

OF3 K2-5

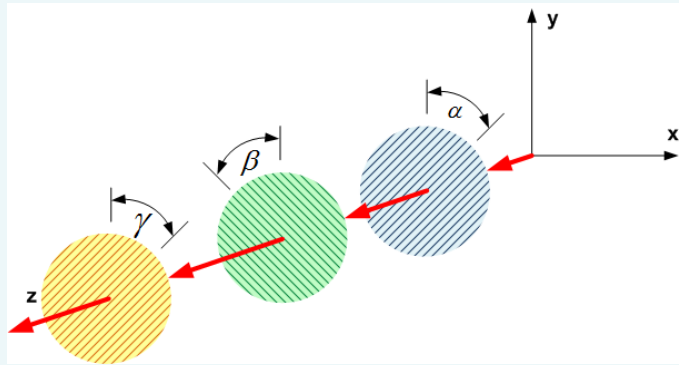
Upadna nepolarizirana svjetlost poslana je u smjeru z osi kroz tri polarizatora čije osi polarizacije zatvaraju kutove s y osi kao što je prikazano na slici

$$\alpha = 25^\circ$$

$$\beta = 45^\circ$$

$$\gamma = 30^\circ$$

Koliki postotak upadne svjetlosti prođe kroz sustav?



$$\alpha = 25^\circ$$

$$\beta = 45^\circ$$

$$\gamma = 30^\circ$$

$$\frac{I_3}{I_0} = ?$$

Polarizacija

Na polarizator upada svjetlost intenziteta I_0 , a izlazi svjetlost intenziteta I .

- upadna svjetlost nepolarizirana $\Rightarrow I = I_0/2$
- upadna svjetlost polarizirana, $\angle(\text{smjer polarizacije}, \vec{E}) = \vartheta \Rightarrow I = I_0 \cos^2 \vartheta \quad E_I = E \cos \vartheta$

Na prvi polarizator upada nepolarizirana svjetlost intenziteta I_0 , a izlazi polarizirana svjetlost intenziteta

$$I_1 = \frac{I_0}{2}$$

koja upada na drugi polarizator. Kako je njeno električno polje sada usmjereno u smjeru osi polarizacije prvog polarizatora, ono zatvara sa smjerom polarizacije drugog polarizatora kut $\alpha + \beta$ pa je intenzitet svjetlosti koja izlazi iz drugog polarizatora

$$I_2 = I_1 \cos^2(\alpha + \beta)$$

Intenzitet svjetlosti, koja iziđe kroz treći polarizator, iznosi

$$I_3 = I_2 \cos^2(\beta + \gamma)$$

pa je

$$\frac{I_3}{I_0} = \frac{I_2 \cos^2(\beta + \gamma)}{I_0}$$

$$\frac{I_3}{I_0} = \frac{I_0 \cos^2(\alpha + \beta) \cos^2(\beta + \gamma)}{2I_0}$$

$$\frac{I_3}{I_0} = \frac{\cos^2(70^\circ) \cos^2(75^\circ)}{2}$$

$$\frac{I_3}{I_0} \approx \frac{0,1174 \cdot 0,0673}{2} = 0,004$$

$$\frac{I_3}{I_0} = \mathbf{0.4\%}$$

OF3 K2-6

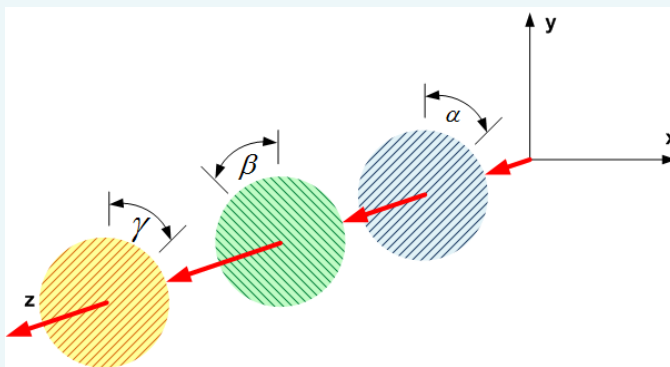
Upadna nepolarizirana svjetlost poslana je u smjeru z osi kroz tri polarizatora čije osi polarizacije zatvaraju kutove s y osi kao što je prikazano na slici

$$\alpha = 45^\circ$$

$$\beta = 15^\circ$$

$$\gamma = 15^\circ$$

Koliki postotak upadne svjetlosti prođe kroz sustav?



$$\alpha = 45^\circ$$

$$\beta = 15^\circ$$

$$\gamma = 15^\circ$$

$$\frac{I_3}{I_0} = ?$$

Polarizacija

Na polarizator upada svjetlost intenziteta I_0 , a izlazi svjetlost intenziteta I .

