



Š i f r a k a n d i d a t a :

---

---

**Državni izpitni center**

---

---



SPOMLADANSKI ROK

# **ELEKTROTEHNIKA**

---

---

---

**NAVODILA ZA OCENJEVANJE**

**Sobota, 9. junij 2007**

---

---

**SPLOŠNA MATURA**

---

---

**A01**

**Henry je izpeljana enota mednarodnega merskega sistema SI.**

- a) katero fizikalno veličino izražamo v henryjih? (1 točka)
- b) Izrazite enoto henry (H) z drugimi enotami mednarodnega merskega sistema SI. (1 točka)

**Rešitev in navodila za ocenjevanje**

- a) Veličina  
induktivnost ..... 1 točka
- b) Enota  
 $H = \frac{V \cdot s}{A}$  ..... 1 točka

**A02**

**V bakrenem vodniku je enosmerni tok  $I = 80 \text{ mA}$ .**

Koliko prostih elektronov prečka presek vodnika v časovnem intervalu  $t = 4 \text{ } \mu\text{s}$ ? (2 točki)

**Rešitev in navodila za ocenjevanje**

Izračun števila prostih elektronov

$$It = Q = ne \Rightarrow n = \frac{It}{e} = \frac{80 \cdot 10^{-3} \cdot 4 \cdot 10^{-6}}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 2 \cdot 10^{12} \quad \dots\dots\dots 2 \text{ točki}$$

**A03**

**Jekleno palico želimo površinsko preplastiti s postopkom galvanizacije. Za to potrebujemo 13,5 g niklja, ki ima elektrokemični ekvivalent  $c = 0,304 \cdot 10^{-6} \text{ kg/C}$ .**

Koliko elektrine  $Q$  preide iz elektrolita na jekleno palico med galvanizacijo? (2 točki)

**Rešitev in navodila za ocenjevanje**

Elektrina

$$m = cQ \Rightarrow Q = \frac{m}{c} = \frac{0,0135}{0,304 \cdot 10^{-6}} = 44,4 \text{ kC} \quad \dots\dots\dots 2 \text{ točki}$$

**A04**

Točkasti naboj  $Q$  je v olju relativne dielektričnosti  $\epsilon_r = 2,5$ . Na oddaljenosti  $r = 5$  mm od njega je absolutna vrednost vektorja električne poljske jakosti  $E = 500$  kV/m.

Izračunajte naboj  $Q$ .

(2 točki)

**Rešitev in navodila za ocenjevanje**

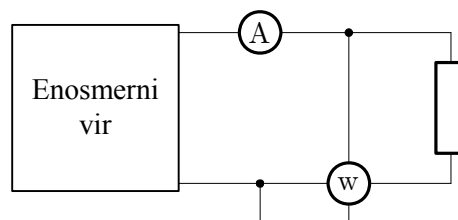
Izračun naboja

$$E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0\epsilon_r r^2} \Rightarrow Q = 4\pi\epsilon_0\epsilon_r r^2 E \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$Q = 4\pi \cdot \frac{10^{-9}}{36\pi} \cdot 2,5 \cdot (5 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 5 \cdot 10^5 = 3,47 \text{ nC} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

**A05**

Linearni upor, idealni ampermeter in idealni vatmeter priključimo na enosmerni vir po narisani shemi. Odčitek s skale ampermetra, ki meri tok bremena, je  $I = 218$  mA, odčitek s skale vatmetra, ki meri moč bremena, pa je  $P = 147$  W.



Kolikšna je upornost upora?

(2 točki)

**Rešitev in navodila za ocenjevanje**

Električna upornost upora

$$R = \frac{P}{I^2} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$R = \frac{147}{(0,218)^2} = 3,1 \text{ k}\Omega \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

**A06**

Z ampermetrom, ki ima notranjo upornost  $R_A = 12 \text{ m}\Omega$  in merilno območje  $I_A = 5 \text{ A}$ , želimo meriti toke do vrednosti  $I = 20 \text{ A}$ .

Izračunajte upornost  $R_s$  ampermetrovega soupora.

