



Šifra kandidata:

Državni izpitni center



M 1 0 1 7 7 1 1 2

SPOMLADANSKI IZPITNI ROK

ELEKTROTEHNIKA

NAVODILA ZA OCENJEVANJE

Petek, 28. maj 2010

SPLOŠNA MATURA

Moderirana različica

A01

Weber (Wb) je sestavljena enota mednarodnega merskega sistema SI.

Katero fizikalno veličino izražamo v vebrih?

(2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

V vebrih izražamo magnetni pretok..... 2 točki

A02

V vodniku s prerezom $A = 4 \text{ mm}^2$ teče tok gostote $J = 2 \text{ A/mm}^2$.

Izračunajte elektrino, ki se v vodniku prenese v času $t = 1 \text{ s}$.

(2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

Zapis enačbe za elektrino

$Q = It$ 1 točka

Izračun elektrine

$Q = It = JAt = 2 \cdot 4 \cdot 1 = 8 \text{ As}$ 1 točka

A03

Postopek elektrolize bakra poteka pri gostoti toka $J = 500 \text{ A/m}^2$, površina elektrod je $A = 25 \text{ m}^2$, elektrokemijski ekvivalent bakra je $c = 0,329 \cdot 10^{-6} \text{ kg/C}$.

Izračunajte, koliko bakra se izloči na elektrodah v času $t = 10 \text{ h}$.

(2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

Zapis enačbe za maso

$m = cIt$ 1 točka

Izračun mase

$m = cJAt = 0,329 \cdot 10^{-6} \cdot 500 \cdot 25 \cdot 10 \cdot 3600 = 148 \text{ kg}$ 1 točka

A04

V 1 mm **debelem izolatorju je pri porastu napetosti na $U = 10$ kV prišlo do preboja.**

Izračunajte električno prebojno trdnost izolatorja E_p .

(2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

Zapis enačbe za E_p

$$E_p = \frac{U}{d} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

Izračun prebojne trdnosti E_p

$$E_p = \frac{10 \cdot 10^3}{1 \cdot 10^{-3}} = 10 \cdot 10^6 \text{ V/m} = 10 \text{ MV/m} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

A05

Žarnico s podatki 2,4 V / 0,2 A priključimo preko predupora R_p na enosmerni vir z napetostjo $U = 12$ V.

Izračunajte upornost predupora R_p .

(2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

Zapis zanke enačbe

$$U = I_z R_p + U_z \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

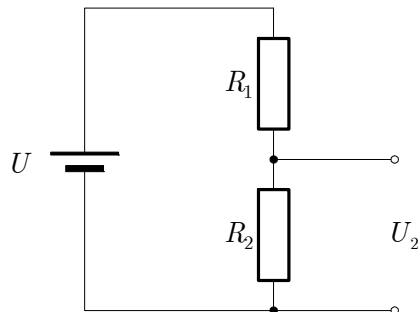
Izračun R_p

$$R_p = \frac{U - U_z}{I_z} = \frac{12 - 2,4}{0,2} = 48 \text{ } \Omega \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

A06

Pri narisanim delilniku z $R_1 = 4500 \Omega$ in $R_2 = 500 \Omega$ je izhodna napetost $U_2 = 1,2 \text{ V}$.

Izračunajte vhodno napetost U .



(2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

Zapis enačbe

$$\frac{U_2}{U} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \text{ ali}$$

$$U_2 = \frac{U}{R_1 + R_2} R_2 \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

Izračun napetosti U

$$U = \frac{U_2(R_1 + R_2)}{R_2} = \frac{1,2 \cdot (4500 + 500)}{500} = 12 \text{ V} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

A07

Kako imenujemo gostoto magnetnega pretoka, ki ostane po končanem magnetenju?

Obkrožite črko pred pravilnim odgovorom:

- A koercitivna gostota,
- B remanentna gostota,
- C histerezna gostota,
- D permanentna gostota.

