

Š i f r a k a n d i d a t a :

**Državni izpitni center**



M 0 8 2 7 7 1 1 2

JESENSKI IZPITNI ROK

# **ELEKTROTEHNIKA**

**NAVODILA ZA OCENJEVANJE**

**Petek, 29. avgust 2008**

**SPLOŠNA MATURA**

**A01**

**Jedro atoma helija je sestavljeno iz dveh protonov in dveh nevtronov.**

a) Določite vrsto naboja v jedru atoma helija.

(1 točka)

b) Določite velikost naboja  $Q$  v jedru atoma helija.

(1 točka)

**Rešitev in navodila za ocenjevanje**

a) Naboj v jedru atoma je pozitiven ..... 1 točka

b) Velikost naboja v jedru atoma

$Q = 2e_0 = 2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} = 3,2 \cdot 10^{-19} \text{ A s}$  ..... 1 točka

**A02**

**Kapacitivnost kondenzatorja je  $C = 100 \text{ nF}$ .**

Izrazite kapacitivnost v F.

(2 točki)

**Rešitev in navodila za ocenjevanje:**

$C = 100 \cdot 10^{-9} \text{ F} = 10^{-7} \text{ F}$  ..... 2 točki

**A03**

**Jekleno palico želimo površinsko preplastiti z galvanizacijskim postopkom. Za to potrebujemo 13,5 g niklja, ki ima elektrokemični ekvivalent  $c = 0,304 \cdot 10^{-6} \text{ kg/C}$ . Galvanizacija poteka pri stalnem toku  $I = 24 \text{ A}$ .**

Določite potrebni čas  $t$ , v katerem bo palica ponikljana.

(2 točki)

**Rešitev in navodila za ocenjevanje**

Čas nikljanja

$m = cit \Rightarrow t = \frac{m}{ci}$  ..... 1 točka

$t = \frac{m}{ci} = \frac{0,0135}{0,304 \cdot 10^{-6} \cdot 24} = 1850 \text{ s} = 31 \text{ min.}$  ..... 1 točka

**A04**

V zraku sta dva točkasta naboja  $Q_1 = 0,3 \cdot 10^{-6}$  C in  $Q_2 = 3,2 \cdot 10^{-6}$  C, med njima pa deluje sila  $F = 3$  N.

Izračunajte razdaljo med njima.

(2 točki)

**Rešitev in navodila za ocenjevanje**

Zapis enačbe za silo

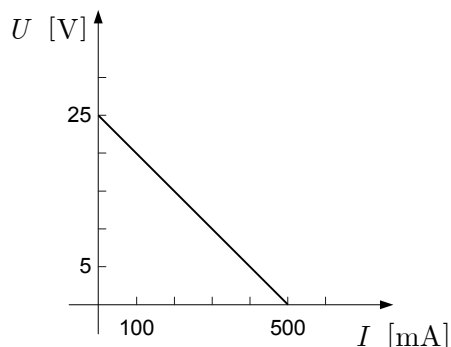
$$F = \frac{Q_1 Q_2}{4\pi\epsilon_0 d^2} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

Izračun razdalje

$$d = \sqrt{\frac{Q_1 Q_2}{F 4\pi\epsilon_0}} = \sqrt{\frac{0,3 \cdot 10^{-6} \cdot 3,2 \cdot 10^{-6}}{3 \cdot 4\pi \cdot 8,854 \cdot 10^{-12}}} = 5,4 \text{ cm} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

**A05**

Dana je UI-karakteristika realnega napetostnega vira.



Izračunajte notranjo upornost vira.

(2 točki)

**Rešitev in navodila za ocenjevanje**

Enačba za izračun notranje upornosti vira

$$R_g = \frac{U_0}{I_k} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

Izračun notranje upornosti

$$R_g = \frac{25}{0,5} = 50 \Omega \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

**A06**

**Žarnico z nazivnimi podatki 230 V/100 W priključimo na generator z napetostjo**

$$U = 200 \text{ V} .$$

Kolikšna je moč  $P$  žarnice pri priključeni napetosti, če nelinearnost žarnice zanemarimo?

