



Š i f r a k a n d i d a t a :

Državni izpitni center



M 1 1 1 7 7 1 1 2

SPOMLADANSKI IZPITNI ROK

ELEKTROTEHNIKA

NAVODILA ZA OCENJEVANJE

Petek, 10. junij 2011

SPLOŠNA MATURA

A01**Električni pretok.**

- a) S katero enoto mednarodnega merskega sistema izražamo električni pretok? (1 točka)
- b) Izrazite osnovno enoto električnega pretoka z drugimi enotami SI. (1 točka)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

- a) Enota za električni pretok je
C (kulon)..... 1 točka
- b) Enota električnega pretoka, izražena z enotami SI
C = As 1 točka

A02

Presek vodnika, ki bo vodil električni tok $I = 10$ A , bomo izbrali glede na dovoljeno gostoto toka $J = 4$ A/mm².

Izračunajte najmanjši potreben presek vodnika.

(2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

Izračun preseka vodnika

$$A = \frac{I}{J} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$A = \frac{10}{4 \cdot 10^6} = 2,5 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 = 2,5 \text{ mm}^2 \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

A03

V nekem prostoru je električni naboj $Q_0 = 2,4$ pC . V času ene sekunde pride v ta prostor 2,5 milijona elektronov, iz njega pa odide 3,7 milijona protonov.

Kolikšen je električni naboj Q_1 v tem prostoru po eni sekundi?

(2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

Množina naboja v prostoru po eni sekundi

$$Q_1 = Q_0 - 2,5 \cdot 10^6 e_0 - 3,7 \cdot 10^6 e_0 \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$Q_1 = 24 \cdot 10^{-13} - 9,92 \cdot 10^{-13} = 1,41 \text{ pC} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

A04

V polju kondenzatorja, ki je priključen na napetost $U = 1200 \text{ V}$, je akumulirano $W_e = 3,2 \text{ mJ}$ električne energije.

Izračunajte električni pretok Φ_e med eno in drugo ploščo kondenzatorja.

(2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

Električna energija

$$W_e = \frac{1}{2} \Phi_e U \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

Izračun električnega pretoka

$$\Phi_e = \frac{2W_e}{U} = 5,33 \text{ } \mu\text{C} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

A05

Upor upornosti $R = 20 \text{ } \Omega$ je priključen na napetost $U = 12 \text{ V}$.

Koliko energije prejme upor v času $t = 30 \text{ min}$?

(2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

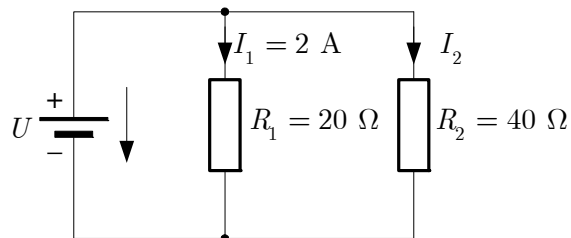
Izračun energije

$$W = Pt \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$W = \frac{U^2}{R} t = \frac{12^2}{20} \cdot 1800 = 12,96 \cdot 10^3 \text{ J} = 12,96 \text{ kJ} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

A06

V danem vezju poznamo $R_1 = 20 \Omega$, $R_2 = 40 \Omega$ in $I_1 = 2 \text{ A}$.



Določite tok I_2 .

(2 točki)

Rešitev in navodila za točkovanje

Izračun toka I_2

$$U = R_1 I_1 = 20 \cdot 2 = 40 \text{ V} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

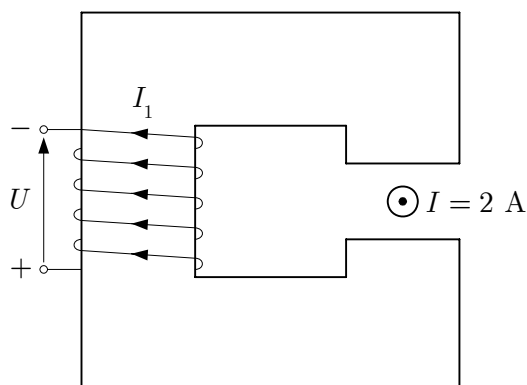
$$I_2 = \frac{U}{R_2} = \frac{40}{40} = 1 \text{ A} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

ali

$$I_2 = I_1 \frac{R_1}{R_2} = 2 \cdot \frac{20}{40} = 1 \text{ A} \dots\dots\dots 2 \text{ točki}$$

