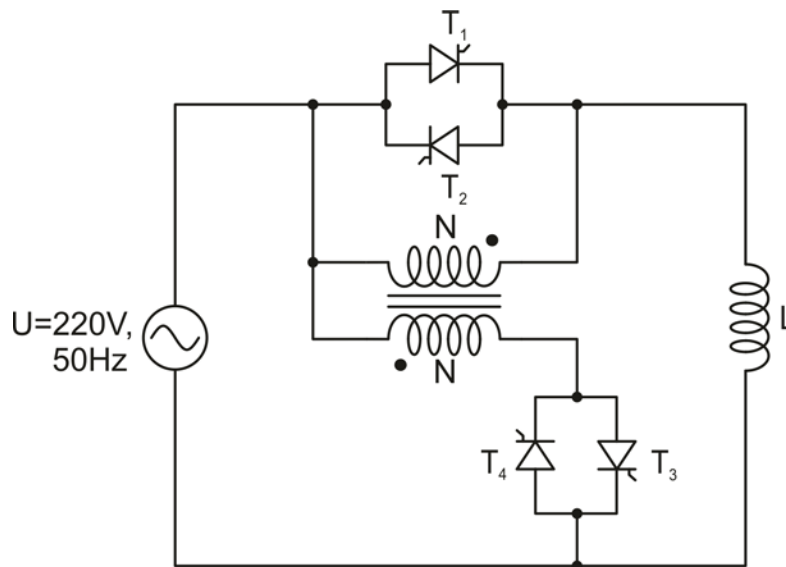
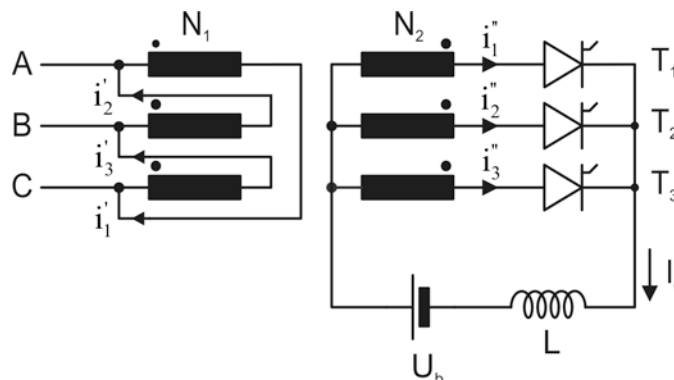


1. Фазни регулатор приказан на слици оптерећен је чисто индуктивним оптерећењем, индуктивности $L = 15 \text{ mH}$. Угао управљања тиристорима T_1 и T_2 је $\alpha_1 = 120^\circ$, а тиристорима T_3 и T_4 је $\alpha_2 = 150^\circ$. Одредити углове који одговарају трајању провођења појединих тиристора и максималну тренутну вредност струје оптерећења. Индуктивност магнетног трансформатора је довољно велика да се може занемарити струја оптерећења у случају када су тиристори искључени.

