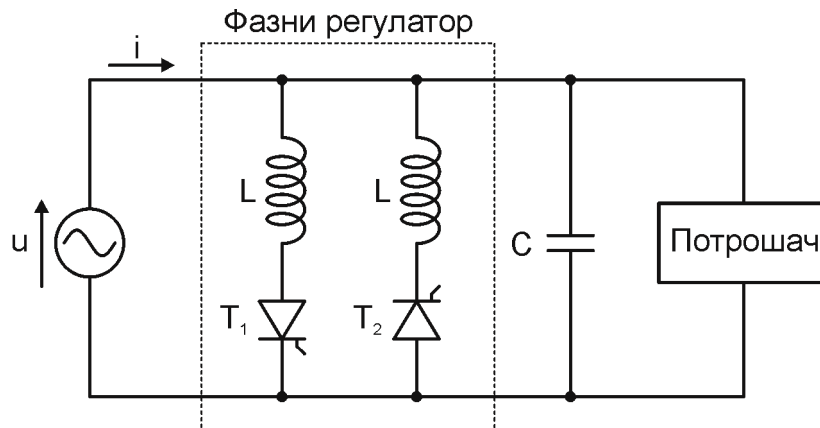
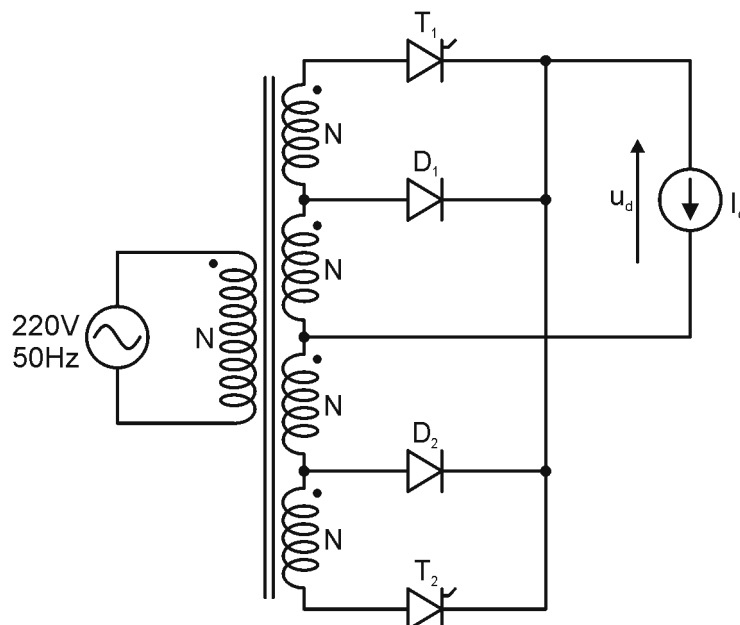


1. Фазни регулатор приказан на слици користи се за компензацију реактивне снаге монофазног потрошача прикљученог на мрежни напон 220V, 50Hz. За угао паљења $\alpha=30^\circ$, одредити индуктивну реактивну снагу регулатора узимајући у обзир само основни хармоник струје регулатора. Индуктивност пригушнице је $L=20\text{mH}$.

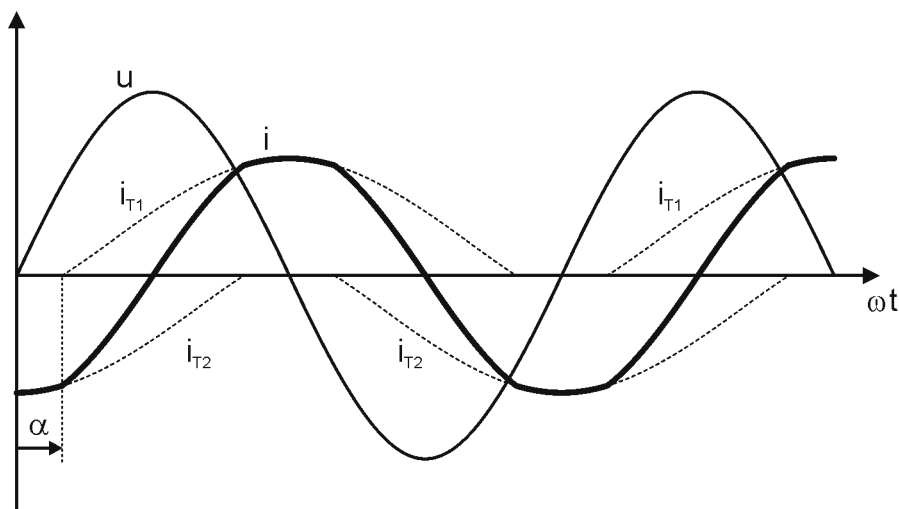


2. Монофазни исправљач приказан на слици прикључен је на мрежу 220V, 50Hz. Трансформатор је намотан тако да свих пет намотаја имају исти број навојака. Индуктивност расипања трансформатора по једном намотају секундара износи $L_k=1/\pi$ mH. Исправљач је оптерећен струјним понором струје $I_d=100\text{A}$. Угао паљења тиристора је $\alpha=90^\circ$. Одредити средњу вредност напона на оптерећењу.