(2 točki)

**Rešitev in navodila za ocenjevanje**

Izračun upornosti soupora

$$R_A I_A = R_s I_s = R_s (I - I_A) \Rightarrow$$

$$R_s = R_A \frac{I_A}{I - I_A} = 12 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{5}{20 - 5} = 4 \text{ m}\Omega \dots\dots\dots 2 \text{ točki}$$

**A07**

Iz magnetilne krivulje relejnega železa za izbrano delovno točko odčitamo  $B = 1 \text{ T}$  in  $H = 195 \text{ A/m}$ .

Izračunajte relativno permeabilnost železa v izbrani delovni točki.

(2 točki)

**Rešitev in navodila za ocenjevanje**

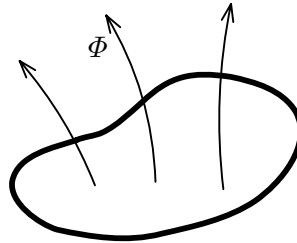
Relativna permeabilnost v izbrani delovni točki

$$B = \mu_0 \mu_r H \Rightarrow \mu_r = \frac{B}{\mu_0 H} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$\mu_r = \frac{1}{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 195} = 4080 \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

**A08**

Magnetni pretok  $\Phi$  skozi ovoj žice se v nekem trenutku povečuje. V ovoju se inducira električna napetost, ki izzove električni tok oziroma premikanje elektronov vzdolž ovoja.

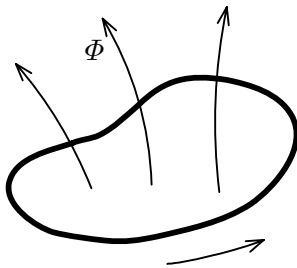


Na sliki označite s puščico smer gibanja elektronov v ovoju.

(2 točki)

**Rešitev in navodila za ocenjevanje**

Označitev smeri gibanja elektronov

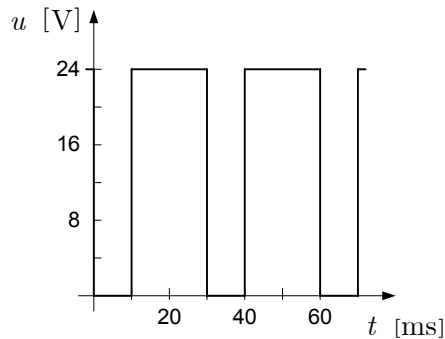


Smer premikanja elektronov,  
če pretok raste

..... 2 točki

**A09**

Dan je časovni diagram periodične napetosti.



a) Določite periodo periodične napetosti.

(1 točka)

b) Izračunajte frekvenco napetosti.

(1 točka)

**Rešitev in navodila za ocenjevanje**

Perioda

$$T = 30 \text{ ms} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

Frekvenca

$$f = 1/T = 33,3 \text{ Hz} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

**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

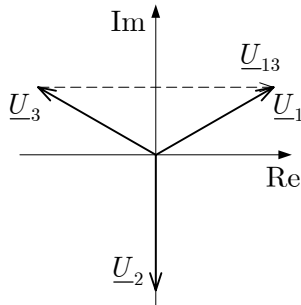
$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{20 \cdot 10^{-6} \cdot 20 \cdot 10^{-6}}} = 7,96 \text{ MHz} \dots\dots\dots 2 \text{ točki}$$

**A11**

Začetni fazni kot kazalca  $\underline{U}_1$  oziroma prve fazne napetosti je  $\alpha_1 = 30^\circ$ .

Narišite kazalec medfazne napetosti  $\underline{U}_{13}$ .

(2 točki)

**Rešitev in navodila za ocenjevanje**

..... 2 točki

**A12**

Zaporedno vezje upora in praznega kondenzatorja kapacitivnosti  $C = 100 \mu\text{F}$  priključimo na vir enosmerne napetosti  $U = 100 \text{ V}$ .

Koliko energije pridobi kondenzator med eno časovno konstanto po priključitvi?

