



Š i f r a k a n d i d a t a :

Državni izpitni center



M 0 9 2 7 7 1 1 2

JESENSKI IZPITNI ROK

ELEKTROTEHNIKA

NAVODILA ZA OCENJEVANJE

Četrtek, 27. avgust 2009

SPLOŠNA MATURA

A01

Z galvanizacijskim postopkom želimo v času $t = 10$ h na predmet površine $A = 200 \text{ cm}^2$ nanesti plast niklja debeline $d = 0,2 \text{ mm}$. Elektrokemični ekvivalent niklja je $c = 0,304 \cdot 10^{-6} \text{ kg/C}$ in specifična gostota niklja $\rho = 8,8 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$.

Izračunajte tok I , pri katerem mora potekati galvanizacija.

(2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

Zapis enačbe

$$m = cIt = Ad\rho \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

Izračun toka

$$I = \frac{Ad\rho}{ct} = \frac{200 \cdot 10^{-4} \cdot 0,2 \cdot 10^{-3} \cdot 8,8 \cdot 10^3}{0,304 \cdot 10^{-6} \cdot 36000} = 3,2 \text{ A} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

A02

Akumulator ima shranjeno elektrino $Q_1 = 10 \text{ Ah}$.

S kolikšnim tokom moramo polniti akumulator, da se bo v času $t = 10$ h napolnil na elektrino $Q_2 = 50 \text{ Ah}$?

(2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

Zapis enačbe

$$I = \frac{Q_2 - Q_1}{t} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

Izračun toka

$$I = \frac{50 - 10}{10} = 4 \text{ A} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

A03

Enota za kapacitivnost je farad (F).

Enoto F izrazite z drugimi enotami SI merskega sistema.

(2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

Enota za kapacitivnost

$$C = \frac{Q}{U} \Rightarrow F = \frac{\text{As}}{\text{V}} \dots\dots\dots 2 \text{ točki}$$

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

Grela s temperaturno neodvisno upornostjo je priključeno na vir z napetostjo $U_1 = 100 \text{ V}$.

Izračunajte potrebno napetost U_2 , da se moč grela podvoji.

(2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

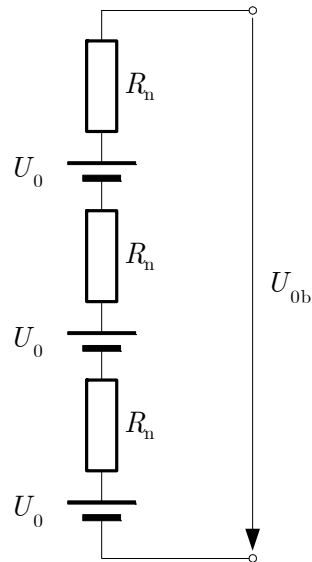
Izračun napetosti U_2

$$\frac{U_2^2}{R} = 2 \frac{U_1^2}{R} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$U_2 = U_1 \sqrt{2} = 141 \text{ V} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

A06

Trije enaki galvanski členi z lastnimi napetostmi $U_0 = 2 \text{ V}$ in notranjimi upornostmi $R_n = 0,15 \Omega$ so vezani zaporedno.



a) Kolikšna je lastna napetost U_{ob} baterije?

(1 točka)

b) Kolikšna je notranja upornost R_{nb} baterije?

(1 točka)

Rešitev in navodila za točkovanje

a) Napetost U_{ob} baterije

$$U_{ob} = 3U_0 = 6 \text{ V} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

b) Notranja upornost R_{nb} baterije

$$R_{nb} = 3R_n = 0,45 \Omega \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

A07

V ravnem tokovodniku okroglega preseka s polmerom $r_0 = 2 \text{ mm}$ je tok $I = 20 \text{ A}$.

