



Š i f r a k a n d i d a t a :

Državni izpitni center



M 1 0 2 7 7 1 1 2

JESENSKI IZPITNI ROK

ELEKTROTEHNIKA

NAVODILA ZA OCENJEVANJE

Ponedeljek, 30. avgust 2010

SPLOŠNA MATURA

A01

Pri galvanizaciji predmeta s tokom $I = 5 \text{ A}$ se je iz elektrolita izločilo $m = 10 \text{ g}$ kroma, ki ima elektrokemijski ekvivalent $c = 0,185 \text{ mg/C}$.

Izračunajte čas kromiranja.

(2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

Čas kromiranja

$$t = \frac{m}{cI} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$t = \frac{10 \cdot 10^{-3}}{0,185 \cdot 10^{-6} \cdot 5} = 10810 \text{ s} = 3\text{h } 10 \text{ s} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

A02

Kovinska kroglica ima maso $m = 80 \text{ mg}$.

Izrazite maso kroglice v kilogramih.

(2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

Masa kroglice, izražena v kilogramih

$$m = 80 \cdot 10^{-3} \text{ g} = 80 \cdot 10^{-6} \text{ kg} \dots\dots\dots 2 \text{ točki}$$

A03

Dve enaki kovinski krogli sta naelektreni z nabojema $Q_1 = 0,12 \text{ } \mu\text{C}$ in $Q_2 = -150 \text{ nC}$. Krogli nato električno povežemo s prevodno žičko.

Kolikšen naboj Q_1^* bo zatem imela prva krogla?

(2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

Naboj prve krogle

Ker sta krogli enaki, se bo naboj obeh razdelil na dva enaka dela:

$$Q_1^* = \frac{1}{2}(Q_1 + Q_2) \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$Q_1^* = \frac{1}{2}(Q_1 + Q_2) = -15 \text{ nC} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

A04

Ravna žica dolžine $l = 100$ m in premera $d = 36$ mm je enakomerno naelektrena z nabojem $Q = 100 \mu\text{C}$.

Izračunajte absolutno vrednost vektorja električne poljske jakosti ob njeni površini.

(2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

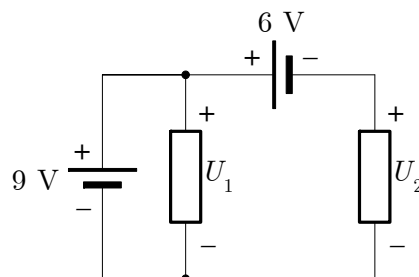
Električna poljska jakost ob površini

$$E = \frac{Q}{2\pi\epsilon_0 r l} = \frac{Q}{\pi\epsilon_0 d l} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$E = \frac{100 \cdot 10^{-6}}{\pi \frac{10^{-9}}{36\pi} \cdot 3,6 \cdot 10^{-2} \cdot 100} = 1 \text{ MV/m} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

A05

Dano je enosmerno vezje.



Določite označeni napetosti U_1 in U_2 .

(2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

Določitev napetosti U_1 in U_2

$$U_1 = 9 \text{ V} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$6 + U_2 - U_1 = 0$$

$$U_2 = U_1 - 6 = 9 - 6 = 3 \text{ V} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

A06

Žarnici s podatki 60 W/230 V in 100 W/230 V sta vzporedno priključeni na napetost 230 V.

Določite nadomestno upornost vzporedno vezanih žarnic.

(2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

Izračun nadomestne upornosti vzporedno vezanih žarnic

$$P_1 + P_2 = \frac{U^2}{R} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$R = \frac{U^2}{P_1 + P_2} = \frac{230^2}{60 + 100} = 330,625 \text{ } \Omega \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

A07

V feromagnetiku z relativno permeabilnostjo $\mu_r = 8200$ je gostota magnetnega pretoka $B = 1,36 \text{ T}$.

Kolikšna je magnetna poljska jakost?

(2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

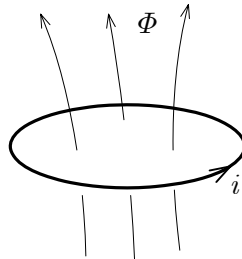
Izračun magnetne poljske jakosti

$$H = \frac{B}{\mu_0 \mu_r} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$H = \frac{1,36}{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 8200} = 132 \text{ A/m} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

A08

Magnetni pretok Φ skozi zanko enakomerno narašča.