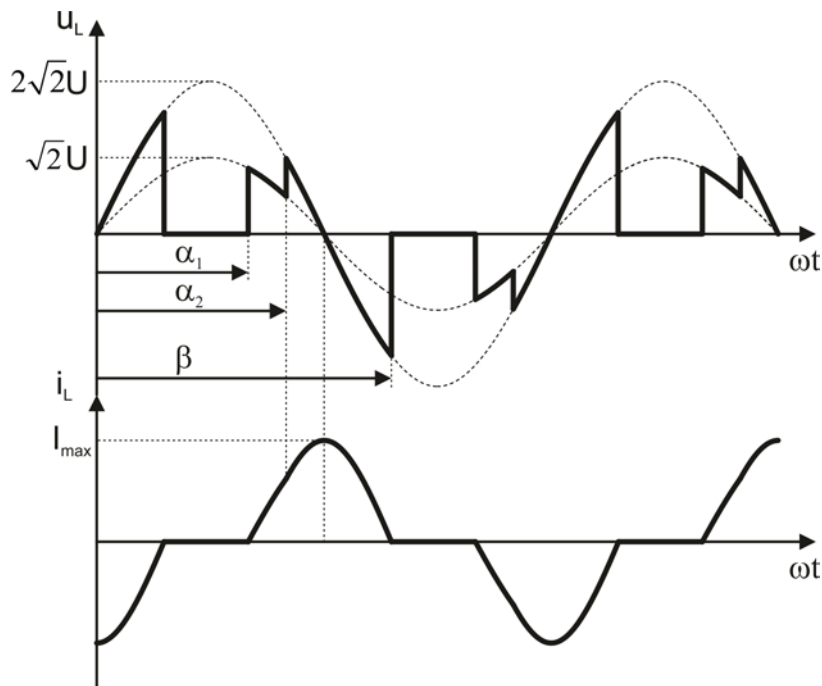


2. Трофазни исправљач са слике треба да празни акумулаторску батерију напона $U_b = 108 \text{ V}$, струјом $I_d = 100 \text{ A}$, када је прикључен на градску мрежу напона $3 \times 380 \text{ V}$, 50 Hz , преко трансформатора са преносним односом $m = N_1/N_2 = 3.8$. Индуктивност пригушнице L је довољно велика, да се може занемарити наизменична компонента струје батерије. Индуктивност расипања трансформатора је $L_k = 0.5 \text{ mH}$. Потребно време одмора одабраних тиристора је $t_o = 600 \text{ }\mu\text{s}$. Да ли су тиристори добро одабрани?



Испит траје 2 сата

1. задатак



Укључењем тиристора T_1 напон на оптерећењу постаје једнак мрежном напону. Струја оптерећења се добија решавањем диференцијалне једначине:

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

Решење ове једначине је:

$$i(\omega t) = -\frac{\sqrt{2}U}{\omega L} \cos(\omega t) + C \quad (1.2)$$

Константа "C" се одређује из почетног услова:

$$i(\alpha_1) = 0 \Rightarrow C = \frac{\sqrt{2}U}{\omega L} \cos(\alpha_1) = -33 \text{ A} \quad (1.3)$$

У тренутку који одговара углу α_2 , укључује се тиристор T_3 , при чему се на доњем намотају трансформатора успоставља напон напајања, који се самим тим успоставља и на горњем намотају трансформатора, инверзно поларишући тиристор T_1 . Због тога се тиристор T_1 искључује, а тиристор T_3 наставља да проводи све док струја кроз пригушницу не опадне на нулу. За време док проводи тиристор T_3 , напон на пригушници је двоструко већи од напона напајања.

У тренутку укључења тиристора T_3 , струја кроз пригушницу L износи:

$$i(\alpha_2) = -66 \cos(\alpha_2) - 33 = 24.18 \text{ A} \quad (1.4)$$

струја оптерећења се сада мења по функцији:

$$i(\omega t) = -\frac{2\sqrt{2}U}{\omega L} \cos(\omega t) - K \quad (1.5)$$

Константа "K" одређује се из почетног услова:

$$i(\alpha_2) = 24.18 \text{ A} \Rightarrow K = -\frac{2\sqrt{2}U}{\omega L} \cos(\alpha_2) - 24.18 \text{ A} = 90.17 \text{ A} \quad (1.6)$$

Струја оптерећења постаје једнака нули у тренутку $\omega t = \beta$:

$$-132.05 \cos(\beta) - 90.17 = 0 \Rightarrow \beta = 227^\circ \quad (1.7)$$

Угао који одговара трајању провођења тиристора $T_1(T_2)$ је:

$$\varphi_1 = \alpha_2 - \alpha_1 = 150^\circ - 120^\circ = 30^\circ \quad (1.8)$$