Izračunajte gostoto magnetnega pretoka v točki, ki je od osi vodnika oddaljena $r = 1 \text{ mm}$.
(2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

Enačba, ki določa gostoto magnetnega pretoka v notranjosti ravnega vodnika

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r_0^2} r \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

Izračun gostote magnetnega pretoka na oddaljenosti $r = 1 \text{ mm}$

$$B = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 20}{2\pi \cdot (2 \cdot 10^{-3})^2} \cdot 1 \cdot 10^{-3} = 1 \text{ mT} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

A08

Krožni ovoj polmera $r = 12 \text{ cm}$ se vrti z $n = 1500$ obrati/min okoli osi, ki je pravokotna na homogeno magnetno polje gostote $B = 300 \text{ mT}$.

Izračunajte amplitudo inducirane napetosti v ovoju.
(2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

Amplituda inducirane napetosti

$$U_m = \omega SB \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$U_m = \omega SB = 2\pi^2 f r^2 B = 2\pi^2 \frac{1500}{60} \cdot (0,12)^2 \cdot 0,3 = 2,13 \text{ V} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

A09

Impedanca kompleksnega bremena je $\underline{Z} = (30 + j40) \text{ m}\Omega$.

Izračunajte admitanco bremena.
(2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

Admitanca bremena

$$\underline{Y} = \frac{1}{\underline{Z}} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$\underline{Y} = \frac{1}{(30 + j40) \cdot 10^{-3}} = (12 - j16) \text{ S} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

A10

Napetost bremena določa kazalec $\underline{U} = (200 + j80)$ V, tok bremena pa kazalec $\underline{I} = (25 - j5)$ A.

Izračunajte delovno in jalovo moč bremena.

(2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

Izračun moči

$$\underline{S} = \underline{U}\underline{I}^* = (200 + j80)(25 + j5) = (4600 + j3000) \text{ VA} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$P = 4600 \text{ W in } Q = 3000 \text{ var} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

A11

Trifazno breme z močjo $P = 200$ W priključimo v vezavi zvezda na trifazni sistem z medfazno napetostjo $U = 20$ V.

Izračunajte linijski tok.

(2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

Izraz za moč

$$P = \sqrt{3}UI \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

Izračun toka

$$I = \frac{P}{\sqrt{3}U} = \frac{200}{\sqrt{3} \cdot 20} = 5,77 \text{ A} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

A12

V električnem vezju poteka prehodni pojav. Napetost na kondenzatorju se izraža z $u = 100e^{-pt}$ V, pri čemer je $p = 200 \text{ s}^{-1}$.

Določite časovno konstanto prehodnega pojava.

(2 točki)

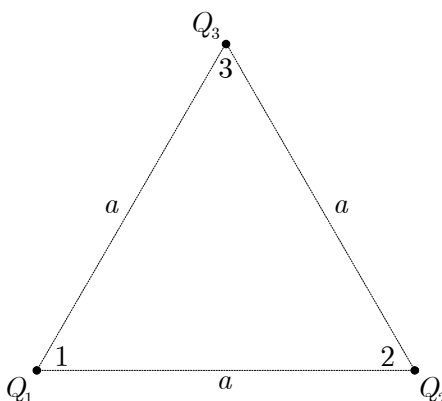
Rešitev in navodila za ocenjevanje

Časovna konstanta

$$pt = \frac{t}{\tau} \Rightarrow \tau = \frac{1}{p} = \frac{1}{200} = 5 \text{ ms} \dots\dots\dots 2 \text{ točki}$$

B01

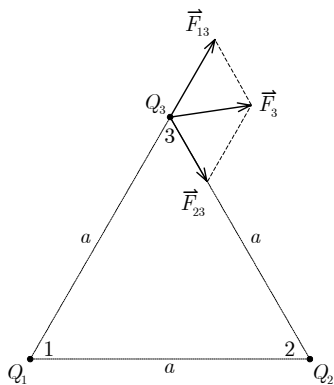
Trije točkasti naboji $Q_1 = 5 \text{ nC}$, $Q_2 = -4 \text{ nC}$ in $Q_3 = 2 \text{ nC}$ so v vakuumu ($\epsilon_r = 1$) nameščeni v ogliščih enakostraničnega trikotnika s stranico $a = 10 \text{ cm}$.



