



Državni izpitni center



M 0 5 2 7 7 1 1 2

JESENSKI ROK

ELEKTROTEHNIKA

NAVODILA ZA OCENJEVANJE

Torek, 6. september 2005

SPLOŠNA MATURA

A01

V času $t = 1 \mu\text{s}$ preteče skozi presek vodnika $n = 2 \cdot 10^{12}$ elektronov.

Izračunajte jakost toka I v vodniku.

(2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

$$I = \frac{Q}{t} = \frac{ne_0}{t} = \frac{2 \cdot 10^{12} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}{10^{-6}} = 0,32 \text{ A} \dots\dots\dots 2 \text{ točki}$$

A02

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

Izračun časa kromiranja

$$t = \frac{m}{cI} = \frac{10 \cdot 10^{-3}}{0,185 \cdot 10^{-6} \cdot 5} = 10810 \text{ s} \doteq 3 \text{ h } 10 \text{ s} \dots\dots\dots 2 \text{ točki}$$

A03

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

A04

Zaporedna vezava dveh kondenzatorjev s kapacitivnostma $C_1 = 200 \mu\text{F}$ in $C_2 = 300 \mu\text{F}$ je priključena na vir enosmerne napetosti U . Napetost na drugem kondenzatorju je $U_2 = 30 \text{ V}$.

Izračunajte napetost na prvem kondenzatorju U_1 .

(2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

Izračun napetosti U_1

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{C_2}{C_1} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$U_1 = \frac{C_2 U_2}{C_1} = \frac{300 \cdot 10^{-6} \cdot 30}{200 \cdot 10^{-6}} = 45 \text{ V} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

A05

Bakreno navitje transformatorja ima pri temperaturi $20 \text{ }^\circ\text{C}$ upornost $R_{20} = 5 \Omega$. Med delovanjem transformatorja se je navitje segrelo na temperaturo $\vartheta = 80 \text{ }^\circ\text{C}$. Temperaturni koeficient bakra je $\alpha = 0,0039 \text{ K}^{-1}$.

Izračunajte upornost navitja R_ϑ pri temperaturi $80 \text{ }^\circ\text{C}$.

(2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

Upornost navitja R_ϑ

$$R_\vartheta = R_{20} + R_{20} \alpha \Delta \vartheta \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$R_\vartheta = 5 + 5 \cdot 0,0039 \cdot 60 = 6,17 \Omega \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

A06

Realni napetostni vir ima notranjo upornost $R_n = 2 \Omega$ in napetost prostega teka $U_0 = 12 \text{ V}$. Na vir priključimo prilagojeno breme.

Izračunajte moč $P_{b \max}$ na prilagojenem bremenu.

(2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje:

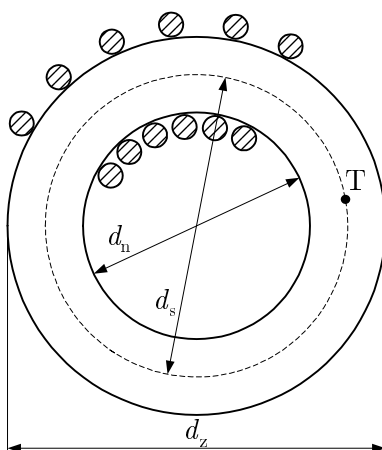
Izračun moči na prilagojenem bremenu

$$R_b = R_n \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$P_{b \max} = \frac{U_b^2}{R_b} = \frac{U_0^2}{4R_n} = \frac{12^2}{4 \cdot 2} = 18 \text{ W} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

A07

Toroidna tuljava je narejena tako, da je na obroč iz izolacijskega materiala z notranjim premerom $d_n = 3$ cm in zunanjim premerom $d_z = 5$ cm navitih $N = 600$ ovojev. Tok tuljave je $I = 2$ A.



Izračunajte absolutno vrednost gostote magnetnega pretoka B v označeni točki T v notranjosti toroida.

