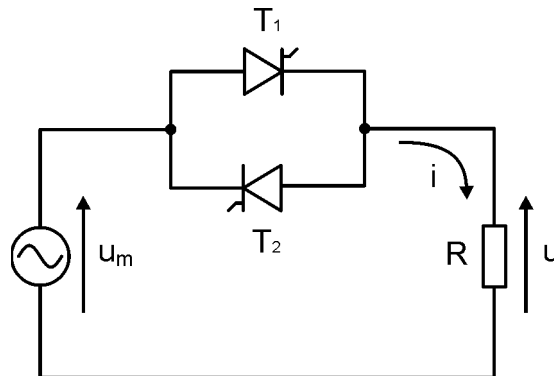
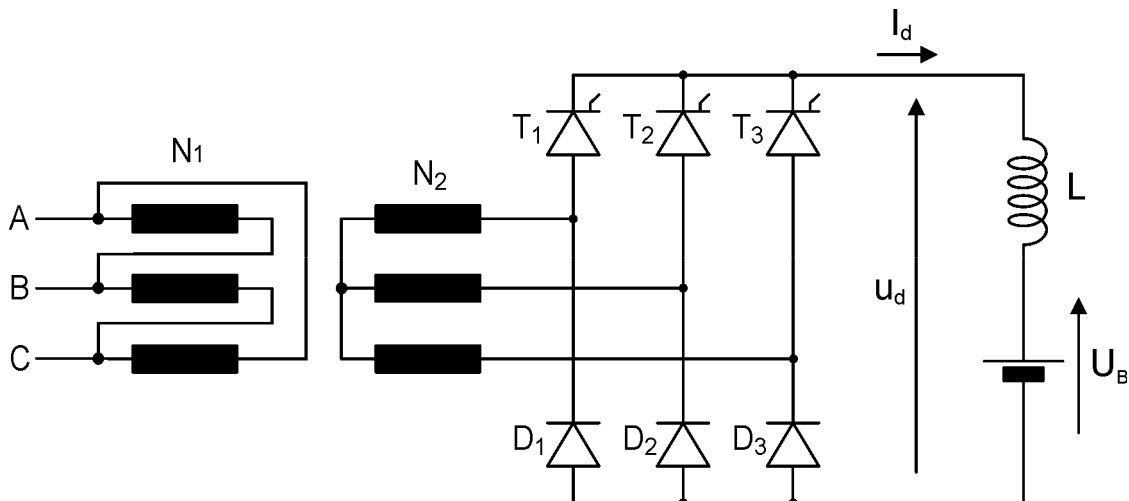


1. На мрежним прикључцима фазног регулатора приказаног на слици измерен је фактор снаге $\lambda=0.897$. Колико пута је већа ефективна вредност струје једног тиристора од средње вредности струје тог тиристора? Фазни регулатор је прикључен на градску мрежу 220V, 50Hz.



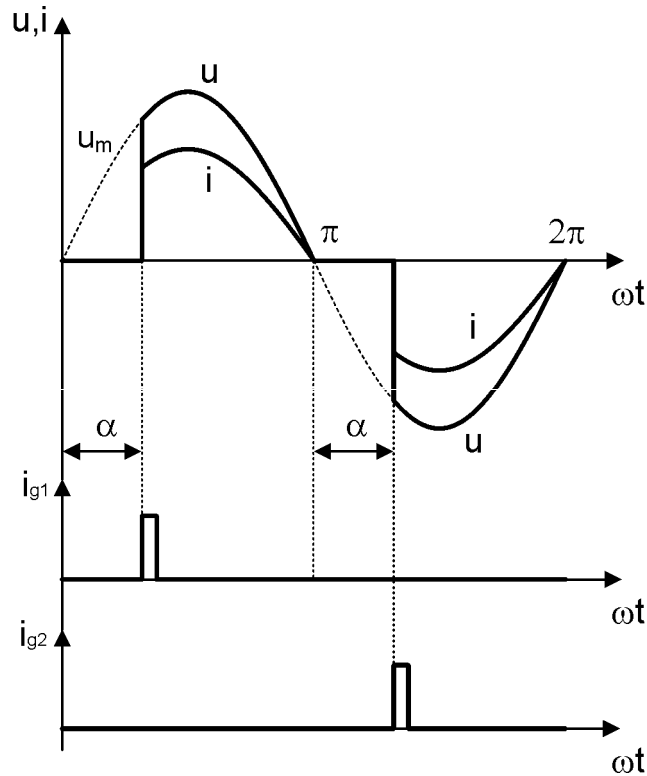
2. Батерија напона $U_B=200V$ пуни се преко трофазног полууправљивог мoснoг испpављачa, кoји је повезан на мрежу $3 \times 380V$, 50Hz преко трансформатора у спрeзи DY, са преносним односом $m=N_1/N_2=3.8$, као на слици. На ред са батеријом повезана је пригушница индуктивности $L=1mH$. Угао управљања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



Испит траје 2 сата

1. задатак

Таласни облици струје и напона оптерећења дати су на доњој слици.



