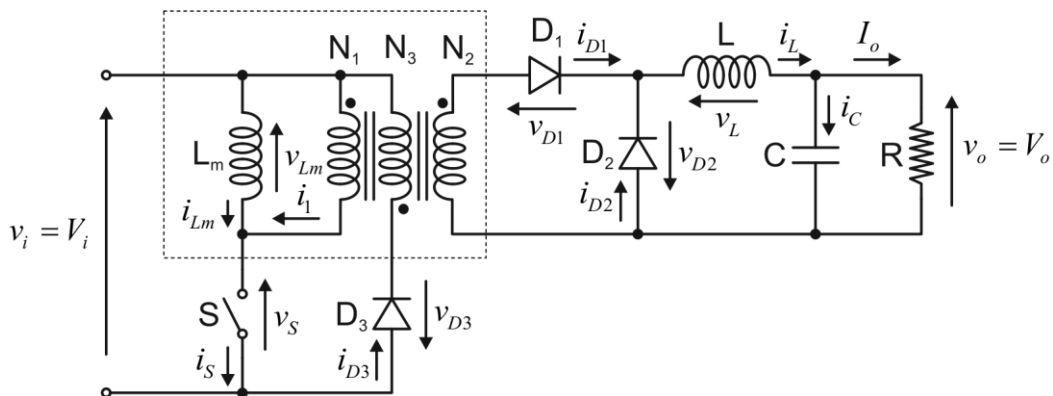
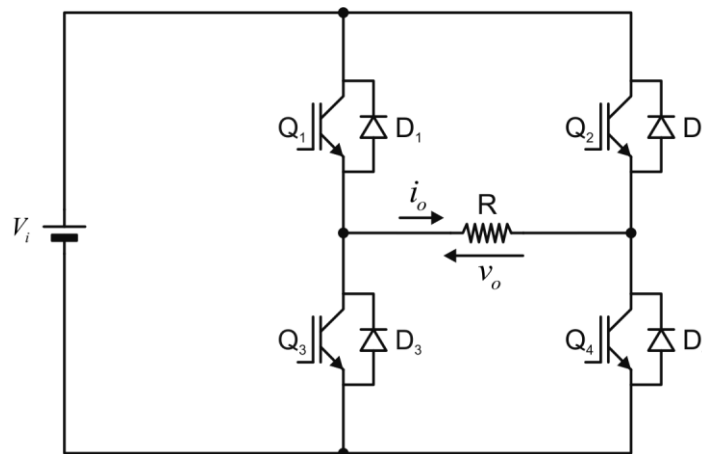


1. Напон  $v_i$  на улазу *forward* претварача може да се мења у границама од 250 V до 300 V, а преносни однос трансформатора је  $N_1:N_2:N_3 = 10:1:5$ . Претварач ради са прекидачком учестаношћу  $f = 100$  kHz, а отпорност оптерећења је  $R = 10 \Omega$ . Ако се напон на оптерећењу одржава константним и једнаким 10 V, одредити минималну вредност индуктивности пригушнице  $L$  тако да при свим вредностима улазног напона претварач ради у непрекидном режиму. Одредити максималне вредности напона на транзистору  $S$  и диоди  $D_3$ .