(2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

Srednja dolžina silnic

$$l_s = \pi d_s = \pi \frac{d_z + d_n}{2} = \frac{\pi (5 + 3) \cdot 10^{-2}}{2} = 4\pi \cdot 10^{-2} \text{ m} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

Absolutna vrednost gostote magnetnega pretoka

$$B = \frac{\mu_0 IN}{l_s} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 2 \cdot 600}{4\pi \cdot 10^{-2}} = 12 \text{ mT} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

A08

V magnetnem polju zračne tuljave je shranjena energija $W_m = 200$ J. Induktivnost tuljave je $L = 300$ mH.

Izračunajte tok I skozi tuljavo.

(2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

Izračun toka skozi tuljavo

$$W_m = \frac{LI^2}{2} \Rightarrow I = \sqrt{\frac{2W_m}{L}} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$I = \sqrt{\frac{2 \cdot 200}{0,3}} = 36,5 \text{ A} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

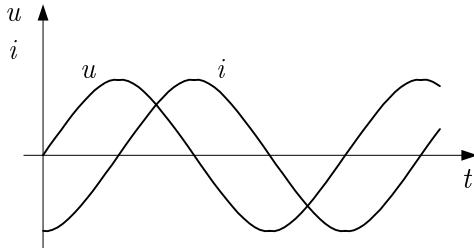
A09

Tuljava je priključena na sinusno napetost.

Skicirajte časovni diagram napetosti in toka te tuljave.

(2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje



.....2 točki

A10

Zaporedna vezava upora z upornostjo $R = 100 \Omega$, tuljave z induktivnostjo $L = 20 \mu\text{H}$ in kondenzatorja s kapacitivnostjo $C = 20 \text{ pF}$ je priključena na vir harmonične napetosti.

Izračunajte resonančno frekvenco f_0 .

(2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

Resonančna frekvenca

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{20 \cdot 10^{-6} \cdot 20 \cdot 10^{-6}}} = 7,96 \text{ MHz} \dots\dots\dots 2 \text{ točki}$$

A11

Trifazni asinhronski motor z močjo $P = 4,4 \text{ kW}$ in faktorjem moči $\cos \varphi = 0,8$ v vezavi zvezda priključimo na omrežje z medfazno efektivno napetostjo $U = 400 \text{ V}$.

Izračunajte efektivno vrednost linijskega toka.

(2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

Izračun efektivne vrednosti linijskega toka

$$P = \sqrt{3}UI \cos \varphi \Rightarrow I = \frac{P}{\sqrt{3}U \cos \varphi} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$I = \frac{4400}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 7,94 \text{ A} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

A12

Trenutna vrednost napetosti na tuljavi med prehodnim pojavom se izraža kot

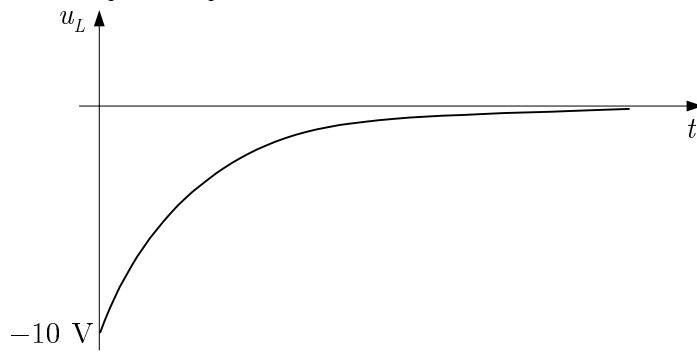
$$u_L = -10e^{-t/\tau} \text{ V.}$$

Skicirajte časovni potek te napetosti.

(2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

Časovni potek napetosti



..... 2 točki

B01

Zračni ploščni kondenzator s podatki $S = 500 \text{ cm}^2$, $d = 1 \text{ mm}$, $\varepsilon_r = 1$ priključimo na vir enosmerne napetosti $U = 100 \text{ V}$. Po končanem prehodnem pojavu kondenzator odklopimo z vira napetosti.