- a) V točki 3 določite smer vektorja sile \vec{F}_{13} , s katero prvi naboj deluje na tretjega, in zapišite Coulumov zakon za izračun sile F_{13} . (2 točki)
- b) Izračunajte silo F_{13} . (2 točki)
- c) Izračunajte silo F_{23} . (2 točki)
- d) Narišite vektor sile \vec{F}_3 in izračunajte silo F_3 na tretji naboj. (2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

- a) Določena smer vektorja sile \vec{F}_{13} 1 točka



Zapisan Coulumov zakon za izračun sile F_{13}

$$F_{13} = \frac{Q_1 Q_3}{4\pi\epsilon_0 a^2} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

b) Izračun sile F_{13}

$$F_{13} = \frac{Q_1 Q_3}{4\pi\epsilon_0 a^2} = \frac{5 \cdot 10^{-9} \cdot 2 \cdot 10^{-9}}{4\pi \cdot \frac{1}{4\pi \cdot 9 \cdot 10^9} \cdot 10^{-2}} = 9 \cdot 10^{-6} \text{ N} = 9 \text{ } \mu\text{N} \dots\dots\dots 2 \text{ točki}$$

c) Izračun sile F_{32}

$$F_{23} = \frac{Q_2 Q_3}{4\pi\epsilon_0 a^2} = \frac{4 \cdot 10^{-9} \cdot 2 \cdot 10^{-9}}{4\pi \cdot \frac{1}{4\pi \cdot 9 \cdot 10^9} \cdot 10^{-2}} = 7,2 \cdot 10^{-6} \text{ N} = 7,2 \text{ } \mu\text{N} \dots\dots\dots 2 \text{ točki}$$

d) Vrisana smer vektorja sile \vec{F}_3 1 točka

Izračun velikosti sile F_3 na tretji naboj

$$F_3^2 = F_{13}^2 + F_{23}^2 - 2F_{13}F_{23} \cos 60^\circ$$

$$F_3^2 = 9^2 + 7,2^2 - 2 \cdot 9 \cdot 7,2 \cdot 0,5$$

$$F_3 = 8,25 \text{ } \mu\text{N} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

B02

Realni napetostni vir ima napetost odprtih sponk $U_o = 13,5 \text{ V}$ in tok kratkega stika

$$I_k = 45 \text{ A}.$$

- a) Določite notranjo upornost R_n tega vira. (2 točki)
- b) Narišite nadomestno vezje tega vira. (2 točki)
- c) Kolikšno moč bi imelo prilagojeno breme, ki bi ga priključili na ta vir? (2 točki)
- d) Kolikšna bi bila moč na tem istem bremenu, če bi k danemu viru vzporedno priključili še štiri njemu enake vire? (2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

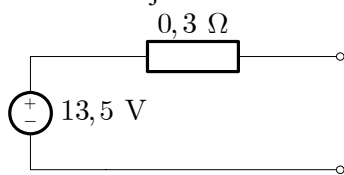
- a) Izraz za notranjo upornost

$$R_n = \frac{U_o}{I_k} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

Izračun notranje upornosti

$$R_n = \frac{13,5}{45} = 0,3 \Omega \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

- b) Nadomestno vezje



..... 2 točki

- c) Izraz za prilagojeno breme

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

Izračun moči

$$P = \frac{U_o^2}{4R_n} = \frac{(13,5)^2}{4 \cdot 0,3} = 151,9 \text{ W} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

- d) Vsak vir bi bremenu zagotovil petino toka. Zančna enačba prek enega vira in bremena je:

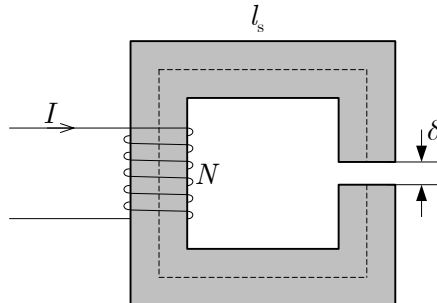
$$U_o = R_n \frac{I}{5} + R_n I = R_n \frac{6I}{5} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

Izračun moči

$$I = \frac{5U_o}{6R_n} = \frac{67,5}{1,8} = 37,5 \text{ A} \Rightarrow P = R_n I^2 = 421,9 \text{ W} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

B03

Feromagnetno jedro ima srednjo dolžino $l_s = 200$ mm in presek $A = 4$ cm². Na jedru je navitje z $N = 500$ ovoji. V navitju teče tok $I = 1,2$ A, ki ustvarja magnetni pretok $\Phi_m = 0,5$ mWb.



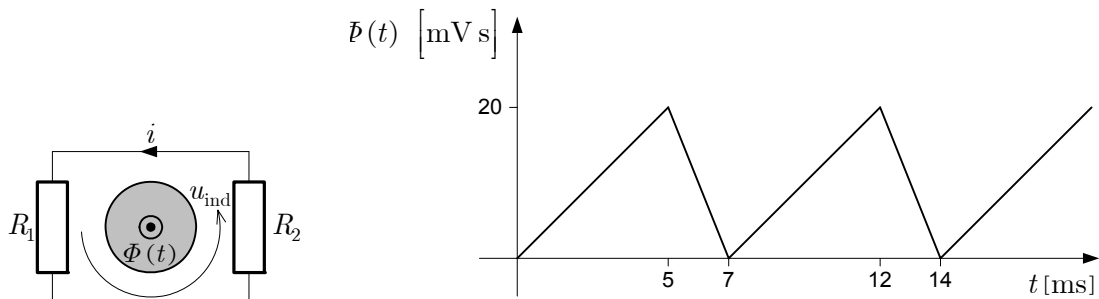
- Izračunajte magnetno napetost Θ . (2 točki)
- Izračunajte magnetno upornost R_m jedra. (2 točki)
- V jedru naredimo zračno režo $\delta = 1$ mm. Izračunajte magnetno upornost R_z zračne reže. (2 točki)
- Določite tok v navitju I_1 tako, da bo magnetni pretok v zračni reži $\Phi_m = 0,5$ mWb. (2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

- Izračun magnetne napetosti Θ
 $\Theta = NI$ 1 točka
 $\Theta = 500 \cdot 1,2 = 600$ A 1 točka
- Izračun magnetne upornosti R_m jedra
 $R_m = \frac{\Theta}{\Phi_m}$ 1 točka
 $R_m = \frac{600}{5 \cdot 10^{-4}} = 1,2 \cdot 10^6 \frac{\text{A}}{\text{Vs}}$ 1 točka
- Izračun magnetne upornosti zračne reže R_z
 $R_z = \frac{\delta}{\mu_0 A} = \frac{10^{-3}}{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 4 \cdot 10^{-4}} = 1,99 \cdot 10^6 \frac{\text{A}}{\text{Vs}}$ 2 točki
- Izračun toka magnetenja I_1
 $I_1 N = \Phi_m (R_m + R_z)$
 $I_1 = \frac{(R_m + R_z) \Phi_m}{N}$ 1 točka
 $I_1 = \frac{3,19 \cdot 10^6 \cdot 5 \cdot 10^{-4}}{500} = 3,19$ A 1 točka

B04

V feromagnetnem stebru se magnetni pretok $\Phi(t)$ spreminja periodično po dani časovni funkciji. Okrog feromagnetnega stebra je sklenjena zanka z uporoma $R_1 = 30 \Omega$ in $R_2 = 20 \Omega$. V zanki se inducira napetost u in v njej steče inducirani tok i .