1. задатак

На слици је приказан таласни облик струје фазног регулатора, i .



Када проводи један од тиристора, важи једначина:

$$\sqrt{2}U \sin(\omega t) = L \frac{di_{T1,T2}}{dt} \quad (1.1)$$

Решење ове диференцијалне једначине је:

$$i_{T1,T2} = \frac{1}{L} \int \sqrt{2}U \sin(\omega t) \cdot dt + C = -\frac{\sqrt{2}U}{\omega L} \cos(\omega t) + C \quad (1.2)$$

Када проводи T_1 почетни услов је $i(\alpha) = 0$, а када проводи T_2 почетни услов је $i(\alpha + \pi) = 0$, тј.:

за i_{T1} је

$$i_{T1}(\alpha) = 0 \Rightarrow C = \frac{\sqrt{2}U}{\omega L} \cos \alpha \Rightarrow i_{T1} = \frac{\sqrt{2}U}{\omega L} (\cos \alpha - \cos(\omega t)) \quad (1.3)$$

за i_{T2} је

$$i_{T2}(\alpha + \pi) = 0 \Rightarrow C = -\frac{\sqrt{2}U}{\omega L} \cos \alpha \Rightarrow i_{T2} = -\frac{\sqrt{2}U}{\omega L} (\cos \alpha + \cos(\omega t)) \quad (1.4)$$

Струја фазног регулатора једнака је збиру струја појединих тиристора, што је приказано на горњој слици. Струје појединих тиристора временски су померене за половину периоде мрежног напона и супротног су знака, што значи да су основни хармоници ових струја фазно померени за 180° и супротног су знака, што значи да су у фази. Због тога је основни хармоник струје фазног регулатора једнак двострукој вредности основног хармоника

струје једног тиристора. Струју тиристора можемо представити Фуријеовим редом:

$$i(t) = I_{AVG} + \sum_{k=1}^{\infty} [a_k \cos(k\omega t) + b_k \sin(k\omega t)] \quad (1.5)$$

Пошто је таласни облик струје тиристора парна функција, сви коефицијенти уз синусни члан су једнаки нули ($b_k = 0, (k \in N)$). Даље је:

$$a_1 = \frac{\sqrt{2}U}{\pi\omega L} \cdot 4 \int_{\alpha}^{\pi} (\cos \alpha - \cos x) \cos x \cdot dx = \frac{4\sqrt{2}U}{\pi\omega L} \left[\int_{\alpha}^{\pi} \cos \alpha \cdot \cos x \cdot dx - \int_{\alpha}^{\pi} \cos^2 x \cdot dx \right] \quad (1.6)$$

$$\begin{aligned} a_1 &= \frac{4\sqrt{2}U}{\pi\omega L} \left[\cos \alpha \int_{\alpha}^{\pi} \cos x \cdot dx - \int_{\alpha}^{\pi} \frac{1 + \cos 2x}{2} dx \right] \\ &= \frac{4\sqrt{2}U}{\pi\omega L} \left[-\sin \alpha \cdot \cos \alpha - \frac{\pi - \alpha}{2} - \frac{1}{4} (\sin 2\pi - \sin 2\alpha) \right] \\ &= \frac{4\sqrt{2}U}{\pi\omega L} \left[-\frac{\sin 2\alpha}{2} - \frac{\pi - \alpha}{2} + \frac{\sin 2\alpha}{4} \right] = \frac{2\sqrt{2}U}{\omega L} \left[-\frac{\sin 2\alpha}{2\pi} - \frac{\pi - \alpha}{\pi} \right] \\ &= -\frac{2\sqrt{2}U}{\omega L} \left[1 - \frac{\alpha}{\pi} + \frac{\sin 2\alpha}{2\pi} \right] \end{aligned} \quad (1.7)$$