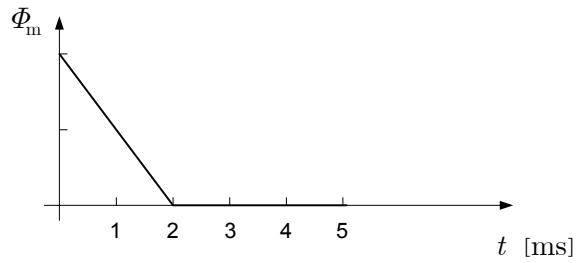
(2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

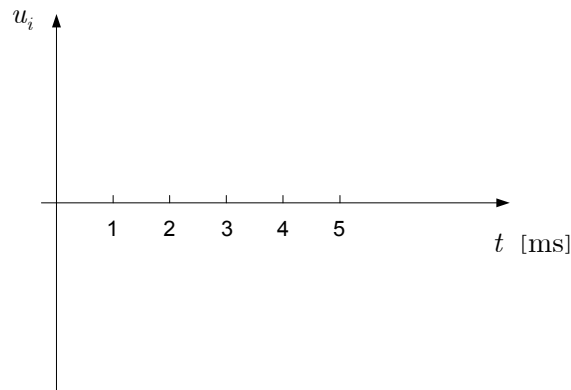
Pravilen je odgovor B, remanentna gostota..... 2 točki

A08

Dan je časovni diagram spreminjanja magnetnega pretoka v tuljavi.



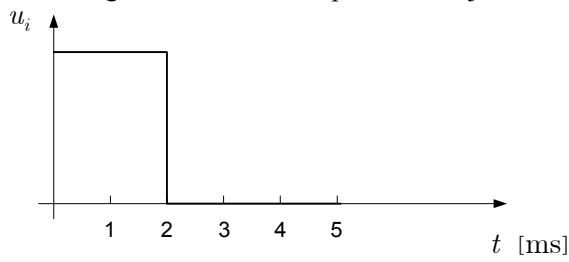
Narišite časovni diagram inducirane napetosti v tuljavi.



(2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

Časovni diagram inducirane napetosti v tuljavi



..... 2 točki

A09

Realni kondenzator je priključen na vir harmonične napetosti frekvence $f = 50$ Hz. Nadomestimo ga z vzporedno vezavo kondenzatorja kapacitivnosti $C = 250 \mu\text{F}$ in upora upornosti $R = 50 \text{ k}\Omega$.

Izračunajte kvaliteto Q kondenzatorja.

(2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

Zapis enačbe za kvaliteto

$$Q = \omega RC \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

Izračun kvalitete Q

$$Q = 2\pi \cdot 50 \cdot 250 \cdot 10^{-6} \cdot 50 \cdot 10^3 = 3927 \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

A10

V tuljavi z induktivnostjo $L = 25 \text{ mH}$ je tok $i(t) = 2 \sin(400t + 15^\circ) \text{ A}$.

Zapišite izraz za trenutno vrednost napetosti na tuljavi.

(2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

Amplituda napetosti

$$U_m = \omega LI_m = 400 \cdot 0,025 \cdot 2 = 20 \text{ V} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

Izraz za trenutno vrednost napetosti

$$u(t) = 20 \sin(400t + 105^\circ) \text{ V} \dots\dots\dots 1 \text{ točki}$$

A11

V simetričnem trifaznem sistemu je dan kazalec prve fazne napetosti $\underline{U}_1 = 230e^{j60^\circ} \text{ V}$.

Določite kazalec medfazne napetosti \underline{U}_{12} .

