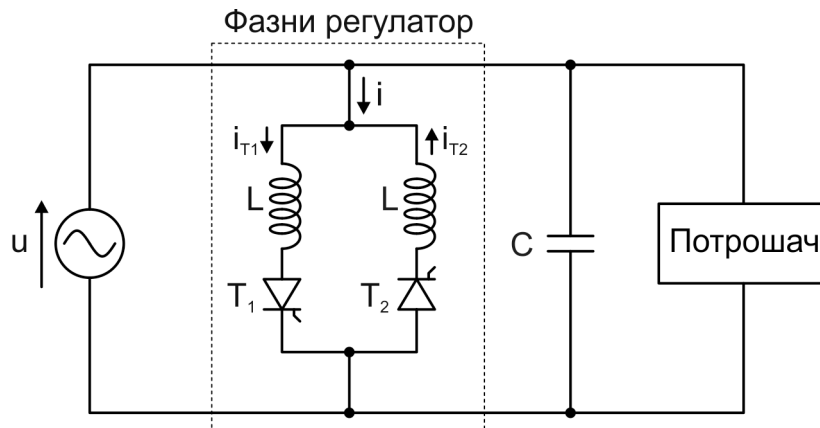
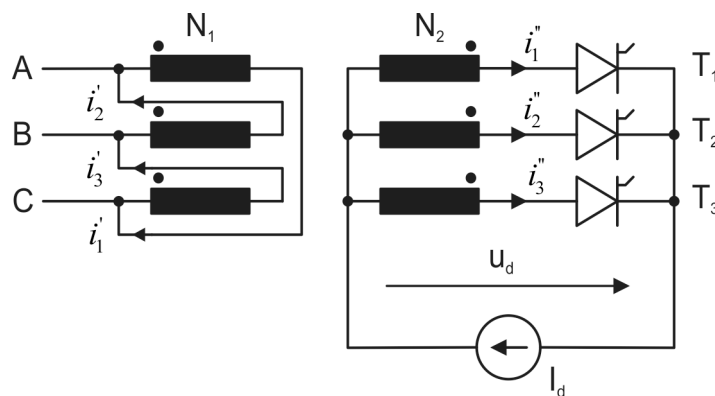


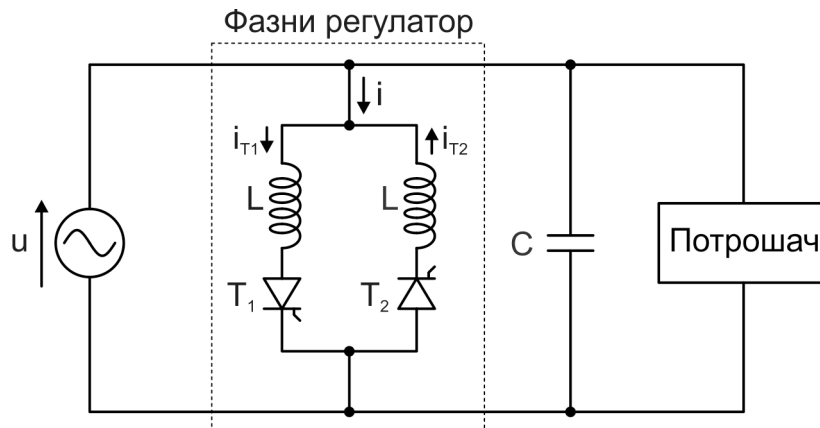
1. Фазни регулатор приказан на слици, користи се за компензацију реактивне снаге монофазног потрошача прикљученог на мрежни напон 220 V, 50 Hz. За угао управљања $\alpha = 60^\circ$, нацртати таласне облике струја i , i_{T1} , i_{T2} , и одредити реактивну снагу регулатора, узимајући у обзир само основни хармоник струје регулатора. Индуктивност пригушнице је $L = 20 \text{ mH}$.