Določite predznak označenega toka i v zanki. Obkrožite črko pred pravilnim odgovorom.

(2 točki)

- A Tok i teče v označeni smeri.
 B Tok i teče v nasprotni smeri, kot je označeno.

Rešitev in navodilo za ocenjevanje

Tok i teče v nasprotni smeri, kot je označeno (odg. B)..... 2 točki

A09

Kondenzator ima pri frekvenci $f = 20$ kHz impedanco $Z_C = -j50 \Omega$.

Izračunajte kapacitivnost kondenzatorja.

(2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

Impedanca kondenzatorja

$$Z_C = \frac{1}{j\omega C} = \frac{-j}{2\pi f C} = -j50 \Omega \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$C = \frac{1}{2\pi f Z_C} = \frac{1}{2\pi \cdot 20 \cdot 10^3 \cdot 50} = 159 \text{ nF} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

A10

Za dano breme poznamo kazalec napetosti $\underline{U} = (138 + j184) \text{ V}$ in kazalec toka $\underline{I} = (13,8 + j18,4) \text{ A}$.

Izračunajte delovno moč tega bremena.

(2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

Izračun delovne moči

$$\underline{S} = \underline{U}\underline{I}^* = (138 + j184)(13,8 - j18,4) = 5290 \text{ VA} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$P = 5290 \text{ W} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

A11

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

Zapišite kazalca druge fazne napetosti \underline{U}_2 in tretje fazne napetosti \underline{U}_3 .

(2 točki)

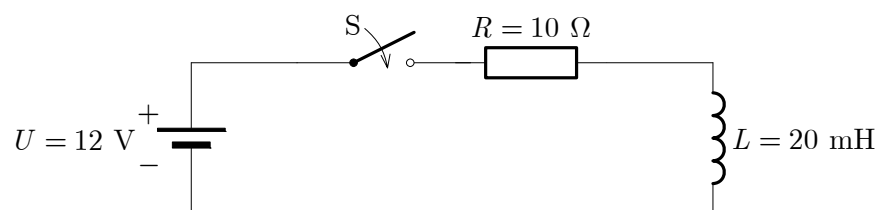
Rešitev in navodila za ocenjevanje

$$\underline{U}_2 = 230e^{j60^\circ} \text{ V} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$\underline{U}_3 = 230e^{j180^\circ} \text{ V} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

A12

Dano je vezje za polnjenje tuljave.



Izračunajte časovno konstanto τ prehodnega pojava.

(2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

Enačba za izračun časovne konstante prehodnega pojava

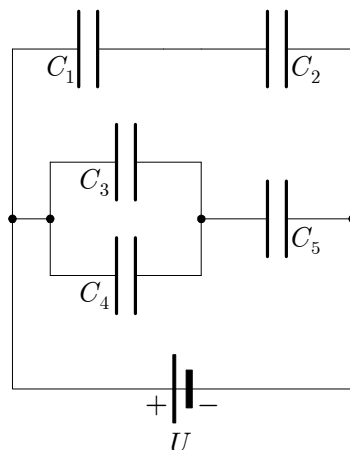
$$\tau = \frac{L}{R} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

Izračun časovne konstante

$$\tau = \frac{20 \cdot 10^{-3}}{10} = 2 \cdot 10^{-3} = 2 \text{ ms} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

B01

V vezju imajo kondenzatorji kapacitivnosti $C_1 = C_2 = 10 \text{ nF}$, $C_3 = C_4 = 20 \text{ nF}$ in $C_5 = 40 \text{ nF}$. Znana je električna energija $W_1 = 50 \cdot 10^{-6} \text{ J}$ v polju kondenzatorja s kapacitivnostjo C_1 .



