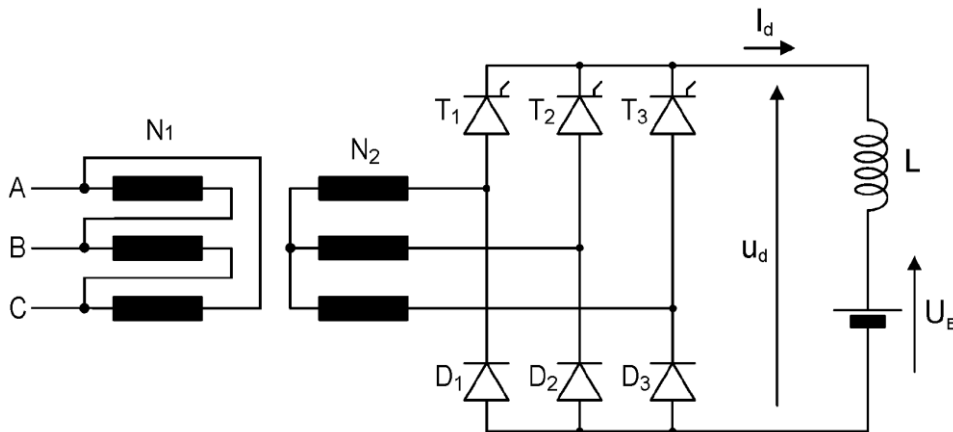
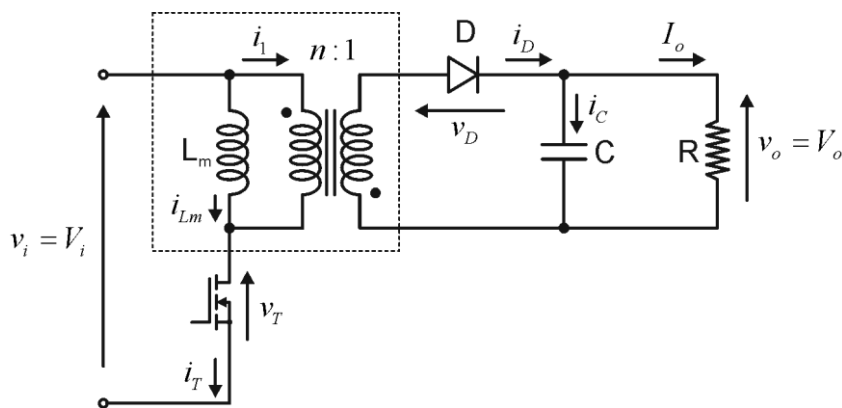


1. Батерија напона $U_B = 120\text{ V}$ пуни се преко трофазног полууправљивог мосног исправљача, који је повезан на мрежу $3 \times 400\text{ V}$, 50 Hz преко трансформатора у спреси D_y , са односом трансформације $m = N_1/N_2 = 5$, као на слици. Средња вредност струје пуњења батерије варира између 30 и 60 A . Одредити потребну вредност индуктивности пригушнице тако да претварач ради у непрекидном режиму у свим радним условима.



2. Излазни напон претварача приказаног на слици је $V_o = 20\text{ V}$, а напон извора $V_i = 300\text{ V}$. Излазна струја варира у опсегу $I_o = 4\text{--}8\text{ A}$. Преносни однос трансформатора је $n = 10$, индуктивност магнећења $L_m = 250\text{ }\mu\text{H}$, а прекидачка учестаност $f_s = 250\text{ kHz}$. Одредити и скицирати зависност *duty cycle*-а од излазне струје претварача.