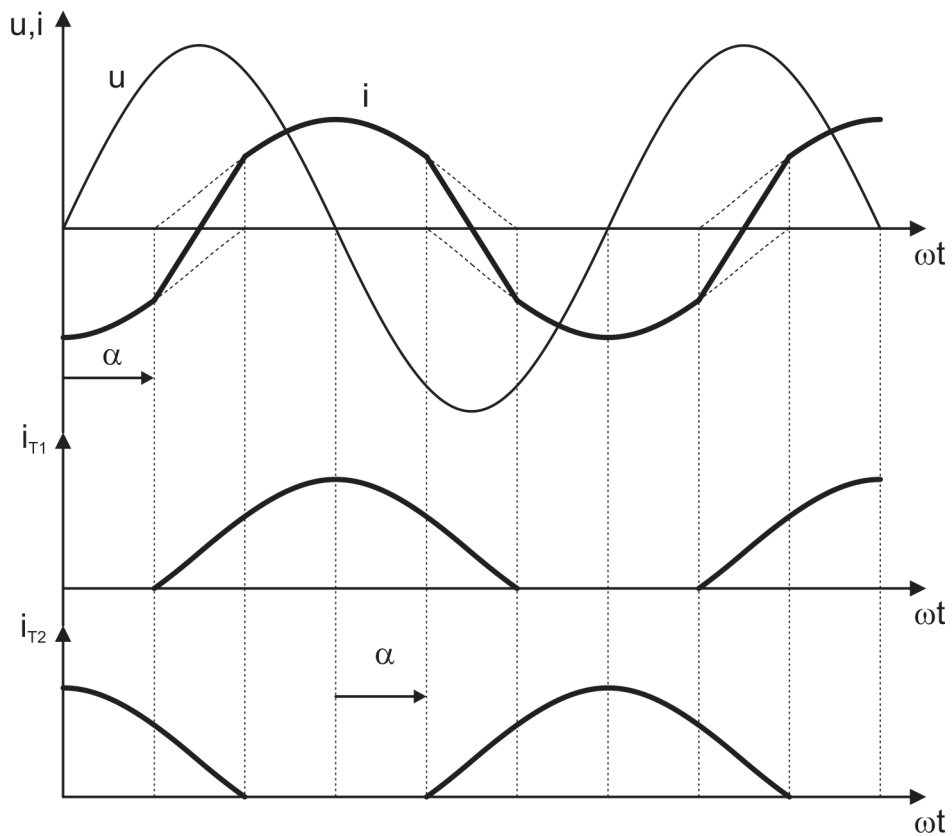
2. Трофазни полумосни исправљач прикључен је на мрежу $3 \times 380 \text{ V}$, 50 Hz и оптерећен струјним понором, као на слици. Преносни однос трансформатора је $m = N_1/N_2 = 2$, а његова снага је $S_n = 10 \text{ kVA}$. Максимално дозвољена средња вредност струје тиристора је $I_{T\text{max}} = 10 \text{ A}$. Одредити максимално дозвољену струју оптерећења исправљача.



1. задатак



Таласни облици струја и напона приказани су на следећој слици.



Када проводи тиристор T_1 , важи једначина:

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

Решење ове диференцијалне једначине је:

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

Када проводи тиристор T_2 , важи једначина:

$$\sqrt{2}U \sin(\omega t) = -L \frac{di_{T2}}{dt} \quad (1.3)$$

Решење ове диференцијалне једначине је:

$$i_{T2} = -\frac{1}{L} \int \sqrt{2}U \sin(\omega t) \cdot dt + C = \frac{\sqrt{2}U}{\omega L} \cos(\omega t) + C \quad (1.4)$$

Када проводи T_1 почетни услов је $i_{T1}(\alpha) = 0$, а када проводи T_2 почетни услов је $i_{T2}(\alpha + \pi) = 0$, тј.:

за i_{T1} је

$$i_{T1}(\alpha) = 0 \Rightarrow C = \frac{\sqrt{2}U}{\omega L} \cos \alpha \Rightarrow i_{T1} = \frac{\sqrt{2}U}{\omega L} (\cos \alpha - \cos(\omega t)) \quad (1.5)$$

за i_{T2} је

$$i_{T2}(\alpha + \pi) = 0 \Rightarrow C = \frac{\sqrt{2}U}{\omega L} \cos \alpha \Rightarrow i_{T2} = \frac{\sqrt{2}U}{\omega L} (\cos \alpha + \cos(\omega t)) \quad (1.6)$$

