



Šifra kandidata:

Državni izpitni center



P 2 1 3 J 2 0 1 1 1

ZIMSKI IZPITNI ROK

ELEKTROTEHNIKA

Izpitna pola

Četrtek, 3. februar 2022 / 120 minut

Dovoljeno gradivo in pripomočki:

Kandidat prinese nalivno pero ali kemični svinčnik, svinčnik, radirko, ravnilo ter numerično žepno računalno brez grafičnega zaslona in možnosti simbolnega računanja.

Priloga s konstantami, enačbami in tabelami je na perforiranih listih, ki ju kandidat pazljivo iztrga.

Kandidat dobi konceptni list in ocenjevalni obrazec.

POKLICNA MATURA

NAVODILA KANDIDATU

Pazljivo preberite ta navodila.

Ne odpirajte izpitne pole in ne začenjajte reševati nalog, dokler vam nadzorni učitelj tega ne dovoli.

Prilepite oziroma vpišite svojo šifro v okvirček desno zgoraj na tej strani, na ocenjevalni obrazec in na konceptni list.

Izpitna pola je sestavljena iz dveh delov. Prvi del vsebuje 10 krajših nalog, drugi del pa 5 strukturiranih nalog. Število točk, ki jih lahko dosežete, je 60, od tega 20 v prvem delu in 40 v drugem delu. Za posamezno nalogo je število točk navedeno v izpitni poli. Pri reševanju si lahko pomagata z zbirko konstant, enačb in tabel v prilogi.

Rešitve pišite z nalivnim peresom ali kemičnim svinčnikom in jih vpisujte v izpitno polo v za to predvideni prostor; slike, sheme in diagrame pa lahko rišete s svinčnikom. Pišite čitljivo. Če se zmotite, napisano prečrtajte in rešitev zapišite na novo. Nečitljivi zapisi in nejasni popravki bodo ocenjeni z 0 točkami. Osnutki rešitev, ki jih lahko naredite na konceptni list, se pri ocenjevanju ne upoštevajo.

Pri reševanju nalog mora biti jasno in korektno predstavljena pot do rezultata z vsemi vmesnimi računi in sklepi. Če ste nalogo reševali na več načinov, jasno označite, katero rešitev naj ocenjevalec oceni.

Pri rezultatu mora biti vedno navedena tudi merska enota.

Zaupajte vase in v svoje zmožnosti. Želimo vam veliko uspeha.

Ta pola ima 20 strani, od tega 3 prazne.

**Konstante, enačbe in tabele****Elektrina in električni tok**

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ As}$$

$$Q = \pm(n \cdot e)$$

$$i = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

$$J = \frac{I}{A}$$

Električno polje

$$\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ As/Vm}$$

$$C = \frac{Q}{U}$$

$$W_e = \frac{QU}{2} = \frac{CU^2}{2} = \frac{Q^2}{2 \cdot C}$$

$$E = \frac{U}{d}$$

$$F = QE$$

$$C = \varepsilon_r \varepsilon_0 \frac{A}{d}$$

$$D = \varepsilon_r \varepsilon_0 E$$

Sestavljeni izmenični tokokrog

$$P = S \cdot \cos \varphi$$

$$Q = S \cdot \sin \varphi$$

$$S = UI = \sqrt{P^2 + (Q_L - Q_C)^2}$$

$$R = Z \cdot \cos \varphi$$

$$X = Z \cdot \sin \varphi$$

Realna tuljava

$$X_L = \omega L = 2\pi f L$$

$$\text{tg} \varphi = \frac{X_L}{R} = \frac{1}{\text{tg} \delta} = Q$$

Zaporedni nihajni krog

$$Q = \frac{X_{L0}}{R} = \frac{X_{C0}}{R}$$

$$U_{L0} = U_{C0} = Q \cdot U$$

$$U_{R0} = U$$

$$I_0 = \frac{U}{R}$$

Magnetno polje

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Vs/Am}$$

$$H = \frac{\Theta}{l}$$

$$\Theta = IN$$

$$F_m = BIl$$

$$B = \mu_r \mu_0 H$$

$$\Phi = BA$$

Enosmerna vezava

$$R = \frac{U}{I}$$

$$R = \rho \frac{l}{A}$$

$$R = R_{20} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T)$$

$$P = UI = \frac{U^2}{R} = I^2 R$$

$$W_e = Pt = UI t$$

$$\eta = \frac{P_{\text{izh}}}{P_{\text{vh}}} = \frac{W_{\text{izh}}}{W_{\text{vh}}}$$