(2 točki)

**Rešitev in navodila za ocenjevanje**

Izračun moči žarnice

$$P_n = \frac{U_n^2}{R}$$

$$R = \frac{U_n^2}{P_n} = \frac{230^2}{100} = 529 \text{ } \Omega \text{ ..... 1 točka}$$

$$P = \frac{U^2}{R} = \frac{200^2}{529} = 75,6 \text{ W ..... 1 točka}$$

**A07**

**V ravni zračni tuljavi želimo imeti gostoto magnetnega pretoka  $B = 0,05 \text{ T}$ . Tuljava je dolga  $l_t = 10 \text{ cm}$  in ima  $N = 1000$  ovojev.**

Kolikšen tok mora teči skozi tuljavo?

(2 točki)

**Rešitev in navodila za ocenjevanje**

Zapis enačbe

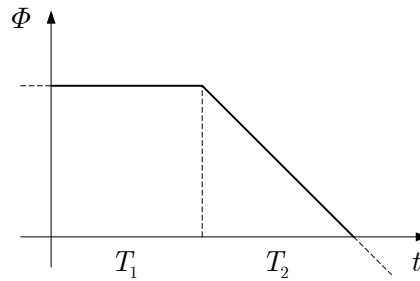
$$B = \frac{\mu IN}{l_t} \text{ ..... 1 točka}$$

Izračun toka

$$I = \frac{Bl_t}{\mu_0 N} = \frac{0,05 \cdot 10 \cdot 10^{-2}}{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 1000} = 4 \text{ A ..... 1 točka}$$

**A08**

Dan je časovni potek (diagram) spreminjanja magnetnega pretoka v tuljavi.

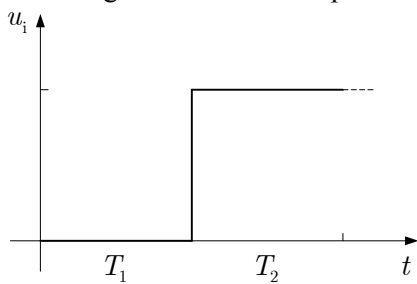


Narišite časovni potek (diagram) inducirane napetosti.

(2 točki)

**Rešitev in navodila za ocenjevanje**

Časovni diagram inducirane napetosti



(po 1 točko za vsak interval)..... 2 točki

**A09**

Impedanca je  $\underline{Z} = (100 + j100) \Omega$ .

a) Izračunajte absolutno vrednost impedance.

(1 točka)

b) Narišite kazalec impedance v kompleksni ravnini.

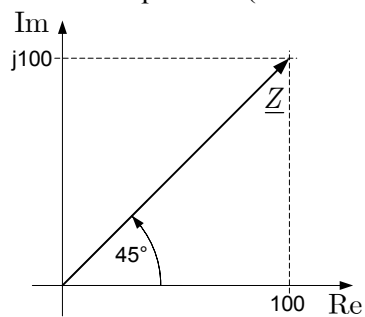
(1 točka)

**Rešitev in navodila za ocenjevanje**

a) Absolutna vrednost impedance

$$|Z| = \sqrt{100^2 + 100^2} = \sqrt{20000} = 141 \Omega \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

b) Kazalec impedance (fazni kot  $45^\circ$ )



..... 1 točka

**A10**

**Zaporedna vezava upora, tuljave in kondenzatorja je priključena na sinusno napetost efektivne vrednosti  $U = 10 \text{ V}$ . Efektivna vrednost napetosti na kondenzatorju je  $20 \text{ V}$ , efektivna vrednost napetosti na uporu pa je  $10 \text{ V}$ .**

Določite efektivno vrednost napetosti na tuljavi.

(2 točki)

**Rešitev in navodila za ocenjevanje**

Določitev napetosti na tuljavi

$$U_L = U_C \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$U_L = 20 \text{ V} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

**A11**

V simetričnem trifaznem sistemu 400 V / 230 V so v vezavi zvezda vezana tri bremena z impedancami  $\underline{Z}_1 = \underline{Z}_2 = \underline{Z}_3 = (10 + j10) \Omega$ . Kazalec fazne napetosti  $\underline{U}_1 = j230 \text{ V}$ .

Izračunajte kazalec linijskega toka  $\underline{I}_1$ .