(2 točki)

**Rešitev in navodila za ocenjevanje**

Napetost  $u_C$  pri  $t = \tau$

$$u_C = U(1 - e^{-t/\tau}) = 63,2 \text{ V} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

$$W_e = \frac{Cu_C^2}{2} = 200 \text{ mJ} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$

**B01**

**Na voljo imamo zračni ploščni kondenzator: razdalja med ploščama je  $d = 2,5$  mm, ploščina pa je  $A = 200$  cm<sup>2</sup>. Kondenzator naelektrimo tako, da priključimo med plošči vir napetosti  $U_0 = 15$  kV, zatem pa vir odključimo in kondenzator potopimo v olje relativne dielektričnosti  $\epsilon_r = 3$ .**

- a) Izračunajte kapacitivnost  $C_0$  kondenzatorja in naboj  $Q_0$  pred potopitvijo. (2 točki)
- b) Izračunajte naboj  $Q_1$  in napetost  $U_1$  med ploščama kondenzatorja po potopitvi. (2 točki)
- c) Izračunajte električno energijo  $W_1$  v polju kondenzatorja po potopitvi. (2 točki)
- d) Na kolikšno razdaljo  $d_1$  bi morali razmakniti plošči, da bi bila napetost med ploščama po potopitvi enaka napetosti  $U_0$ ? (2 točki)

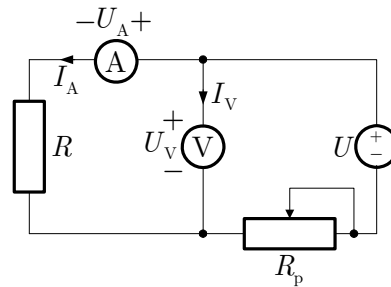
**Rešitev in navodila za ocenjevanje**

- a) Kapacitivnost in naboj pred potopitvijo
- $$C_0 = \frac{\epsilon_0 A}{d} = \frac{8,854 \cdot 10^{-12} \cdot 2 \cdot 10^{-2}}{2,5 \cdot 10^{-3}} = 70,8 \text{ pF} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$
- $$Q_0 = C_0 U_0 = 70,8 \cdot 10^{-12} \cdot 1,5 \cdot 10^4 = 1,06 \text{ } \mu\text{C} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$
- b) Naboj in napetost po potopitvi
- $$Q_1 = Q_0 \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$
- $$U_1 = \frac{Q_1}{C_1} = \frac{Q_1}{\epsilon_r C_0} = \frac{U_0}{\epsilon_r} = \frac{15000}{3} = 5 \text{ kV} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$
- c) Električna energija
- $$W_1 = \frac{Q_1 U_1}{2} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$
- $$W_1 = 2,66 \text{ mJ} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$
- d) Nova razdalja
- Napetost bo dosegla staro vrednost, vrednost  $U_0$ , če bo kapacitivnost kondenzatorja v olju enaka kapacitivnosti prvotnega, zračnega kondenzatorja
- $$\frac{\epsilon_0 S}{d} = \frac{\epsilon_r \epsilon_0 S}{d_1} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$
- $$d_1 = \epsilon_r d = 7,5 \text{ mm} \dots\dots\dots 1 \text{ točka}$$



**B02**

Električno upornost  $R$  upora merimo z metodo U-I. Notranja upornost voltmetra je  $R_V = 2 \text{ k}\Omega$ , ampermetra pa  $R_A = 200 \text{ m}\Omega$ . Pri izbrani nastavitvi predupora je odčitek voltmetra  $U_V = 7,20 \text{ V}$ , odčitek ampermetra pa je  $I_A = 1,35 \text{ A}$ .



- a) Izračunajte tok  $I_V$  skozi voltmeter. (2 točki)
- b) Izračunajte napetost  $U_A$  med sponkama ampermetra. (2 točki)
- c) Izračunajte upornost  $R$  merjenca. (2 točki)
- d) Izračunajte razmerje med vsoto moči v instrumentih in močjo v merjencu. (2 točki)

**Rešitev in navodila za ocenjevanje**

- a) Tok  $I_V$   

$$I_V = \frac{U_V}{R_V} = \frac{7,2}{2000} = 3,6 \text{ mA} \dots\dots\dots 2 \text{ točki}$$
- b) Napetost  $U_A$   

