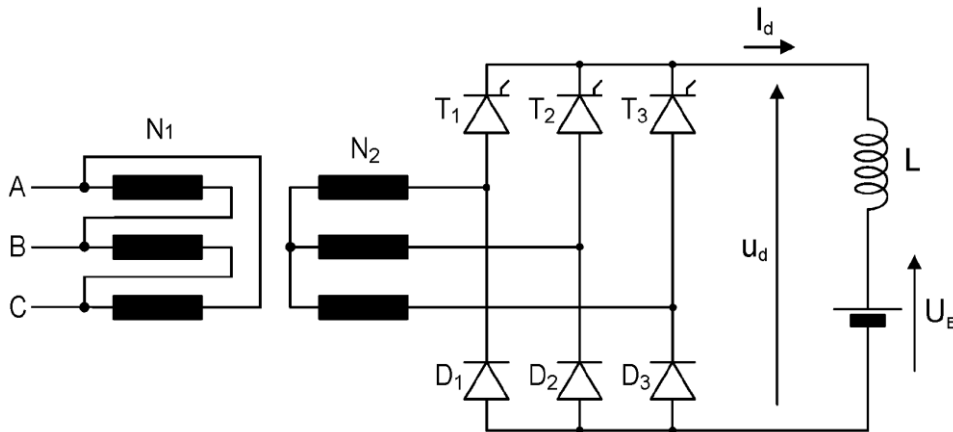
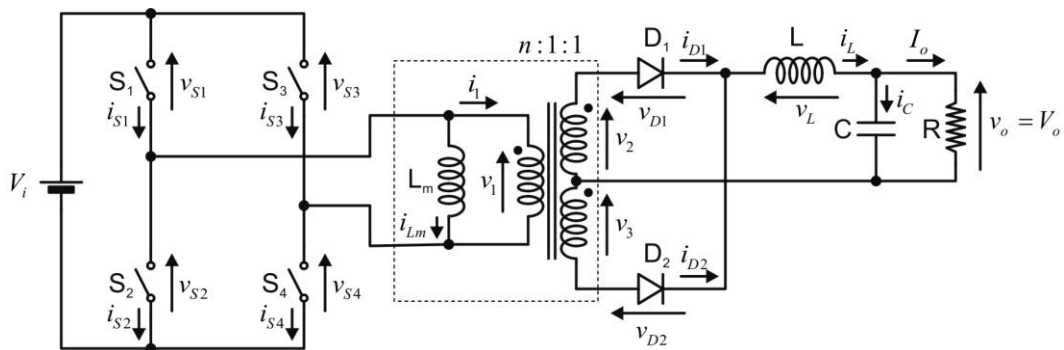


ЕНЕРГЕТСКИ ПРЕТВАРАЧИ 2 (13E013EP2) јун 2016. год.

1. Батерија напона $U_B = 200 \text{ V}$ пуни се преко трофазног полууправљивог мосног исправљача, који је повезан на мрежу $3 \times 380 \text{ V}$, 50 Hz преко трансформатора у спрези D_u , са преносним односом $m = N_1/N_2 = 3.8$, као на слици. На ред са батеријом повезана је пригушница индуктивности $L = 1 \text{ mH}$. Угао управљања тиристорима је $\alpha = 90^\circ$. Одредити средњу вредност струје пуњења батерије.



2. Отпорност оптерећења мосног претварача приказаног на слици мења се од $R_{\min} = 5 \Omega$ до $R_{\max} = 10 \Omega$. Претварач ради са прекидачком учестаношћу која се може мењати у опсегу $f_{\min} = 40 \text{ kHz}$ до $f_{\max} = 60 \text{ kHz}$. Преносни однос трансформатора је $10:1:1$. Напон на излазу претварача треба одржавати на константној вредности $V_o = 12 \text{ V}$. Улазни напон претварача варира у опсегу $V_{i\min} = 180 \text{ V}$ до $V_{i\max} = 210 \text{ V}$. Одредити минималну вредност индуктивности пригушнице тако да претварач ради у непрекидном режиму у свим очекиваним радним условима. Капацитивност кондензатора у филтру је довољно велика да се може занемарити наизменична компонента напона на оптерећењу.