(2 točki)

**Rešitev in navodila za ocenjevanje**

Zapis kazalca toka

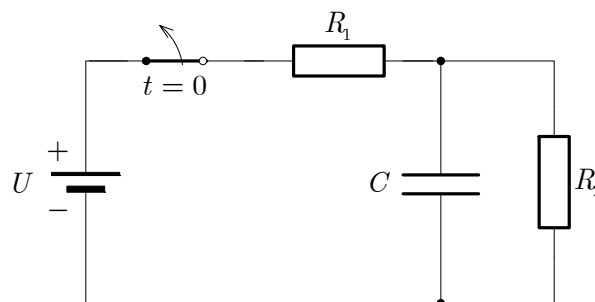
$$\underline{I}_1 = \frac{\underline{U}_1}{\underline{Z}_1} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

Izračun toka

$$\underline{I}_1 = \frac{j230}{10 + j10} = (11,5 + j11,5) \text{ A} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

**A12**

Za narisano vezje z  $U = 10 \text{ V}$ ,  $R_1 = 2,2 \text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 2,2 \text{ k}\Omega$  in  $C = 1 \mu\text{F}$ :



Izračunajte napetost na kondenzatorju v trenutku izklopa stikala.

(2 točki)

**Rešitev in navodila za ocenjevanje**

Napetost na kondenzatorju

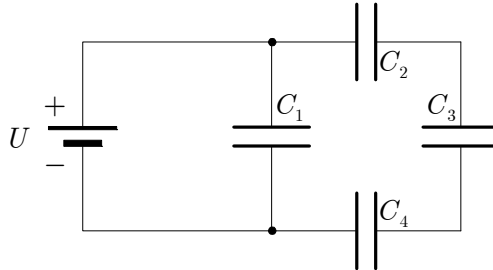
$$U_{C0} = U \frac{R_2}{R_1 + R_2} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

Izračun napetosti

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

**B01**

**Kondenzatorji v vezju imajo kapacitivnosti:**  $C_1 = 4 \mu\text{F}$ ,  $C_2 = 12 \mu\text{F}$ ,  $C_3 = 20 \mu\text{F}$  in  $C_4 = 30 \mu\text{F}$ . **Priključna napetost je**  $U = 100 \text{ V}$ .



- a) Izračunajte nadomestno kapacitivnost  $C_{234}$  desne veje v vezju. (2 točki)
- b) Izračunajte nadomestno kapacitivnost  $C$  vezja. (2 točki)
- c) Izračunajte napetost  $U_2$  na drugem kondenzatorju. (2 točki)
- d) Kakšno kapacitivnost bi moral imeti kondenzator  $C_4$ , da bi bila na njem polovica napajalne napetosti? (2 točki)

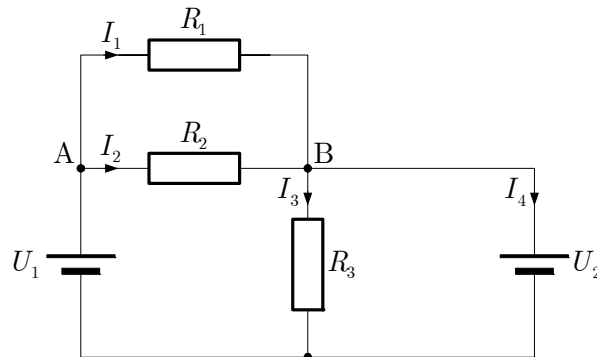
**Rešitev in navodila za ocenjevanje**

- a) Izračun nadomestne kapacitivnosti  $C_{234}$
- $$\frac{1}{C_{234}} = \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \frac{1}{C_4} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$
- $$\frac{1}{C_{234}} = \frac{1}{12} + \frac{1}{20} + \frac{1}{30} = \frac{5 + 3 + 2}{60} = \frac{10}{60} \mu\text{F}$$
- $$C_{234} = 6 \mu\text{F} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$
- b) Izračun skupne kapacitivnosti
- $$C = C_1 + C_{234} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$
- $$C_{234} = 4 + 6 = 10 \mu\text{F} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$
- c) Izračun napetosti  $U_2$
- $$U_2 = U \frac{C_{234}}{C_2} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$
- $$U_2 = 100 \cdot \frac{6}{12} = 50 \text{ V} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$
- d) Izračun kapacitivnosti  $C_4$
- $$C_4 = C_{23} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$
- $$C_4 = \frac{C_2 C_3}{C_2 + C_3} = 7,5 \mu\text{F} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$



**B02**

Dano je vezje s podatki:  $U_1 = 15 \text{ V}$ ,  $U_2 = 6 \text{ V}$ ,  $R_1 = 15 \Omega$ ,  $R_2 = 30 \Omega$  in  $I_3 = 0,1 \text{ A}$ .