- Izračunajte inducirano napetost u_{ind} v času $t = 3$ ms. (2 točki)
- Narišite časovni diagram inducirane napetosti. (2 točki)
- Izračunajte tok i v zanki v času $t = 6$ ms. (2 točki)
- Izračunajte moč upora $R_1 = 30 \Omega$ v času $t = 6$ ms. (2 točki)

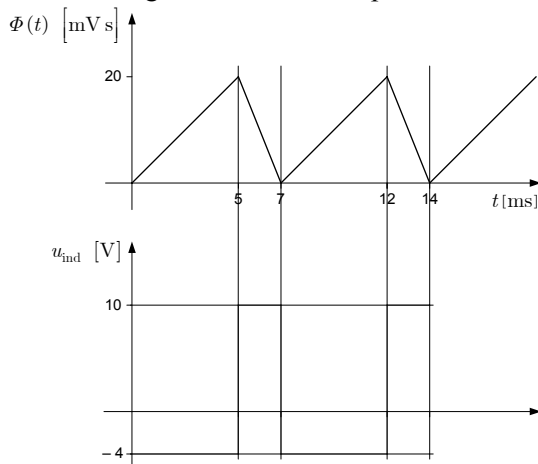
Rešitev in navodila za ocenjevanje

- Inducirana napetost v času $t = 3$ ms

$$u_{\text{ind}} = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$u_{\text{ind}} = - \frac{20 \cdot 10^{-3}}{5 \cdot 10^{-3}} = -4 \text{ V} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

- Časovni diagram inducirane napetosti



..... 2 točki

c) Tok i v zanki v času $t = 6$ ms

$$i = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \frac{1}{R_1 + R_2} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

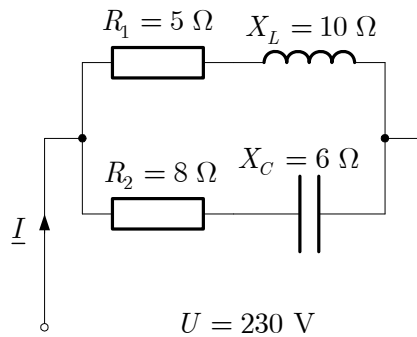
$$i = \frac{-20 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 10^{-3}} \cdot \frac{1}{50} = 0,2 \text{ A} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

d) Moč v uporu $R_1 = 30 \Omega$ v času $t = 6$ ms

$$P_{R_1} = R_1 \left(-\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \frac{1}{R_1 + R_2} \right)^2 = 30 \left(-\frac{-20 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 10^{-3}} \cdot \frac{1}{50} \right)^2 = 1,2 \text{ W} \dots\dots\dots 2 \text{ točki}$$

B05

Dano je vezje:



- a) Zapišite impedanci \underline{Z}_1 in \underline{Z}_2 zgornje oziroma spodnje veje. (2 točki)
- b) Izračunajte skupno impedanco \underline{Z} . (2 točki)
- c) Določite kazalec toka \underline{I} v dovodu. (2 točki)
- d) Izračunajte kompleksno moč \underline{S} in faktor moči $\cos \varphi$ vezja. (2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

- a) Impedanci \underline{Z}_1 in \underline{Z}_2
 $\underline{Z}_1 = (5 + j10) \Omega$ 1 točka
 $\underline{Z}_2 = (8 - j6) \Omega$ 1 točka
- b) Skupna impedanca \underline{Z}
 $\underline{Z} = \frac{\underline{Z}_1 \underline{Z}_2}{\underline{Z}_1 + \underline{Z}_2}$ 1 točka
 $\underline{Z} = \frac{(5 + j10)(8 - j6)}{5 + j10 + 8 - j6} = (8,1 + j1,35) \Omega$ 1 točka
- c) Kazalec toka v dovodu
 $\underline{I} = \frac{\underline{U}}{\underline{Z}} = \frac{230}{8,1 + j1,35} = (27,6 - j4,6) \text{ A}$ 2 točki
- d) Kompleksna moč \underline{S} vezja in faktor moči vezja
 $\underline{S} = \underline{U} \underline{I}^* = 230(27,6 + j4,6) = (6348 + j1058) \text{ VA}$ 1 točka
 $\cos \varphi = \frac{P}{S} = 0,986$ 1 točka

