



Šifra kandidata:

Državni izpitni center



P 2 4 1 J 2 0 1 1 1

SPOMLADANSKI IZPITNI ROK

ELEKTROTEHNIKA

Izpitna pola

Četrtek, 6. junij 2024 / 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 20 krajših nalog, drugi del pa 5 strukturiranih nalog. Število točk, ki jih lahko dosežete, je 70, od tega 30 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 vpišujte 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 24 strani, od tega 3 prazne.

**Konstante, enačbe in tabele****Osnovne veličine in zakoni**

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

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

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

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

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

$$\sum_{k=1}^n (\pm) U_k = 0$$

$$\sum_{m=1}^n (\pm) I_m = 0$$

$$U_{AB} = V_A - V_B$$

Enosmerna vezja

$$R = \frac{U}{I} = \frac{1}{G}$$

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

$$R_T = R_{20} [1 + \alpha(T - 20)]$$

$$P = UI$$

$$W_e = Pt = UI t$$

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

$$R = \sum_{k=1}^n R_k \quad R^{-1} = \sum_{k=1}^n R_k^{-1}$$

$$C^{-1} = \sum_{k=1}^n C_k^{-1} \quad C = \sum_{k=1}^n C_k$$

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

$$W_e = \frac{CU^2}{2}$$

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

Osnovne izmenične veličine

$$\omega = 2\pi f$$

$$f = \frac{1}{T}$$

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

$$i = I_m \sin(\omega t \pm \alpha_i)$$

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

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

$$X_L = \omega L \quad B_L = \frac{1}{\omega L}$$

$$Z = \frac{U}{I} = \frac{1}{Y}$$

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

Izmenična vezja**Zaporedno RLC-vezje**

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

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

Vzporedno RLC-vezje

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

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

Moč

$$P = S \cos \varphi$$

$$Q = S \sin \varphi$$

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

Resonanca

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

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

Zaporedni nihajni krog

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

Vzporedni nihajni krog

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

Realni elementi

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

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

Transformator

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

Kompenzacija jalove moči

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

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



Elektronska vezja

Usmernik

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

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

Tranzistor

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

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

$$I_E + I_B + I_C = 0$$

Operacijski ojačevalnik

Invertirajoča vezava

$$A = -\frac{R_2}{R_1}$$

Neinvertirajoča vezava

$$A = 1 + \frac{R_2}{R_1}$$

R_2 ...upor v povratni zanki

R_1 ...upor na vhodu

Napetostno ojačenje

$$A_u [dB] = 20 \log A_u$$

$$A_u = 10^{\frac{A_u [dB]}{20}}$$

Električne inštalacije

Razsvetljava, svetlobno-tehnične enačbe

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

$$\text{Prevodnost bakra: } \lambda = 56 \frac{\text{Sm}}{\text{mm}^2}$$

Preseki vodnikov in moči bremen

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

$$P = U_f I$$

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

$$P = U_f I \cos \varphi$$

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

$$U_f = \frac{U}{\sqrt{3}} \quad P = 3U_f I = \sqrt{3}UI$$

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

$$P = 3U_f I \cos \varphi = \sqrt{3}UI \cos \varphi$$

$$I_{ks}^2 \cdot t \leq (k_{cu} \cdot A)^2$$

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



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

Razporeditev kablov	f_p – korekcijski faktor 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: Dopustna trajna tokovna obremenitev 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	Dopustna tokovna obremenitev 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 tok 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: Vrednost nazivnega toka 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 $R_{kz} \cdot I_a \leq U_0$

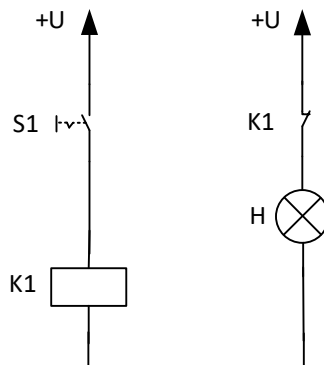
Kontrola padca napetosti: $u_{\%} \leq u_{\%p}$

Tabela 7: Mejna dovoljena vrednost padca napetosti

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

**1. DEL**

1. Na sliki je krmilni (stikalni) načrt.



Katero logično funkcijo predstavlja krmilni (stikalni) načrt na sliki? Obkrožite črko pred pravilnim odgovorom.