Струја фазног регулатора, i , једнака је разлици струја појединих тиристора, што је приказано на претходној слици. Струје појединих тиристора имају исти таласни облик, с тим да су међусобно временски померене за половину периоде мрежног напона, што значи да су основни хармоници ових струја међусобно фазно померени за 180° и да имају исте амплитуде. Због тога је основни хармоник струје фазног регулатора једнак двострукој вредности основног хармоника струје једног тиристора. Струју тиристора можемо представити Фуријеовим редом:

$$i_T(t) = I_{TAVG} + \sum_{k=1}^{\infty} [a_k \cos(k\omega t) + b_k \sin(k\omega t)] \quad (1.7)$$

Пошто је таласни облик струје тиристора парна функција, сви коефицијенти уз синусни члан су једнаки нули ($b_k = 0, (k \in N)$). Амплитуда основног хармоника струје монофазног фазног регулатора (која је двоструко већа од амплитуде основног хармоника струје једног тиристора) је:

$$a_1 = \frac{\sqrt{2}U}{\pi \omega L} \cdot 4 \int_{\alpha}^{\pi} (\cos \alpha - \cos x) \cos x \cdot dx = \frac{4\sqrt{2}U}{\pi \omega L} \left[\int_{\alpha}^{\pi} \cos \alpha \cdot \cos x \cdot dx - \int_{\alpha}^{\pi} \cos^2 x \cdot dx \right] \quad (1.8)$$

$$\begin{aligned}
a_1 &= \frac{4\sqrt{2}U}{\pi\omega L} \left[\cos\alpha \int_{\alpha}^{\pi} \cos x \cdot dx - \int_{\alpha}^{\pi} \frac{1 + \cos 2x}{2} dx \right] \\
&= \frac{4\sqrt{2}U}{\pi\omega L} \left[-\sin\alpha \cdot \cos\alpha - \frac{\pi - \alpha}{2} - \frac{1}{4}(\sin 2\pi - \sin 2\alpha) \right] \\
&= \frac{4\sqrt{2}U}{\pi\omega L} \left[-\frac{\sin 2\alpha}{2} - \frac{\pi - \alpha}{2} + \frac{\sin 2\alpha}{4} \right] = \frac{2\sqrt{2}U}{\omega L} \left[-\frac{\sin 2\alpha}{2\pi} - \frac{\pi - \alpha}{\pi} \right] \\
&= -\frac{2\sqrt{2}U}{\omega L} \left[1 - \frac{\alpha}{\pi} + \frac{\sin 2\alpha}{2\pi} \right]
\end{aligned} \tag{1.9}$$

Ефективна вредност основног хармоника струје монофазног фазног регулатора је:

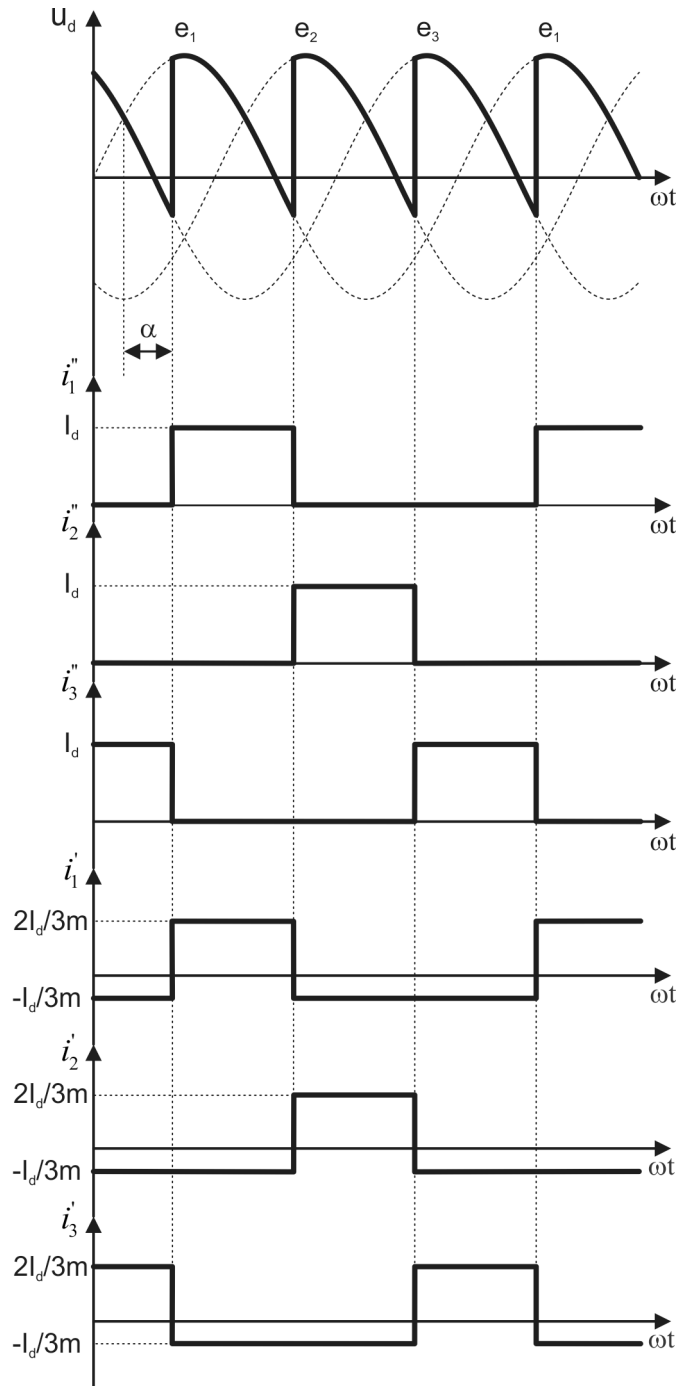
$$I_1 = \frac{|a_1|}{\sqrt{2}} = \frac{2U}{\omega L} \left[1 - \frac{\alpha}{\pi} + \frac{\sin 2\alpha}{2\pi} \right] = 56.34 \text{ A} \tag{1.10}$$

