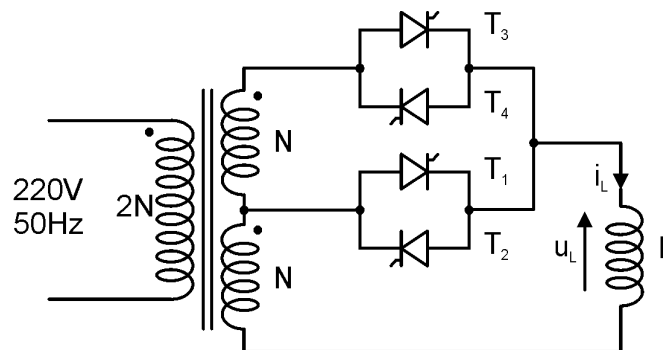
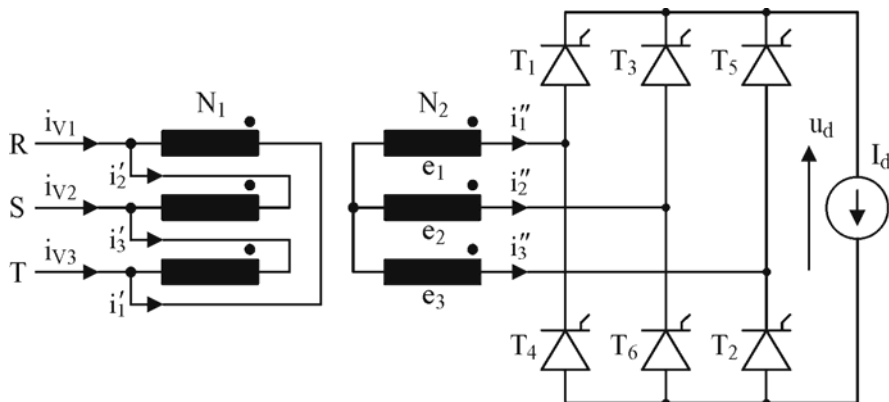


1. За фазни регулатор приказан на слици, одредити опсег у коме може да се мења угао управљања тиристорима T_1 и T_2 . Угао управљања тиристорима T_3 и T_4 је $\alpha_2=150^\circ$.



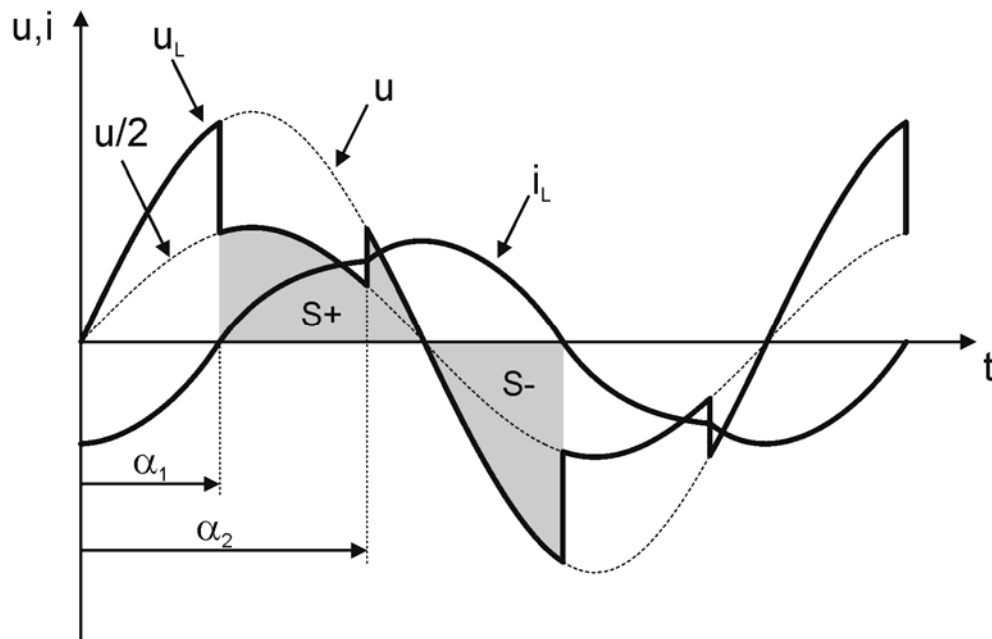
2. За исправљач приказан на слици, одредити ефективну вредност струје примара трансформатора, активну и реактивну снагу основног хармоника и укупну активну и привидну снагу које се узимају из мреже. Колико износе фактор снаге основног хармоника и укупни фактор снаге на месту прикључења на мрежу? Исправљач је прикључен на градску мрежу напона $3 \times 380V$, $50Hz$, а струја струјног понора је $I_d=150A$. Угао управљања тиристорима је $\alpha=30^\circ$. $N_1: N_2=10:1$