(2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

Zapis medfazne napetosti

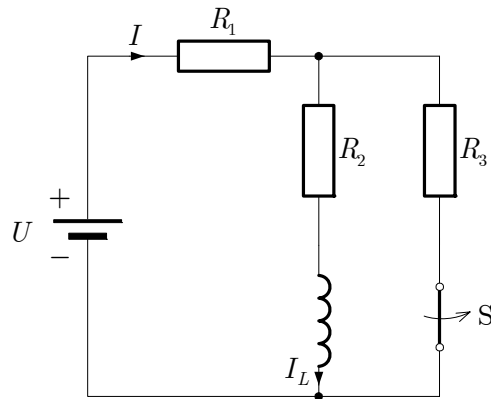
$$U_{12} = \sqrt{3} \cdot 230 \text{ V} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

Zapis kazalca medfazne napetosti

$$\underline{U}_{12} = \sqrt{3} \cdot 230e^{j90^\circ} \text{ V} = 400e^{j90^\circ} \text{ V} = j400 \text{ V} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

A12

Dano je vezje s podatki: $R_1 = R_2 = R_3 = 10 \Omega$, $L = 50 \text{ mH}$ **in** $U = 90 \text{ V}$.



Izračunajte tok tuljave I_L pred razsklenitvijo stikala S .

(2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

Izračun upornosti R

$$R = R_1 + \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} = 15 \Omega \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

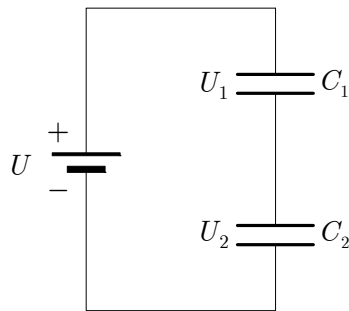
Izračun toka tuljave I_L

$$I = \frac{U}{R} = \frac{90}{15} = 6 \text{ A}$$

$$I_L = \frac{I}{2} = 3 \text{ A} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

B01

Za kondenzatorsko vezje s podatki $U_1 = 10 \text{ V}$, $U_2 = 50 \text{ V}$ in $C_1 = 20 \text{ nF}$:



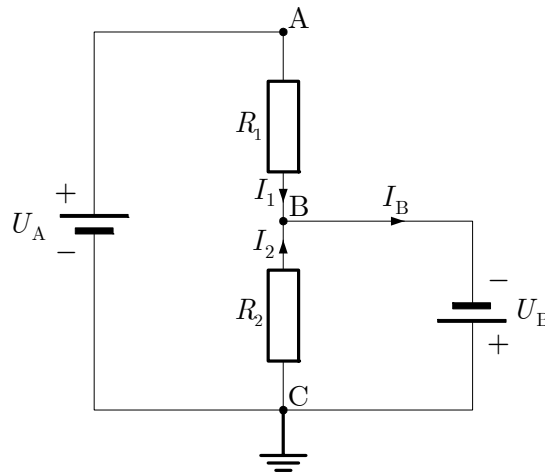
- Izračunajte elektrino Q_1 na kondenzatorju C_1 . (2 točki)
- Izračunajte kapacitivnost drugega kondenzatorja C_2 . (2 točki)
- Izračunajte energijo v kondenzatorskem vezju. (2 točki)
- Izračunajte novo kapacitivnost kondenzatorja C_2' , da bo na njem napetost $U_2' = 40 \text{ V}$ pri nespremenjeni napetosti vira. (2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

- Izračun elektrine Q_1
 $Q_1 = C_1 U_1$ 1 točka
 $Q_1 = 20 \cdot 10^{-9} \cdot 10 = 200 \cdot 10^{-9} \text{ As}$ 1 točka
- Izračun kapacitivnosti drugega kondenzatorja C_2
 $Q_2 = Q_1$ 1 točka
 $C_2 = \frac{Q_2}{U_2} = \frac{Q_1}{U_2} = \frac{200 \cdot 10^{-9}}{50} = 4 \cdot 10^{-9} \text{ F}$ 1 točka
- Izračun energije v kondenzatorskem vezju
 $U = U_1 + U_2 = 60 \text{ V}$ 1 točka
 $W_E = \frac{QU}{2} = \frac{Q_1 U}{2} = \frac{200 \cdot 10^{-9} \cdot 60}{2} = 6 \cdot 10^{-6} \text{ J}$ 1 točka
- Izračun nove kapacitivnosti kondenzatorja C_2' , da bo na njem napetost $U_2' = 40 \text{ V}$
 $U_1' = U - U_2' = 60 - 40 = 20 \text{ V}$
 $Q_2' = Q_1' = C_1 U_1' = 20 \cdot 10^{-9} \cdot 20 = 400 \cdot 10^{-9} \text{ As}$ 1 točka
 $C_2' = \frac{Q_2'}{U_2'} = \frac{400 \cdot 10^{-9}}{40} = 10 \cdot 10^{-9} \text{ F}$ 1 točka