A07

Med poloma elektromagneta na sliki je gostota magnetnega pretoka $B = 0,12 \text{ T}$. V magnetnem polju je vodnik, v katerem je tok $I = 2 \text{ A}$. Dolžina vodnika v magnetnem polju je 25 cm .



a) Kolikšna sila deluje na tokovodnik?

(1 točka)

b) Na sliki označite smer sile na tokovodnik.

(1 točka)

Rešitev in navodilo za ocenjevanje

- a) Sila na tokovodnik

$$F = BIl$$

$$F = 0,12 \cdot 2 \cdot 0,25 = 0,06 \text{ N} = 60 \text{ mN} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

- b) Smer sile

Smer sile je v levo 1 točka

A08Zračni tuljavi povečamo število ovojev od $N_1 = 100$ na $N_2 = 120$ ovojev.**Induktivnost tuljave se:**

- A poveča za 20 odstotkov,
 B poveča za 44 odstotkov,
 C zmanjša za 20 odstotkov,
 D zmanjša za 44 odstotkov.

Obkrožite črko pred pravilnim odgovorom.*(2 točki)***Rešitev in navodila za ocenjevanje**

Izračun induktivnosti za oba primeri

$$L = \frac{\mu N^2 A}{l}$$

$$L_1 = \frac{\mu N_1^2 A}{l} = \frac{\mu A}{l} 100^2 = \frac{\mu A}{l} 10000$$

$$L_2 = \frac{\mu N_2^2 A}{l} = \frac{\mu A}{l} 120^2 = \frac{\mu A}{l} 14400$$

$$\Delta L(\%) = \frac{L_2 - L_1}{L_1} 100 = \frac{4400}{10000} 100 = 44 \% \dots\dots\dots 2 \text{ točki}$$

Pravilen je odgovor B.

A09

Pri harmonični napetosti $u = 325 \sin(\omega t)$ V krožne frekvence $\omega = 628 \text{ s}^{-1}$ teče skozi tuljavo tok $i = 0,2 \sin(\omega t - 90^\circ)$ A.

Izračunajte induktivnost tuljave.

(2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

Induktivnost tuljave

$$L = \frac{U_m}{\omega I_m} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$L = \frac{1625}{628} = 2,59 \text{ H} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

A10

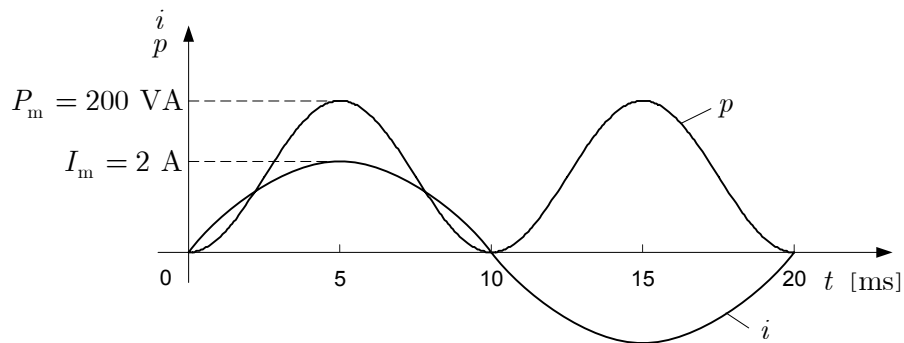
Idealni upor priključimo na vir harmonične napetosti $u = 100 \sin(\omega t)$ V in frekvence $f = 50 \text{ Hz}$. Pri tem je tok upora $i = 2 \sin(\omega t)$ A.

Narišite časovni diagram toka i in moči p .

(2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

Časovni diagram toka i in moči p



$T = 20 \text{ ms} \dots\dots 2 \text{ točki}$

A11

V simetričnem trifaznem sistemu $400 \text{ V}/230 \text{ V}$ je kazalec medfazne napetosti

$$\underline{U}_{12} = 400 \text{ V}.$$

Zapišite kazalca faznih napetosti \underline{U}_1 in \underline{U}_2 .