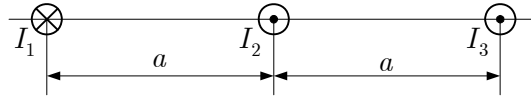
- a) Izračunajte  $R_3$ . (2 točki)
- b) Izračunajte nadomestno upornost uporov  $R_1$  in  $R_2$ . (2 točki)
- c) Izračunajte napetost med sponkama A in B. (2 točki)
- d) Izračunajte tok  $I_4$ . (2 točki)

**Rešitev in navodila za ocenjevanje**

- a) Izračun  $R_3$
- $$R_3 = \frac{U_2}{I_3} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$
- $$R_3 = \frac{6}{0,1} = 60 \Omega \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$
- b) Izračun nadomestne upornosti uporov  $R_1$  in  $R_2$
- $$R_{12} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$
- $$R_{12} = \frac{15 \cdot 30}{15 + 30} = 10 \Omega \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$
- c) Izračun napetosti med sponkama A in B
- $$-U_1 + U_{AB} + U_2 = 0 \text{ ali } U_{AB} = U_1 - U_2 \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$
- $$U_{AB} = 15 - 6 = 9 \text{ V} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$
- d) Izračun toka  $I_4$
- $$I_1 + I_2 - I_4 - I_3 = 0 \text{ ali } I_4 = I_1 + I_2 - I_3 \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$
- $$I_1 = \frac{U_{AB}}{R_1} = \frac{9}{15} = 0,6 \text{ A}$$
- $$I_2 = \frac{U_{AB}}{R_2} = \frac{9}{30} = 0,3 \text{ A}$$
- $$I_4 = 0,6 + 0,3 - 0,1 = 0,8 \text{ A} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

**B03**

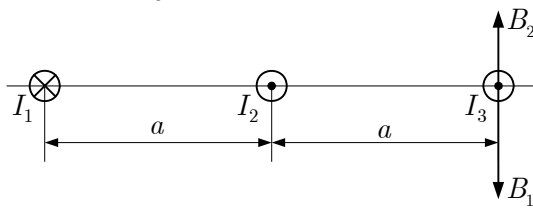
Slika prikazuje tri ravne vzporedne vodnike s toki  $I_1 = 30 \text{ A}$ ,  $I_2 = 10 \text{ A}$  in  $I_3 = 20 \text{ A}$ . Sistem vodnikov je v zraku. Razdalja  $a = 10 \text{ cm}$ , dolžina vodnikov pa je  $l = 50 \text{ cm}$ .



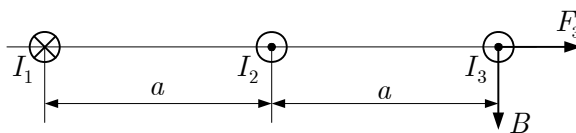
- a) V osi vodnika s tokom  $I_3$  vrišite vektor gostote magnetnega pretoka  $\vec{B}_1$ , ki ga povzroča tok  $I_1$ , in vektor  $\vec{B}_2$ , ki ga povzroča tok  $I_2$ . (2 točki)
- b) Izračunajte absolutno vrednost vektorja gostote magnetnega pretoka  $\vec{B}_1$ . (2 točki)
- c) Izračunajte absolutno vrednost vektorja gostote magnetnega pretoka  $\vec{B}_2$ . (2 točki)
- d) Vrišite smer in izračunajte velikost magnetne sile  $F_3$  na tretji vodnik. (2 točki)

**Rešitev in navodila za ocenjevanje**

- a) Smeri vektorjev  $\vec{B}_1$  in  $\vec{B}_2$



- b) Izračun absolutne vrednosti vektorja gostote magnetnega pretoka  $\vec{B}_1$  ..... 2 točki
- $B_1 = \mu_0 \frac{I_1}{2\pi(2a)}$  ..... 1 točka
- $B_1 = 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot \frac{30}{2\pi \cdot 2 \cdot 0,1} = 3 \cdot 10^{-5} \text{ T} = 30 \mu\text{T}$  ..... 1 točka
- c) Izračun absolutne vrednosti vektorja  $\vec{B}_2$
- $B_2 = \mu_0 \frac{I_2}{2\pi a} = 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot \frac{10}{2\pi \cdot 0,1} = 2 \cdot 10^{-5} \text{ T} = 20 \mu\text{T}$  ..... 2 točki
- d) Smer sile  $F_3$