B02

Za narisano vezje s podatki $R_1 = 8 \Omega$, $R_2 = 10 \Omega$, $U_A = 36 \text{ V}$ in $U_B = 12 \text{ V}$:



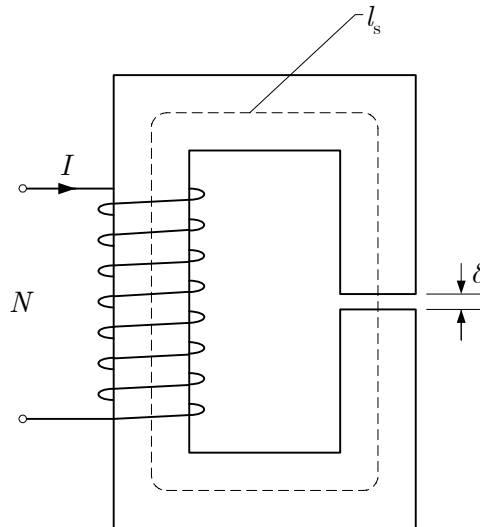
- a) Izračunajte potencial V_B točke B. (2 točki)
- b) Izračunajte tok I_2 . (2 točki)
- c) Izračunajte napetost U_{AB} . (2 točki)
- d) Izračunajte tok drugega vira I_B , če prekinemo upor R_2 . (2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

- a) Izračun potenciala V_B
 $U_B = V_C - V_B$ 1 točka
 $V_B = -U_B = -12 \text{ V}$ 1 točka
- b) Izračun toka I_2
 $I_2 = \frac{U_{CB}}{R_2} = \frac{U_B}{R_2}$ 1 točka
 $I_2 = \frac{12}{10} = 1,2 \text{ A}$ 1 točka
- c) Izračun napetosti U_{AB}
 $U_{AB} = U_A + U_B$ 1 točka
 $U_{AB} = 36 + 12 = 48 \text{ V}$ 1 točka
- d) Izračun toka drugega vira I_B , če prekinemo upor R_2
 $-U_A + I_B R_1 - U_B = 0$ ali
 $I_B = \frac{U_A + U_B}{R_1} = \frac{U_{AB}}{R_1}$ 1 točka
 $I_B = \frac{48}{8} = 6 \text{ A}$ 1 točka

B03

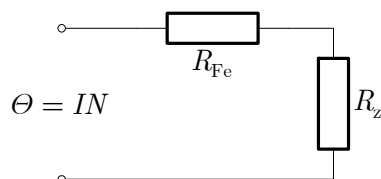
Na feromagnetnem jedru iz relejnega železa je navitje z $N = 500$ ovoji. Jedro ima srednjo dolžino $l_s = 100$ mm in zračno režo širine $\delta = 1,5$ mm. Gostota magnetnega pretoka v jedru je $B = 0,5$ T.



