



**Državni izpitni center**



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  $R_\vartheta$  pri temperaturi  $80 \text{ }^\circ\text{C}$ .

(2 točki)

**Rešitev in navodila za ocenjevanje**

Upornost navitja  $R_\vartheta$

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

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

**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:**

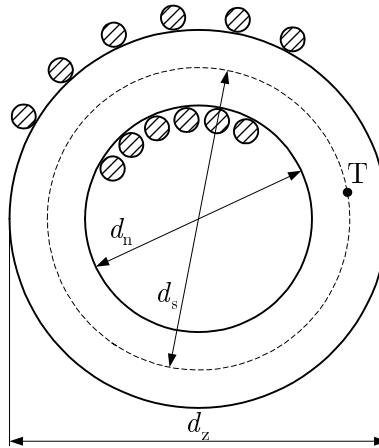
Izračun moči na prilagojenem bremenu

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

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

**A07**

Toroidna tuljava je narejena tako, da je na obroč iz izolacijskega materiala z notranjim premerom  $d_n = 3$  cm in zunanjam 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

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

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

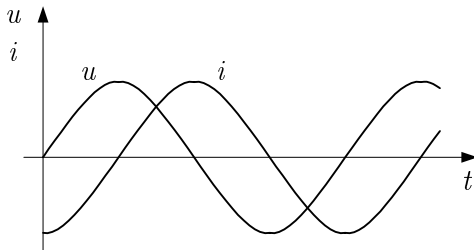
**A09**

**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

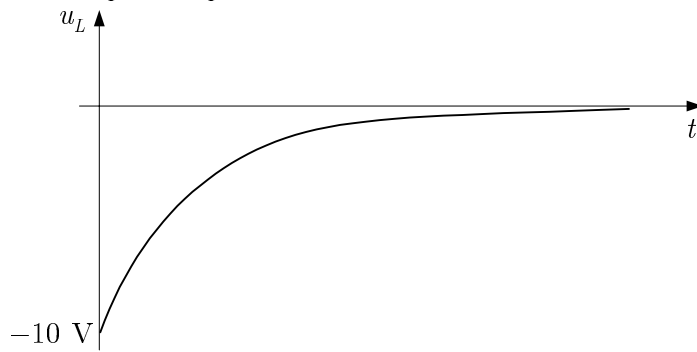
$$u_L = -10e^{-t/\tau} \text{ V.}$$

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

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

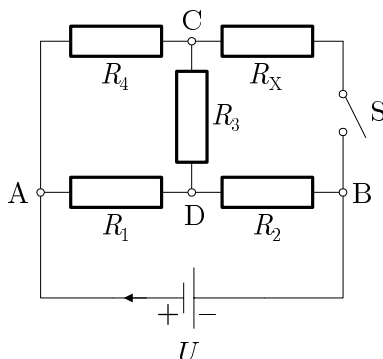
- d) Opravljeno delo pri razmikanju plošč

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

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

**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.



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

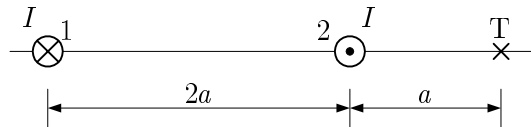
**Rešitev in navodila za ocenjevanje**

- a) 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
- b) 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
- c) 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
- d) 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.



- Izračunajte absolutno vrednost vektorja gostote magnetnega pretoka  $B_1$  v točki  $T$ , ki ga povzroča tok v prvem vodniku. (2 točki)
- Izračunajte absolutno vrednost vektorja gostote magnetnega pretoka  $B_2$  v točki  $T$ , ki ga povzroča tok v drugem vodniku. (2 točki)
- Izračunajte absolutno vrednost vektorja gostote magnetnega pretoka  $B$  v točki  $T$ . (2 točki)
- Izračunajte absolutno vrednost magnetne sile  $F$  med vodnikoma. (2 točki)

**Rešitev in navodila za ocenjevanje**

- 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
- 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
- Absolutna vrednost vektorja gostote magnetnega pretoka  $B$  v točki  $T$   
 $B = B_2 - B_1 = 60 \mu\text{T}$  ..... 2 točki
- 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  $A = 0,5$  cm<sup>2</sup>. Skozi ovoje tuljave teče tok  $I = 0,1$  A.

- a) Izračunajte gostoto magnetnega pretoka  $B$  v notranjosti tuljave. (2 točki)
- b) Izračunajte magnetni pretok  $\Phi$  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

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

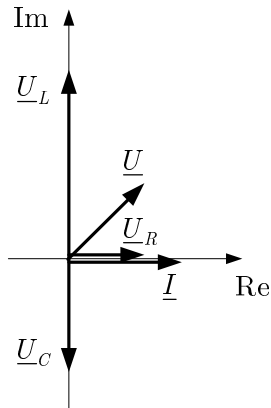
**B05**

**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

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

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

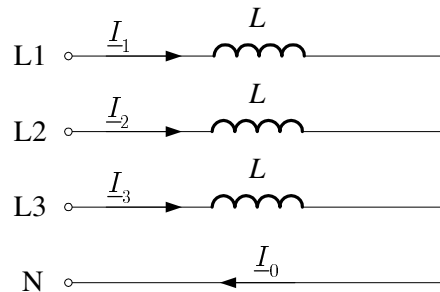
- d) Izračun toplote, ki se sprosti na uporu v eni minuti

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

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

**B06**

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

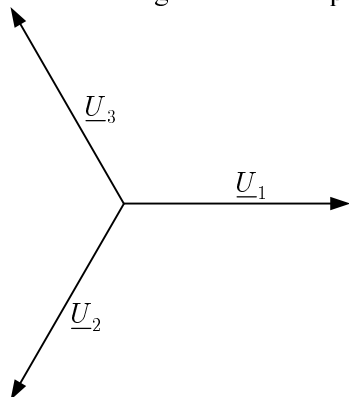


- Zapišite kompleksorja faznih napetosti  $\underline{U}_2$  in  $\underline{U}_3$ , če je prva fazna napetost  $\underline{U}_1 = 230 \text{ V}$ .  
(2 točki)
- Skicirajte kazalčni diagram faznih napetosti.  
(2 točki)
- V kazalnem diagramu faznih napetosti skicirajte kazalce tokov.  
(2 točki)
- Izračunajte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

**Rešitev in navodila za točkovanje**

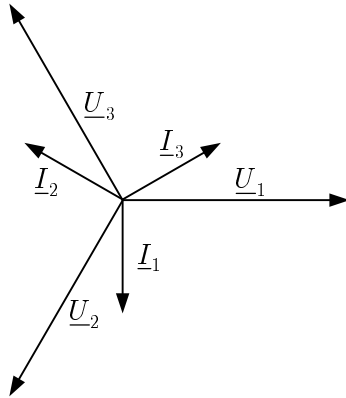
- Kompleksorja faznih napetosti  $\underline{U}_2$  in  $\underline{U}_3$   
 $\underline{U}_2 = 230 e^{-j120^\circ} \text{ V}$  ..... 1 točka  
 $\underline{U}_3 = 230 e^{-j240^\circ} = 230 e^{j120^\circ} \text{ V}$  ..... 1 točka

- 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  $200 \text{ ms}$ ? (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