Индуктивна реактивна снага регулатора је:

$$Q_1 = UI_1 = \frac{2U^2}{L\omega} \left[1 - \frac{\alpha}{\pi} + \frac{\sin(2\alpha)}{2\pi} \right] = 12.395 \text{ kvar} \tag{1.11}$$

2. задатак

Таласни облици напона и струја овог исправљача за угао паљења 45° , представљени су на доњој слици:



Сваки тиристор проводи по 120° , независно од угла управљања. Таласни облици струја секундера трансформатора су познати, док се до таласних облика примарних струја може доћи и на следећи начин. Посматрањем таласних облика струја секундера трансформатора, уочава се

постојање једносмерне компоненте струје која износи $I_d/3$. Ова једносмерна компонента се не може пренети кроз трансформатор, па се таласни облик струје кроз примарне намотаје добија одузимањем једносмерне компоненте од одговарајућих струја кроз секундарне намотаје и дељењем амплитуда преносним односом трансформатора.

Ефективне вредности струја кроз намотаје трансформатора су:

$$I'' = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^{\frac{T}{3}} I_d^2 dt} = \frac{I_d}{\sqrt{3}}$$

$$I' = \sqrt{\frac{1}{T} \left(\frac{T}{3} \frac{4I_d^2}{9m^2} + \frac{2T}{3} \frac{I_d^2}{9m^2} \right)} = \sqrt{\frac{1}{3} \frac{I_d^2}{m^2} \left(\frac{4}{9} + \frac{2}{9} \right)} = \frac{\sqrt{2}I_d}{3m}$$

Привидна снага трансформатора је:

$$S = \frac{1}{2} (3UI' + 3EI'') = \frac{1}{2} \left(3U \frac{\sqrt{2}I_d}{3m} + 3E \frac{I_d}{\sqrt{3}} \right) = \frac{1}{2} (\sqrt{2} + \sqrt{3}) EI_d$$

За дату снагу трансформатора, максимално дозвољена вредност струје I_d је:

$$I_{d \max tr} = \frac{2S}{(\sqrt{2} + \sqrt{3})E} = \frac{2 \cdot 10 \text{ kVA}}{(\sqrt{2} + \sqrt{3}) \cdot 190 \text{ V}} = 33.45 \text{ A}$$

Средња вредност струје једног тиристора је $I_d/3$, јер сваки тиристор проводи по једну трећину периоде, па је, с обзиром на тиристоре, максимално дозвољена вредност струје оптерећења:

$$I_{d \max T} = 3I_{T \max} = 3 \cdot 10 \text{ A} = 30 \text{ A}$$

С обзиром на ова два ограничења, максимално дозвољена вредност струје I_d је:

$$I_{d \max} = I_{d \max T} = 30 \text{ A}$$

јер би при већим вредностима струје оптерећења тиристори били преоптерећени.