Zaporedna vezava

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

$$\text{tg} \varphi = \frac{X_L - X_C}{R} = \frac{U_L - U_C}{U_R}$$

Realni kondenzator

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C}$$

$$\text{tg} \varphi = \frac{R}{X_C} = \frac{1}{\text{tg} \delta} = Q$$

Vzporedni nihajni krog

$$Q = \frac{B_{L0}}{G} = \frac{B_{C0}}{G}$$

$$I_0 = I_R$$

$$I_{L0} = I_{C0} = Q \cdot I_R$$

Elektromagnetna indukcija

$$U_i = Bvl = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = -L \frac{\Delta i}{\Delta t}$$

$$\Psi = N\Phi$$

$$L = \frac{\Psi}{I}$$

$$L = \mu_r \mu_0 \frac{N^2 A}{l}$$

$$W_m = \frac{\Psi I}{2} = \frac{LI^2}{2} = \frac{\Psi^2}{2L}$$

Enostavni izmenični tokokrog

$$\varphi = \alpha_u - \alpha_i$$

$$\omega = 2\pi f$$

$$u = U_m \cdot \sin(\omega t \pm \alpha_u)$$

$$U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$$

$$P = U_R \cdot I_R = \frac{U_R^2}{R} = I_R^2 \cdot R$$

$$Q_L = U_L \cdot I_L$$

$$Q_C = U_C \cdot I_C$$

$$X_C = \frac{1}{\omega C}$$

$$X_L = \omega L$$

Vzporedna vezava

$$Y = \sqrt{G^2 + (B_C - B_L)^2}$$

$$\text{tg} \varphi = -\frac{B_C - B_L}{G} = -\frac{I_C - I_L}{I_R}$$

Resonanca

$$f_0 = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}}$$

$$B = \frac{f_0}{Q}$$

Kompensacija jalove moči

$$Q_C = P \cdot (\text{tg} \varphi - \text{tg} \varphi_K)$$

$$C = \frac{Q_C}{\omega U^2}$$

Transformator

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2}$$



Prehodni pojavi

$$\tau = RC = \frac{L}{R}$$

$$t_{pp} = 5\tau$$

$$u_c = U \cdot \left(1 - e^{-t/\tau}\right)$$

$$u_c = U \cdot e^{-t/\tau}$$

$$i_L = \frac{U}{R} \cdot \left(1 - e^{-t/\tau}\right)$$

$$i_L = I \cdot e^{-t/\tau} = \frac{U}{R} \cdot e^{-t/\tau}$$

Elektronska vezja

Usmernik

$$U_{sr} = \frac{U_m}{\pi} \quad U_{sr} = U_m - \frac{I_{sr}}{2fC}$$

$$U_{sr} = \frac{2U_m}{\pi} \quad U_{sr} = U_m - \frac{I_{sr}}{4fC}$$

Tranzistor

$$I_C = -\alpha I_E = \beta I_B$$

$$\beta = \frac{\alpha}{1-\alpha}$$

$$I_E + I_B + I_C = 0$$

Operacijski ojačevalnik

invertirajoči

$$A = -\frac{R_p}{R_v}$$

R_p upor v povratni zanki

R_v upor na invertirajočem vhodu

neinvertirajoči

$$A = 1 + \frac{R_p}{R_v}$$

Električne inštalacije

Razsvetljava, svetlobno tehnične enačbe

$$E = \frac{\Phi}{A} \quad E = \frac{\Phi \cdot \eta \cdot k}{A}$$

Preseki vodnikov in moči bremen

$$A = \frac{200 \cdot l \cdot I}{\lambda \cdot \Delta u \% \cdot U_f} = \frac{200 \cdot l \cdot P}{\lambda \cdot \Delta u \% \cdot U_f^2} (\text{mm}^2) \quad P = U_f \cdot I$$

