



Š i f r a k a n d i d a t a :

Državni izpitni center



M 1 1 2 7 7 1 1 2

JESENSKI IZPITNI ROK

ELEKTROTEHNIKA

NAVODILA ZA OCENJEVANJE

Ponedeljek, 29. avgust 2011

SPLOŠNA MATURA

A01

Enota $A \cdot s \cdot V^{-1} \cdot m^{-1}$ je sestavljena enota mednarodnega merskega sistema SI.

Imenujte fizikalno količino, ki ji pripada navedena merska enota, in zapišite njen simbol.

(2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

Količina, ki ji pripada navedena enota, je dielektričnost..... 1 točka

Njen simbol je ε 1 točka

A02

V vodniku s premerom $d = 0,8$ mm je gostota toka $J = 4$ A/mm².

Izračunajte električni tok v vodniku.

(2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

Izračun toka

$$I = JS = J \frac{\pi d^2}{4} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$I = 4 \cdot 10^6 \frac{\pi \cdot 0,8^2 \cdot 10^{-6}}{4} = 2 \text{ A} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

A03

Med časoma $t_1 = 0,22$ ms in $t_2 = 0,27$ ms se je elektrina na plošči kondenzatorja povečala z vrednosti $Q_1 = 3,6$ μC na vrednost $Q_2 = 5,6$ μC .

Kolikšen je bil povprečen tok elektrenja?

(2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

Tok elektrenja

$$i = \frac{Q_2 - Q_1}{t_2 - t_1} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$i = \frac{2 \cdot 10^{-6}}{0,05 \cdot 10^{-3}} = 40 \text{ mA} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

A04

V homogenem električnem polju je točkasti naboj z elektrino $Q = 5 \text{ nC}$, na katerega deluje sila, ki ima absolutno vrednost $F = 20 \text{ }\mu\text{N}$.

Izračunajte absolutno vrednost električne poljske jakosti.

(2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

Absolutna vrednost električne poljske jakosti

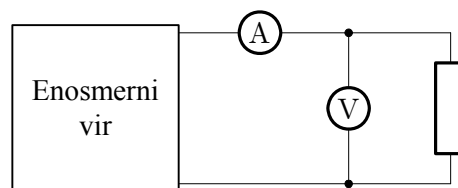
$$E = \frac{F}{Q} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$E = \frac{20 \cdot 10^{-6}}{5 \cdot 10^{-9}} = 4 \text{ kV/m} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

A05

Breme, idealni ampermeter in idealni voltmetr priključimo na enosmerni vir po narisanem shemi. Odčitek s skale ampermetra je $I = 17,4 \text{ A}$, odčitek s skale voltmetra pa je

$U = 4,38 \text{ V}$.



Koliko toplote se sprosti v bremenu v času $t = 20 \text{ min}$?

(2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

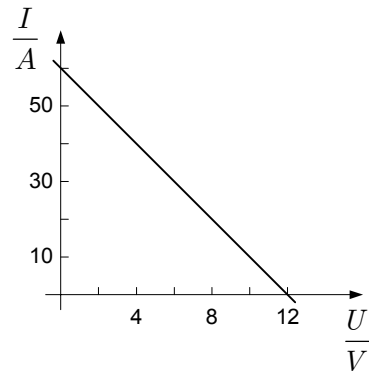
Množina sproščene toplote v uporu

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

$$W = 4,38 \cdot 17,4 \cdot 20 \cdot 60 = 91,45 \text{ kJ} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

A06

Dana je U - I karakteristika enosmernega vira.



Določite notranjo upornost vira.

(2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

Notranja upornost

$$R_{\text{not.}} = \frac{U_o}{I_k} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$R_{\text{not.}} = \frac{12 \text{ V}}{60 \text{ A}} = 0,2 \Omega \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

A07

Vzporedna vodnika dolžine $l = 250$ m in medosne razdalje $d = 40$ cm vodita enaka toka $I = 1,2$ kA v isto smer.

Izračunajte magnetno silo med vodnikoma.