- a) Izračunajte elektrino Q_1 na kondenzatorju C_1 . (2 točki)
- b) Izračunajte napetost U_1 na kondenzatorju C_1 . (2 točki)
- c) Izračunajte napetost U , na katero je priključeno kondenzatorsko vezje. (2 točki)
- d) Izračunajte električno energijo W celotnega kondenzatorskega vezja. (2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

- a) Izpis enačbe za energijo W_1

$$W_1 = \frac{Q_1^2}{2C_1} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

Izračun elektrine Q_1

$$Q_1 = \sqrt{2W_1C_1} = \sqrt{2 \cdot 50 \cdot 10^{-6} \cdot 10 \cdot 10^{-9}} = 1 \mu\text{C} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

- b) Izpis enačbe za napetost

$$U_1 = \frac{Q_1}{C_1} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

Izračun napetosti U_1

$$U_1 = \frac{10^{-6}}{10 \cdot 10^{-9}} = 100 \text{ V} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

- c) Izračun napetosti U_2

$$Q_1 = Q_2 \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$U_2 = \frac{Q_1}{C_2} = \frac{10^{-6}}{10 \cdot 10^{-9}} = 100 \text{ V} \Rightarrow U = U_1 + U_2 = 200 \text{ V} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

d) Izračun energije W

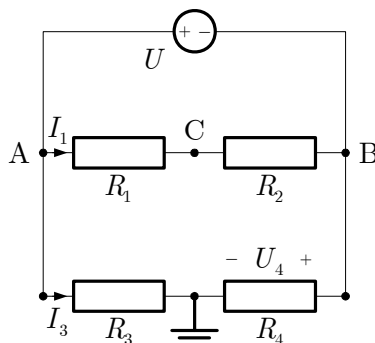
$$C_n = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} + \frac{(C_3 + C_4) C_5}{C_3 + C_4 + C_5}$$

$$C_n = \frac{10 \cdot 10^{-9} \cdot 10 \cdot 10^{-9}}{10 \cdot 10^{-9} + 10 \cdot 10^{-9}} + \frac{(20 \cdot 10^{-9} + 20 \cdot 10^{-9}) \cdot 40 \cdot 10^{-9}}{20 \cdot 10^{-9} + 20 \cdot 10^{-9} + 40 \cdot 10^{-9}} = 25 \text{ nF} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$W = \frac{C_n U^2}{2} = \frac{25 \cdot 10^{-9} \cdot 200^2}{2} = 5 \cdot 10^{-4} \text{ J} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

B02

Podatki vezja so: $R_1 = 5 \Omega$, $R_2 = 25 \Omega$, $R_3 = 15 \Omega$, $R_4 = 45 \Omega$ in $U = 24 \text{ V}$.



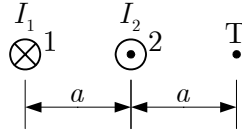
- a) Izračunajte tok I_1 . (2 točki)
- b) Izračunajte napetost U_4 . (2 točki)
- c) Izračunajte moč P vira. (2 točki)
- d) Izračunajte potencial spojišča C . (2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

- a) Tok
 $I_1 = \frac{U}{R_1 + R_2} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$
 $I_1 = \frac{24}{5 + 25} = 0,8 \text{ A} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$
- b) Napetost
 $U_4 = -R_4 I_3 \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$
 $U_4 = -R_4 \frac{U}{R_3 + R_4} = -45 \frac{24}{15 + 45} = -18 \text{ V} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$
- c) Moč
 $P = U (I_1 + I_3) \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$
 $P = 24(0,8 + 0,4) = 28,8 \text{ W} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$
- d) Potential spojišča
 $V_C = -R_1 I_1 + R_3 I_3 = -5 \cdot 0,8 + 15 \cdot 0,4 = 2 \text{ V} \dots\dots\dots 2 \text{ točki}$

B03

Dva vzporedna vodnika sta na razdalji $a = 0,5 \text{ m}$. V njiju tečeta tokova $I_1 = 100 \text{ A}$ in $I_2 = 150 \text{ A}$ v nasprotnih smereh. Točka T je v zveznici vodnikov in je za $a = 0,5 \text{ m}$ oddaljena od vodnika 2.