(2 točki)

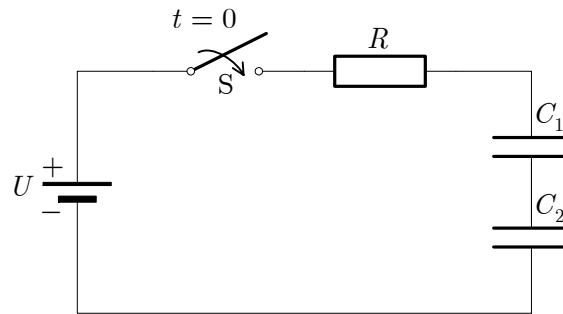
Rešitev in navodila za ocenjevanje

$$\underline{U}_1 = 230e^{-j30^\circ} \text{ V} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$\underline{U}_2 = 230e^{-j150^\circ} \text{ V} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

A12

V narisanim vezju s podatki $U = 10 \text{ V}$, $R = 2 \text{ M}\Omega$, $C_1 = 1 \text{ }\mu\text{F}$ in $C_2 = 1 \text{ }\mu\text{F}$ poteka po vklopu stikala S prehodni pojav.



Izračunajte časovno konstanto prehodnega pojava.

(2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

$$\tau = RC \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

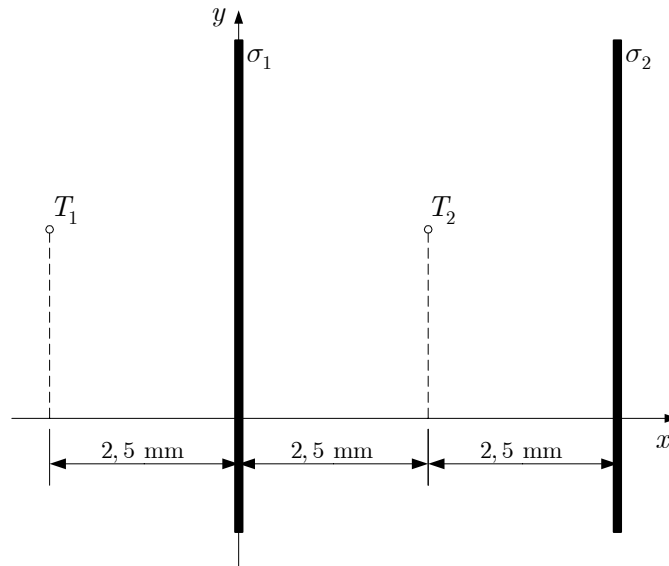
$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{2}{10^{-6}}$$

$$C = 0,5 \cdot 10^{-6} \text{ F}$$

$$\tau = 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot 2 \cdot 10^6 = 1 \text{ s} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

B01

Vzporedni plošči sta naelektreni in potopljeni v olje z relativno dielektričnostjo $\epsilon_r = 2,5$. Površinska gostota naboja na levi plošči je $\sigma_1 = 3 \mu\text{C}/\text{m}^2$, na desni pa $\sigma_2 = -3 \mu\text{C}/\text{m}^2$. Razdalja med ploščama je $d = 5 \text{ mm}$.



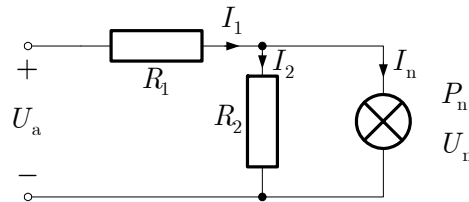
- a) Izračunajte električno poljsko jakost E_1 v točki T_1 . (2 točki)
- b) Izračunajte električno poljsko jakost E_2 v točki T_2 . (2 točki)
- c) Izračunajte električno napetost U med ploščama. (2 točki)
- d) Izračunajte potencial V_2 točke T_2 , če je potencial V_1 točke T_1 enak nič voltov. (2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

