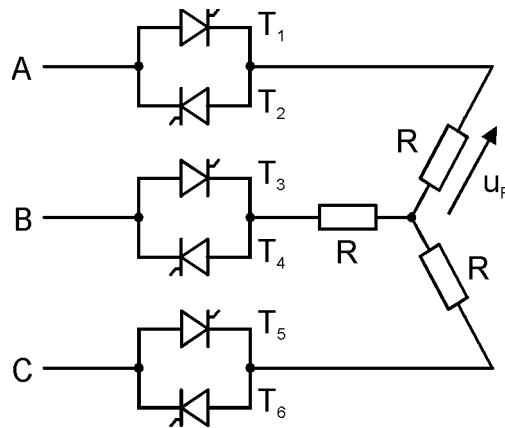
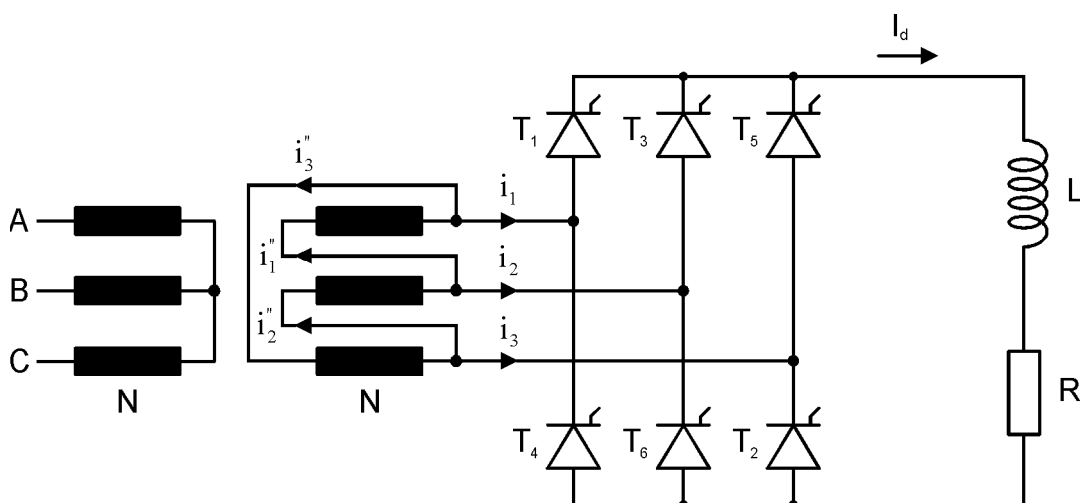


1. Пећ сачињена од три грејача отпорности $R=10\Omega$, везана у звезду, напаја се са мреже $3 \times 380V$, $50Hz$, преко три фазна регулатора, као на слици. Угао паљења тиристора је $\alpha=90^\circ$, а импулси за паљење тиристора су континуални и трају од $\omega t=\alpha$ до $\omega t=\alpha+\pi/2$. Нацртати таласни облик напона на једном грејачу, израчунати ефективну вредност тог напона, као и снагу пећи. Угао паљења се рачуна у односу на пролазак фазног напона кроз нулу.