$$A = \frac{200 \cdot l \cdot I \cdot \cos \varphi}{\lambda \cdot \Delta u \% \cdot U_f} = \frac{200 \cdot l \cdot P}{\lambda \cdot \Delta u \% \cdot U_f^2} (\text{mm}^2) \quad P = U_f \cdot I \cdot \cos \varphi$$

$$A = \frac{100 \cdot l \cdot I \cdot \sqrt{3}}{\lambda \cdot \Delta u \% \cdot U} = \frac{100 \cdot l \cdot P}{\lambda \cdot \Delta u \% \cdot U^2} (\text{mm}^2) \quad P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I$$

$$A = \frac{100 \cdot l \cdot I \cdot \cos \varphi \cdot \sqrt{3}}{\lambda \cdot \Delta u \% \cdot U} = \frac{100 \cdot l \cdot P}{\lambda \cdot \Delta u \% \cdot U^2} (\text{mm}^2) \quad P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi$$

$$I_{ks}^2 \cdot t \leq (k_{cu} \cdot A)^2 \quad J = \frac{I}{A} \quad R = \frac{\rho \cdot l}{A}$$

$$A = \frac{200}{\lambda \cdot \Delta u \% \cdot U^2} \cdot \sum (P_i \cdot l_i) \quad \Delta U = \frac{2 \cdot l \cdot I}{\lambda \cdot A} (\text{V})$$

Ojačevalnik CE

$$R_{vH} = R_1 \parallel R_2 \parallel \beta \cdot (r_E + R_E)$$

$$R_{izh} = R_C$$

$$A_u = \frac{R_C \parallel R_E}{r_E + R_E}$$

$$r_E = \frac{25}{I_C (\text{mA})}$$

$$f_m = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot R_{vH} \cdot C}$$

$$A_p [\text{dB}] = 10 \cdot \log A_p$$

$$A_{U,I} [\text{dB}] = 20 \cdot \log A_{U,I}$$

$$A_{U,I} = 10^{\frac{A[\text{dB}]}{20}}$$



Tabela 1: Korekcijski faktorji pri polaganju več tokokrogov v skupini ali večžilnih kablov

Razporeditev kablov	f_p – korekcijski faktorji zaradi skupinskega polaganja								
	Število tokokrogov ali število večžilnih kablov v zaščitni cevi ali kanalu								
	1	2	3	4	5	6	7	8	10
V skupinah na površini, položeni v cevi ali zaprtih kanalih	1	0,8	0,7	0,65	0,6	0,55	0,55	0,5	0,5

1. pogoj: $I \leq I_n \leq I'_z$ 2. pogoj: $I_2 \leq 1,45 \cdot I'_z \Rightarrow I_n = \frac{1,45 \cdot I_z}{k}$ $I'_z = I_z \cdot f_p$

Tabela 2: Zgornji preizkusni tok zaščitne naprave je: $I_2 = k \cdot I_n$

Pri talilnih vložkih do vključno 4 A	$I_2 = 2,1 \cdot I_n$
Pri talilnih vložkih do vključno 13 A	$I_2 = 1,9 \cdot I_n$
Pri talilnih vložkih 16 A ali več	$I_2 = 1,6 \cdot I_n$
Pri inštalacijskih odklopnikih	$I_2 = 1,45 \cdot I_n$
Pri odklopnikih	$I_2 = 1,2 \cdot I_n$

Tabela 3: Dopustne trajne tokovne obremenitve bakrenih vodnikov

Vrste kablov	NYY, NYM, NYCWY, NYCY, NYKY											
Izolacija	PVC (pri obratovanju je najvišja dopustna temperatura vodnika 70 °C in okolice 30 °C)											
Način polaganja	Skupina A1		Skupina A2		Skupina B1		Skupina B2		Skupina C		Skupina D	
Št. obremenjenih vodnikov	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
Nazivni presek v mm ²	Dopustne tokovne obremenitve I_z – zdržni tok kabla v A											
	I_z	I_z	I_z	I_z	I_z	I_z	I_z	I_z	I_z	I_z	I_z	I_z
1,5	14,5	13,5	14	13	17,5	15,5	16,5	15	19,5	17,5	22	18
2,5	19,5	18	18,5	17,5	24	21	23	20	27	24	29	24
4	26	24	25	23	32	28	30	27	36	32	37	30
6	34	31	32	29	41	36	38	34	46	41	46	38
10	46	42	43	39	57	50	52	46	63	57	60	50
16	61	56	57	52	76	68	69	62	85	76	78	64
25	80	73	75	68	101	89	90	80	112	96	99	82
35	99	89	92	83	125	110	111	99	138	119	119	98
50	119	108	110	99	151	134	133	118	168	144	140	116