- a) Izračunajte kapacitivnost kondenzatorja C . (2 točki)
- b) Izračunajte električno poljsko jakost E . (2 točki)
- c) Izračunajte energijo električnega polja kondenzatorja W_e . (2 točki)
- d) Izračunajte delo W , ki ga opravimo, če plošči razmaknemo na razdaljo $d = 2 \text{ mm}$. (2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

- a) Kapacitivnost kondenzatorja

$$C = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon_r S}{d} = \frac{8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 1 \cdot 500 \cdot 10^{-4}}{10^{-3}} = 442,5 \cdot 10^{-12} \text{ F} = 442,5 \text{ pF} \dots\dots\dots 2 \text{ točki}$$

- b) Električna poljska jakost

$$E = \frac{U}{d} = \frac{100}{10^{-3}} = 100 \text{ kV/m} \dots\dots\dots 2 \text{ točki}$$

- c) Energija električnega polja kondenzatorja

$$W_e = \frac{CU^2}{2} = \frac{442,5 \cdot 10^{-12} \cdot 10^4}{2} = 2,2 \cdot 10^{-6} \text{ J} = 2,2 \text{ } \mu\text{J} \dots\dots\dots 2 \text{ točki}$$

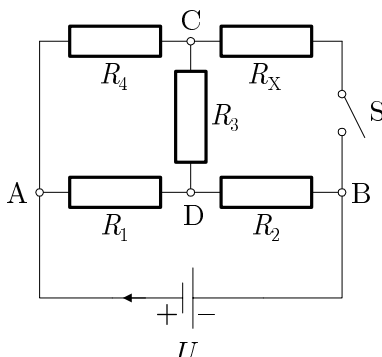
- d) Opravljeno delo pri razmikanju plošč

$$W = \Delta W_e = \frac{(C/2)(2U)^2}{2} - \frac{CU^2}{2} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$W = \frac{CU^2}{2} = 2,2 \text{ } \mu\text{J} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

B02

Dano je enosmerno električno vezje s podatki: $R_1 = 10 \Omega$, $R_2 = 12 \Omega$, $R_3 = 25 \Omega$, $R_4 = 15 \Omega$ in $U = 12 \text{ V}$. Na začetku je stikalo **S** razklenjeno.



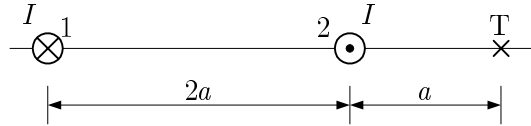
- Izračunajte nadomestno upornost R vezja. (2 točki)
- Izračunajte napetost U_2 na uporu z upornostjo R_2 . (2 točki)
- Izračunajte moč P_1 na uporu z upornostjo R_1 . (2 točki)
- Določite upornost R_X tako, da bo po sklenitvi stikala moč P_3 na uporu z upornostjo R_3 enaka nič. (2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

- Izračun nadomestne upornosti
 $R_{34} = R_3 + R_4 = 25 + 15 = 40 \Omega$
 $R_{134} = \frac{R_1 R_{34}}{R_1 + R_{34}} = \frac{10 \cdot 40}{10 + 40} = 8 \Omega$ 1 točka
 $R = R_2 + R_{134} = 12 + 8 = 20 \Omega$ 1 točka
- Izračun napetosti U_2
 $I = I_2 = \frac{U}{R} = \frac{12}{20} = 0,6 \text{ A}$ 1 točka
 $U_2 = R_2 I_2 = 12 \cdot 0,6 = 7,2 \text{ V}$ 1 točka
- Izračun moči P_1
 $U_1 = U - U_2 = 12 - 7,2 = 4,8 \text{ V}$ 1 točka
 $P_1 = \frac{U_1^2}{R_1} = \frac{4,8^2}{10} = 2,3 \text{ W}$ 1 točka
- Določitev upornosti R_X
 $\frac{R_X}{R_4} = \frac{R_2}{R_1}$ 1 točka
 $R_X = \frac{R_2 R_4}{R_1} = \frac{12 \cdot 15}{10} = 18 \Omega$ 1 točka

B03

V dvovodu dolžine $l = 100$ m je tok $I = 90$ A. Razdalja med osema vodnikoma 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
 $B_2 = \frac{\mu_0 I}{2\pi a} = 90 \mu\text{T}$ 2 točki
- c) Absolutna vrednost vektorja gostote magnetnega pretoka B v točki T
 $B = B_2 - B_1 = 60 \mu\text{T}$ 2 točki
- d) Absolutna vrednost magnetne sile F med vodnikoma
 $F = \frac{\mu_0 I^2}{2\pi(2a)} l = 405 \text{ mN}$ 2 točki

B04

Ravna zračna tuljava ima $N = 300$ ovojev, dolžino $l = 5$ cm in presek $A = 0,5$ cm². Skozi ovoje tuljave teče tok $I = 0,1$ A.

