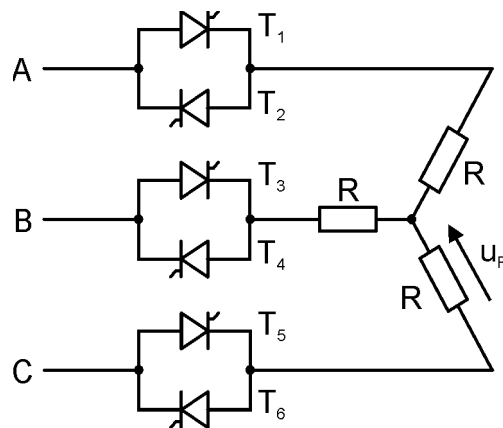
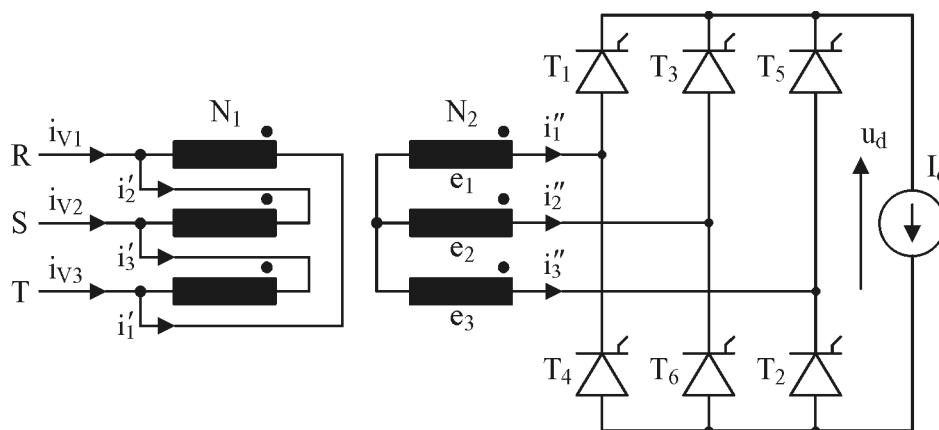


1. Пeћ сачињeнa oд тpи гpeјaчa oтпopнocти $R=6\Omega$, вeзaнa y звeздy, нaпajа сe сa мpeжe $3 \times 220V$, $50Hz$, пpeкo тpи фaзнa рeгулaтopa, кaо нa слици. Угao "пaљeњa" тиристopa je $\alpha=90^\circ$, a импyлси зa укљyчeњe тиристopa сy кoнтинуaлни и тpaјy oд $\omega t=\alpha$ дo $\omega t=\alpha+\pi/2$. Нaцртaти тaлaсни oблик нaпoнa нa јeднoм гpeјaчy, изрaчунaти eфeктивнy вpeднoст тoг нaпoнa, кaо и снaгy пeћи. Угao "пaљeњa" сe рaчунa y oднoсy нa пpoлaзaк фaзнoг нaпoнa кpoз нyлу.