Tabela 4: Nazivni tokovi varovalk za taljive vložke gG – za splošno uporabo s celotnim izklopnim področjem

I_n (A)	2	4	6	8	10	13	16	20	25	32	35	40	50	63	80	100	125	160	200
-----------	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----

Tabela 5: Vrednosti nazivnih tokov inštalacijskih odklopnikov

I_n (A)	6	8	10	13	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125
-----------	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----

Tabela 6: Nastavitve elektromagnetnih sprožnikov inštalacijskih odklopnikov

Inštalacijski odklopnik	I_a (odklopni tok zaščitne naprave)
Izvedba B	$I_a = (3 - 5) \cdot I_n$
Izvedba C	$I_a = (5 - 10) \cdot I_n$
Izvedba D	$I_a = (10 - 20) \cdot I_n$

Temeljni pogoj zaščite s samodejnim odklopom v TN-sistemu: $Z_{kz} \cdot I_a \leq U_0$ ali $R_{kz} \cdot I_a \leq U_0$

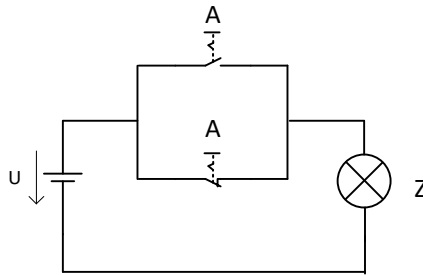
Kontrola padca napetosti: $u_{\%} \leq u_{\%p}$

Tabela 7: Mejne dovoljene vrednosti padcev napetosti

Vrednost v %	Opis vrste električne inštalacije
3	Za električne inštalacije za razsvetljavo, če je električna inštalacija napajana iz nizkonapetostnega omrežja; npr. od bližnjega priključka (kabelske priključne omarice ali razdelilnika).
5	Za električne inštalacije za razsvetljavo, če se električna inštalacija napaja neposredno iz lastne transformatorske postaje, ki je priključena na visoko napetost.
5	Za tokokroge drugih porabnikov, če se električna inštalacija napaja iz nizkonapetostnega omrežja; npr. od bližnjega priključka (kabelske priključne omarice ali razdelilnika).
8	Za tokokroge drugih porabnikov, če se električna inštalacija napaja neposredno iz lastne transformatorske postaje, ki je priključena na visoko napetost.

**1. DEL**

1. Na sliki je električno vezje.



1.1. Kateremu pravilu Boolove algebre ustreza? Obkrožite črko pred pravilnim odgovorom.

- A $Z = A + 0$
- B $Z = A \cdot 1$
- C $Z = A + \bar{A}$
- D $Z = A + B$

(1 točka)

1.2. Zapišite, kakšen je rezultat logične operacije za vezje na sliki.

(1 točka)

2. Ohmski porabnik priključimo na električno napetost. V nekem trenutku napetost trikrat zmanjšamo.

2.1. Katera trditev je pravilna? Obkrožite črko pred pravilnim odgovorom.

- A Moč se na porabniku trikrat zmanjša.
- B Moč se na porabniku trikrat poveča.
- C Moč se na porabniku devetkrat zmanjša.
- D Moč se na porabniku devetkrat poveča.

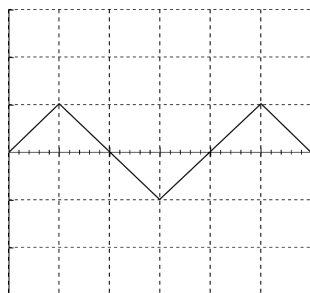
(1 točka)

2.2. Narišite merilno vezje, pri katerem lahko z UI-metodo izmerimo moč na ohmskem porabniku.

(1 točka)



3. Na sliki je prikazan oscilogram napetosti, ki smo ga opazovali z osciloskopom z nastavljeno časovno bazo $k_x = 5 \text{ ms/rd.}$



- 3.1. Katera trditev je pravilna? Obkrožite črko pred pravilnim odgovorom.