- a) Izračunajte gostoto magnetnega pretoka B v notranjosti tuljave. (2 točki)
- b) Izračunajte magnetni pretok Φ v tuljavi. (2 točki)
- c) Izračunajte induktivnost tuljave. (2 točki)
- d) Izračunajte magnetno energijo W_m v tuljavi. (2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

- a) Gostota magnetnega pretoka B v notranjosti tuljave

$$B = \frac{\mu_0 IN}{l} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$B = \frac{12,56 \cdot 10^{-7} \cdot 0,1 \cdot 300}{0,05} = 0,754 \cdot 10^{-3} = 0,754 \text{ mT} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

- b) Magnetni pretok

$$\Phi = BA = 0,754 \cdot 10^{-3} \cdot 0,5 \cdot 10^{-4} = 37,7 \cdot 10^{-9} = 37,7 \text{ nWb} \dots\dots\dots 2 \text{ točki}$$

- c) Induktivnost tuljave

$$L = \frac{N\Phi}{I} = \frac{300 \cdot 37,7 \cdot 10^{-9}}{0,1} = 113,1 \cdot 10^{-6} = 113,1 \text{ }\mu\text{H} \dots\dots\dots 2 \text{ točki}$$

- d) Magnetna energija v tuljavi

$$W_m = \frac{LI^2}{2} = \frac{113,1 \cdot 10^{-6} \cdot 10^{-2}}{2} = 0,566 \cdot 10^{-6} = 0,566 \text{ }\mu\text{J} \dots\dots\dots 2 \text{ točki}$$

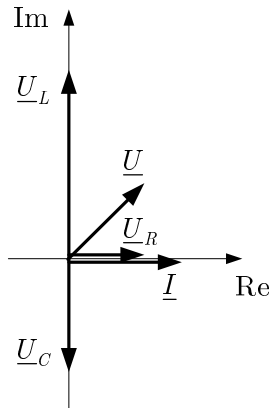
B05

Zaporedna vezava upora, tuljave in kondenzatorja je priključena na vir sinusne napetosti. Efektivna vrednost napetosti na tuljavi je $U_L = 10$ V, na uporu pa $U_R = 4$ V. Fazni kot je $\varphi = 45^\circ$.

- a) Narišite diagram kazalcev vseh napetosti (\underline{U}_L , \underline{U}_C , \underline{U}_R in \underline{U}) in toka v kompleksni ravnini. (2 točki)
- b) Kolikšna je efektivna vrednost napetosti na kondenzatorju? (2 točki)
- c) Kolikšna je efektivna vrednost napetosti vira. (2 točki)
- d) Koliko toplote se sprosti na uporu v eni minuti, če je njegova upornost $R = 8 \Omega$? (2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

- a) Diagram kazalcev vseh napetosti in toka



Kazalci \underline{U}_L , \underline{U}_C , \underline{U}_R in \underline{I} 1 točka
 Kazalec napetosti \underline{U} 1 točka

- b) Efektivna vrednost napetosti na kondenzatorju

$$\tan \varphi = \frac{U_L - U_C}{U_R} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$U_C = U_L - U_R \tan \varphi = 10 - 4 = 6 \text{ V} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

- c) Efektivna vrednost napetosti vira

$$U = \sqrt{U_R^2 + (U_L - U_C)^2} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$U = \sqrt{4^2 + (10 - 6)^2} = \sqrt{32} = 5,6 \text{ V} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

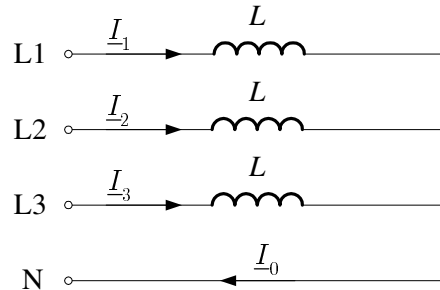
- d) Izračun toplote, ki se sprosti na uporu v eni minuti

$$W = Pt = \frac{U_R^2}{R} t \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$W = \frac{4^2}{8} \cdot 60 = 120 \text{ Ws} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

B06

Narisano breme je priključeno na simetrični trifazni sistem napetosti 400 / 230 V, 50 Hz .
 Reaktanca tuljave je $X_L = 20 \Omega$.