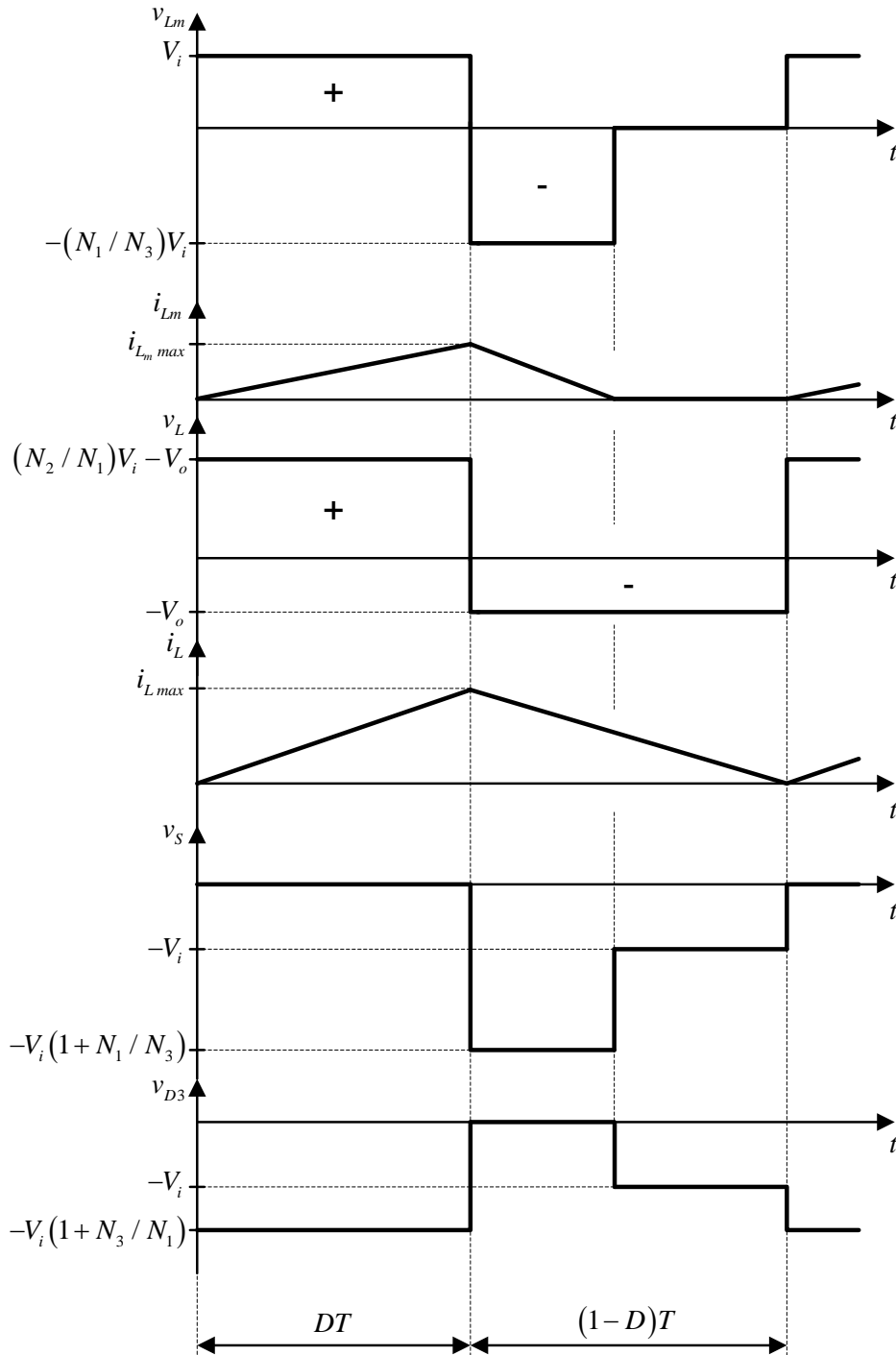


2. На улаз монофазног мостног инвертора приказаног на слици доведен је једносмерни напон  $V_i = 300$  V. Оптерећење инвертора је чисто отпорно, отпорности  $R = 30 \Omega$ , а инвертор ради у режиму са правоугаоним напонам. Радна учестаност инвертора је  $f = 50$  Hz. Одредити: а) ефективну вредност основног хармоника излазног напона,  $V_{o1}$ ; б) средњу вредност снаге на оптерећењу,  $P_o$ ; в) максималну и средњу вредност струје сваког транзистора,  $I_{Q(MAX)}$  и  $I_{Q(AVG)}$  респективно.



## 1. задатак

На следећој слици су приказани таласни облици напона и струје на пригушници  $L$ , у случају када претварач ради на граници прекидног режима. Такође, приказани су таласни облици напона и струје на пригушници  $L_m$ , којом се моделује магнећење трансформатора, као и напони на прекидачу  $S$  и диоди  $D3$ .



Средња вредност напона на излазу претварача може да се одреди на основу чињенице да је средња вредност напона на пригушници, у устаљеном стању, једнака нули:

$$\left(\frac{V_i}{n} - V_o\right) \cdot DT = V_o \cdot (1-D)T = 0 \Rightarrow V_o = \frac{V_i D}{n}, D = \frac{t_{on}}{T}, n = \frac{N_1}{N_2} \quad (1.1)$$

На граници прекидног режима важи:

$$\frac{\Delta i_L}{2} = \frac{i_{Lmax}}{2} = \frac{V_o(1-D)T}{2L} = \frac{V_o(1-D)}{2fL} = \frac{V_o}{R} \quad (1.2)$$

На основу претходне једначине, индуктивност пригушнице (у случају када претварач ради на граници прекидног режима) може да се добије помоћу једначине:

$$L = \frac{R(1-D)}{2f} \quad (1.3)$$

Да би претварач радио у непрекидном режиму при свим вредностима улазног напона (тј. *duty cycle*-а, јер је напон на оптерећењу константан), мора да важи:

$$L > \frac{R(1-D_{min})}{2f} = \frac{R\left(1 - \frac{nV_o}{V_{imax}}\right)}{2f} = 33.33 \mu\text{H} \quad (1.4)$$

Претварач ће да ради исправно при свим вредностима напона на улазу, јер је максимални *duty cycle* при наведеним условима задатка једнак 0.4 (при напону  $V_i = 250 \text{ V}$ ), што је мање од максимално дозвољеног *duty cycle*-а ( $D = 0.667$ ), који је ограничен потребним временом за размагнећивање трансформатора.