- a) Izračun električne poljske jakosti E_1 v točki T_1
- $E_1 = -\frac{\sigma_1}{2\epsilon_r\epsilon_0} - \frac{\sigma_2}{2\epsilon_r\epsilon_0}$ 1 točka
- $E_1 = 0$ 1 točka
- b) Izračun električne poljske jakosti E_2 v točki T_2
- $E_2 = \frac{\sigma_1}{2\epsilon_r\epsilon_0} - \frac{\sigma_2}{2\epsilon_r\epsilon_0}$ 1 točka
- $E_2 = 135,5 \text{ kV/m}$ 1 točka
- c) Izračun električne napetosti U med ploščama
- $U = E_2 d$ 1 točka
- $U = 677,5 \text{ V}$ 1 točka
- d) Izračun potenciala V_2
- $V_2 = V_1 - E_1 \frac{d}{2} - E_2 \frac{d}{2} = V_1 - \frac{U}{2}$ 1 točka
- $V_2 = -338,8 \text{ V}$ 1 točka

B02

Delilnik uporov z upornostma R_1 in R_2 se napaja z virom napetosti $U_a = 12 \text{ V}$. Delilnik je obremenjen z žarnico, ki ima pri napetosti $U_n = 6 \text{ V}$ nazivno moč $P_n = 2,4 \text{ W}$. Upornost prvega upora delilnika je $R_1 = 6 \Omega$.



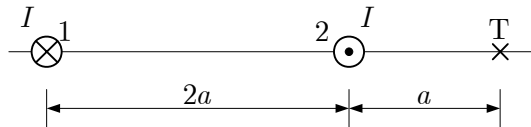
- a) Izračunajte tok I_n skozi žarnico. (2 točki)
- b) Izračunajte tok I_1 skozi upor upornosti R_1 . (2 točki)
- c) Izračunajte upornost R_2 . (2 točki)
- d) Kolikšno upornost R_{1x} bi moral imeti prvi upor, da bi bila pri odstranitvi drugega upora žarnica še vedno pravilno napajana? (2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

- a) Izračun toka skozi žarnico
 $P_n = U_n I_n$ 1 točka
 $I_n = \frac{P_n}{U_n} = \frac{2,4}{6} = 0,4 \text{ A}$ 1 točka
- b) Tok I_1
 $I_1 = \frac{U_a - U_n}{R_1}$ 1 točka
 $I_1 = \frac{12 - 6}{6} = 1 \text{ A}$ 1 točka
- c) Upornost R_2
 $I_2 = I_1 - I_n = 1 - 0,4 = 0,6 \text{ A}$ 1 točka
 $R_2 = \frac{U_n}{I_2} = \frac{6}{0,6} = 10 \Omega$ 1 točka
- d) Upornost R_{1x}
 $R_{1x} = \frac{U_a - U_n}{I_n}$ 1 točka
 $R_{1x} = \frac{6}{0,4} = 15 \Omega$ 1 točka

B03

V dvovodu dolžine $l = 100$ m je tok $I = 90$ A. Razdalja med osema vodnikov je $2a = 40$ cm.



- a) Izračunajte absolutno vrednost vektorja gostote magnetnega pretoka B_1 v točki T , ki ga povzroča tok v prvem vodniku. (2 točki)
- b) Izračunajte absolutno vrednost vektorja gostote magnetnega pretoka B_2 v točki T , ki ga povzroča tok v drugem vodniku. (2 točki)
- c) Izračunajte absolutno vrednost vektorja gostote magnetnega pretoka B v točki T . (2 točki)
- d) Izračunajte absolutno vrednost magnetne sile F med vodnikoma. (2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

- a) Absolutna vrednost vektorja gostote magnetnega pretoka B_1 v točki T
- $B_1 = \frac{\mu_0 I}{2\pi(3a)}$ 1 točka
- $B_1 = 30 \mu\text{T}$ 1 točka
- b) Absolutna vrednost vektorja gostote magnetnega pretoka B_2 v točki T
- $B_2 = \frac{\mu_0 I}{2\pi a}$ 1 točka
- $B_2 = 90 \mu\text{T}$ 1 točka
- c) Absolutna vrednost vektorja gostote magnetnega pretoka B v točki T
- $B = B_2 - B_1$ 1 točka
- $B = 60 \mu\text{T}$ 1 točka
- d) Absolutna vrednost magnetne sile F med vodnikoma
- $F = \frac{\mu_0 I^2 l}{2\pi(2a)} = 405 \text{ mN}$ 2 točki

B04

Tuljava ima $N = 100$ ovojev in prerez $A = 1 \text{ cm}^2$. V tuljavi je tok $I_1 = 0,1 \text{ A}$, ki povzroči gostoto magnetnega pretoka $B = 0,5 \text{ mT}$.