Таласни облик струје првог тиристора дефинисан је са:

$$i_{T1} = \begin{cases} \frac{\sqrt{2}U_m}{R} \sin(\omega t) & \alpha + 2k\pi \leq \omega t \leq (2k+1)\pi \quad (k \in \mathbb{Z}) \\ 0 & (2k+1)\pi \leq \omega t \leq \alpha + (2k+2)\pi \quad (k \in \mathbb{Z}) \end{cases} \quad (1.1)$$

Ефективна вредност струје првог тиристора је:

$$I_{T1RMS} = \sqrt{\frac{\omega}{2\pi} \int_{\frac{\alpha}{\omega}}^{\frac{\pi}{\omega}} \frac{2U_m^2}{R^2} \sin^2(\omega t) dt} = \frac{U_m}{\sqrt{2}R} \sqrt{1 - \frac{\alpha}{\pi} + \frac{\sin(2\alpha)}{2\pi}} \quad (1.2)$$

Средња вредност струје првог тиристора је:

$$I_{T1AVG} = \frac{\omega}{2\pi} \int_{\frac{\alpha}{\omega}}^{\frac{\pi}{\omega}} \frac{\sqrt{2}U_m}{R} \sin(\omega t) dt = \frac{\sqrt{2}U_m}{2\pi R} [1 + \cos \alpha] \quad (1.3)$$

Однос ових струја је:

$$\frac{I_{T1RMS}}{I_{T1AVG}} = \frac{\frac{U_m}{\sqrt{2}R} \sqrt{1 - \frac{\alpha}{\pi} + \frac{\sin(2\alpha)}{2\pi}}}{\frac{\sqrt{2}U_m}{2\pi R} [1 + \cos \alpha]} = \frac{\pi \sqrt{1 - \frac{\alpha}{\pi} + \frac{\sin(2\alpha)}{2\pi}}}{[1 + \cos \alpha]} \quad (1.4)$$

Да бисмо одредили овај однос, потребно је одредити угао управљања, α .

Ефективна вредност струје оптерећења је:

$$I_{RMS} = \frac{U_m}{R} \sqrt{1 - \frac{\alpha}{\pi} + \frac{\sin(2\alpha)}{2\pi}} \quad (1.5)$$

Ефективна вредност напона на оптерећењу је:

$$U_{RMS} = U_m \sqrt{1 - \frac{\alpha}{\pi} + \frac{\sin(2\alpha)}{2\pi}} \quad (1.6)$$

Активна снага на оптерећењу је:

$$P_\alpha = \frac{U_{RMS}^2}{R} = R \cdot I_{RMS}^2 = P_0 \cdot \left(1 - \frac{\alpha}{\pi} + \frac{\sin(2\alpha)}{2\pi}\right) \quad (1.7)$$

P_0 је активна снага на оптерећењу када се оно прикључи директно на мрежу. Фактор снаге је дефинисан као однос активне и привидне снаге:

$$\lambda = \frac{P}{S} = \frac{R \cdot I_{RMS}^2}{U_m \cdot I_{RMS}} = \frac{R \cdot \frac{U_m^2}{R^2} \cdot \left(1 - \frac{\alpha}{\pi} + \frac{\sin(2\alpha)}{2\pi}\right)}{U_m \cdot \frac{U_m}{R} \cdot \sqrt{1 - \frac{\alpha}{\pi} + \frac{\sin(2\alpha)}{2\pi}}} = \sqrt{1 - \frac{\alpha}{\pi} + \frac{\sin(2\alpha)}{2\pi}} \quad (1.8)$$

Одавде се може одредити угао управљања α . Добија се трансцедентна једначина:

$$\sin(2\alpha) = 2\alpha - 1.2277 \quad (1.9)$$

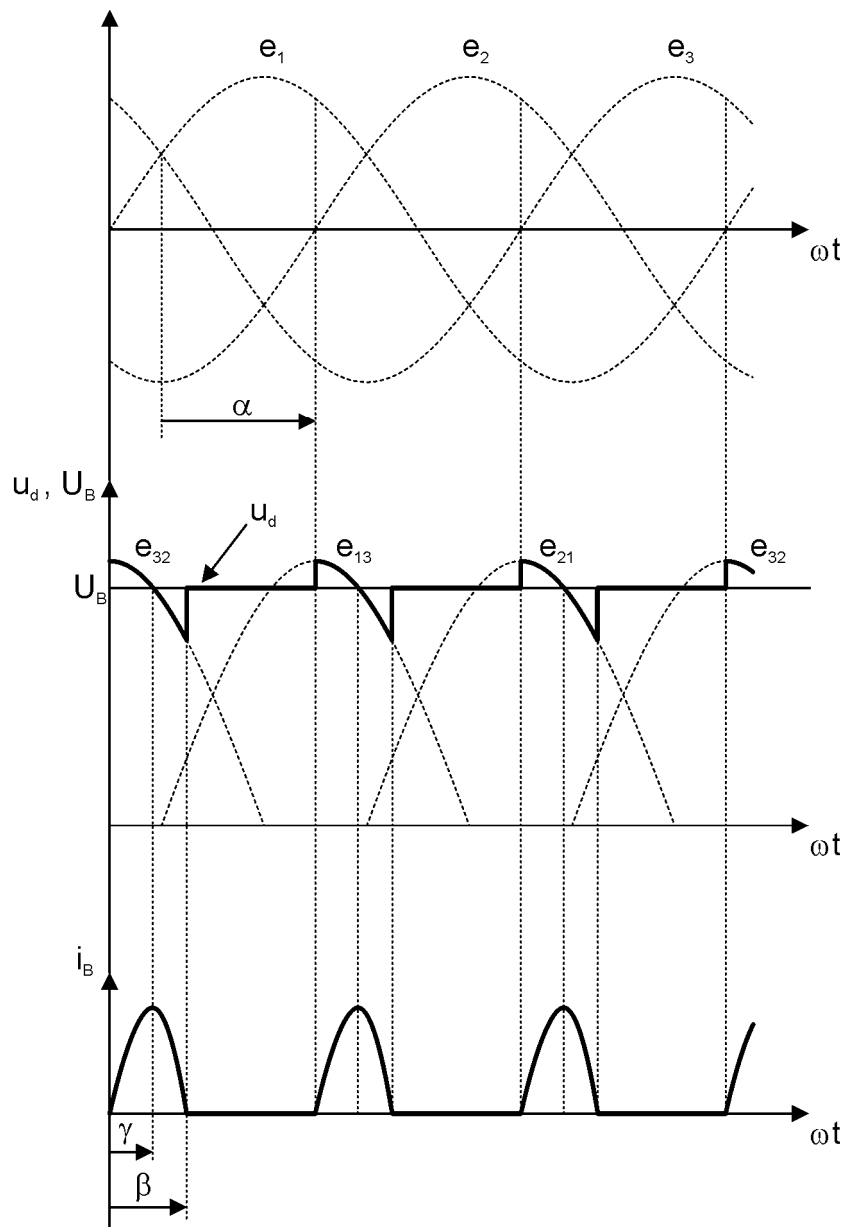
чијим се решавањем (неком од нумеричких метода) добија:

$$\alpha = 60^\circ \quad (1.10)$$

Сада је тражени однос струја:

$$\frac{I_{T1RMS}}{I_{T1AVG}} = 1.878 \quad (1.11)$$

2. задатак



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

$$E = \frac{380\text{V}}{3.8} = 100\text{V} \quad (2.1)$$

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

$$U_d = \frac{3\sqrt{6}E}{2\pi}(1 + \cos \alpha) = 116.95\text{V} \quad (2.2)$$

Пошто је:

$$U_d < U_B \quad (2.3)$$

струја оптерећења је прекидна.

Напон на пригушници L дат је са:

$$L \frac{di}{dt} = \sqrt{6}E \cos \omega t - U_B \quad (2.4)$$

Одакле је струја пригушнице:

$$i = \frac{\sqrt{6}E}{\omega L} \sin \omega t - \frac{U_B}{L} t \quad (2.5)$$

У тренутку $t = \beta / \omega$ струја оптерећења једнака је нули:

$$\frac{\sqrt{6}E}{\omega L} \sin \beta = \frac{U_B}{\omega L} \beta \Rightarrow \sqrt{6}E \sin \beta = U_B \beta \Rightarrow \sin \beta = 0.8165 \beta \quad (2.6)$$

Одавде се добије:

$$\beta = 1.08 \text{ rad} \Leftrightarrow 61.88^\circ \quad (2.7)$$

Средња вредност струје пуњења батерије сада је:

$$I_d = \frac{3}{T} \int_0^{\frac{\beta}{\omega}} \frac{1}{L} \left[\frac{\sqrt{6}E}{\omega} \sin \omega t - U_B \cdot t \right] \cdot dt = \frac{3\omega}{2\pi L} \left[\frac{\sqrt{6}E}{\omega^2} (1 - \cos \beta) - \frac{U_B}{2} \left(\frac{\beta}{\omega} \right)^2 \right] \quad (2.8)$$

тј.:

$$I_d = \frac{3}{2\pi L} \left[\frac{\sqrt{6}E}{\omega} (1 - \cos \beta) - \frac{U_B \beta^2}{2\omega} \right] = 19.54 \text{ A} \quad (2.9)$$