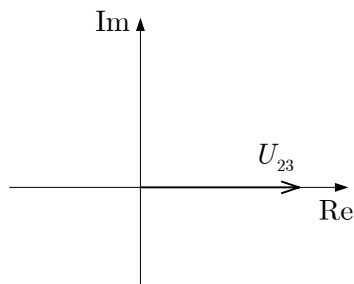
B06

Na simetrični trifazni sistem s kazalcem fazne napetosti $\underline{U}_1 = j230 \text{ V}$ so v vezavi zvezda priključeni trije enaki upori. Celotna moč trifaznega bremena je $P = 1,8 \text{ kW}$.

- a) Narišite kazalec napetosti \underline{U}_{23} v kompleksni ravnini. (2 točki)
- b) Zapišite kazalec napetosti \underline{U}_{23} . (2 točki)
- c) Izračunajte upornost upora. (2 točki)
- d) Izračunajte linijski tok, če izvedemo prekllop iz vezave zvezda v vezavo trikot. (2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

- a) Kazalec napetosti \underline{U}_{23} v kompleksni ravnini



- 2 točki
- b) Zapis kazalca napetosti \underline{U}_{23}

$\underline{U}_{23} = 400e^{j0^\circ} = 400 \text{ V}$ 2 točki

- c) Izračun upornosti bremena

$P = 3U_f I_f = 3 \frac{U_f^2}{R_b}$ 1 točka

$R_b = \frac{3U_f^2}{P} = \frac{3 \cdot 230^2}{1,8 \cdot 10^3} = 88,17 \ \Omega$ 1 točka

- d) Izračun linijskega toka, če izvedemo prekllop iz vezave zvezda v vezavo trikot

$I_1 = I_{f \text{ trikot}} = 3I_{f \text{ zvezda}}$ 1 točka

$I_1 = \frac{\sqrt{3}U_m}{R_b} = \frac{\sqrt{3} \cdot 400}{88,17} = 7,86 \text{ A}$ 1 točka

B07

Časovna konstanta praznjenja tuljave, ki je vključena v vezje, je $\tau = 100 \text{ ms}$. V trenutku začetka praznjenja je bila v tuljavi energija $W_{m0} = 500 \text{ J}$, tok tuljave pa je imel vrednost $I_0 = 20 \text{ A}$.

- a) Izračunajte induktivnost tuljave. (2 točki)
- b) Izračunajte upornost upora, po katerem se tuljava prazni. (2 točki)
- c) Izračunajte tok tuljave v času dveh časovnih konstant. (2 točki)
- d) Izračunajte čas, do katerega bo tuljava izgubila polovico začetne energije. (2 točki)

Rešitev in navodila za ocenjevanje

- a) Induktivnost tuljave

$$W_{m0} = \frac{LI_0^2}{2} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$L = \frac{2W_{m0}}{I_0^2} = \frac{2 \cdot 500}{(20)^2} = 2,5 \text{ H} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

- b) Upornost upora

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

$$R = \frac{L}{\tau} = 25 \text{ } \Omega \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

- c) Tok tuljave v času dveh časovnih konstant

$$i(t) = I_0 e^{-t/\tau}$$

$$i(2\tau) = I_0 e^{-2} = 20e^{-2} = 2,71 \text{ A} \dots\dots\dots 2 \text{ točki}$$

- d) Čas, do katerega tuljava izgubi polovico energije

$$W_m(t) = \frac{Li^2(t)}{2} = \frac{W_{m0}}{2} = \frac{LI_0^2}{4} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$i(t) = I_0 e^{-t/\tau} = I_0 / \sqrt{2} \Rightarrow e^{t/\tau} = \sqrt{2} \Rightarrow t = \tau \ln \sqrt{2} = 34,7 \text{ ms} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$