Испит траје 2 сата

1. задатак

Ако се у позитивној полупериоди после α_1 укључује тиристор T_1 , а после α_2 тиристор T_3 , онда ће се у негативној полупериоди после $\pi + \alpha_1$ укључити тиристор T_2 .



Струја оптерећења ће опати на нулу када површина напона на индуктивном оптерећењу постане једнака нули. Дакле:

$$\int_{\alpha_1}^{\alpha_2} \frac{\sqrt{2}E}{2} \sin(x) dx + \int_{\alpha_2}^{\pi + \alpha_1} \sqrt{2}E \sin(x) dx = 0 \quad (1.1)$$

Односно:

$$\cos(\alpha_1) = -\frac{1}{3} \cos(\alpha_2) = \frac{\sqrt{3}}{6} \quad (1.2)$$

Одавде следи да је минимални угао управљања тиристорима T_1 и T_2 :

$$\alpha_{1\min} = 73.22^\circ \quad (1.3)$$

Тиристоре T_1 и T_2 нема смисла укључивати после α_2 јер су они тада инверзно поларисани, зато што тада проводи један од тиристора T_3 и T_4 . Због тога је:

$$\alpha_{1\max} = \alpha_2 = \frac{5\pi}{6} = 150^\circ \quad (1.4)$$

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:

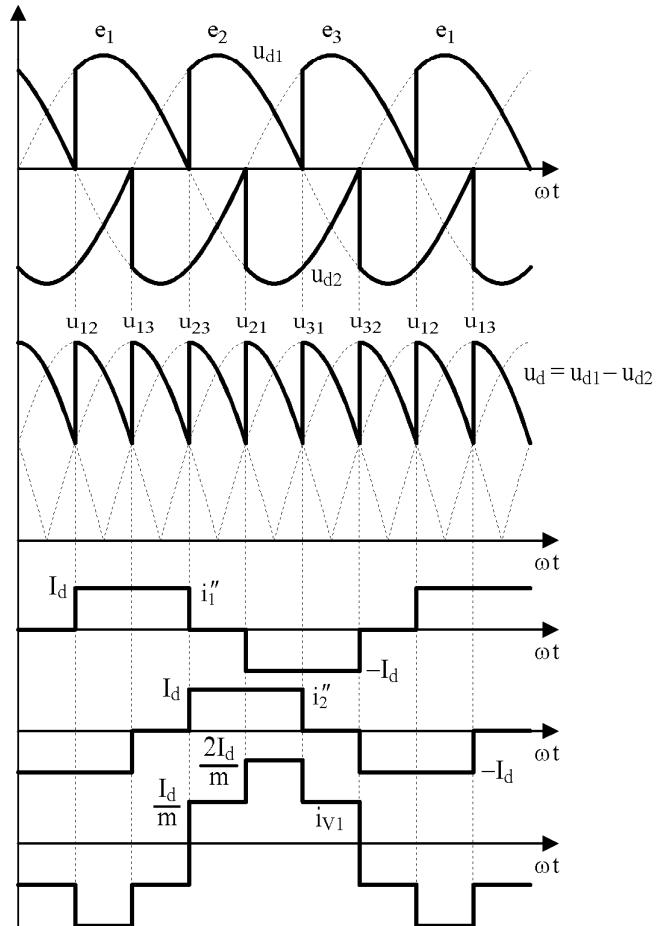
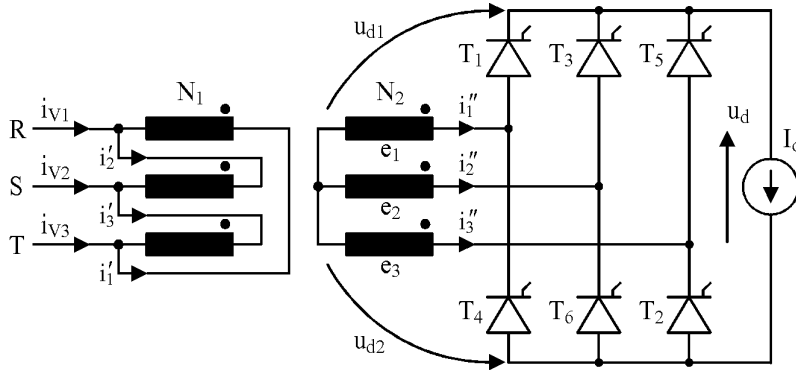
$$i_1'' + i_2'' + i_3'' = 0 \quad (2.7)$$