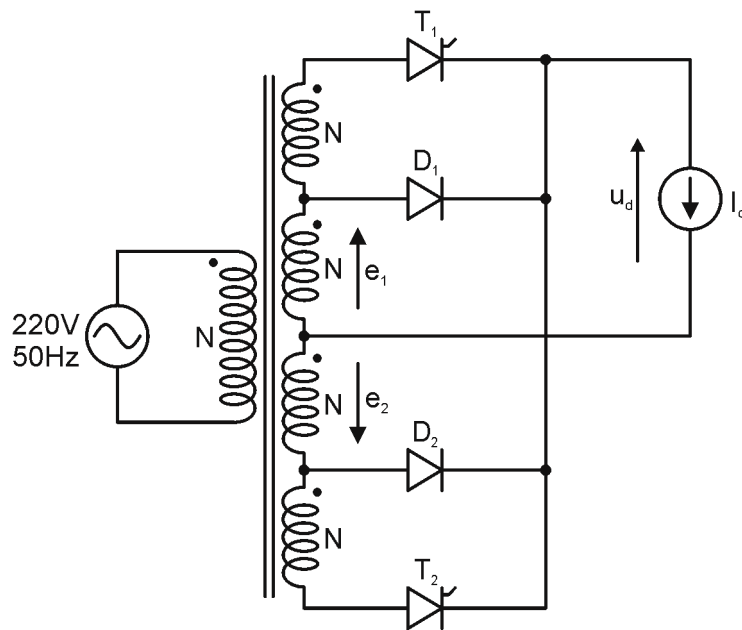
a_1 - је амплитуда основног хармоника струје монофазног фазног регулатора. Ефективна вредност основног хармоника струје монофазног фазног регулатора је:

$$I_1 = \frac{|a_1|}{\sqrt{2}} = \frac{2U}{\omega L} \left[1 - \frac{\alpha}{\pi} + \frac{\sin 2\alpha}{2\pi} \right] = 68 \text{ A} \quad (1.8)$$

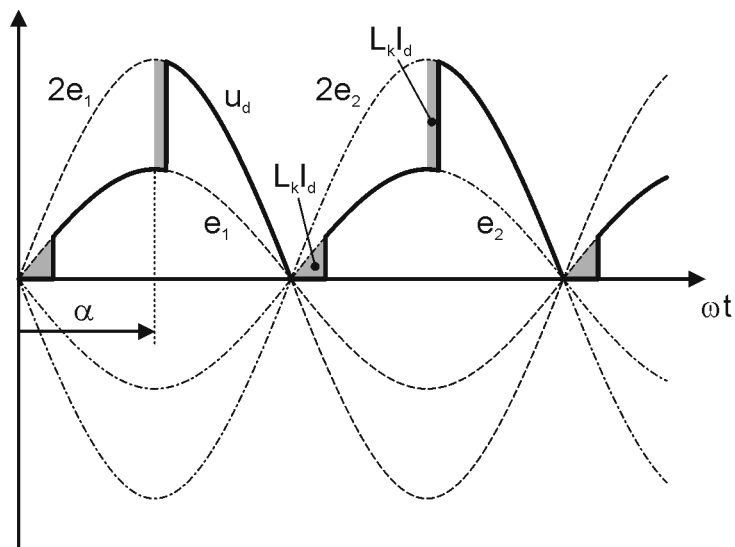
Индуктивна реактивна снага регулатора је:

$$Q_1 = UI_1 = \frac{2U^2}{L\omega} \left[1 - \frac{\alpha}{\pi} + \frac{\sin(2\alpha)}{2\pi} \right] = 14.96 \text{ kVA} \quad (1.9)$$

2. задатак



Таласни облик напона на оптерећењу приказан је на следећој слици:



Са претходне слике види се да је напон на оптерећењу исти као у случају редне везе два монофазна исправљача са трансформатором са средњом тачком и замајном диодом, при чему је угао паљења тиристора код једног исправљача једнак $\alpha_1=0^\circ$, а код другог $\alpha_2=90^\circ$. Према томе, средња вредност напона на оптерећењу једнака је:

$$U_d = \frac{\sqrt{2}E}{\pi} \cdot 2 - \frac{X_k I_d}{\pi} + \frac{\sqrt{2}E}{\pi} [1 + \cos(\alpha)] - \frac{X_k I_d}{\pi} = \frac{\sqrt{2}E}{\pi} [3 + \cos(\alpha)] - \frac{2X_k I_d}{\pi} \quad (2.1)$$

тј. за $\alpha=90^\circ$:

$$U_d = \frac{3\sqrt{2}E - 2X_k I_d}{\pi} = 290.7 V \quad (2.2)$$