- a) Izračunajte absolutno vrednost sile \vec{F}_1 na vodnik 2 zaradi toka I_1 na dolžini $l = 20 \text{ m}$. (2 točki)
- b) Izračunajte gostoto magnetnega pretoka B_1 , ki jo tok I_1 povzroča v točki T. (2 točki)
- c) Določite absolutno vrednost gostote magnetnega pretoka B v točki T. (2 točki)
- d) Določite novo vrednost toka v prvem vodniku, da bo gostota magnetnega pretoka B v točki T enaka nič. (2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

- a) Izračun sile med vodnikoma

$$F_1 = \frac{\mu_0 I_1 I_2 l}{2\pi a} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$F_1 = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 100 \cdot 150 \cdot 20}{2\pi \cdot 0,5} = 0,12 \text{ N} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

- b) Izračun gostote magnetnega pretoka B_1 v točki T

$$B_1 = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi 2a} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$B_1 = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 100}{2\pi \cdot 2 \cdot 0,5} = 20 \text{ } \mu\text{T} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

- c) Izračun gostote magnetnega pretoka B v točki T

$$B = B_2 - B_1 \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$B = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 150}{2\pi \cdot 0,5} - 20 \cdot 10^{-6} = 60 \cdot 10^{-6} - 20 \cdot 10^{-6} = 40 \text{ } \mu\text{T} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

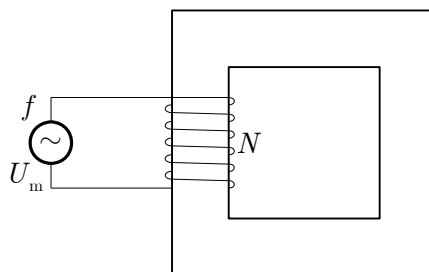
- d) Izračun nove vrednosti toka v 1. vodniku

$$\frac{I'_1}{4\pi a} - \frac{I_2}{2\pi a} = 0 \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$I'_1 = 2I_2 = 300 \text{ A} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

B04

Na feromagnetnem jedru, ki ima presek površine $S = 1 \text{ cm}^2$, srednjo dolžino magnetne poti $l = 16 \text{ cm}$ in permeabilnost $\mu = 10^{-2} \text{ Vs}/(\text{A m})$, je navitje z ovoji $N = 40$, ki je priključeno na vir sinusne napetosti frekvence $f = 400 \text{ Hz}$ in amplitude $U_m = 80 \text{ V}$.



- a) Izračunajte induktivnost L tuljave. (2 točki)
- b) Izračunajte amplitudo Φ_m magnetnega pretoka v jedru. (2 točki)
- c) Izračunajte amplitudo I_m toka v navitju. (2 točki)
- d) Izračunajte poprečno vrednost magnetne energije v jedru tuljave. (2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

- a) Induktivnost tuljave

$$L = \frac{\mu_0 \mu_r N^2 S}{l} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$L = \frac{10^{-2} \cdot 10^{-4} \cdot 1600}{0,16} = 10 \text{ mH} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

- b) Amplituda magnetnega pretoka

$$U_m = \omega N \Phi_m \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$\Phi_m = \frac{U_m}{\omega N} = \frac{80}{2\pi \cdot 400 \cdot 40} = 796 \text{ } \mu\text{Vs} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

- c) Amplituda toka v navitju

$$I_m = \frac{\Psi_m}{L} = \frac{N \Phi_m}{L} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$I_m = \frac{40 \cdot 796 \cdot 10^{-6}}{0,01} = 3,18 \text{ A} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

- d) Poprečna vrednost magnetne energije

$$W_m = \frac{L I_m^2}{4} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$W_m = 25,3 \text{ mJ} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

B05

Trenutna vrednost sinusnega toka je podana z izrazom $i = 10 \sin(120\pi t + 30^\circ)$ A.