- upadna svjetlost nepolarizirana $\Rightarrow I = I_0/2$
- upadna svjetlost polarizirana, $\angle(\text{smjer polarizacije}, \vec{E}) = \vartheta \Rightarrow I = I_0 \cos^2 \vartheta \quad E_I = E \cos \vartheta$

Na prvi polarizator upada nepolarizirana svjetlost intenziteta I_0 , a izlazi polarizirana svjetlost intenziteta

$$I_1 = \frac{I_0}{2}$$

koja upada na drugi polarizator. Kako je njeno električno polje sada usmjereno u smjeru osi polarizacije prvog polarizatora, ono zatvara sa smjerom polarizacije drugog polarizatora kut $\alpha + \beta$ pa je intenzitet svjetlosti koja izlazi iz drugog polarizatora

$$I_2 = I_1 \cos^2(\alpha + \beta)$$

Intenzitet svjetlosti, koja iziđe kroz treći polarizator, iznosi

$$I_3 = I_2 \cos^2(\beta + \gamma)$$

pa je

$$\frac{I_3}{I_0} = \frac{I_2 \cos^2(\beta + \gamma)}{I_0}$$

$$\frac{I_3}{I_0} = \frac{I_0 \cos^2(\alpha + \beta) \cos^2(\beta + \gamma)}{2I_0}$$

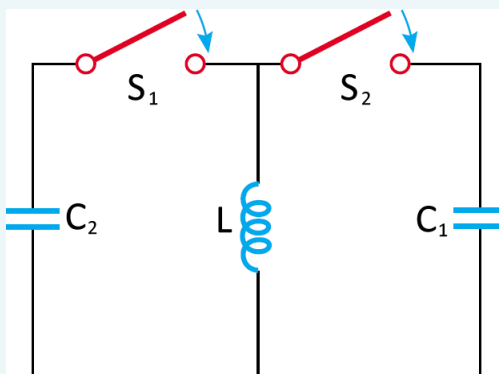
$$\frac{I_3}{I_0} = \frac{\cos^2(60^\circ) \cos^2(30^\circ)}{2}$$

$$\frac{I_3}{I_0} \approx \frac{0,25 \cdot 0,75}{2} = 0,094$$

$$\frac{I_3}{I_0} \approx 9.4\%$$

OF3 K2-7

U strujnom krugu, kao na slici dolje, prvi kondenzator kapaciteta $C_1 = 900 \mu\text{F}$ početno je nabijen do 100 V , a drugi kondenzator $C_2 = 100 \mu\text{F}$ je ispražnjen. Ako je induktivitet zavojnice $L = 10.0 \text{ H}$, opišite detaljno kako možemo koristeći prekidače S_1 i S_2 nabiti drugi kondenzator tako da razlika potencijala na njegovim krajevima bude 300 V .



$$C_1 = 900 \mu\text{F}$$

$$V_1 = 100 \text{ V}$$

$$C_2 = 100 \mu\text{F}$$

$$V_2 = 300 \text{ V}$$

$$L = 10.0 \text{ H}$$

Prvo provjerimo imamo li dovoljno energije za nabiti C_2 do tražene razlike potencijala. Energija potrebna za nabiti kondenzator $C_2 = 100 \mu\text{F}$ do razlike potencijala $V_2 = 300 \text{ V}$ iznosi:

$$U_{E2} = \frac{1}{2} C_2 V_2^2 = \frac{1}{2} \cdot 100 \cdot 10^{-6} \text{ F} \cdot (300 \text{ V})^2 = 4.50 \text{ J}$$

U početku energija električnog polja kondenzatora $C_1 = 900 \mu\text{F}$ iznosi:

$$U_{E1} = \frac{1}{2} C_1 V_1^2 = \frac{1}{2} \cdot 900 \cdot 10^{-6} \frac{\text{As}}{\text{V}} \cdot (100 \text{ V})^2 = 4.50 \text{ J}$$