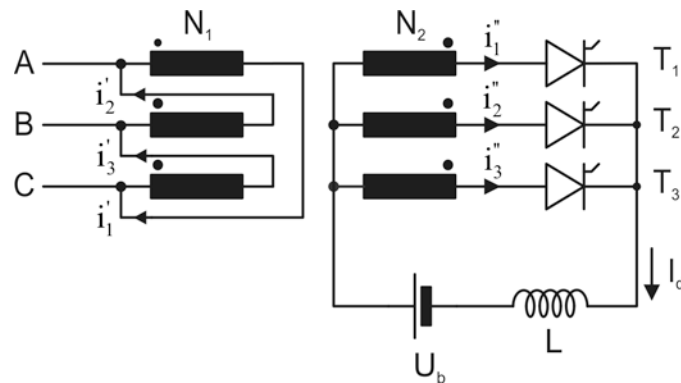
Угао који одговара трајању провођења тиристора $T_3(T_4)$ је:

$$\varphi_1 = \beta - \alpha_2 = 227^\circ - 150^\circ = 77^\circ \quad (1.9)$$

Максимална вредност струје оптерећења се има при проласку напона кроз нулу:

$$I_{\max} = -132.05 \cos(\pi) - 90.17 = 41.88 \text{ A} \quad (1.10)$$

2. задатак



Пошто је средња вредност напона на пригушници у усталјеном стању једнака нули, средња вредност напона на излазу исправљача мора да буде једнака напону батерије, тј. с обзиром на усвојене референтне смерове:

$$U_d = \frac{3\sqrt{6}E}{2\pi} \cos \alpha - \frac{3X_k I_d}{2\pi} = -U_b = -108 \text{ V} \quad (3.1)$$

Средња вредност напона на излазу исправљача је негативна, што значи да исправљач ради у инверторском режиму, тј. угао управљања тиристорима је већи од 90° . Сада треба одредити да ли је време инверзне поларизације тиристора при углу управљања, α , веће од потребног времена одмора тиристора, t_o . Ако јесте, тиристори су добро одабрани. Потребно време одмора тиристора изражено у угловним јединицама је:

$$\gamma_o = \omega t_o = 100\pi [\text{rad/s}] \cdot 600 [0.1] \cdot 885 \text{ rad} = 10.8^\circ \quad (3.2)$$

Фазни напон на секундару трансформатора је:

$$E = \frac{U}{m} = 100 \text{ V}$$

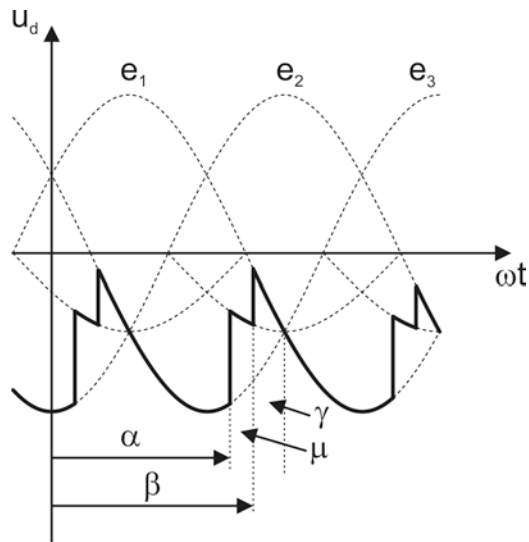
а комутациона импеданса је:

$$X_k = \omega L_k = 0.05\pi \Omega$$

Угао управљања добија се из (2.1):

$$\alpha = \arccos \left[\frac{2\pi}{3\sqrt{6}E} \left(\frac{3X_k I_d}{2\pi} - U_b \right) \right] = 149.24^\circ \quad (3.3)$$

Одговарајући таласни облици приказани су на доњој слици:



У току комутације је:

$$L_k I_d = \int_{\frac{\alpha}{\omega}}^{\frac{\beta}{\omega}} \frac{e_3 - e_2}{2} dt = \int_{\frac{\alpha}{\omega}}^{\frac{\beta}{\omega}} \frac{\sqrt{6}E}{2} \sin \omega t \cdot dt = \frac{\sqrt{6}E}{2\omega} (\cos \alpha - \cos \beta) \quad (3.4)$$

тј.

$$\cos \beta = \cos \alpha - \frac{2X_k I_d}{\sqrt{6}E} \quad (3.5)$$

Према таласном облику, важи:

$$\gamma = \pi - \beta \quad (3.6)$$

Из (2.5) следи да је:

$$\beta = 170.95^\circ \quad (3.7)$$

па је:

$$\gamma = 9.05^\circ < 10.8^\circ = \gamma_o \quad (3.8)$$

Тиристорни нису добро одабрани.