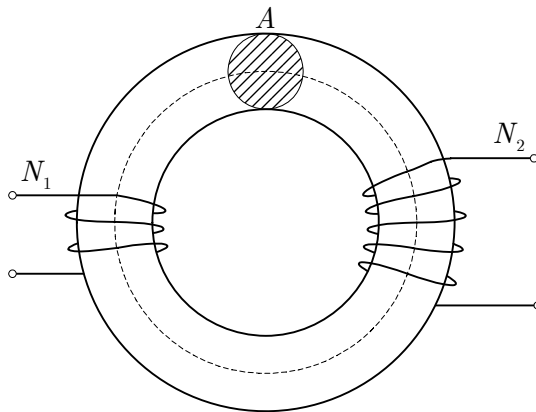
Izračun velikosti sile  $F_3$

$$B = B_1 - B_2 = 10 \mu\text{T}$$

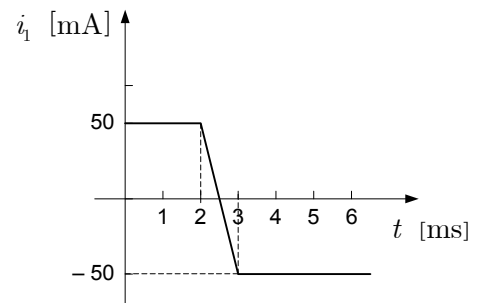
$F_3 = BI_3l = 10 \cdot 10^{-6} \cdot 20 \cdot 0,5 = 100 \mu\text{N} = 0,1 \text{ mN}$  ..... 1 točka

**B04**

Na feromagnetnem jedru iz relejnega železa, ki ima prerez  $A = 1 \text{ cm}^2$  in srednjo dolžino  $l = 10 \text{ cm}$ , imamo dve navitji, prvo z ovoji  $N_1 = 200$  in drugo z ovoji  $N_2 = 1000$  (slika 1). V prvem navitju nastane sprememba toka, ki je razvidna iz časovnega diagrama na sliki 2. Magnetilna karakteristika relejnega železa je na hrbtni strani izpitne pole.



Slika 1



Slika 2

- Izračunajte magnetno poljsko jakost  $H_+$  v prvem navitju v času, ko je tok pozitiven. (2 točki)
- Določite gostoto magnetnega pretoka v jedru  $B_+$  v času, ko je tok pozitiven. (2 točki)
- Izračunajte spremembo magnetnega pretoka v jedru  $\Delta\Phi$  pri spremembi toka. (2 točki)
- Izračunajte inducirano napetost v drugi tuljavi  $u_i$  in skicirajte njen časovni potek. (2 točki)

**Rešitev in navodila za ocenjevanje:**

- Izračun magnetne poljske jakosti  $H_+$  v času, ko je tok pozitiven

$$H_+ = \frac{i_{1+} N_1}{l} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$H_+ = \frac{50 \cdot 10^{-3} \cdot 200}{10 \cdot 10^{-2}} = 100 \text{ A/m} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

- Določitev gostote magnetnega pretoka v jedru  $B_+$

$$\text{Odčitana } B_+ = 0,4 \text{ T} \dots\dots\dots 2 \text{ točki}$$

c) Izračun spremembe magnetnega pretoka ob spremembi toka

$$\Delta\Phi = \Phi_- - \Phi_+ \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$\Phi_- = B_- A = -0,4 \cdot 10^{-4} = -0,4 \cdot 10^{-4} \text{ Wb}$$

$$\Phi_+ = B_+ A = 0,4 \cdot 10^{-4} = 0,4 \cdot 10^{-4} \text{ Wb}$$

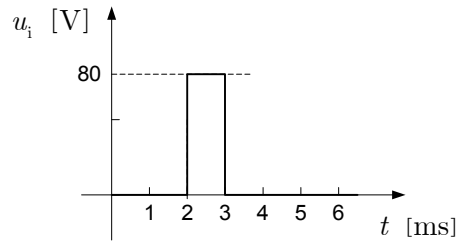
$$\Delta\Phi = -0,4 \cdot 10^{-4} - 0,4 \cdot 10^{-4} = -0,8 \cdot 10^{-4} \text{ Wb} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

d) Inducirana napetost v drugi tuljavi

$$u_i = -N_2 \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

$$u_i = -1000 \cdot \frac{-0,8 \cdot 10^{-4}}{1 \cdot 10^{-3}} = 80 \text{ V} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

Skica časovnega poteka



\dots\dots\dots 1 točka

**B05**

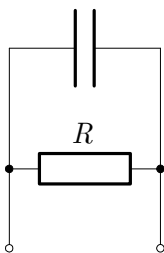
Tri bremena z impedancami  $\underline{Z}_1 = 10 \Omega$ ,  $\underline{Z}_2 = -j4 \Omega$  in  $\underline{Z}_3 = (2 - j2) \Omega$  so vezana zaporedno in priključena na napetost  $\underline{U}$ . Kazalec napetosti na impedanci  $\underline{Z}_1$  je  $\underline{U}_1 = (10 + j20) \text{ V}$ .