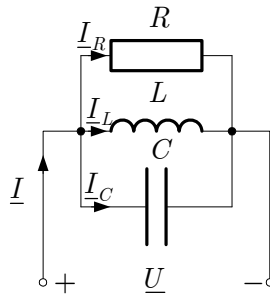
- a) Izračunajte magnetni sklep Ψ tuljave. (2 točki)
- b) Izračunajte induktivnost L tuljave. (2 točki)
- c) Izračunajte magnetno energijo W_m v tuljavi. (2 točki)
- d) Za koliko se spremeni magnetna energija ΔW_m v tuljavi, če tok v tuljavi povečamo z $I_1 = 0,1 \text{ A}$ na $I_2 = 0,5 \text{ A}$? (2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

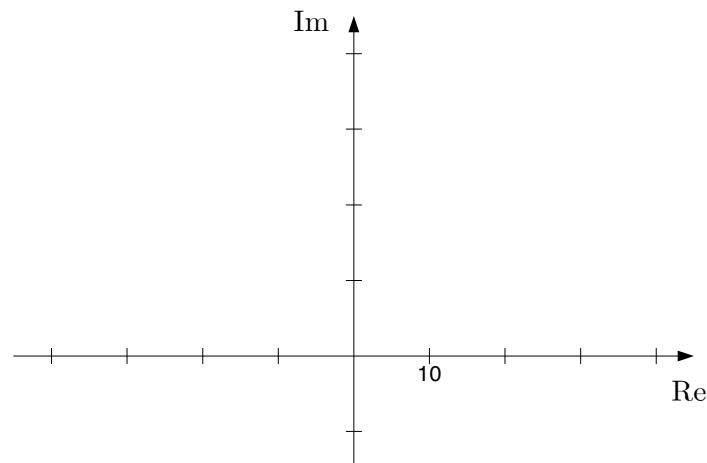
- a) Izračun magnetnega sklepa Ψ tuljave
 $\Psi = N\Phi = NBA$ 1 točka
 $\Psi = 100 \cdot 0,5 \cdot 10^{-3} \cdot 1 \cdot 10^{-4} = 5 \cdot 10^{-6} = 5 \text{ } \mu\text{Wb}$ 1 točka
- b) Izračun induktivnosti L tuljave
 $L = \frac{\Psi}{I_1}$ 1 točka
 $L = \frac{5 \cdot 10^{-6}}{0,1} = 50 \cdot 10^{-6} = 50 \text{ } \mu\text{H}$ 1 točka
- c) Izračun magnetne energije W_m v tuljavi
 $W_m = \frac{LI_1^2}{2}$ 1 točka
 $W_m = \frac{50 \cdot 10^{-6} \cdot 0,1^2}{2} = 25 \cdot 10^{-8} = 0,25 \text{ } \mu\text{Ws}$ 1 točka
- d) Izračun spremembe energije ΔW_m v tuljavi, če tok v tuljavi povečamo
 $\Delta W_m = W_{m2} - W_{m1} = \frac{LI_2^2}{2} - \frac{LI_1^2}{2} = \frac{L}{2}(I_2^2 - I_1^2)$
 $\Delta W_m = \frac{50 \cdot 10^{-6}}{2}(0,5^2 - 0,1^2) = 6 \cdot 10^{-6} = 6 \text{ } \mu\text{Ws}$ 2 točki

B05

Imamo vezje s podatki $R = 10 \Omega$, $X_L = 30 \Omega$, $X_C = 10 \Omega$ in $\underline{U} = 300 \text{ V}$.