- A logični funkciji IN
- B logični funkciji ALI
- C logični funkciji NE
- D logični funkciji NE-IN

(1 točka)

2. Na sliki je pravilnostna tabela.

A	B	Y
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Narišite simbol logične funkcije, ki jo predstavlja pravilnostna tabela.

(1 točka)



3. Elementarna (osnovna) elektrina.

Kateri delec je nosilec elementarne (osnovne) pozitivne elektrine? Obkrožite črko pred pravilnim odgovorom.

- A elektron
- B nevtron
- C proton
- D atom

(1 točka)

4. Polprevodniške snovi.

Napišite, zakaj polprevodniške snovi slabše prevajajo električni tok kot prevodniki.

(1 točka)

5. Faza toka in napetosti na uporu.

Kakšne so fazne razmere harmonične napetosti in toka na uporu? Obkrožite črko pred pravilnim odgovorom.

- A Napetost in tok na uporu sta v fazi.
- B Napetost in tok na uporu sta v protifazi.
- C Napetost na uporu prehiteva tok.
- D Tok na uporu prehiteva napetost.

(1 točka)

6. Idealni neobremenjeni transformator.

Zapišite, v kakšnem razmerju transformator na sponkah sekundarnega navitja transformira efektivno vrednost harmonične napetosti, priključeno na primarno navitje?

(1 točka)

7. Sončna celica.

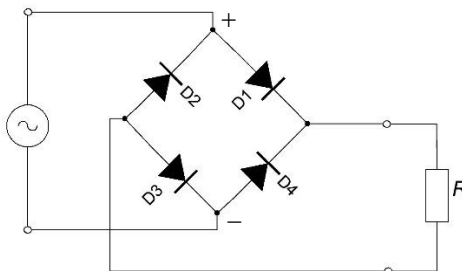
Kaj je osnovni gradnik sončne celice? Obkrožite črko pred pravilnim odgovorom.

- A N-tip polprevodnika
- B P-tip polprevodnika
- C čisti polprevodnik
- D PN-spoj

(1 točka)



8. Na sliki je Grectzov mostiček. Na vhodu je priključena izmenična napetost, na izhodu pa breme z upornostjo R .

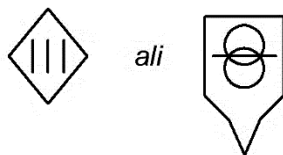


Napišite, kateri dve diodi prevajata, ko je na vhodu pozitivna polperioda izmenične napetosti.

(1 točka)

9. Zaščitni razred naprave.

Na napajalniku naprave, priključene na fazno napetost, je simbol, ki je predstavljen na sliki.



V kateri zaščitni razred spada naprava? Obkrožite črko pred pravilnim odgovorom.

- A zaščitni razred I
- B zaščitni razred II
- C zaščitni razred III
- D zaščitni razred IV

(1 točka)

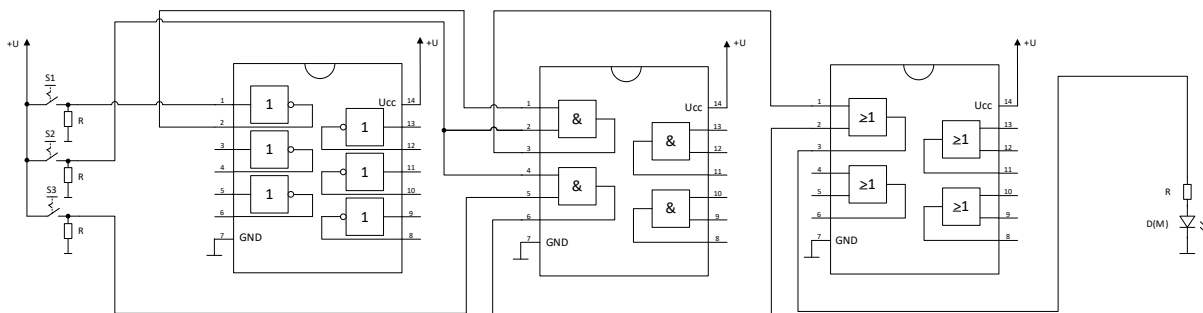
10. Električne inštalacije varujemo s stikalom na diferenčni tok.