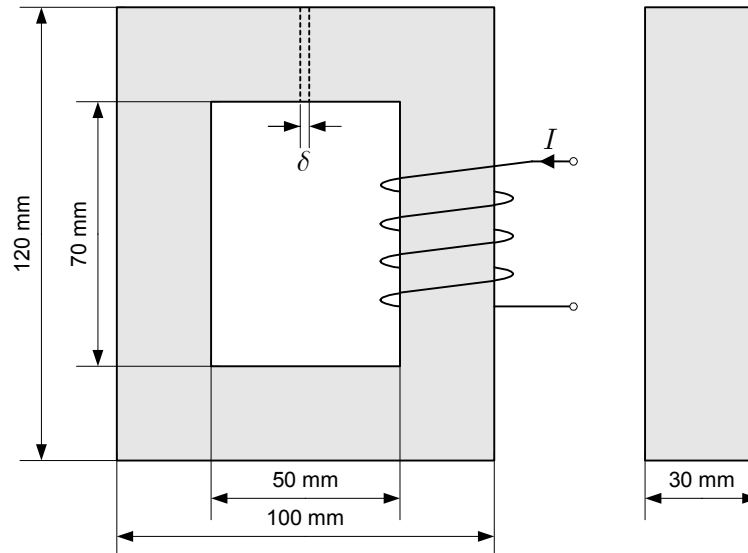
$$U_A = R_A I_A = 0,2 \cdot 1,35 = 0,27 \text{ V} \dots\dots\dots 2 \text{ točki}$$
- c) Upornost  $R$   

$$R = \frac{U_V - U_A}{I_A} = \frac{7,2 - 0,27}{1,35} = 5,13 \text{ }\Omega \dots\dots\dots 2 \text{ točki}$$
- d) Razmerje moči  

$$\eta = \frac{U_V I_V + U_A I_A}{(U_V - U_A) I_A} = 0,042 \dots\dots\dots 2 \text{ točki}$$

**B03**

Feromagnetno jedro je iz pločevine ARMCO. Magnetilna krivulja pločevine je na hrbtni strani izpitne pole. Pri toku  $I$  skozi navitje z ovoji  $N = 200$  je v jedru gostota magnetnega pretoka enaka  $B = 1,5$  T.



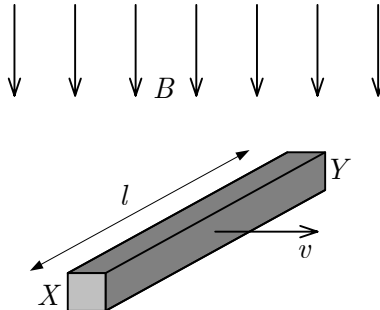
- Izračunajte magnetni pretok v jedru. (2 točki)
- Določite magnetno poljsko jakost v jedru. (2 točki)
- Izračunajte tok  $I$  skozi navitje. (2 točki)
- Na jedru napravimo zračno režo širine  $\delta = 1$  mm. Kolikšen bi moral biti tok  $I_1$  skozi navitje, da bi ostala gostota magnetnega pretoka v jedru enaka? (2 točki)

**Rešitev in navodila za ocenjevanje**

- Magnetni pretok v jedru  
 $S = 25 \cdot 10^{-3} \cdot 30 \cdot 10^{-3} = 0,75 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$   
 $\Phi = BS = 1,5 \cdot 0,75 \cdot 10^{-3} = 1,125 \text{ mWb}$  ..... 2 točki
- Magnetno poljsko jakost odčitamo z magnetilne krivulje  
 $B = 1,5 \text{ T} \Rightarrow H = 30 \text{ A/m}$  ..... 2 točki
- Tok skozi navitje  
 $I = \frac{Hl_s}{N} = \frac{30 \cdot 2 \cdot (75 + 95) \cdot 10^{-3}}{200} = 51 \text{ mA}$  ..... 2 točki
- Izračun toka skozi navitje v primeru zračne reže  
 $I_1 = \frac{\frac{B}{\mu_0} \delta + H(l_s - \delta)}{N} = \frac{\frac{1,5}{4\pi \cdot 10^{-7}} \cdot 10^{-3} + 30 \cdot 339 \cdot 10^{-3}}{200} = 6,02 \text{ A}$  ..... 2 točki

**B04**

Ravna kovinska palica dolžine  $l = 30$  cm se premika prečno na magnetno polje gostote  $B = 0,8$  T s hitrostjo  $v = 20$  m/s.