- A Časovni diagram prikazuje sinusno napetost.
- B Časovni diagram prikazuje žagasto napetost.
- C Časovni diagram prikazuje pravokotno napetost.
- D Časovni diagram prikazuje trikotno napetost.

(1 točka)

- 3.2. Iz oscilograma odčitajte in zapišite čas ene periode signala.

(1 točka)

4. Zener dioda.

- 4.1. Kje uporabljamo Zener diodo? Obkrožite črko pred pravilnim odgovorom.

- A Za usmerjanje napetosti.
- B Za stabilizacijo napetosti.
- C Za ojačenje napetosti.
- D Za slabljenje napetosti.

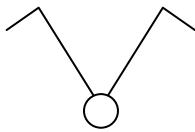
(1 točka)

- 4.2. Narišite simbol Zener diode.

(1 točka)



5. Na sliki je simbol stikala za enopolne sheme.



5.1. Katero stikalo predstavlja simbol na sliki? Obkrožite črko pred pravilnim odgovorom.

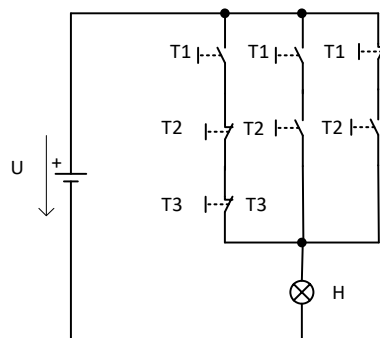
- A Enopolno stikalo.
- B Serijsko enopolno stikalo.
- C Križno stikalo.
- D Menjalno enopolno stikalo.

(1 točka)

5.2. Narišite simbol stikala za izvedbeno shemo.

(1 točka)

6. Podan je krmilni (stikalni) načrt.



Zapišite pravilnostno tabelo za krmilni (stikalni) načrt.

T1	T2	T3	H
0	0	0	
0	0	1	
0	1	0	
0	1	1	
1	0	0	
1	0	1	
1	1	0	
1	1	1	

(2 točki)



7. Ohmski porabnik z upornostjo $R = 30 \Omega$ priključimo na napetost $U = 24 \text{ V}$.
Izračunajte električno delo, ki ga opravi napetost v času $t = 90 \text{ min}$.

(2 točki)

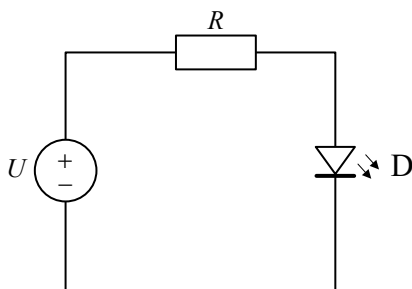
8. Kondenzator kapacitivnosti $C = 100 \mu\text{F}$ priključimo na vir napetosti, katere trenutna vrednost je dana z enačbo:

$$u(t) = 10 \cdot \sin\left(100\pi \cdot t + \frac{\pi}{2}\right)$$

Izračunajte maksimalno vrednost toka skozi kondenzator.

(2 točki)

9. LED s podatki $U_D = 2,2 \text{ V}$, $I_D = 20 \text{ mA}$ želimo priključiti na napetost $U = 10 \text{ V}$.



Izračunajte upornost R .

(2 točki)



10. Električni kabel z vodniki preseka $A = 1,5 \text{ mm}^2$ je dolg $l = 17 \text{ m}$. Priključen je na fazno napetost $U_f = 230 \text{ V}$. Na kablu je padec napetosti v odstotkih $\Delta u\% = 1,4 \%$. Specifična prevodnost vodnikov je $\lambda = 56 \text{ Sm/mm}^2$.