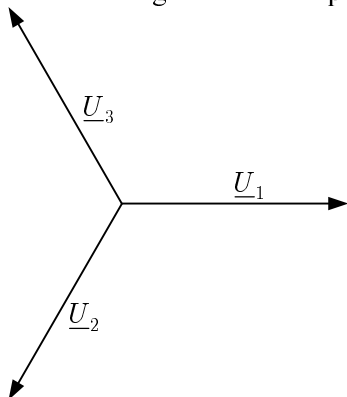


- Zapišite kompleksorja faznih napetosti \underline{U}_2 in \underline{U}_3 , če je prva fazna napetost $\underline{U}_1 = 230 \text{ V}$.
(2 točki)
- Skicirajte kazalčni diagram faznih napetosti.
(2 točki)
- V kazalčnem diagramu faznih napetosti skicirajte kazalce tokov.
(2 točki)
- Izračunajte linijska toka I_2 in I_3 v primeru prekinitve linijskega vodnika L1.
(2 točki)

Rešitev in navodila za točkovanje

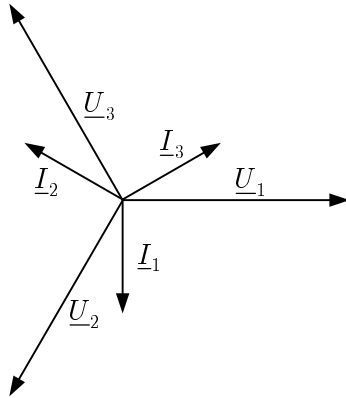
- Kompleksorja faznih napetosti \underline{U}_2 in \underline{U}_3
 $\underline{U}_2 = 230 e^{-j120^\circ} \text{ V}$ 1 točka
 $\underline{U}_3 = 230 e^{-j240^\circ} = 230 e^{j120^\circ} \text{ V}$ 1 točka

- Kazalčni diagram faznih napetosti



..... 2 točki

c) Kazalčni diagram tokov v diagramu napetosti



..... 2 točki

d) Linijska toka I_2 in I_3 pri prekinitvi vodnika L1

$I_2 = I_3$ 1 točka

$I_2 = \frac{U_f}{X_L} = \frac{230}{20} = 11,5 \text{ A}$ 1 točka

B07

Zaporedno vezje praznega kondenzatorja s kapacitivnostjo $C = 10 \mu\text{F}$ in upora z upornostjo $R = 1 \text{ k}\Omega$ priključimo v času $t = 0 \text{ s}$ na enosmerno napetost $U = 120 \text{ V}$.

- a) Določite začetno vrednost polnilnega toka. (2 točki)
- b) Določite napetost na uporu po končanem prehodnem pojavu. (2 točki)
- c) Izračunajte vrednost napetosti na kondenzatorju v času treh časovnih konstant. (2 točki)
- d) Kolikšna mora biti upornost upora, ki ga moramo vezati danemu uporu zaporedno, da se bo kondenzator praktično napolnil v 200 ms ? (2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

- a) Začetna vrednost polnilnega toka
 $I = \frac{U}{R}$ 1 točka
 $I = \frac{120}{1000} = 0,12 \text{ A} = 120 \text{ mA}$ 1 točka
- b) Napetost na uporu po končanem prehodnem pojavu
 $U_R = 0 \text{ V}$ 2 točki
- c) Vrednost napetosti na kondenzatorju v času treh časovnih konstant
 $u_C = U(1 - e^{-3})$ 1 točka
 $u_C = 120 \cdot (1 - 0,05) = 114 \text{ V}$ 1 točka
- d) Izračun upornosti upora, ki ga vežemo zaporedno danemu uporu
 $5\tau = 200 \text{ ms}$ 1 točka
 $\tau = R_1 C = 40 \text{ ms} \Rightarrow R_1 = 4 \text{ k}\Omega$
 $R_x = R_1 - R = 4000 - 1000 = 3 \cdot 10^3 \Omega = 3 \text{ k}\Omega$ 1 točka