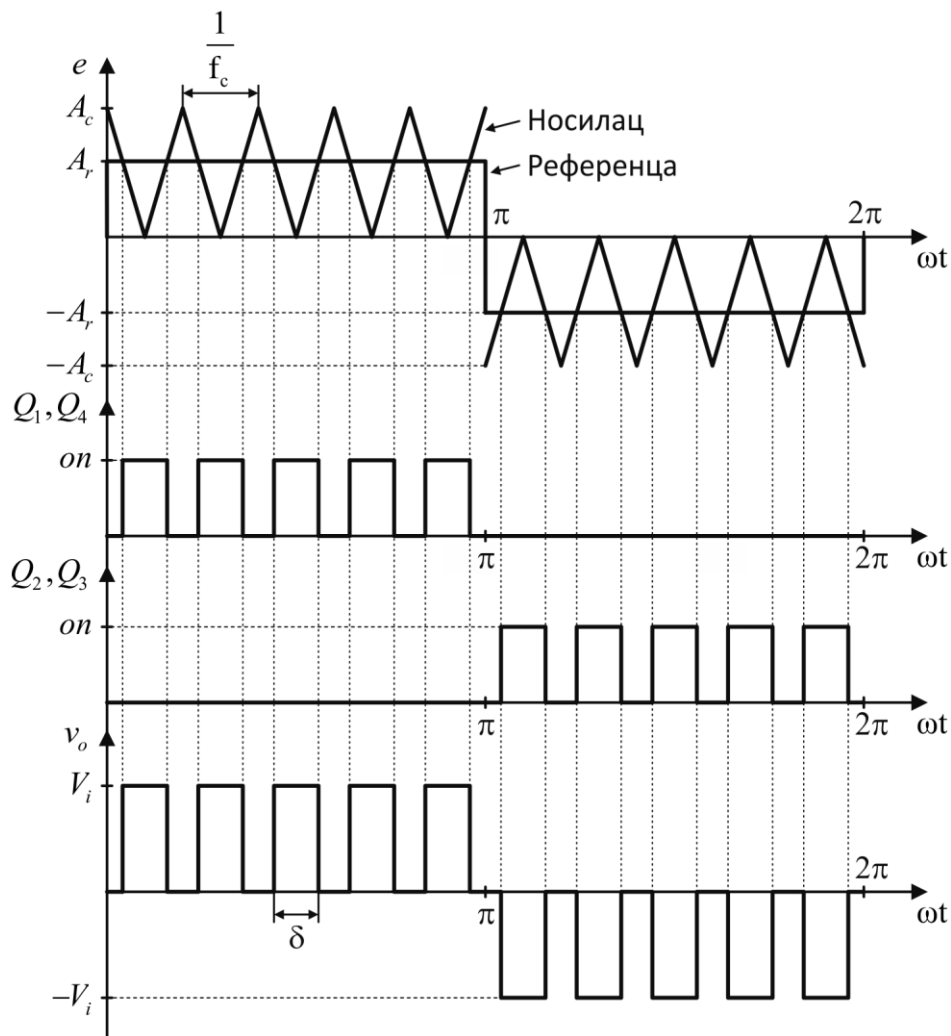


2. задатак

Да би се смањио 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:

$$p = \frac{f_c}{2f_o} \quad (1.16)$$

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:

$$V_o = \sqrt{\frac{2P}{2\pi} \cdot \int_{\frac{(\pi/p-\delta)}{2}}^{\frac{(\pi/p+\delta)}{2}} V_i^2 d(\omega t)} = V_i \sqrt{\frac{p\delta}{\pi}} \quad (1.17)$$

Снага на оптерећењу је:

$$P_o = \frac{V_o^2}{R} = \frac{V_i^2}{R} \frac{p\delta}{\pi} = 2 \text{ kW} \quad (1.18)$$

одакле следи да је ширина импулса:

$$\delta = \frac{P_o R \cdot 180^\circ}{p V_i^2} = 24^\circ \quad (1.19)$$

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:

$$\delta = \frac{P_o \cdot R \cdot 180^\circ}{p (1.1 \cdot V_i)^2} = 19.83^\circ \quad (1.20)$$

Ако је максимално могућа ширина импулса 30° , минимално дозвољени улазни напон при којем би снага пећи остала иста као пре повећања улазног напона је:

$$V_{i\min} = \sqrt{\frac{P_o \cdot R \cdot 180^\circ}{p \cdot \delta_{\max}}} = 268.33 \text{ V} \quad (1.21)$$

Ефективна вредност струје оптерећења једнака је:

$$I_o = \frac{V_o}{R} = \sqrt{\frac{p\delta}{\pi}} \frac{V_{i\min}}{R} = 8.165 \text{ A} \quad (1.22)$$

Сваки од транзистора је активан у току једне половине периоде, тако да је ефективна вредност струје једног транзистора:

$$I_{Qavg} = \frac{I_o}{\sqrt{2}} = 5.77 \text{ A} \quad (1.23)$$