1. задатак

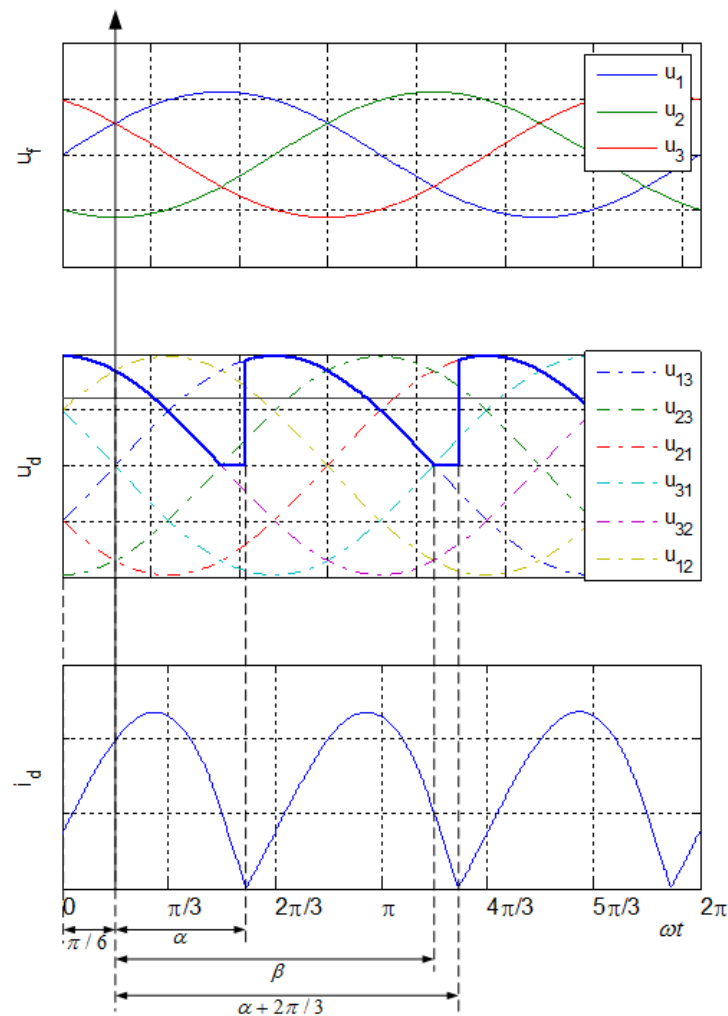
С обзиром на спрегу трансформатора, ефективна вредност фазног напона на секундару трансформатора је:

$$E = \frac{400}{5} = 80 \text{ V.} \quad (1.1)$$

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

$$U_d = U_B = \frac{3\sqrt{6}E}{2\pi} (1 + \cos \alpha) \Rightarrow \alpha = 73.6^\circ (1.284 \text{ rad}) \quad (1.2)$$

Ова вредност угла паљења имаће се и на граници прекидног и непрекидног режима. Таласни облици напона и струје оптерећења који одговарају режиму на граници између прекидног и непрекидног приказани су на слици. Напон на оптерећењу у току интервала током којег проводи тиристор T_1 дат је као (слика):



$$u_d = \begin{cases} u_{13}, & \omega t = \alpha \dots \beta \\ 0, & \omega t = \beta \dots \alpha + 2\pi/3 \end{cases} \quad (1.3)$$

при чему је очигледно $\beta = \pi$ (слика). Напон на пригушници L једнак је:

$$L \frac{di_d}{dt} = u_d - U_B, \quad (1.4)$$

па је временска промена струје пригушнице, на основу (1.3) и (1.4):

$$i_d(t) = \begin{cases} \frac{1}{\omega L} [\sqrt{6}E (\cos \alpha - \cos \omega t) - U_B (\omega t - \alpha)], & \omega t = \alpha \dots \pi \\ i_d(\pi) - \frac{U_B}{\omega L} (\omega t - \pi) = \frac{1}{\omega L} \left[\underbrace{\sqrt{6}E (1 + \cos \alpha)}_{\frac{2\pi U_B}{3}} - U_B (\omega t - \alpha) \right] \\ = -\frac{1}{\omega L} U_B \left(\omega t - \alpha - \frac{2\pi}{3} \right), & \omega t = \pi \dots \alpha + 2\pi/3 \end{cases} \quad (1.5)$$