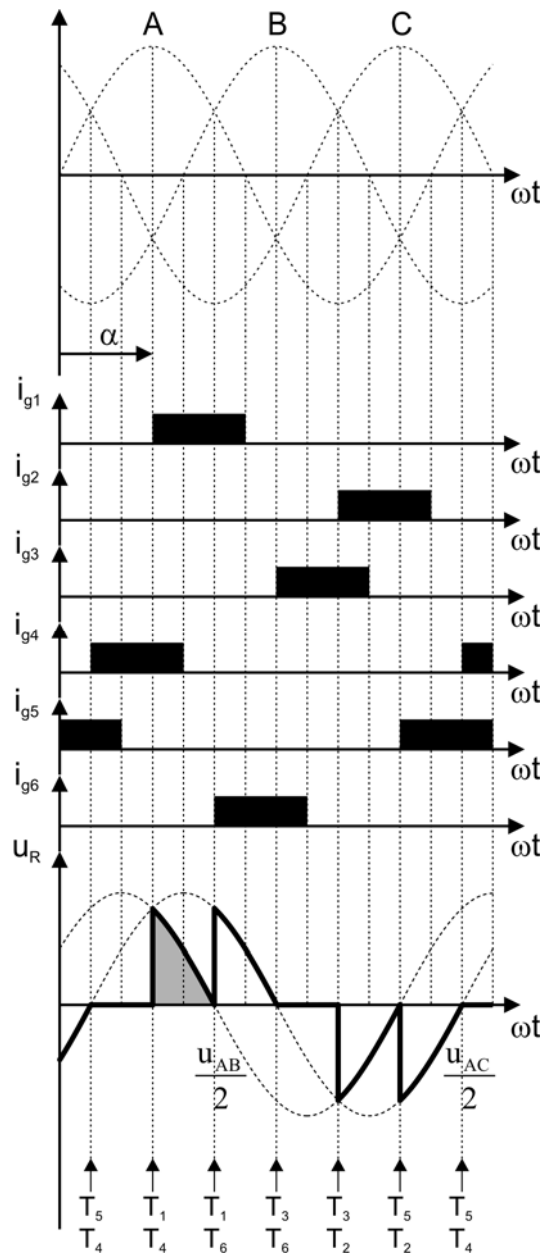


2. Исправљач на слици прикључен је на мрежни напон $3 \times 380V$, $50Hz$. Ефективна вредност струје примара трансформатора је $25A$. На отпорнику R измерена је снага $P=11.11kW$, а индуктивност пригушнице L је довољно велика да се може занемарити наизменична компонента струје оптерећења. Одредити угао паљења тиристора.



Испит траје 2 сата

1. задатак



Да би се успоставила струја оптерећења код овог фазног регулатора, потребно је да се бар два тиристора укључе истовремено (за неке углове паљења у неким тренуцима укључе се и три тиристора). Тако, у тренутку одређеном углом α , укључују се тиристор T_1 и T_4 , што је означено при дну горње слике. За време док су укључени тиристор T_1 и T_4 , напон на једном грејачу је $u_R = u_{AB}/2$. Ови тиристор биће укључени све до тренутка који одговара углу $\alpha + \pi/3$, када напон u_{AB} постаје једнак нули. Самим тим и струја кроз тиристоре T_1 и T_4 у том тренутку постаје једнак нули. У истом том тренутку (који одговара $\alpha + \pi/3$) задају се импулси за паљење тиристор T_6 , јер тај тренутак одговара углу паљења од 90° за тиристор T_6 . Са друге стране имамо да импулси за паљење тиристора T_1 још увек трају (погледати слику). Према томе, у тренутку који одговара углу

$\alpha+\pi/3$, укључује се тиристор T_6 , поново почиње да проводи тиристор T_1 , док тиристор T_4 постаје инверзно поларисан напонем $u_{BC} - u_{AC}/2$ и искључује се. Дакле, од тренутка који одговара углу $\alpha+\pi/3$ проводе тиристори T_1 и T_6 . За време док су укључени тиристори T_1 и T_6 , напон на посматраном грејачу је $u_R=u_{AC}/2$. Ови тиристори ће да проводе све до тренутка који одговара углу $\alpha+2\pi/3$, када ће се искључити тиристор T_1 , а укључити тиристор T_3 , који ће даље наставити да проводи заједно са тиристором T_6 . Док проводе T_3 и T_6 , напон на посматраном грејачу једнак је нули. Процес укључења и искључења тиристора наставља се даље на сличан начин, симетрично за све тиристоре. На основу претходне анализе, добија се таласни облик напона u_R на посматраном грејачу, који је приказан на горњој слици. Потребно је сада одредити ефективну вредност овог напона, као и снагу пећи.