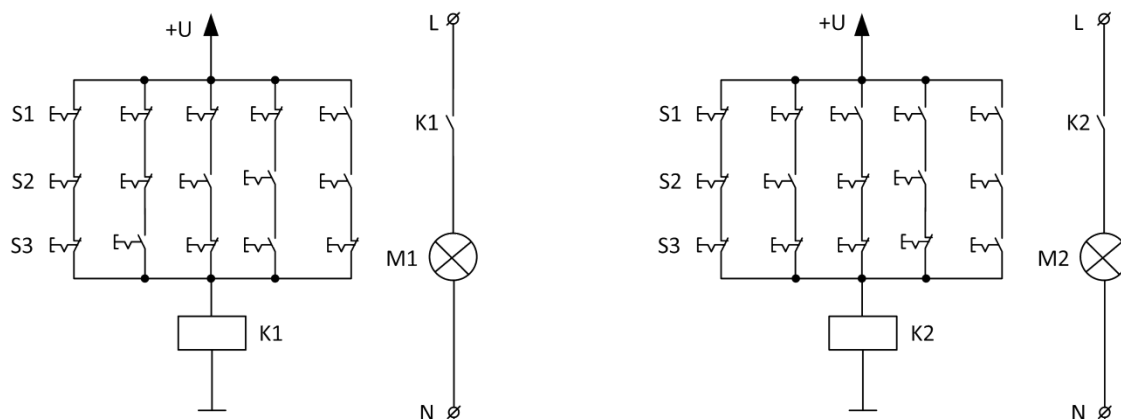
Izračunajte električni tok v kablu.

(2 točki)



2. DEL

1. Naročnik je podal krmilni načrt za delovanje motorjev M1 in M2. Delovanje motorjev krmilimo s stikali S1, S2, S3. Zaradi pocenitve procesa želimo krmilje optimizirati.



- 1.1. Dopolnite pravilnostno tabelo za izhoda M1 in M2.

S1	S2	S3	M1	M2
0	0	0		
0	0	1		
0	1	0		
0	1	1		
1	0	0		
1	0	1		
1	1	0		
1	1	1		

(2 točki)

- 1.2. Zapišite minimizirani logični funkciji za izhoda M1 in M2.

(2 točki)

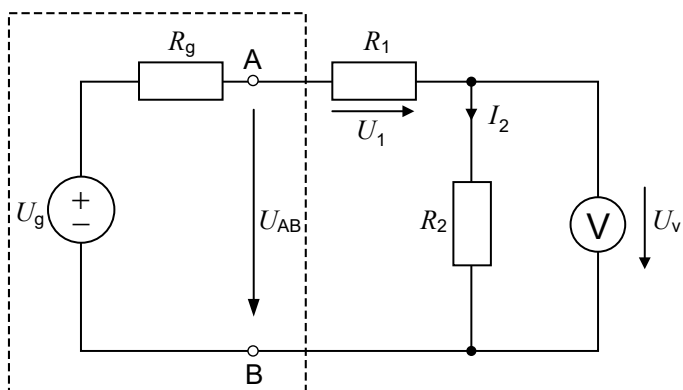


1.3. Narišite krmilni (stikalni) načrt za izhoda M1 in M2. Izhoda priključimo na napetost 230 V AC.
(2 točki)

1.4. Narišite funkcijski načrt za obe logični funkciji M1 in M2.
(2 točki)



2. Na realni napetostni vir z napetostjo U_g in notranjo upornostjo $R_g = 3,3 \Omega$ zaporedno priključimo dva upora s podatki $R_1 = 50 \Omega$, $R_2 = 30 \Omega$. Na uporu R_2 z idealnim voltmetrom izmerimo napetost $U_v = 9 \text{ V}$.



- 2.1. Izračunajte tok I_2 .

(2 točki)

- 2.2. Izračunajte skupno upornost R , ki obremenjuje napetostni vir na njegovih sponkah A in B.

(2 točki)

- 2.3. Izračunajte napetost U_{AB} na sponkah vira.

(2 točki)

- 2.4. Izračunajte kratkostični tok I_{KS} , če sponki A in B kratko sklenemo.

(2 točki)



3. Enofazni porabnik, ki izkazuje induktiven značaj, je priključen na harmonično omrežno napetost frekvence $f = 50$ Hz in napetosti $U = 230$ V. Delovna moč porabnika je $P = 1$ kW. Med tokom in napetostjo vira je fazni kot $\varphi = 60^\circ$.