Приметити да струја пригушнице почиње да расте од нуле у тренутку $\omega t = \alpha$, с обзиром на то да претварач ради на граници између прекидног и непрекидног режима. Средња вредност струје пригушнице на граници прекидног и непрекидног режима може се изразити на основу (1.5) као:

$$\begin{aligned} I_d &= \frac{3}{2\pi} \frac{1}{\omega L} \left\{ \int_{\alpha}^{\pi} [\sqrt{6}E (\cos \alpha - \cos x) - U_B (x - \alpha)] dx - \int_{\pi}^{\alpha + \frac{2\pi}{3}} U_B \left(x - \alpha - \frac{2\pi}{3} \right) dx \right\} \\ &= \frac{3}{2\pi} \frac{1}{\omega L} \left\{ \sqrt{6}E [\cos \alpha (\pi - \alpha) + \sin \alpha] - \int_{\alpha}^{\alpha + \frac{2\pi}{3}} U_B (x - \alpha) dx + U_B \cdot \frac{2\pi}{3} \left(\alpha - \frac{\pi}{3} \right) \right\} \\ &= \frac{3}{2\pi} \frac{1}{\omega L} \left\{ \sqrt{6}E [\cos \alpha (\pi - \alpha) + \sin \alpha] - U_B \cdot \frac{(2\pi/3)^2}{2} + U_B \cdot \frac{2\pi}{3} \left(\alpha - \frac{\pi}{3} \right) \right\} \\ &= \frac{3}{2\pi} \frac{1}{\omega L} \left\{ \sqrt{6}E [\cos \alpha (\pi - \alpha) + \sin \alpha] + U_B \cdot \frac{2\pi}{3} \left(\alpha - \frac{2\pi}{3} \right) \right\} \end{aligned} \quad (1.6)$$

На основу овог израза може се одредити и вредност индуктивности пригушнице која обезбеђује рад на граници прекидног и непрекидног режима као:

$$L = \frac{\frac{3}{2\pi} \sqrt{6}E [\cos \alpha (\pi - \alpha) + \sin \alpha] + U_B \cdot \left(\alpha - \frac{2\pi}{3} \right)}{\omega I_d} \quad (1.7)$$

Очигледно је да је критичан режим у ком је средња вредност струје минимална (30 А), тако да је индуктивност пригушнице потребно одредити за тај режим:

$$L_{\min} = \frac{\frac{3}{2\pi} \sqrt{6} E [\cos \alpha (\pi - \alpha) + \sin \alpha] + U_B \cdot \left(\alpha - \frac{2\pi}{3} \right)}{\omega I_{d\min}} = \boxed{4.42 \text{ mH}} \quad (1.8)$$

2. задатак

У случају да претварач ради у непрекидном режиму, duty cycle је једнак:

$$D_{cont} = \frac{nV_o}{nV_o + V_i} = 0.4 \quad (2.1)$$

где индекс "cont" означава непрекидни (континуални) режим. Претварач ће радити у непрекидном режиму докле год је испуњен следећи услов:

$$I_o \geq I_o^{lim} = \frac{n\Delta I(1-D_{cont})}{2} = 5.76 \text{ A} \quad (2.2)$$

где је I_o^{lim} средња вредност излазне струје на граници између прекидног и непрекидног режима, а ΔI peak-to-peak рипл улазне струје. За вредности струје мање од граничне претварач ће радити у прекидном режиму и duty cycle ће имати вредност различиту од D_{cont} . Ова вредност се може одредити на основу следећих услова који важе у прекидном режиму:

$$I_o = \frac{n\Delta I \cdot t_x}{2T} = \frac{nD_{disc}D'V_i}{2fL_m} \quad (2.3)$$
$$D_{disc}V_i = D'nV_o$$

где је t_x интервал у току којег проводи диода и $D' = t_x/T$. Индекс "disc" означава прекидни (дисконтинуални) режим. На основу ове две релације добија се зависност duty cycle-а у прекидном режиму од излазне струје:

$$D_{disc} = \frac{\sqrt{2V_oI_o f_S L_m}}{V_i} = 0.1667\sqrt{I_o} \quad (2.4)$$

Коначно, релације (2.1) и (2.4) се могу објединити:

$$D = \begin{cases} 0.4, & I_o \geq I_o^{lim} \\ 0.1667\sqrt{I_o}, & I_o < I_o^{lim} \end{cases} \quad (2.5)$$

Ова зависност је графички приказана на слици. Треба приметити да релација (2.4) за вредност струје I_o^{lim} која одговара граници прекидног и непрекидног режима мора дати вредност duty cycle-а која одговара непрекидном режиму. Ово се може уочити и на слици.