(2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

Magnetna sila med vodnikoma

$$F_m = \frac{\mu_0 I^2 l}{2\pi d} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$F_m = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot (1,2 \cdot 10^3)^2 \cdot 250}{2\pi \cdot 0,4} = 180 \text{ N} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

A08

Med časoma $t_1 = 0,12$ ms in $t_2 = 0,27$ ms se je magnetni pretok skozi tuljavo z ovoji $N = 150$ linearno povečeval od vrednosti $\Phi_1 = 2,5$ μ Wb do vrednosti $\Phi_2 = 4,5$ μ Wb.

Kolikšna je bila v tem času inducirana napetost med priključkoma tuljave?

(2 točki)

Rešitev in navodilo za ocenjevanje

Inducirana napetost

$$u_{\text{ind}} = -N \frac{\Phi_2 - \Phi_1}{t_2 - t_1} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$u_{\text{ind}} = -150 \cdot \frac{(4,5 - 2,5) \cdot 10^{-6}}{(0,27 - 0,12) \cdot 10^{-3}} = -2 \text{ V} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

A09

Impedanca kompleksnega bremena je $\underline{Z} = (10 + j10) \Omega$.

Določite značaj bremena.

(2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

Značaj bremena je uporovno-induktivni..... 2 točki

A10

Elektromotorju, ki je priključen na harmonično napetost efektivne vrednosti $U = 230$ V in frekvence 50 Hz, želimo zmanjšati jalovo moč za 1 kvar .

Izračunajte kapacitivnost kompenzacijskega kondenzatorja.

(2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

Kapacitivnost kompenzacijskega kondenzatorja

$$C = \frac{Q_C}{\omega U^2} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$C = \frac{10^3}{2\pi \cdot 50 \cdot 230^2} = 60,2 \text{ } \mu\text{F} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

A11

V simetričnem trifaznem sistemu napetosti je dana fazna napetost $\underline{U}_1 = j230 \text{ V}$.

a) Kolikšna je medfazna napetost U ?

(1 točka)

b) Narišite kazalčni diagram faznih napetosti.

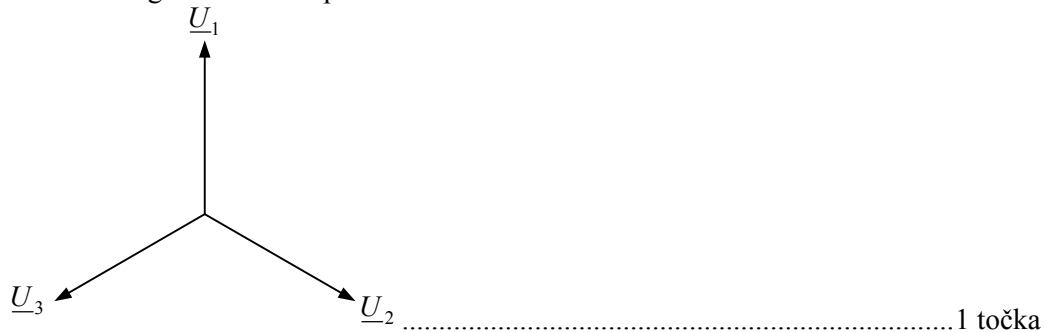
(1 točka)

Rešitev in navodila za točkovanje

a) Medfazna napetost

$$U = \sqrt{3}U_f = \sqrt{3} \cdot 230 = 398 \text{ V} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

b) Kazalčni diagram faznih napetosti

**A12**

Zaporedno vezavo upora in praznega kondenzatorja ob času $t = 0 \text{ s}$ priključimo na vir enosmerne napetosti $U = 100 \text{ V}$.

Izračunajte napetost u_R na uporu ob času ene časovne konstante ($t = \tau$) po sklenitvi stikala.