- Kolikšna je inducirana napetost  $u_i$  med koncema X in Y? (2 točki)
- Izračunajte inducirano napetost, če bi se palica gibala s hitrostjo  $v_1 = 30$  m/s v nasprotni smeri. (2 točki)
- Skicirajte ali opišite vrtenje palice, pri katerem bi bila  $u_i$  med X in Y enaka nič. (2 točki)
- Na katerem koncu palice se pojavi presežek elektronov? Na koncu X ali na koncu Y? (2 točki)

**Rešitev in navodila za ocenjevanje**

- Inducirana napetost  $u_i$  med koncema X in Y  
 $u_i = vBl = 20 \cdot 0,8 \cdot 0,3 = 4,8$  V ..... 2 točki
- Inducirana napetost pri gibanju v nasprotni smeri  
 $u_{i1} = v_1Bl = -30 \cdot 0,8 \cdot 0,3 = -7,2$  V ..... 2 točki
- Opis gibanja palice  
 Palica bi se morala vrteti tako, da bi bila os vrtenja pravokotna na gostotnice magnetnega polja ..... 2 točki
- Konec s presežkom elektronov  
 Magnetna sila na elektron, giban s palico v magnetnem polju, je usmerjena h koncu X, zato je tam tudi presežek elektronov ..... 2 točki

**B05**

**Motor, ki ga priključujemo na omrežno napetost efektivne vrednosti  $U = 230$  V in frekvence  $f = 50$  Hz, ima delovno moč  $P = 2,3$  kW in faktor moči  $\cos \varphi = 0,8$ .**

- a) Izračunajte efektivno vrednost  $I$  toka motorja. (2 točki)
- b) Izračunajte jalovo moč  $Q$  motorja. (2 točki)
- c) Določite impedanco  $\underline{Z}$  motorja. (2 točki)
- d) Kolikšno kapacitivnost bi moral imeti kompenzacijski kondenzator, da bi jalovo moč zmanjšal za polovico? (2 točki)

**Rešitev in navodila za ocenjevanje**

- a) Efektivno vrednost toka motorja  

$$I = \frac{P}{U \cos \varphi} = \frac{2300}{230 \cdot 0,8} = 12,5 \text{ A} \dots\dots\dots 2 \text{ točki}$$
- b) Jalova moč motorja  

$$Q = P \tan \varphi = P \sqrt{\frac{1}{\cos^2 \varphi} - 1} = 2300 \sqrt{\frac{1}{0,64} - 1} = 1,725 \text{ kvar} \dots\dots\dots 2 \text{ točki}$$
- c) Impedanca motorja  

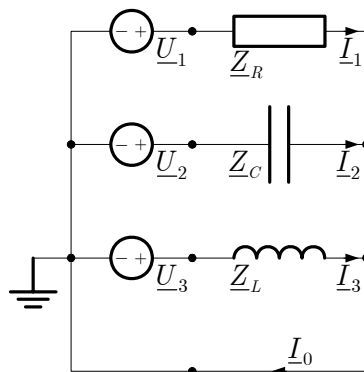
$$\underline{Z} = \frac{P + jQ}{I^2} = \frac{2300 + j1725}{(12,5)^2} = (14,7 + j11,0) \Omega \dots\dots\dots 2 \text{ točki}$$
- d) Kapacitivnost kondenzatorja, ki polovično kompenzira jalovo moč  

$$C = \frac{\frac{Q}{2}}{\omega U^2} = \frac{\frac{1725}{2}}{2\pi \cdot 50 \cdot (230)^2} = 51,9 \mu\text{F} \dots\dots\dots 2 \text{ točki}$$

**B06**

Upor, kondenzator in tuljava so priključeni na simetričen trifazni sistem napetosti z nevtralnim vodnikom in imajo enake absolutne vrednosti impedanc

$Z_R = Z_C = Z_L = 46 \Omega$ . Prvo fazno napetost določa kazalec  $\underline{U}_1 = 230 \text{ V}$ .



a) Zapišite kazalca  $\underline{U}_2$  in  $\underline{U}_3$ , kazalca druge in tretje fazne napetosti.

(2 točki)

b) Izračunajte kazalce linijskih tokov  $\underline{I}_1$  in  $\underline{I}_2$ .

(2 točki)

c) Izračunajte kazalec  $\underline{I}_0$  toka v nevtralnem vodniku.

(2 točki)

d) Določite kazalec toka v nevtralnem vodniku pri zamenjavi tuljave in kondenzatorja.