Znači svu energiju treba prebaciti sa C_1 na C_2 . Iskoristi ćemo, u te svrhe, zavojnicu te zatvoriti sklopku S_2 čime smo dobili jednostavni LC krug. Potrebno je čekati dok se potpuno isprazni kondenzator C_1 , odnosno četvrtinu perioda za dobiveni LC krug. U tom trenutku t_1 početna energija električnog polja kondenzatora biva sva pretvorena u energiju magnetskog polja zavojnice.

$$U_B \left(\frac{T_1}{4} \right) = 4.50 \text{ J}$$

$$T_1 = 2\pi\sqrt{LC_1} = 0.596 \text{ s}$$

$$t_1 = \frac{T_1}{4} = 0.149 \text{ s}$$

U ovom trenutku zatvaramo prekidač S_1 i otvaramo prekidač S_2 . Sada imamo novi LC krug u kojem je potrebno $T_2/4$ za pretvoriti svu energiju magnetskog polja zavojnice u energiju električnog polja kondenzatora C_2 . U tom trenutku isključimo li sklopku S_1 , kondenzator C_2 bit će nabijen do razlike potencijala od 300 V .

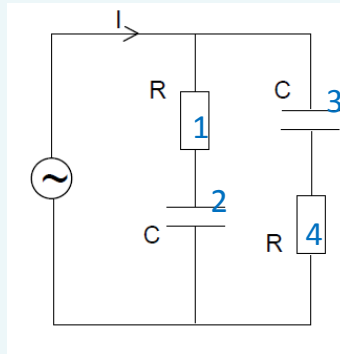
$$T_2 = 2\pi\sqrt{LC_2} = 0.199 \text{ s}$$

$$t_2 = \frac{T_2}{4} = 0.0497 \text{ s}$$

OF3 K2-8

Amplituda elektromotorne sile, frekvencije ω , koja napaja krug izmjenične struje prikazan na slici iznosi U_0 . Odredite:

- struju izvora;
- snagu što se troši u krugu kao funkciju frekvencije ω .



a) $I = ?$

Elementi 1,2 spojeni su paralelno sa 3,4 pa je pad napona na njihovim krajevima $U_{12} = U_{34} = U_0$ što uz $\varphi_V = 0$ daje struje

$$I_{12} = \frac{U_0}{Z_{12}} = \frac{U_0}{R - \frac{i}{\omega C}} \equiv I_P$$

$$I_{34} = \frac{U_0}{Z_{34}} = \frac{U_0}{R - \frac{i}{\omega C}} = I_P$$

što znači: kroz oba paralelna dijela teče jednaka struja $I_{12} = I_{34} = I_P$ kako smo mogli i predvidjeti jer su u paralelu povezani jednaki elementi.

$$I_{12} = \frac{U_0}{R - \frac{i}{\omega C}} \cdot \frac{R + \frac{i}{\omega C}}{R + \frac{i}{\omega C}} = \frac{U_0 \left(R + \frac{i}{\omega C} \right)}{R^2 + \left(\frac{1}{\omega C} \right)^2}$$

$$(I_{12})_0 = \frac{U_0}{\sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{\omega C} \right)^2}} ; \quad \varphi_I = \arctg \frac{\frac{1}{\omega C}}{R} = \arctg \frac{1}{\omega CR}$$

Prema 1. Kirchhoffovom zakonu je onda

$$I = I_{12} + I_{34} = 2I_P = 2(I_{12})_0 e^{i\varphi_I}$$

što možemo pisati i kao

$$i(t) = I_0 \cos(\omega t + \varphi_I) = \frac{2U_0}{\sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{\omega C} \right)^2}} \cos\left(\omega t + \arctg \frac{1}{\omega CR}\right)$$

b) $\bar{P} = ?$

$$\bar{P} = \varepsilon_{ef} I_{ef} \cos \varphi = \frac{1}{2} U_0 \cdot 2(I_{12})_0 \cdot \frac{1}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \varphi_I}} = U_0 \cdot \frac{U_0}{\sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{\omega C} \right)^2}} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{1}{R\omega^2 C^2} \right)^2}}$$

$$\bar{P} = \frac{U_0^2}{\sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{\omega C} \right)^2 + \left(\frac{1}{\omega C} \right)^2 + \left(\frac{1}{R\omega C} \right)^2}} = \frac{U_0^2}{\sqrt{\left(R + \frac{1}{R\omega^2 C^2} \right)^2}} = \frac{U_0^2 R}{R^2 + \left(\frac{1}{\omega C} \right)^2}$$