На основу таласног облика са претходне слике, ефективна вредност напона на посматраном грејачу је:

$$U_R = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T u_R^2 dt} = \sqrt{\frac{2}{T} \cdot 2 \cdot \int_0^{\frac{T}{6}} \left(\frac{\sqrt{2}U}{2} \right)^2 \sin^2(\omega t) dt} \quad (1.1)$$

Интеграл под кореном једнак је осенченој површини са претходне слике. Решавањем овог интеграла добија се:

$$U_R = \sqrt{2}U \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^{\frac{T}{6}} \frac{1 - \cos(2\omega t)}{2} dt} = U \sqrt{\frac{1}{T} \left[\frac{T}{6} - \frac{1}{2\omega} \frac{\sqrt{3}}{2} \right]} = U \sqrt{\frac{1}{6} - \frac{\sqrt{3}}{8\pi}} = 118.8V \quad (1.2)$$

Снага пећи је:

$$P = 3 \cdot \frac{U_R^2}{R} = 4.234kW \quad (1.3)$$

2. задатак

Пошто је средња вредност напона на пригушници, у устаљеном стању, једнака нули, средња вредност напона на оптерећењу (отпорнику) једнака је средњој вредности напона на излазу исправљача. У поставци задатка је наведено да је индуктивност пригушнице L довољно велика да се може занемарити наизменична компонента струје оптерећења, што значи да је струја кроз оптерећење константна, и једнака количнику средње вредности напона на излазу исправљача и отпорности отпорника:

$$I_d = \frac{U_d}{R} \quad (2.1)$$

Снага која се дисипира на отпорнику је:

$$P = \frac{U_d^2}{R} = I_d \cdot U_d = I_d \cdot \frac{3\sqrt{6}E}{\pi} \cos(\alpha) = I_d \cdot \frac{3\sqrt{6}U}{\pi} \cos(\alpha) \quad (2.2)$$

Да би се одредио угао паљења, потребно је одредити вредност константне струје оптерећења, јер је снага на отпорнику дата у тексту задатка. Струја оптерећења одређује се помоћу ефективне вредности струје примара трансформатора, која је такође дата у тексту задатка. За одређивање везе између ових струја неопходно је нацртати одговарајуће таласне облике струја. Имајући у виду да однос између ефективне вредности струје примара трансформатора и константне струје оптерећења не зависи од угла паљења, одговарајући таласни облик можемо да нацртамо за било који угао паљења. На следећој страни приказани су таласни облици струја i_1 и i_2 , као и струје секундара, i_1'' , за усвојени угао паљења 30° . Сада је потребно одредити струју кроз један од секундарних намотаја (рецимо, кроз први намотај). С обзиром на усвојене референтне смерове, важи:

$$\begin{aligned} i_1'' &= i_1 + i_3'' \\ i_2'' &= i_2 + i_1'' \end{aligned} \quad (2.3)$$

Осим тога, збир струја у троуглу једнак је нули:

$$i_1'' + i_2'' + i_3'' = 0 \quad (2.4)$$

На основу ових једначина добија се:

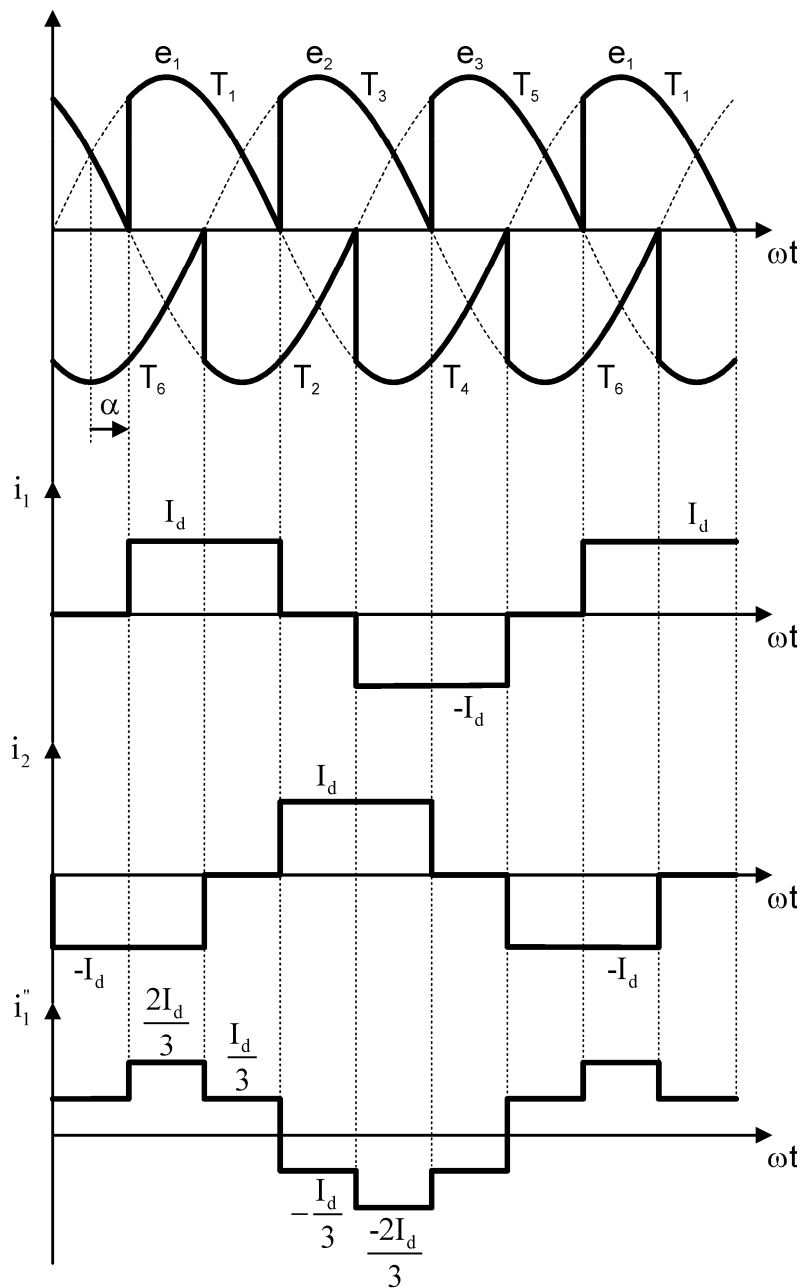
$$i_1'' = \frac{1}{3}(i_1 - i_2) \quad (2.5)$$

На основу чега се може нацртати таласни облик ове струје, што је такође приказано на слици на следећој страни. Ефективна вредност струје кроз секундарне намотаје је (према таласном облику):

$$I'' = \sqrt{\frac{2}{T} \left(2 \cdot \frac{I_d^2 T}{9 \cdot 6} + \frac{4I_d^2 T}{9 \cdot 6} \right)} = \frac{\sqrt{2}I_d}{3} \quad (2.6)$$

Струја примара, i_1' , има исти таласни облик као струја i_1'' , јер струја i_1'' нема једносмерну компоненту, а преносни однос је 1. Према томе, ефективна вредност струје кроз примарне намотаје је:

$$I' = \frac{I''}{m} = \frac{I''}{1} = I'' = \frac{\sqrt{2}I_d}{3} \quad (2.7)$$



Струја оптерећења сада је:

$$I_d = \frac{3I'}{\sqrt{2}} = 53.033 \text{ A} \quad (2.8)$$

Коначно, из једначине (2.2) следи:

$$\alpha = \arccos\left(\frac{\pi P}{UI_d\sqrt{6}}\right) = 45^\circ \quad (2.9)$$