ИСПИТ ТРАЈЕ 2 САТА

1. задатак

С обзиром на спрегу трансформатора, ефективна вредност фазног напона на секундару трансформатора је:

$$E = \frac{380}{3.8} = 100 \text{ V.} \quad (1.1)$$

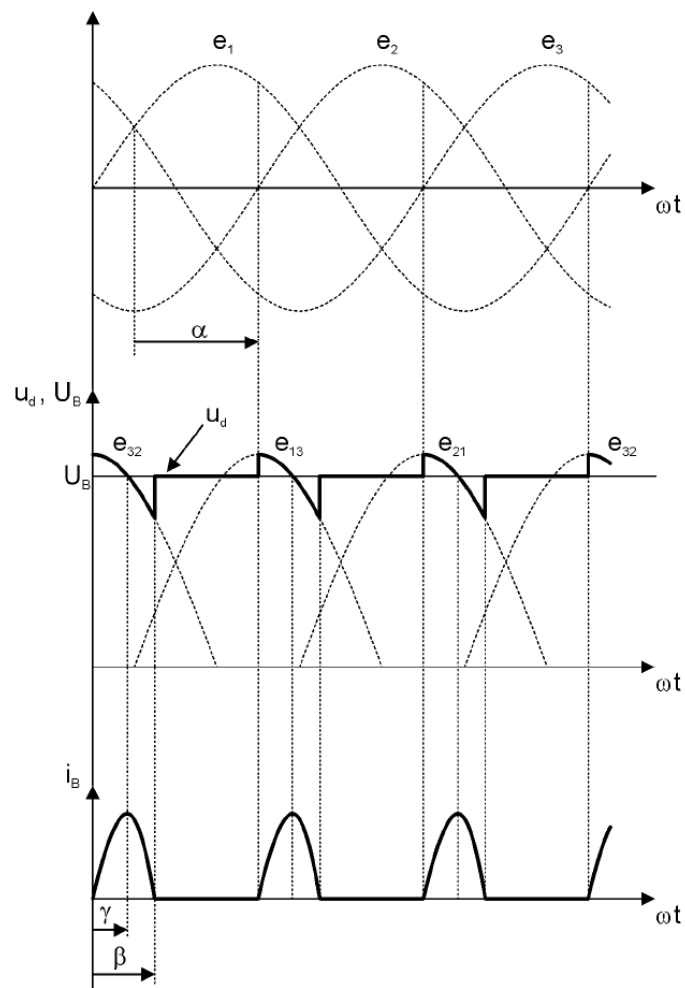
Ако је струја оптерећења непрекидна, средња вредност напона на оптерећењу (занемарујући комутацију) је:

$$U_d = \frac{3\sqrt{6}E}{2\pi}(1 + \cos \alpha) = 116.95 \text{ V.} \quad (1.2)$$

С обзиром на то да је:

$$U_d < U_B, \quad (1.3)$$

струја оптерећења је прекидна. На следећој слици су приказани таласни облици напона на оптерећењу и струје оптерећења у прекидном режиму.



Напон на пригушници L у интервалима када кроз њу постоји струја дат је изразом:

$$L \frac{di}{dt} = \sqrt{6}E \cos \omega t - U_B,$$

одакле је струја пригушнице:

$$i(t) = \frac{\sqrt{6}E}{\omega L} \sin \omega t - \frac{U_B}{L} t. \quad (1.4)$$

Струја оптерећења расте према датој релацији од тренутка $t = 0$, и опет опада на нулу у тренутку $t = \beta/\omega$:

$$\frac{\sqrt{6}E}{\omega L} \sin \beta = \frac{U_B}{\omega L} \beta \Rightarrow \sqrt{6}E \sin \beta = U_B \beta \Rightarrow \sin \beta = 0.8165 \beta. \quad (1.5)$$

Нумеричким решавањем добијене трансцедентне једначине добија се:

$$\beta = 1.08 \text{ rad } (61.88^\circ) \quad (1.6)$$

Средња вредност струје батерије се сада може одредити као:

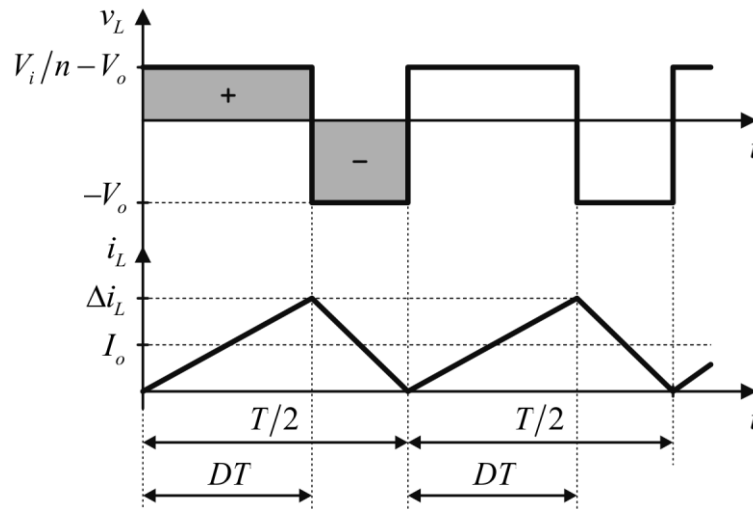
$$I_d = \frac{3}{T} \int_0^{\frac{\beta}{\omega}} \frac{1}{L} \left[\frac{\sqrt{6}E}{\omega} \sin \omega t - U_B t \right] dt = \frac{3\omega}{2\pi L} \left[\frac{\sqrt{6}E}{\omega^2} (1 - \cos \beta) - \frac{U_B}{2} \left(\frac{\beta}{\omega} \right)^2 \right], \quad (1.7)$$

то јест:

$$I_d = \frac{3}{2\pi L} \left[\frac{\sqrt{6}E}{\omega} (1 - \cos \beta) - \frac{U_B \beta^2}{2\omega} \right] = 19.54 \text{ A.} \quad (1.8)$$

2. задатак

На следећој слици приказани су таласни облици напона на пригушници и струје кроз пригушницу у случају када претварач ради на граници прекидног режима.



Са претходне слике се види да важи:

$$\Delta i_L = \frac{V_o}{L} \left(\frac{T}{2} - DT \right) = \frac{V_o}{fL} \left(\frac{1}{2} - D \right) \quad (1.9)$$

Са претходне слике се такође види да на граници прекидног режима важи:

$$I_o = \frac{\Delta i_L}{2} \Rightarrow \frac{V_o}{R} = \frac{V_o}{2fL} \left(\frac{1}{2} - D \right) \quad (1.10)$$

Да би претварач радио у непрекидном режиму, индуктивност пригушнице мора да буде већа од оне при којој претварач ради на граници прекидног режима. При промени отпорности оптерећења, мења се средња вредност струје оптерећења, I_o . Поред тога, при промени прекидачке учестаности и *duty cycle*-а мења се рипл струје пригушнице. Из релације (1.2) следи да индуктивност пригушнице која обезбеђује да претварач ради на граници прекидног режима износи:

$$L = \frac{R}{2f} \left(\frac{1}{2} - D \right) \quad (1.11)$$

При томе, индуктивност пригушнице мора бити таква да омогући непрекидни режим рада претварача и у најнеповољнијим условима. Најнеповољнији услови се имају при максималној отпорности оптерећења (минималној струји оптерећења), минималној прекидачкој учестаности и минималној вредности *duty cycle*-а. Минимална вредност *duty cycle*-а има се при максималној вредности улазног напона, и износи:

$$D_{\min} = \frac{V_o \cdot n}{2V_{i\max}} = 0.2857 \quad (1.12)$$

Треба имати у виду да на граници прекидног режима и даље важи релација за средњу вредност излазног напона која важи у непрекидном режиму. Минимална вредност индуктивности пригушнице која обезбеђује непрекидан режим рада у свим очекиваним радним условима износи:

$$L_{\min} = \frac{R_{\max}}{2f_{\min}} \left(\frac{1}{2} - D_{\min} \right) = 26.8 \mu\text{H} \quad (1.13)$$

Усваја се прва већа стандардна вредност $\rightarrow L_{\min} = 27 \mu\text{H}$.