Максимални инверзни напон на прекидачу има се када је прекидач укључен а диода D3 проводи, и једнак је:

$$V_{Smax} = V_i(1 + N_1 / N_3) = 3V_i = 900 \text{ V} \quad (1.5)$$

Инверзни напон на диоди максималан је када проводи прекидач S и једнак је:

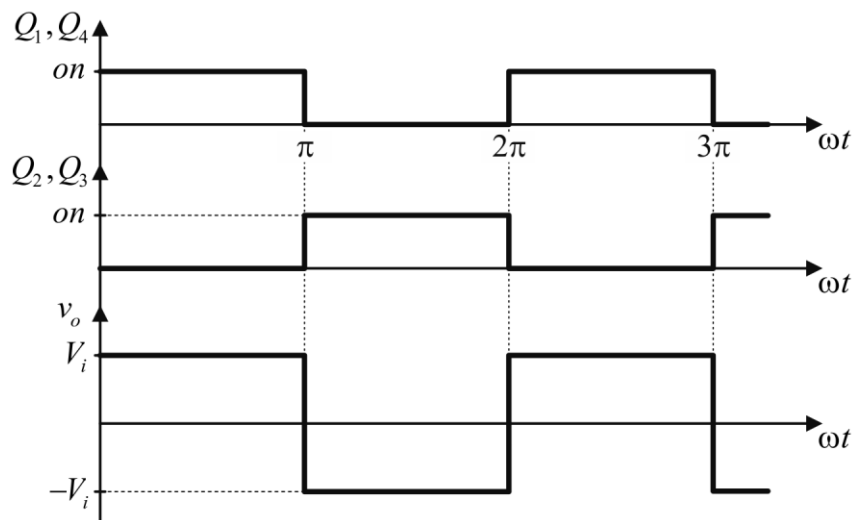
$$V_{D3max} = V_i(1 + N_3 / N_1) = 1.5V_i = 450 \text{ V} \quad (2.1)$$

Очигледно, изабрани однос броја навојака примара и терцијара омогућује брже размагнећење трансформатора, а тиме и већи допустиви *duty cycle*. С друге стране, инверзни напон на транзистору је значајно повећан у односу на случај када је  $N_1/N_3 = 1$ .

## 2. задатак

У монофазном мостном инвертору приказаном на 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). С обзиром на то да је оптерећење инвертора чисто отпорно, сви транзистори ће да проводе по пола периоде, тј. 10 ms.

У интервалу у току којег су укључени  $Q_1$  и  $Q_4$ , напон  $v_o = V_i$ , док је струја  $i_o$  позитивна и једнака количнику овог напона и отпорности отпорника  $R$ , као на слици. У интервалу у току којег су укључени  $Q_2$  и  $Q_3$ , напон  $v_o = -V_i$ , док је струја  $i_o$  негативна и једнака количнику овог напона и отпорности отпорника  $R$ . За време док је укључен један транзистор у једној грани, други транзистор у тој грани мора да блокира улазни напон,  $V_i$ . Оба транзистора у једној грани моста никада не смеју истовремено да буду укључени (тзв. *cross conduction*), јер би тада дошло до кратког споја извора и до велике струје кроз транзисторе (тзв. *shoot-through* струја), што би довело до прегоривања бар једног од транзистора. Напон на излазу инвертора приказан је на следећој слици.



Напон  $v_o$  може се представити *Fourier*-овим редом на следећи начин:

$$v_o(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} (a_n \cos(n\omega t) + b_n \sin(n\omega t)) \quad (2.2)$$

Са претходне слике се види да је  $v_o$  непарна функција са симетријом у односу на  $\pi/2$ . За овакву функцију само непарни коефицијенти  $b_k$  нису једнаки нули (коефицијенти  $a_k$ ,  $k \in N_0$  су једнаки нули):

$$b_n = \frac{4}{\pi} \int_0^{\frac{\pi}{2}} V_i \cdot \sin(n\omega t) d(\omega t) = \frac{4V_i}{n\pi} \quad , \quad n = 2k + 1, k \in N_0 \quad (2.3)$$

Према томе, напон  $v_o$  може се представити редом:

$$v_o(t) = \sum_{n=1,3,5,\dots}^{\infty} \frac{4V_i}{n\pi} \sin n\omega t \quad (2.4)$$

Ефективна вредност основног хармоника овог напона је:

$$V_{o1} = \frac{2\sqrt{2}}{\pi} \cdot V_i = 0.9 \cdot 300 \text{ V} = 270 \text{ V} \quad (2.5)$$

Ефективна вредност напона на оптерећењу је:

$$V_o = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T V_i^2 \cdot dt} = V_i = 300 \text{ V} \quad (2.6)$$

Па је средња снага којом се енергија предаје оптерећењу:

$$P_o = \frac{V_o^2}{R} = 3 \text{ kW} \quad (2.7)$$

Максимална вредност струје транзистора је:

$$I_{Q(\text{MAX})} = \frac{V_i}{R} = 10 \text{ A} \quad (2.8)$$

Средња вредност струје транзистора је дупло мања од вршне вредности, јер је сваки транзистор укључен половину периоде и проводи константну струју  $I_{Q(\text{MAX})}$ :

$$I_{Q(\text{AVG})} = \frac{V_i}{2R} = 5 \text{ A} \quad (2.9)$$