(2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

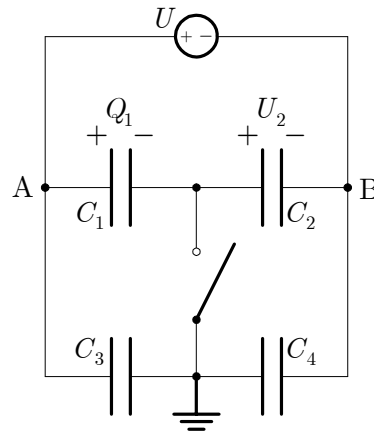
Napetost u_R

$$u_R = Ue^{-t/\tau} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$u_R = 100e^{-1} = 36,8 \text{ V} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

B01

Podatki vezja so: $U = 12 \text{ V}$, $C_1 = C_4 = 20 \text{ }\mu\text{F}$ in $C_2 = C_3 = 5 \text{ }\mu\text{F}$.



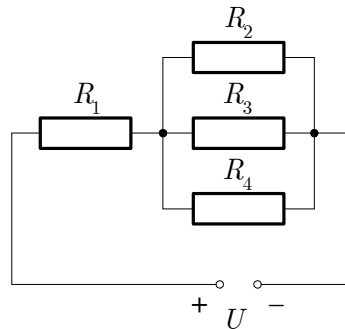
- a) Izračunajte elektrino Q_1 na kondenzatorju kapacitivnosti C_1 . (2 točki)
- b) Izračunajte napetost U_2 na kondenzatorju kapacitivnosti C_2 . (2 točki)
- c) Izračunajte celotno, v kondenzatorjih akumulirano električno energijo W_e . (2 točki)
- d) Določite potenciala V_A in V_B spojišč A in B po sklenitvi stikala. (2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

- a) Elektrina
- $$Q_1 = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} U \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$
- $$Q_1 = \frac{20 \cdot 5}{20 + 5} \cdot 12 = 48 \text{ }\mu\text{C} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$
- b) Napetost
- $$U_2 = \frac{Q_2}{C_2} = \frac{Q_1}{C_2} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$
- $$U_2 = \frac{48}{5} = 9,6 \text{ V} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$
- c) Električna energija
- $$W_e = \frac{(2Q_1)U}{2} = Q_1 U \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$
- $$W_e = 48 \cdot 10^{-6} \cdot 12 = 576 \text{ }\mu\text{J} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$
- d) Potenciala spojišč
- Kondzatorski delilnik deli takrat napetosti v razmerju 1:1, zato sta:
- $$V_A = \frac{U}{2} = 6 \text{ V} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$
- $$V_B = -\frac{U}{2} = -6 \text{ V} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

B02

Vezje uporov z upornostmi $R_1 = 2 \Omega$, $R_2 = 9 \Omega$, $R_3 = 12 \Omega$ in $R_4 = 18 \Omega$ je priključeno na vir neznane napetosti U . Moč sproščanja toplote na uporu upornosti R_1 je $P_1 = 162 \text{ W}$.



- Izračunajte tok I_1 skozi upor upornosti R_1 . (2 točki)
- Izračunajte nadomestno upornost R_n sestavljenega bremena. (2 točki)
- Izračunajte priključeno napetost U . (2 točki)
- Izračunajte moč upora upornosti R_1 , če bi pregorel upor upornosti R_3 . (2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

- a) Tok skozi prvi upor

$$I_1 = \sqrt{\frac{P_1}{R_1}} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$I_1 = \sqrt{\frac{162}{2}} = 9 \text{ A} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

- b) Nadomestna upornost

$$R_{1234} = R_1 + R_{234} = R_1 + \left(\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} \right)^{-1} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$R_{1234} = 2 + \left(\frac{1}{9} + \frac{1}{12} + \frac{1}{18} \right)^{-1} = 6 \Omega \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

- c) Priključena napetost

$$U = R_n I_1 = 6 \cdot 9 = 54 \text{ V} \dots\dots\dots 2 \text{ točki}$$

- d) Moč prvega upora pri pregorenem tretjem uporu

$$R_{124} = R_1 + \frac{R_2 R_4}{R_2 + R_4} = 2 + \frac{9 \cdot 18}{9 + 18} = 8 \Omega \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$P_1 = R_1 \left(\frac{U}{R_{124}} \right)^2 = 2 \left(\frac{54}{8} \right)^2 = 91,1 \text{ W} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

B03

Toroidno jedro srednjega radija $r = 12$ cm in kvadratnega preseka s stranico $a = 4$ cm je izdelano iz usmerjene pločevine M2 (njena magnetilna krivulja je na hrbtni strani izpitne pole). Na jedru je navitje z ovoji $N = 170$ in tokom $I = 0,28$ A.