- Narišite nadomestno shemo magnetnega kroga. (2 točki)
- Izračunajte magnetno napetost Θ_z , ki je potrebna za magnetenje zračne reže. (2 točki)
- Izračunajte magnetno napetost Θ_{Fe} , ki je potrebna za magnetenje feromagnetnega jedra. (2 točki)
- Izračunajte tok I v navitju. (2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

- Nadomestna shema



..... 2 točki

- Izračun magnetne napetosti za magnetenje zračne reže

$$H_z = \frac{B_z}{\mu_0} = \frac{0,5}{4\pi \cdot 10^{-7}} = 397887 \text{ A/m} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$\Theta_z = H_z \delta = 397887 \cdot 1,5 \cdot 10^{-3} = 596,8 \text{ A} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

- c) Izračun magnetne napetosti za magnetenje jedra
 $H_{Fe} = 110 \text{ A/m}$ (iz magnetilne krivulje)..... 1 točka
 $\Theta_{Fe} = H_{Fe} l_s = 110 \cdot 0,0985 = 10,8 \text{ A}$ 1 točka
- d) Izračun toka
 $IN = \Theta_z + \Theta_{Fe}$ 1 točka
 $I = \frac{\Theta}{N} = \frac{596,8 + 10,8}{500} = 1,2 \text{ A}$ 1 točka

B04

Ravna zračna tuljava ima podatke: $N = 100$ ovojev, dolžina $l = 10 \text{ cm}$ in premer $d = 2 \text{ cm}$. V tuljavi je tok $I = 2 \text{ A}$.

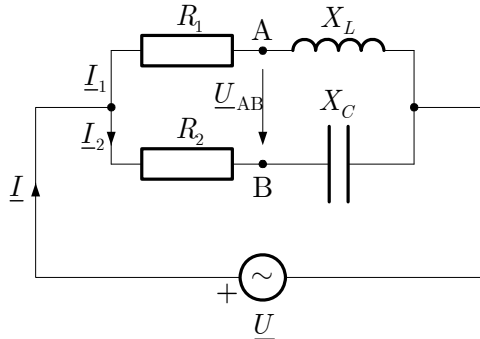
- a) Izračunajte gostoto magnetnega pretoka B v notranjosti tuljave. (2 točki)
- b) Izračunajte magnetni pretok Φ v tuljavi. (2 točki)
- c) Izračunajte inducirano napetost v tuljavi, če se tok v eni sekundi linearno zmanjša na vrednost $I = 0 \text{ A}$. (2 točki)
- d) Napišite izraz za inducirano napetost $u_i(t)$ v tuljavi z induktivnostjo L , če se tok v tuljavi spreminja harmonično $i(t) = I_0 \cos(\omega t) \text{ A}$. (2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje:

- a) Izračun gostote magnetnega pretoka B
 $B = \mu_0 H = \mu_0 \frac{IN}{l}$ 1 točka
 $B = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{2 \cdot 100}{10 \cdot 10^{-2}} = 2,5 \text{ mT}$ 1 točka
- b) Izračun magnetnega pretoka Φ v tuljavi
 $\Phi = BA$ 1 točka
 $\Phi = B\pi \frac{d^2}{4} = 2,5 \cdot 10^{-3} \cdot \pi \frac{(2 \cdot 10^{-2})^2}{4} = 785 \text{ nWb}$ 1 točka
- c) Izračun inducirane napetosti
 $U_i = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 1 točka
 $U_i = 100 \cdot \frac{785 \cdot 10^{-9}}{1} = 78,5 \text{ } \mu\text{V}$ 1 točka
- d) Izraz za inducirano napetost
 $u_i(t) = -L \frac{di}{dt}$ 1 točka
 $u_i(t) = LI_0\omega \sin(\omega t)$ 1 točka

B05

Dano je izmenično vezje s podatki: $R_1 = 30 \Omega$, $R_2 = 40 \Omega$, $X_L = 40 \Omega$, $X_C = 30 \Omega$ in $\underline{U} = 230 \text{ V}$.