- a) Izračunajte frekvenco f . (2 točki)
- b) Narišite časovni diagram toka. (2 točki)
- c) Izračunajte trenutno vrednost toka ob času $t = 10$ ms. (2 točki)
- d) Izračunajte čas t , ob katerem tok prvič doseže temensko vrednost. (2 točki)

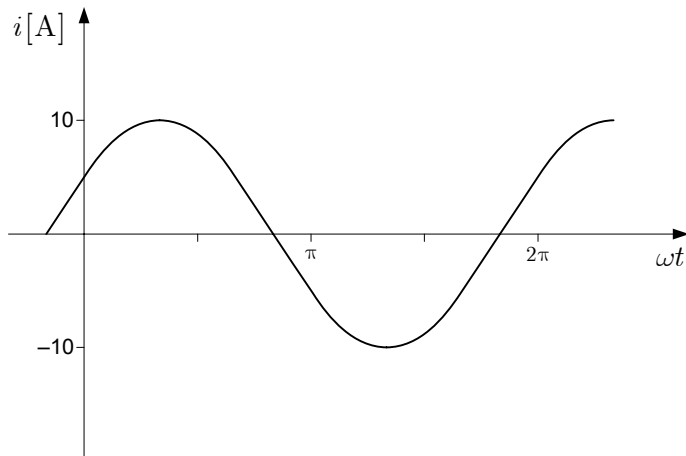
Rešitev in navodila za ocenjevanje

- a) Izračun frekvence

$$f = \frac{\omega}{2\pi} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$f = \frac{120\pi}{2\pi} = 60 \text{ Hz} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

- b) Časovni diagram toka



..... 2 točki

- c) Izračun trenutne vrednosti toka

$$i = 10 \sin\left(120\pi t + \frac{\pi}{6}\right) = 10 \sin\left(120\pi \cdot 0,01 + \frac{\pi}{6}\right) = -9,14 \text{ A} \dots\dots\dots 2 \text{ točki}$$

- d) Izračun časa

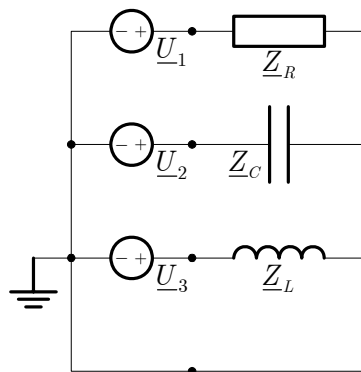
$$i = 10 \sin\left(120\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$$

$$\sin\left(120\pi t + \frac{\pi}{6}\right) = \frac{10}{10} = 1 \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$t = \frac{\pi}{3 \cdot 120\pi} = \frac{1}{360} = 2,78 \text{ ms} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

B06

Upor, kondenzator in tuljava so priključeni na simetričen trifazni sistem v zvezdni vezavi z nevtralnimi vodnikom in imajo enake absolutne vrednosti impedanc $Z_R = Z_C = Z_L = 50 \Omega$. Efektivna vrednost faznih napetosti je $U_f = 200 \text{ V}$.



- Izračunajte delovno moč P trifaznega bremena. (2 točki)
- Izračunajte efektivno vrednost U medfazne napetosti. (2 točki)
- Izračunajte jalovo moč Q trifaznega bremena. (2 točki)
- Kolikšen bi bil kazalec kompleksne moči trifaznega bremena, če bi bili isti elementi vezani na isti sistem trifaznih napetosti v trikotni vezavi? (2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

- a) Delovna moč trifaznega bremena

$$P = \frac{U_f^2}{Z_R} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$P = \frac{(200)^2}{50} = 800 \text{ W} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

- b) Efektivna vrednost medfazne napetosti

$$U = \sqrt{3}U_f \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$U = \sqrt{3} \cdot 200 = 346 \text{ V} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

- c) Jalova moč trifaznega bremena

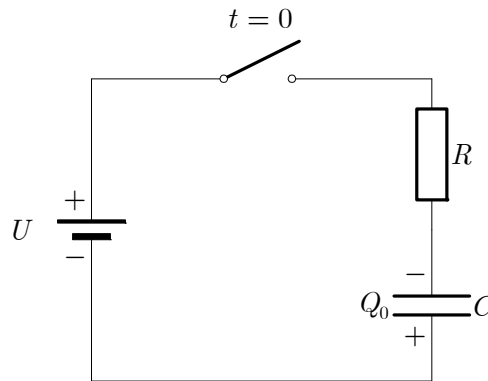
$$Q = \text{Im} \left(\frac{U_f^2}{(jZ_L)^*} + \frac{U_f^2}{(-jZ_C)^*} \right) = \text{Im} \left((j - j) \frac{(200)^2}{50} \right) = 0 \text{ var} \dots\dots\dots 2 \text{ točki}$$