- a) Izračunajte absolutno vrednost H magnetne poljske jakosti v sredini jedra. (2 točki)
- b) Določite absolutno vrednost B gostote magnetnega pretoka v sredini jedra. (2 točki)
- c) Izračunajte magnetni pretok v toroidnem jedru. (2 točki)
- d) Kolikšen bi moral biti tok I_1 v navitju, da bi bila gostota magnetnega pretoka v jedru 1 T? (2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

- a) Magnetna poljska jakost
 $H = \frac{NI}{2\pi r}$ 1 točka
 $H = 63$ A/m 1 točka
- b) Odčitek gostote magnetnega pretoka
 Pri jakosti $H = 63$ A/m odčitamo gostoto $B = 1,6$ T 2 točki
- c) Magnetni pretok
 $\Phi = Ba^2$ 1 točka
 $\Phi = 1,6 \cdot (4 \cdot 10^{-2})^2 = 2,56$ mWb 1 točka
- d) Tok I_1
 Pri $B_1 = 1$ T odčitamo potrebni $H_1 = 7$ A/m 1 točka
 $I_1 = \frac{2\pi r H_1}{N} = 31$ mA 1 točka

B04

Ravna zračna tuljava ima $N = 300$ obojev, 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

$$\Phi = BA \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$\Phi = 0,754 \cdot 10^{-3} \cdot 0,5 \cdot 10^{-4} = 37,7 \cdot 10^{-9} = 37,7 \text{ nWb} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

- c) Induktivnost tuljave

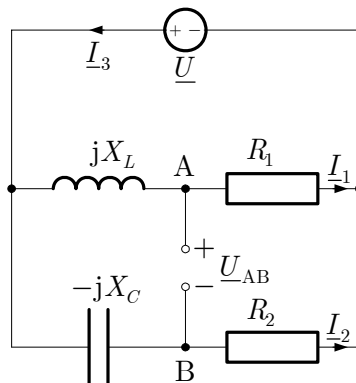
$$L = \frac{N\Phi}{I} = \frac{300 \cdot 37,7 \cdot 10^{-9}}{0,1} = 113,1 \cdot 10^{-6} = 113,1 \text{ }\mu\text{H} \dots\dots\dots 2 \text{ točki}$$

- 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

Elemente harmoničnega vezja določajo podatki: $\underline{U} = j50 \text{ V}$, $R_1 = 10 \text{ } \Omega$, $R_2 = 20 \text{ } \Omega$,
 $X_L = 20 \text{ } \Omega$, $X_C = 10 \text{ } \Omega$.



- a) Izračunajte kazalec \underline{I}_1 toka v zgornji veji. (2 točki)
- b) Izračunajte kazalec \underline{I}_2 toka v spodnji veji. (2 točki)
- c) Izračunajte kazalec \underline{U}_{AB} napetosti med sponkama stikala. (2 točki)
- d) Izračunajte kazalec \underline{I}_3 toka skozi vir, ko naredimo med točkama A in B kratki stik. (2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

- a) Kazalec toka v zgornji veji
 $\underline{I}_1 = \frac{\underline{U}}{R_1 + jX_L} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$
 $\underline{I}_1 = \frac{j50}{10 + j20} = (2 + j) \text{ A} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$
- b) Kazalec toka v spodnji veji
 $\underline{I}_2 = \frac{\underline{U}}{R_2 - jX_C} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$
 $\underline{I}_2 = \frac{j50}{20 - j10} = (-1 + j2) \text{ A} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$
- c) Kazalec napetosti med sponkama stikala
 $\underline{U}_{AB} = R_1 \underline{I}_1 - R_2 \underline{I}_2 \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$
 $\underline{U}_{AB} = 10 \cdot (2 + j) - 20 \cdot (-1 + j2) = (40 - j30) \text{ V} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$
- d) Kazalec toka skozi vir, ko je med točkama A in B kratki stik
 $\underline{I}_3 = \frac{\underline{U}}{\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + \frac{jX_L(-jX_C)}{jX_L - jX_C}} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$
 $\underline{I}_3 = (-2,25 + j0,75) = 2,37 \cdot e^{j162^\circ} \text{ A} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$

B06

Moč trifazne termoakumulatorske peči je $P = 2,4 \text{ kW}$. V njej so tri enaka grela vezana v zvezdo brez nevtralnega vodnika in priključena na simetrični trifazni sistem. Efektivna vrednost medfazne napetosti je $U = 400 \text{ V}$.