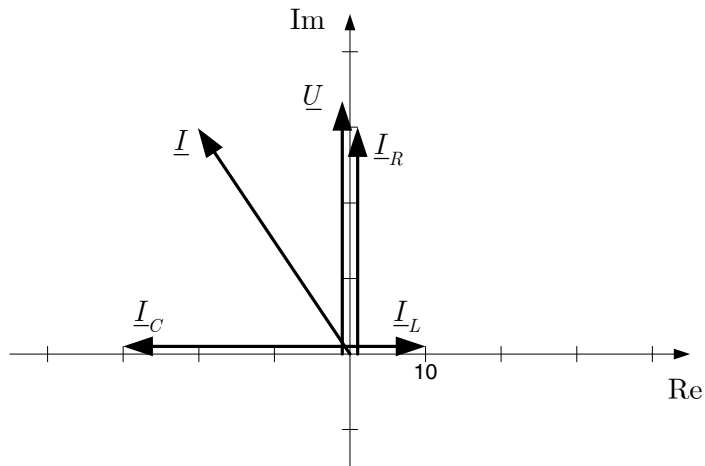


- a) Izračunajte kazalca \underline{I}_R in \underline{I}_L . (2 točki)
- b) Izračunajte kazalca \underline{I}_C in \underline{I} . (2 točki)
- c) Izračunajte kompleksno moč \underline{S} vezja. (2 točki)
- d) V merilu narišite kazalčni diagram vseh tokov in napetosti, če je $\underline{U} = j300 \text{ V}$ (2 točki)

**Rešitev in navodila za ocenjevanje**

- a) Kazalca \underline{I}_R in \underline{I}_L
- $$\underline{I}_R = \frac{\underline{U}}{Z_1} = \frac{300}{10} = 30 \text{ A} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$
- $$\underline{I}_L = \frac{\underline{U}}{Z_2} = \frac{300}{j30} = -j10 \text{ A} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$
- b) Kazalca \underline{I}_C in \underline{I}
- $$\underline{I}_C = \frac{\underline{U}}{Z_3} = \frac{300}{-j10} = j30 \text{ A} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$
- $$\underline{I} = \underline{I}_R + \underline{I}_L + \underline{I}_C = (30 + j20) \text{ A} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$
- c) Kompleksna moč \underline{S}
- $$\underline{S} = \underline{U}\underline{I}^* \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$
- $$\underline{S} = 300(30 - j20) = (9000 - j6000) \text{ VA} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

d) Kazalčni diagram tokov in napetosti



..... 2 točki

B06

Na trifazni sistem s kazalcem prve fazne napetosti $\underline{U}_1 = j230 \text{ V}$ in nevtralnimi vodnikom je v vezavi zvezda priključeno simetrično breme $\underline{Z}_1 = \underline{Z}_2 = \underline{Z}_3 = (60 + j80) \Omega$.

a) Narišite vezavo bremen z nevtralnimi vodnikom.

(2 točki)

b) Zapišite kazalec fazne napetosti \underline{U}_2 in ga skicirajte v kompleksni ravnini.

(2 točki)

c) Izračunajte kazalec toka \underline{I}_1 .

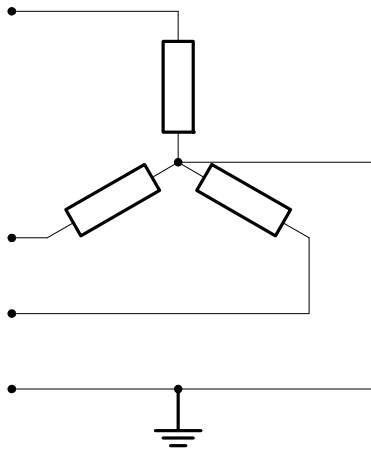
(2 točki)

d) Izračunajte kazalec toka \underline{I}_0 v nevtralnem vodniku, če se prekine breme \underline{Z}_3 .