Napišite kratico za to stikalo.

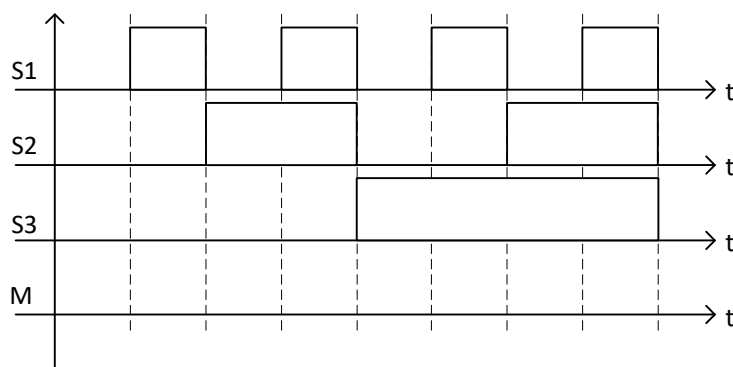
(1 točka)



11. Dan je funkcijski načrt z integriranimi vezji.



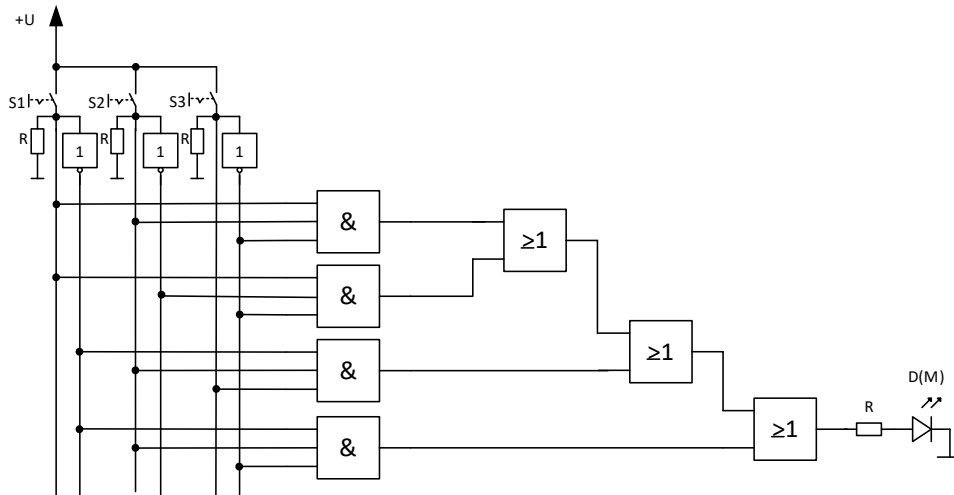
Dopolnite časovni diagram za logično funkcijo vezja.



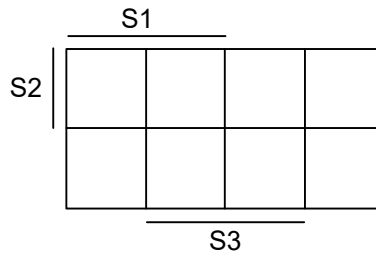
(2 točki)



12. Na sliki je logično vezje.



Z uporabo Veitchevega diagrama zapišite minimizirano logično enačbo za narisano vezje.



M = _____ (2 točki)

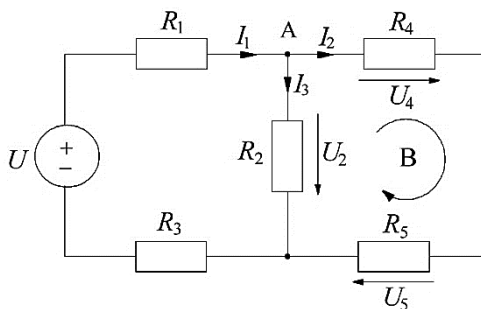
13. Bakreno navitje se pri delovanju od referenčne temperature 20 °C segreje na 55 °C.

Izračunajte, za koliko odstotkov se poveča električna upornost navitja. Temperaturni koeficient upornosti bakra je $\alpha_{Cu} = 0,0039 \text{ K}^{-1}$.