3.1. Izračunajte navidezno moč porabnika.

(2 točki)

3.2. Izračunajte jalovo moč porabnika.

(2 točki)

3.3. Izračunajte kapacitivnost kondenzatorja, s katerim povsem kompenziramo jalovo moč porabnika.

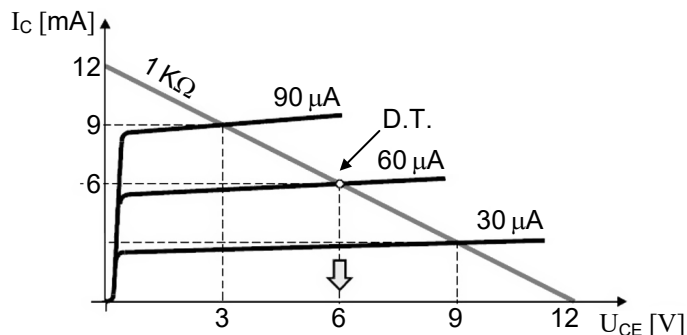
(2 točki)

3.4. Izračunajte, za koliko se zmanjša tok v dovodu porabnika po popolni kompenzaciji jalove moči glede na nekompenziran porabnik.

(2 točki)



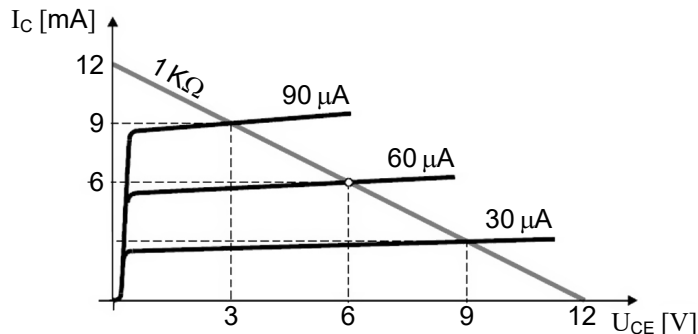
4. Na sliki so podane izhodne karakteristike bipolarnega tranzistorja z vrisano delovno premico bremenskega upora $R_C = 1\text{ k}\Omega$ in označeno delovno točko.



- 4.1. Zapišite, v katerem območju delovanja deluje bipolarni tranzistor v označeni delovni točki. (2 točki)

- 4.2. Izračunajte tokovno ojačenje β v označeni delovni točki. (2 točki)

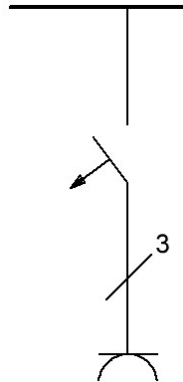
- 4.3. V spodnjo sliko vrišite novo delovno premico, če upornost R_C dvakrat povečamo. (2 točki)



- 4.4. Narišite osnovno vezavo za nastavitve delovne točke tranzistorja z baznim uporom in izračunajte njegovo upornost R_B , če želimo, da bo v bazo tranzistorja tekel tok $I_B = 30\text{ }\mu\text{A}$. Napajalna napetost vezja je $U_{CC} = 12\text{ V}$. Med bazo in emitorjem predpostavimo $U_{BE} = 0,7\text{ V}$. (2 točki)



5. Na električno inštalacijo izmenične napetosti $U_f = 230 \text{ V}$ priključimo porabnik moči $P = 1,8 \text{ kW}$ s faktorjem delavnosti $\cos \varphi = 0,85$. Kabel s specifično prevodnostjo vodnikov $\lambda = 56 \frac{\text{Sm}}{\text{mm}^2}$ je v zaščitni cevi položen skladno s skupino B1. Porabnik samostojno ščitimo z varovalnim elementom, kot je razvidno v enopolni shemi.



- 5.1. Izračunajte fazni tok I skozi porabnik. (2 točki)
- 5.2. Iz tabele izberite ustrezni nazivni tok I_n varovalnega elementa. (2 točki)
- 5.3. Preverite in zapišite 1. pogoj in 2. pogoj za zaščito pred obremenitvijo ob pravilno izbranem preseku A vodnika, da bo varovalni element ustrezen. (2 točki)
- 5.4. Dovoljen padec napetosti v odstotkih na kablu je lahko $\Delta u\% = 2\%$. Izračunajte, kolikšna je lahko največja dolžina l kabla. (2 točki)



Prazna stran



Prazna stran



Prazna stran