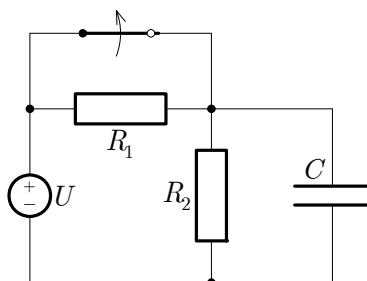
- a) Izračunajte efektivno vrednost napetosti na enem grelu. (2 točki)
- b) Izračunajte efektivno vrednost toka v faznem vodniku. (2 točki)
- c) Izračunajte električno upornost posameznega grela. (2 točki)
- d) Kolikšna bi bila moč peči, če bi pregorela varovalka v enem od faznih vodnikov? (2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

- a) Efektivna vrednost napetosti na enem grelu
- $$U_f = \frac{U}{\sqrt{3}} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$
- $$U_f = \frac{400}{\sqrt{3}} = 231 \text{ V} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$
- b) Efektivna vrednost faznega toka
- $$P = \sqrt{3}UI \cos \varphi \Rightarrow I_f = \frac{2400}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 1} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$
- $$I_f = 3,46 \text{ A} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$
- c) Električna upornost grela
- $$R = \frac{U_f}{I_f} = \frac{231}{3,46} = 66,7 \text{ } \Omega \dots\dots\dots 2 \text{ točki}$$
- d) Moč peči pri izpadu ene faze
- $$P = \frac{U^2}{2R} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$
- $$P = \frac{400^2}{2 \cdot 66,7} = 1200 \text{ W} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

B07

Podatki vezja so: $U = 12 \text{ V}$, $R_1 = 100 \text{ } \Omega$, $R_2 = 300 \text{ } \Omega$ in $C = 100 \text{ } \mu\text{F}$. **Ob času** $t = 0 \text{ s}$ **razklenemo stikalo.**



- a) Izračunajte električno energijo v kondenzatorju pred razklenitvijo stikala. (2 točki)
- b) Izračunajte končno napetost kondenzatorja po razklenitvi stikala. (2 točki)
- c) Narišite časovni diagram napetosti na kondenzatorju po razklenitvi stikala. (2 točki)
- d) Kolikšen je tok kondenzatorja tik po razklenitvi stikala? (2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

- a) Električna energija pred razklenitvijo stikala

$$W_e = \frac{CU^2}{2} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

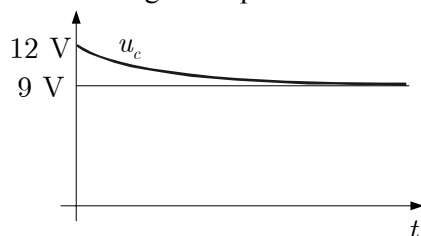
$$W_e = \frac{10^{-4} \cdot 144}{2} = 7,2 \text{ mJ} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

- b) Končna napetost kondenzatorja po razklenitvi stikala

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

$$U_C = \frac{300 \cdot 12}{400} = 9 \text{ V} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

- c) Časovni diagram napetosti na kondenzatorju po razklenitvi stikala



$\dots\dots\dots 2 \text{ točki}$

- d) Tok kondenzatorja tik po razklenitvi stikala

Tik po razklenitvi stikala je napetost na kondenzatorju enaka U , zato je tok skozi upor R_1 enak nič; praznilni tok kondenzatorja tik po razklenitvi stikala je zato

$$i_C(0+) = \frac{U}{R_2} = \frac{12}{300} = 40 \text{ mA} \dots\dots\dots 2 \text{ točki}$$