(2 točki)

**Rešitev in navodila za ocenjevanje**

a) Kazalca druge in tretje fazne napetosti

$$\underline{U}_2 = 230e^{-j120^\circ} \text{ V in } \underline{U}_3 = 230e^{j120^\circ} \text{ V} \dots\dots\dots 2 \text{ točki}$$

b) Kazalci linijskih tokov

$$\underline{I}_1 = \frac{\underline{U}_1}{Z_R} = \frac{230}{46} = 5 \text{ A}, \quad \underline{I}_2 = \frac{\underline{U}_2}{-jZ_C} = \frac{230e^{-j120^\circ}}{-j46} = 5e^{-j30^\circ} \text{ A} \dots\dots\dots 2 \text{ točki}$$

c) Kazalec toka v nevtralnem vodniku

$$\underline{I}_3 = \frac{\underline{U}_3}{jZ_L} = \frac{230e^{j120^\circ}}{j46} = 5e^{j30^\circ} \text{ A}$$

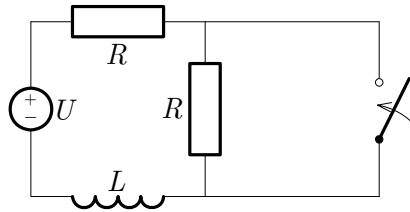
$$\underline{I}_0 = \underline{I}_1 + \underline{I}_2 + \underline{I}_3 = 5 + 5e^{-j30^\circ} + 5e^{j30^\circ} = 5(1 + \sqrt{3}) = 13,66 \text{ A} \dots\dots\dots 2 \text{ točki}$$

d) Kazalec toka v nevtralnem vodniku pri zamenjavi tuljave in kondenzatorja

$$\underline{I}_0 = \frac{230}{46} + \frac{230e^{-j120^\circ}}{j46} + \frac{230e^{j120^\circ}}{-j46} = 5(1 - \sqrt{3}) = -3,66 \text{ A} \dots\dots\dots 2 \text{ točki}$$

**B07**

Podatki vezja so:  $U = 24 \text{ V}$ ,  $R = 10 \ \Omega$  in  $L = 100 \text{ mH}$ . V času  $t = 0 \text{ s}$  sklenemo stikalo.



- Izračunajte tok skozi tuljavo pred sklenitvijo stikala. (2 točki)
- Izračunajte magnetno energijo v tuljavi po končanem prehodnem pojavu. (2 točki)
- Narišite časovni diagram toka skozi tuljavo po sklenitvi stikala. (2 točki)
- Kolikšna je napetost med priključkoma tuljave tik po sklenitvi stikala? (2 točki)

**Rešitev in navodila za ocenjevanje**

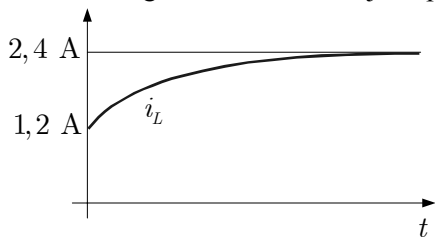
- a) Tok skozi tuljavo pred sklenitvijo stikala

$$I = \frac{U}{2R} = \frac{24}{20} = 1,2 \text{ A} \dots\dots\dots 2 \text{ točki}$$

- b) Magnetna energija po končanem prehodnem pojavu

$$W_m = \frac{L}{2} \left( \frac{U}{R} \right)^2 = \frac{0,1}{2} \cdot (2,4)^2 = 288 \text{ mJ} \dots\dots\dots 2 \text{ točki}$$

- c) Časovni diagram toka skozi tuljavo po sklenitvi stikala



$\dots\dots\dots 2 \text{ točki}$

- d) Napetost na tuljavi tik po sklenitvi stikala

Tok skozi tuljavo se tik po sklenitvi stikala ne more hipno spremeniti: spreminjati se začne od vrednosti  $\frac{U}{2R}$ , zato je padec napetosti na zgornjem uporu takrat enak  $\frac{U}{2}$ . To pomeni, da je preostanek napetosti do celotne napetosti  $U$  na tuljavi

$$u_L = U - R \frac{U}{2R} = 12 \text{ V} \dots\dots\dots 2 \text{ točki}$$