- d) Kazalec moči bremena v trikotni vezavi

$$\underline{S} = P + jQ = \frac{U^2}{Z_R} + \frac{U^2}{(jZ_L)^*} + \frac{U^2}{(-jZ_C)^*} = \frac{(346)^2}{50} = 2400 \text{ W} \dots\dots\dots 2 \text{ točki}$$

B07

Na zaporedno vezavo upora upornosti $R = 2 \Omega$ in kondenzatorja kapacitivnosti $C = 50 \mu\text{F}$ priključimo v času $t = 0$ enosmerno napetost $U = 100 \text{ V}$. Kondenzator je bil v času $t = 0$ naelektrjen z elektrino $Q_0 = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ As}$.



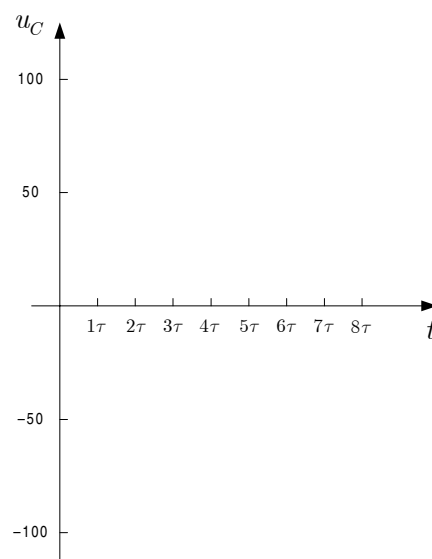
- Kolikšna je bila napetost U_{C_0} na kondenzatorju pred sklenitvijo stikala?
- Kolikšna bo napetost na kondenzatorju U_{C_s} po končanem prehodnem pojavu?
- Kolikšna je časovna konstanta prehodnega pojava?
- Skicirajte časovni potek napetosti u_C .

(2 točki)

(2 točki)

(2 točki)

(2 točki)



Rešitev in navodila za ocenjevanje

- a) Napetost
- U_{C0}
- na kondenzatorju zaradi elektrine
- Q_0
- v trenutku priklopa zunanje napetosti

$$U_{C0} = -\frac{Q_{C0}}{C} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$U_{C0} = -\frac{2,5 \cdot 10^{-3}}{50 \cdot 10^{-6}} = -50 \text{ V} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

Polariteta napetosti na kondenzatorju je nasprotna tisti po končanem prehodnem pojavu.

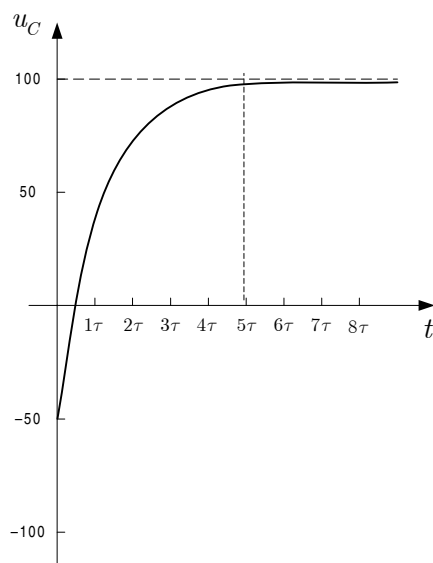
- b) Napetost na kondenzatorju
- U_{Cs}
- po končanem prehodnem pojavu

$$U_{Cs} = U = 100 \text{ V} \dots\dots\dots 2 \text{ točki}$$

- c) Časovna konstanta prehodnega pojava

$$\tau = RC = 2 \cdot 50 \cdot 10^{-6} \text{ s} = 100 \cdot 10^{-6} \text{ s} = 100 \mu\text{s} \dots\dots\dots 2 \text{ točki}$$

- d) Časovni potek napetosti
- u_C

Označeni napetosti U_{C0} in U_{Cs} 1 točka

Časovni potek napetosti 1 točka