- a) Izračunajte impedanci \underline{Z}_1 zgornje in \underline{Z}_2 spodnje veje. (2 točki)
- b) Izračunajte kazalca tokov \underline{I}_1 in \underline{I}_2 . (2 točki)
- c) Izračunajte kompleksno moč \underline{S} . (2 točki)
- d) Izračunajte kazalec napetosti \underline{U}_{AB} . (2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje:

- a) Impedanci \underline{Z}_1 in \underline{Z}_2
 $\underline{Z}_1 = R_1 + jX_L = (30 + j40) \Omega = 50e^{j53,13^\circ} \Omega$ 1 točka
 $\underline{Z}_2 = R_2 - jX_C = (40 - j30) \Omega = 50e^{-j36,87^\circ} \Omega$ 1 točka
- b) Kazalca tokov \underline{I}_1 in \underline{I}_2
 $\underline{I}_1 = \frac{\underline{U}}{\underline{Z}_1} = \frac{230}{30 + j40} = (2,76 - j3,68) \text{ A} = 4,6e^{-j53,13^\circ} \text{ A}$ 1 točka
 $\underline{I}_2 = \frac{\underline{U}}{\underline{Z}_2} = \frac{230}{40 - j30} = (3,68 + j2,76) \text{ A} = 4,6e^{j36,87^\circ} \text{ A}$ 1 točka
- c) Kompleksna moč \underline{S}
 $\underline{I} = \underline{I}_1 + \underline{I}_2 = (2,76 - j3,68) + (3,68 + j2,76) = (6,44 - j0,92) \text{ A}$ 1 točka
 $\underline{S} = \underline{U}\underline{I}^* = 230(6,44 + j0,92) = (1481,2 + j211,6) \text{ VA} = 1496e^{j8,13^\circ} \text{ VA}$ 1 točka
- d) Kazalec napetosti \underline{U}_{AB}
 $\underline{U}_{R1} + \underline{U}_{AB} - \underline{U}_{R2} = 0$ 1 točka
 $\underline{U}_{R1} = R_1 \underline{I}_1 = 30(2,76 - j3,68) = (82,8 - j110,4) \text{ V}$
 $\underline{U}_{R2} = R_2 \underline{I}_2 = 40(3,68 + j2,76) = (147,2 + j110,4) \text{ V}$
 $\underline{U}_{AB} = \underline{U}_{R2} - \underline{U}_{R1} = (147,2 + j110,4) - (82,8 - j110,4) = (64,4 + j220,8) \text{ V}$... 1 točka

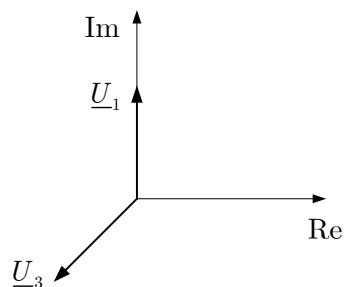
B06

Nesimetrično breme z impedancami $Z_1 = 10 \Omega$, $Z_2 = j20 \Omega$ in $Z_3 = -j10 \Omega$ je vezano v zvezdo ter priključeno na simetrični sistem napetosti $400/230 \text{ V}$ z nevtralnimi vodnikom. Kazalec prve fazne napetosti je $\underline{U}_1 = j230 \text{ V}$.

- a) Narišite kazalca faznih napetosti \underline{U}_1 in \underline{U}_3 . (2 točki)
- b) Na istem diagramu narišite še kazalca tokov \underline{I}_1 in \underline{I}_3 . (2 točki)
- c) Izračunajte kazalec linijskega toka \underline{I}_2 . (2 točki)
- d) Izračunajte kazalec toka \underline{I}_0 v nevtralnem vodniku. (2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje:

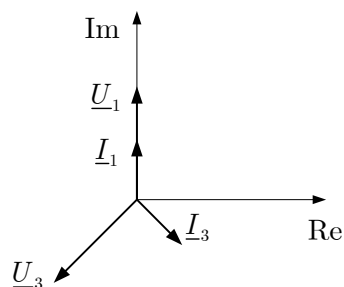
- a) Narisana kazalca faznih napetosti \underline{U}_1 in \underline{U}_3