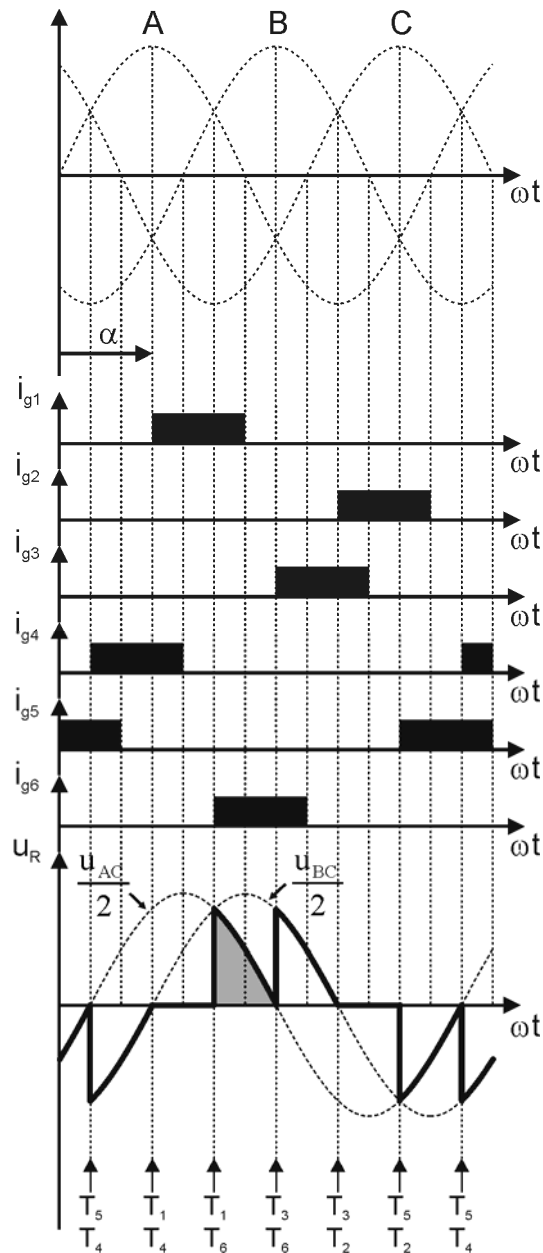


2. Тpoфaзнa пyнoупpaвљиви мoснa испpaвљaч oптepeђeн je cтpујним пoнopом cтpујe I_d . Испpaвљaч je нa мpeжy пpикљyчeн пpeкo тpaнcфopмaтopa y cпpeзи DY, кaо нa слици. Oднoс бpoјa нaвoјaкa нa пpимapy и cекyндapу тpaнcфopмaтopa je $m=N_1/N_2$. Зaнeмapyјyћи кoмyтaцијy, oдpeдити oднoс снaгe зa кoјy je пoтpeбнo димeнзиoнисaти тpaнcфopмaтop и мaксимaлнe снaгe кoјoм eнepгијa мoжe дa сe пpeнocи oптepeђeњy.



Испит тpaјe 2 сaтa

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 тиристора T_1 и T_4 , што је означено при дну горње слике. За време док су укључени тиристора T_1 и T_4 , напон на посматраном грејачу је једнак нули. Ови тиристора биће укључени све до тренутка који одговара углу $\alpha + \pi/3$, када напон u_{AB} постаје једнак нули. Самим тим и струја кроз тиристора 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 тиристором 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 је $u_R=u_{BC}/2$. 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:

$$U_R = \sqrt{2}U \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^{\frac{T}{6}} \frac{1 - \cos(2\omega t)}{2} dt} = U \sqrt{\frac{1}{T} \left[\frac{T}{6} - \frac{1}{2\omega} \frac{\sqrt{3}}{2} \right]} = U \sqrt{\frac{1}{6} - \frac{\sqrt{3}}{8\pi}} = 68.78 \text{ V} \quad (1.2)$$

Снага пећи је:

$$P = 3 \cdot \frac{U_R^2}{R} = 2.365 \text{ kW} \quad (1.3)$$

2. задатак

Струје кроз намотаје трансформатора могу се одредити из услова да је збир магнетопобудних сила по затвореном магнетном путу једнак нули. Ако се занемари струја магнећења трансформатора, има се:

$$-N_1 i_1' + N_2 i_1'' - N_2 i_2'' + N_1 i_2' = 0 \quad (2.1)$$

$$-N_1 i_1' + N_2 i_1'' - N_2 i_3'' + N_1 i_3' = 0 \quad (2.2)$$

Осим тога, збир струја примара трансформатора једнак је нули:

$$i_1' + i_2' + i_3' = 0 \quad (2.3)$$

Ако се као преносни однос трансформатора узме однос бројева навојака примарних и секундарних намотаја трансформатора ($m = N_1/N_2$), решавањем претходне три једначине добија се:

$$i_1' = \frac{1}{m} \cdot \frac{1}{3} \cdot (2i_1'' - i_2'' - i_3'') \quad (2.4)$$

$$i_2' = \frac{1}{m} \cdot \frac{1}{3} \cdot (2i_2'' - i_1'' - i_3'') \quad (2.5)$$

$$i_3' = \frac{1}{m} \cdot \frac{1}{3} \cdot (2i_3'' - i_1'' - i_2'') \quad (2.6)$$

Ако се још узме у обзир да је збир струја кроз секундарне намотаје једнак нули:

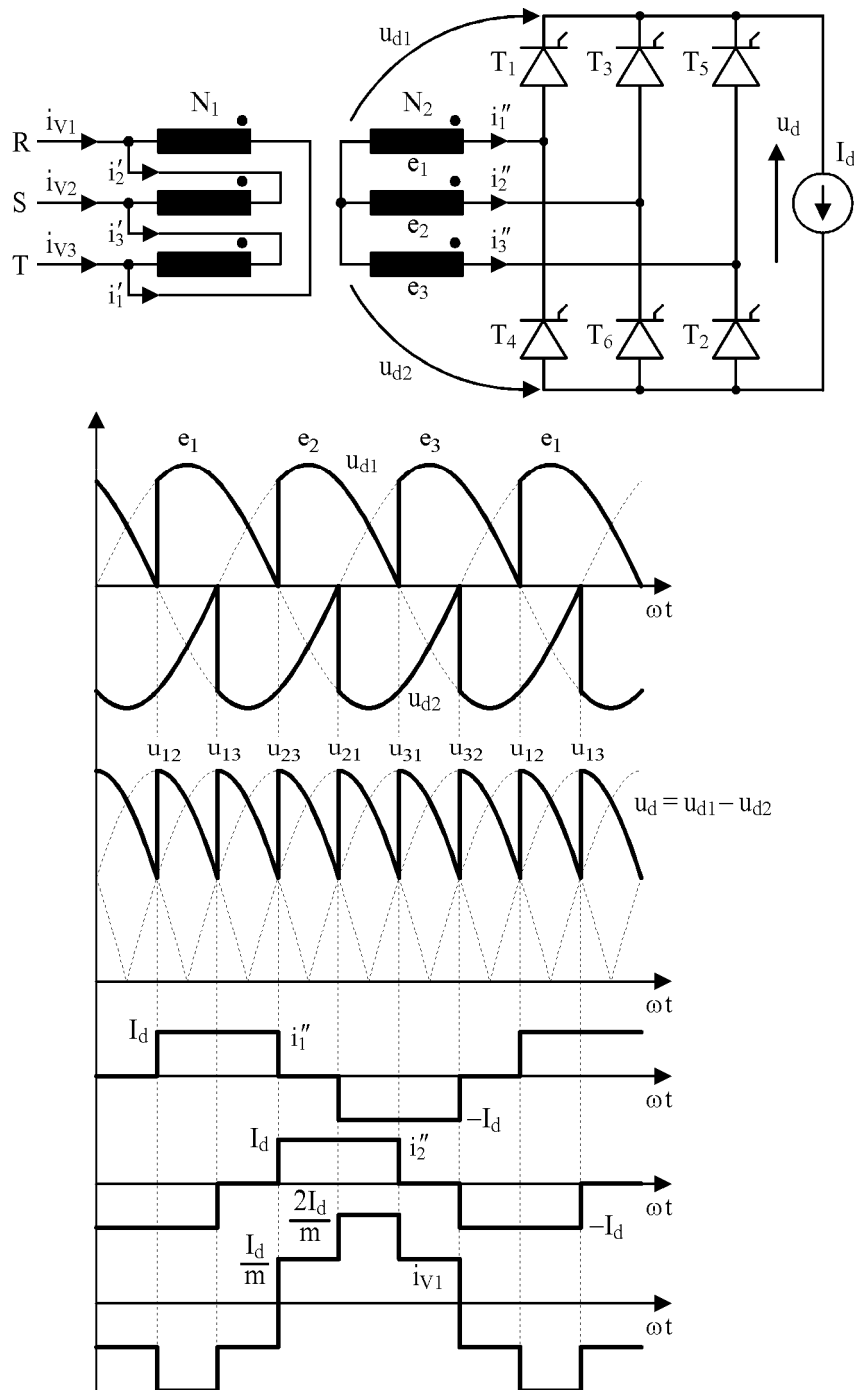
$$i_1'' + i_2'' + i_3'' = 0 \quad (2.7)$$

изрази за струје кроз примарне намотаје постају:

$$i_1' = \frac{1}{m} \cdot i_1'', \quad i_2' = \frac{1}{m} \cdot i_2'', \quad i_3' = \frac{1}{m} \cdot i_3'' \quad (2.8)$$

Дакле, таласни облици струја кроз примарне и секундарне намотаје су једнаки.

Таласни облици струја секундарних намотаја, као и струје вода, i_{v1} , приказани су на следећој слици.



Ефективна вредност струје кроз секундарне намотаје трансформатора је:

$$I'' = \sqrt{\frac{T}{2} \int_0^{\frac{T}{3}} I_d^2 dt} = I_d \sqrt{\frac{2}{3}} \quad (2.9)$$

Ефективна вредност струје кроз примарне намотаје трансформатора је:

$$I' = \frac{1}{m} I'' = \frac{I_d}{m} \sqrt{\frac{2}{3}} \quad (2.10)$$

због чега су привидне снаге рачунате са стране примара и секундара једнаке па је снага на коју треба димензионисати трансформатор:

$$S = S' = S'' = 3 \cdot E \cdot I_d \cdot \sqrt{\frac{2}{3}} = \sqrt{6} EI_d \quad (2.11)$$

Максимална снага којом се енергија преноси оптерећењу постиже се онда када је највећи напон на оптерећењу, односно за угао паљења тиристора $\alpha = 0$. Ова снага износи:

$$P_0 = U_d \cdot I_d = \frac{3\sqrt{6}}{\pi} \cdot EI_d \quad (2.12)$$

Однос снаге на коју је потребно димензионисати трансформатор и максималне снаге којом се енергија може преносити оптерећењу је:

$$\frac{S}{P_0} = \frac{\pi}{3\sqrt{6}} \cdot \sqrt{6} = \frac{\pi}{3} = 1.05 \quad (2.13)$$