(2 točki)



14. Na sliki je uporovno vezje, v katerem sta označena vozlišče A in smer obhoda v napetostni zanki B.



Zapišite vozliščno enačbo za vozlišče A in zanko enačbo za napetostno zanko B.

(2 točki)

15. Izračunajte reaktanco (kapacitivno upornost) kondenzatorja kapacitivnosti $C = 100 \mu\text{F}$ pri omrežni frekvenci energetskega omrežja v Sloveniji.

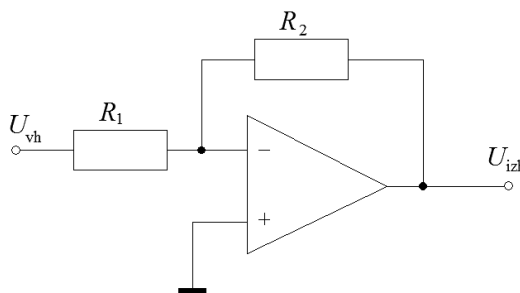
(2 točki)

16. Vzporedno povežemo dve tuljavi reaktance (induktivne upornosti) $X_{L1} = 1 \Omega$ in $X_{L2} = 2 \Omega$. Izračunajte, koliko znaša nadomestna reaktanca vezave.

(2 točki)



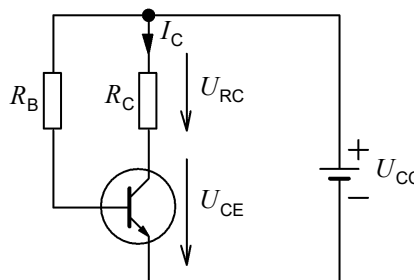
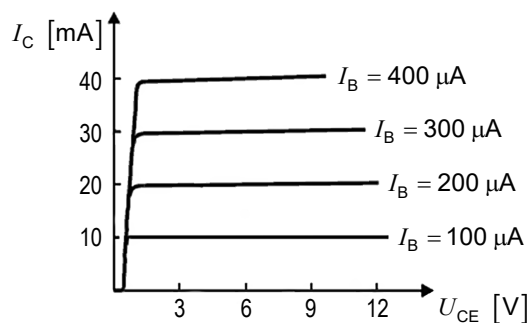
17. Dano je vezje z operacijskim ojačevalnikom s podatki $R_1 = 6 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 60 \text{ k}\Omega$.



Izračunajte izhodno napetost, če na vhod priključimo enosmerno napetost $U_{vh} = 50 \text{ mV}$.

(2 točki)

18. Sliki prikazujeta izhodne karakteristike bipolarnega tranzistorja in njegovo priključitev. Preostala dva podatka sta: $U_{CC} = 9 \text{ V}$, $R_C = 300 \Omega$.



V sliko karakteristik tranzistorja pravilno vrišite delovno premico upora R_C .

(2 točki)

19. Breme je s kablom dolžine $l = 28 \text{ m}$ priključeno na fazno napetost $U_f = 230 \text{ V}$. Skozi vodnik v kablju s specifično prevodnostjo $\lambda = 56 \text{ Sm/mm}^2$ teče tok $I = 10 \text{ A}$. Na bremenu smo izmerili napetost $U_b = 224 \text{ V}$.

Izračunajte presek vodnika A v kablju.

(2 točki)



20. V električni inštalaciji samostojno varujemo ohmski porabnik moči $P = 2 \text{ kW}$, ki ima enofazni priključek s fazno napetostjo $U_{\text{f}} = 230 \text{ V}$.

Izračunajte fazni tok I in določite nazivni tok I_{n} taljive varovalke.