Narisan kazalec napetosti \underline{U}_1 1 točka

Narisan kazalec napetosti \underline{U}_3 1 točka

- b) Narisana kazalca linijskih tokov \underline{I}_1 in \underline{I}_3



Narisan kazalec linijskega toka \underline{I}_1 1 točka

Narisan kazalec linijskega toka \underline{I}_3 1 točka

- c) Izračun kazalca linijskega toka \underline{I}_2 .

$$\underline{I}_2 = \frac{\underline{U}_2}{Z_2} = \frac{230e^{-j30^\circ}}{20e^{j90^\circ}} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$\underline{I}_2 = 11,5e^{-j120^\circ} \text{ A} = (-5,75 - j9,96) \text{ A} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

d) Izračun kazalca toka \underline{I}_0 v nevtralnem vodniku

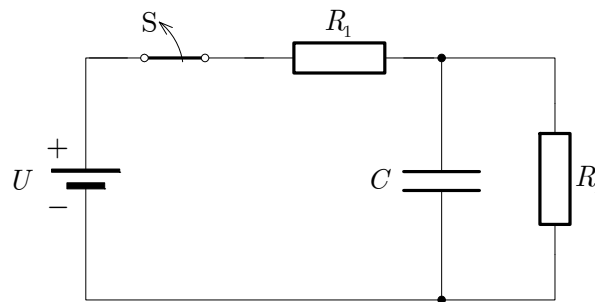
$$\underline{I}_3 = \frac{\underline{U}_3}{\underline{Z}_3} = \frac{230e^{-j150^\circ}}{10e^{-j90^\circ}} = 23e^{-j60^\circ} \text{ A} = (11,5 - j19,92) \text{ A} \quad \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$\underline{I}_1 = \frac{\underline{U}_1}{\underline{Z}_1} = \frac{j230}{10} = j23 \text{ A}$$

$$\underline{I}_0 = \underline{I}_1 + \underline{I}_2 + \underline{I}_3 = (5,75 - j6,88) = 8,97e^{-j50,1^\circ} \text{ A} \quad \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

B07

Dano je vezje s podatki: $R_1 = 3 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 9 \text{ k}\Omega$, $C = 200 \text{ }\mu\text{F}$ in $U = 120 \text{ V}$. V času $t = 0$ razsklenemo stikalo.

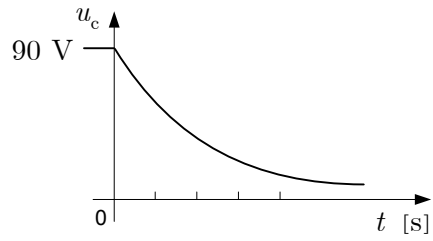


- a) Izračunajte napetost kondenzatorja U_{C0} pred razsklenitvijo stikala. (2 točki)
- b) Izračunajte časovno konstanto τ prehodnega pojava. (2 točki)
- c) Narišite časovni potek napetosti kondenzatorja u_C med prehodnim pojavom. (2 točki)
- d) Izračunajte čas t , v katerem napetost kondenzatorja pade na vrednost $u_C = 45 \text{ V}$. (2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

- a) Napetost kondenzatorja U_{C0} pred razsklenitvijo stikala 1 točka
 $U_{C0} = U_{R2} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$
 $U_{C0} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} U = \frac{9}{3 + 9} \cdot 120 = 90 \text{ V} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$
- b) Izračun časovne konstante 1 točka
 $\tau = CR_2 \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$
 $\tau = 200 \cdot 10^{-6} \cdot 9 \cdot 10^3 = 1,8 \text{ s} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$

c) Časovni potek napetosti kondenzatorja



..... 2 točki

d) Izračun časa t

$$u_C = U_{C0} e^{-t/\tau}$$

$$e^{-t/\tau} = \frac{u_C}{U_{C0}}$$

$$-t/\tau = \ln \frac{u_C}{U_{C0}}$$

$$t = \tau \ln \frac{U_{C0}}{u_C} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$t = 1,8 \cdot 10^{-3} \ln \frac{90}{45} = 1,25 \text{ s} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$