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 облик ове струје је приказан на слици доле:



Средња вредност напона на излазу исправљача износи:

$$U_d = \frac{3 \cdot \sqrt{6} \cdot U \cdot \cos(\alpha)}{m \cdot \pi} = 192.4 \text{ V} \quad (2.9)$$

Снага којом оптерећење преузима енергију износи:

$$P = U_d \cdot I_d = 28.866 \text{ kW} \quad (2.10)$$

Пошто су напони мреже простопериодични, а губици у трансформатору и исправљачу занемарени, активна снага се из мреже преузима само првим

хармоником струје, што за последицу има да су активна снага основног хармоника, укупна активна снага и снага оптерећења једнаке.

$$P_1 = P = 28.866 \text{ kW} \quad (2.11)$$

Ефективна вредност струје кроз секундарне намотаје трансформатора је:

$$I'' = \sqrt{\frac{2}{T} \int_0^{\frac{T}{3}} I_d^2 dt} = I_d \sqrt{\frac{2}{3}} \quad (2.12)$$

Ефективна вредност струје кроз примарне намотаје трансформатора је:

$$I' = \frac{1}{m} I'' = \frac{I_d}{m} \sqrt{\frac{2}{3}} \quad (2.13)$$

Укупна привидна снага која се узима из мреже износи:

$$S = 3 \cdot U \cdot I' = 3 \cdot U \cdot \frac{I_d}{m} \sqrt{\frac{2}{3}} = 34,907 \text{ kVA} \quad (2.14)$$

Да би се добиле реактивна и привидна снага основног хармоника које се узимају из мреже, потребно је наћи први хармоник струје i'_1 или струје i_{V1} . Струја i_{V1} је непарна функција, те има само синусну компоненту основног хармоника која износи:

$$\begin{aligned} b_{V11} &= \frac{4}{T} \int_0^{T/2} i_{V1}(t) \cdot \sin(\omega t) dt = \frac{8}{T} \int_0^{T/4} i_{V1}(t) \cdot \sin(\omega t) dt = \\ &= \frac{8}{T} \left(\int_0^{T/6} \frac{I_d}{m} \cdot \sin(\omega t) dt + \int_{T/6}^{T/4} \frac{2I_d}{m} \cdot \sin(\omega t) dt \right) = \frac{6 \cdot I_d}{m \cdot \pi} \end{aligned} \quad (2.15)$$

Ефективна вредност основног хармоника струје i_{V1} износи:

$$I_{V11} = \frac{b_{V11}}{\sqrt{2}} = \frac{3 \cdot \sqrt{2} \cdot I_d}{m \cdot \pi} \quad (2.16)$$

Основни хармоник струје i_{V1} је у противфази са напоном u_{31} , а фазни напон примара u_1 касни за напоном u_{31} за 150 степени. Из тога следи да струја i_{V1} касни за фазним напоном u_1 за 30 степени. Реактивна и привидна снага основног хармоника износе:

$$Q_1 = 3 \cdot U_1 \cdot I_{V11} \sin \varphi = 16.666 \text{ kVAr} \quad (2.17)$$

$$S_1 = 3 \cdot U_1 \cdot I_{V11} = 33.332 \text{ kVA} \quad (2.18)$$

Укупни фактор снаге и фактор снаге основног хармоника износе:

$$\lambda = \frac{P_1}{S} = 0.827 \quad (2.19)$$

$$\lambda_1 = \frac{P_1}{S_1} = 0.866 \quad (2.20)$$