- a) Izračunajte nadomestno impedanco  $\underline{Z}$ . (2 točki)
- b) Izračunajte kazalec toka  $\underline{I}$ . (2 točki)
- c) Izračunajte kazalec priključene napetosti  $\underline{U}$  in kazalec napetosti  $\underline{U}_2$  na impedanci  $\underline{Z}_2$ . (2 točki)
- d) Vsa tri bremena vežemo vzporedno. Izračunajte admitanco  $\underline{Y}_v$  tako nastale vezave in narišite nadomestno vezavo. (2 točki)

**Rešitev in navodila za ocenjevanje**

- a) Izračun nadomestne impedance  $\underline{Z}$   
 $\underline{Z} = \underline{Z}_1 + \underline{Z}_2 + \underline{Z}_3$  ..... 1 točka  
 $\underline{Z} = 10 - j4 + 2 - j2 = (12 - j6) \Omega$  ..... 1 točka
- b) Izračun kazalca toka  $\underline{I}$  skozi vezavo  
 $\underline{I} = \underline{I}_1 = \frac{\underline{U}_1}{\underline{Z}_1}$  ..... 1 točka  
 $\underline{I} = \frac{10 + j20}{10} = (1 + j2) \text{ A}$  ..... 1 točka
- c) Izračun kazalca priključene napetosti  $\underline{U}$   
 $\underline{U} = \underline{I}\underline{Z} = (1 + j2) \cdot (12 - j6) = (24 + j18) \text{ V}$  ..... 1 točka  
 Izračun  $\underline{U}_2$   
 $\underline{U}_2 = \underline{I}\underline{Z}_2 = (1 + j2) \cdot (-j4) = (8 - j4) \text{ V}$  ..... 1 točka
- d) Izračun admitance  $\underline{Y}_v$   
 $\underline{Y}_v = \underline{Y}_1 + \underline{Y}_2 + \underline{Y}_3 = \frac{1}{\underline{Z}_1} + \frac{1}{\underline{Z}_2} + \frac{1}{\underline{Z}_3}$   
 $\underline{Y}_v = \frac{1}{10} + \frac{1}{-4j} + \frac{1}{(2 - j2)} = (0,35 + j0,5) \text{ S}$  ..... 1 točka

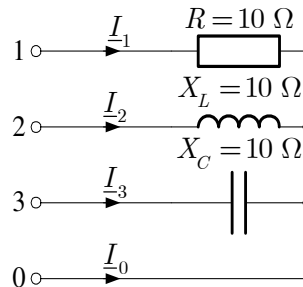
Nadomestno vezje



..... 1 točka

**B06**

Narisano breme je priključeno na simetrični trifazni sistem napetosti 400/230 V. Prva fazna napetost je  $\underline{U}_1 = 230 \text{ V}$ .



a) Narišite kazalčni diagram faznih napetosti.

(2 točki)

b) Izračunajte kazalec toka  $\underline{I}_1$ .

(2 točki)

c) Izračunajte kompleksni tok  $\underline{I}_2$ .

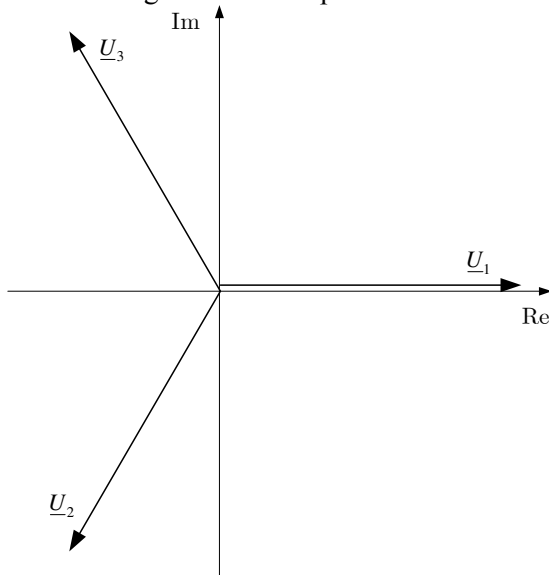
(2 točki)

d) Narišite kazalčni diagram tokov.