(2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

a) Zvezdna vezava bremen z nevtralnimi vodnikom

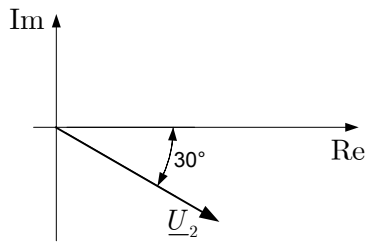


..... 2 točki

b) Zapis kazalca fazne napetosti \underline{U}_2

$\underline{U}_2 = 230 \cdot e^{-j30^\circ} \text{ V} = (199 - j115) \text{ V}$ 1 točka

Skica kazalca \underline{U}_2 v kompleksni ravnini



..... 1 točka

c) Izračun kazalca toka \underline{I}_1

$$\underline{I}_1 = \frac{\underline{U}_1}{\underline{Z}_1} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$\underline{I}_1 = \frac{j230}{60 + j80} = \frac{j230 \cdot (60 - j80)}{(60 + j80) \cdot (60 - j80)} = (1,84 + j1,38) \text{ A} = 2,3 \cdot e^{j37^\circ} \text{ A} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

d) Izračun kazalca toka \underline{I}_0 v nevtralnem vodniku, če se prekine breme \underline{Z}_3

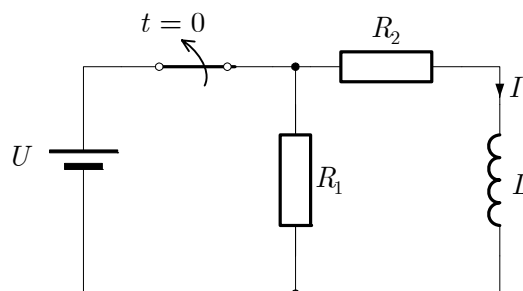
$$\underline{I}_2 = \frac{\underline{U}_2}{\underline{Z}_2} = \frac{199 - j115}{60 + j80} = \frac{(199 - j115) \cdot (60 - j80)}{(60 + j80) \cdot (60 - j80)}$$

$$\underline{I}_2 = (0,27 - j2,28) \text{ A} = 2,3 \cdot e^{-j83^\circ} \text{ A} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$\underline{I}_0 = \underline{I}_1 + \underline{I}_2 = 1,84 + j1,38 + 0,27 - j2,28 = (2,11 - j0,90) \text{ A} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

B07

V narisanim vezju z $U = 12 \text{ V}$, $R_1 = 80 \Omega$, $R_2 = 40 \Omega$ in $L = 200 \text{ mH}$ poteka po izklopu stikala S ob času $t = 0$ prehodni pojav.



a) Izračunajte tok tuljave pred izklopom stikala S.

(2 točki)

b) Izračunajte energijo v tuljavi pred izklopom stikala S.

(2 točki)

c) Izračunajte časovno konstanto prehodnega pojava po izklopu stikala S.

(2 točki)

d) Skicirajte tok tuljave po izklopu stikala S. Izračunajte sproščeno toploto na uporu R_1 med trajanjem prehodnega pojava.

(2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

- a) Izračun toka tuljave pred izklopom stikala S

$$I = \frac{U}{R_2} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$I = \frac{12}{40} = 0,3 \text{ A} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

- b) Izračun energije v tuljavi pred izklopom stikala S

$$W = \frac{LI^2}{2} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

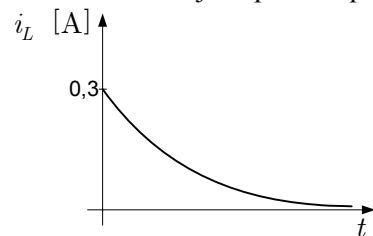
$$W = \frac{0,2 \cdot 0,3^2}{2} = 9 \cdot 10^{-3} = 9 \text{ mJ} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

- c) Izračun časovne konstante prehodnega pojava

$$\tau = \frac{L}{R_1 + R_2} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$\tau = \frac{0,2}{40 + 80} = \frac{0,2}{120} = 1,66 \text{ ms} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

- d) Skicirani tok tuljave po izklopu stikala S



$\dots\dots\dots 1 \text{ točka}$

Izračun sproščene toplote na upor R_1 med trajanjem prehodnega pojava

$$W_{12} = W = 9 \text{ mJ}$$

$$W_1 = W_{12} \cdot \frac{80}{80 + 40} = 9 \cdot \frac{8}{12} = 6 \text{ mJ} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$