(2 točki)

**Rešitev in navodila za ocenjevanje**

a) Kazalčni diagram faznih napetosti



(1 točka za pravilno narisane vsaj en kazalec fazne napetosti,  
1 točka za pravilno narisane kazalčni diagram vseh napetosti) ..... 2 točki

b) Izračun toka  $\underline{I}_1$

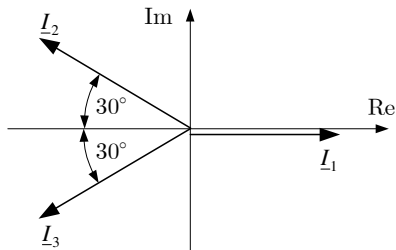
$$\underline{I}_1 = \frac{U_1}{R} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$\underline{I}_1 = \frac{230}{10} = 23 \text{ A} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

c) Izračun kazalca toka  $\underline{I}_2$

$$\underline{I}_2 = \frac{U_2}{Z_2} = \frac{230e^{-j120^\circ}}{10e^{j90^\circ}} = 23e^{-j210^\circ} \text{ A} \dots\dots\dots 2 \text{ točki}$$

d) Kazalčni diagram tokov

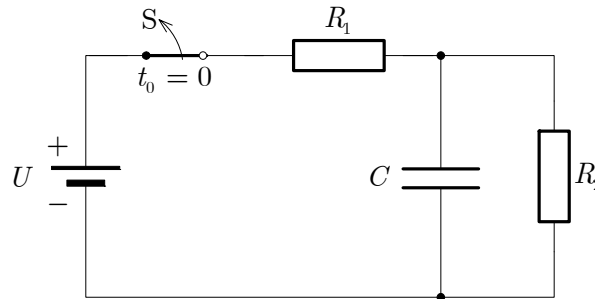


(1 točka za pravilno narisane kazalce  $\underline{I}_1$ ,

1 točka za pravilno narisane kazalčni diagram vseh tokov)..... 2 točki

**B07**

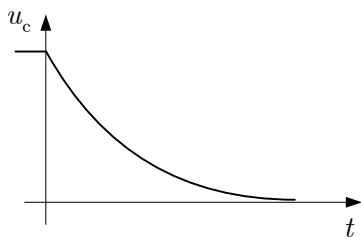
Dani so podatki enosmernega vezja:  $U = 120 \text{ V}$ ,  $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 3 \text{ k}\Omega$  in  $C = 2 \text{ }\mu\text{F}$ . V času  $t = 0$  stikalo S razklenemo.



- Določite napetost na kondenzatorju  $U_{C0}$  pred razklenitvijo stikala. (2 točki)
- Izračunajte časovno konstanto  $\tau$  prehodnega pojava. (2 točki)
- Določite napetost  $U_C$  kondenzatorja po prehodnem pojavu. (2 točki)
- Zapišite enačbo za trenutno vrednost napetosti na kondenzatorju  $u_c$  in skicirajte časovni potek napetosti  $u_c$  med prehodnim pojavom. (2 točki)

**Rešitev in navodila za ocenjevanje**

- Izračun napetosti  $U_{C0}$   
 $U_{C0} = U_{R_2}$  ..... 1 točka  
 $U_{C0} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} U = \frac{3}{1 + 3} \cdot 120 = 90 \text{ V}$  ..... 1 točka
- Izračun časovne konstante  $\tau$   
 $\tau = R_2 C$  ..... 1 točka  
 $\tau = 3 \cdot 10^3 \cdot 2 \cdot 10^{-6} = 6 \text{ ms}$  ..... 1 točka
- Zapis napetosti  $U_C$  po končanem prehodnem pojavu  
 $U_C = 0$  ..... 2 točki
- Zapis enačbe za trenutno vrednost napetosti na kondenzatorju  $u_c$   
 $u_c = U_{C0} e^{-t/\tau} = 90 e^{-166,6t} \text{ V}$  ..... 1 točka  
 Skiciran potek napetosti  $u_c$  med prehodnim pojavom



..... 1 točka