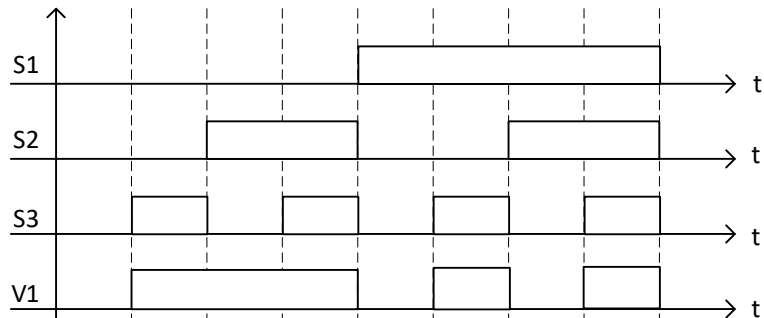
(2 točki)



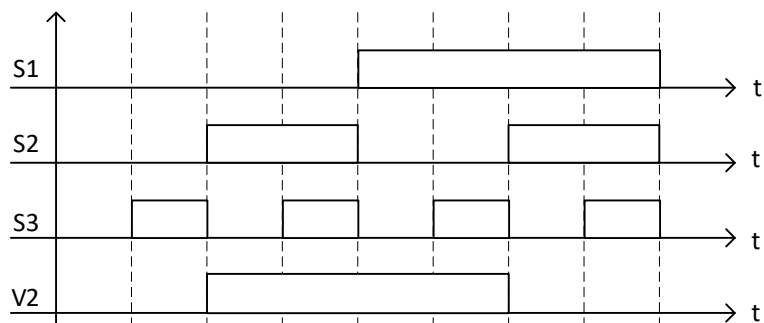
2. DEL

1. V prostoru merimo temperaturo s tremi senzorji, S1, S2 in S3. Z dvema ventilatorjema upravljamo temperaturo, kot prikazujeta časovna diagrama za ventilator 1 (V1) in ventilator 2 (V2). Ker bi radi pocenili proces, želimo krmilje optimizirati. Opravite postopek optimizacije krmilja.

Ventilator 1



Ventilator 2



- 1.1. Dopolnite pravilnostno preglednico (tabelo) za izhoda V1 in V2.

S1	S2	S3	V1	V2
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 V1 in V2.

(2 točki)

1.3. Narišite krmilni (stikalni) načrt za izhoda V1 in V2. Izhoda priključimo na napetost 230 V AC.

(2 točki)



P 2 4 1 J 2 0 1 1 1 1 7

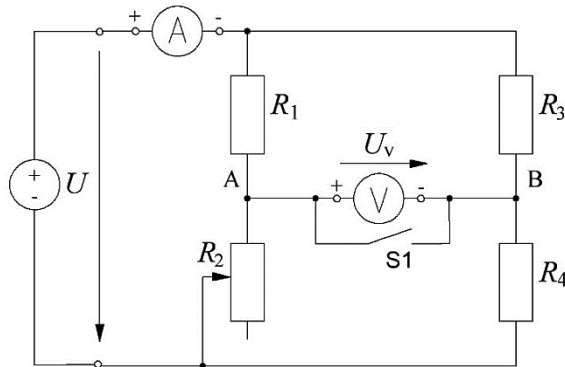
17/24

- 1.4. Narišite funkcijski načrt za izhod V2 in dodajte elektronsko vezje za krmiljenje ventilatorja. Na izhodu logične funkcije ventilator (230 V AC) krmilimo z uporabo bipolarnega tranzistorja. Ventilator vklopjamo prek releja, katerega napajalna napetost je 12 V.

(2 točki)



2. Dano je enosmerno vezje s podatki: $U = 24 \text{ V}$, $R_1 = 2 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 0 \dots 6 \text{ k}\Omega$, $R_3 = 8 \text{ k}\Omega$, $R_4 = 4 \text{ k}\Omega$. Instrumenta obravnavamo kot **idealna**, stikalo S1 je razklenjeno.



- 2.1. Napišite, za katero vezje gre na sliki.

(2 točki)

- 2.2. Izračunajte, kolikšna mora biti upornost nastavljivega upora R_2 , da voltmeter kaže nič voltov.

(2 točki)

- 2.3. Drsnik nastavljivega upora postavimo v skrajni **spodnji** položaj. Izračunajte napetost U_v , ki jo takrat kaže voltmeter.

(2 točki)

- 2.4. Drsnik nastavljivega upora postavimo v skrajni **zgornji** položaj in vklopimo stikalo S1. Z izračunom pokažite, koliko takrat kaže ampermeter.

(2 točki)



3. Vzporedno vezavo upora z upornostjo $R = 10 \Omega$ in kondenzatorja neznane kapacitivnosti smo priključili na napetost $U = 12 \text{ V}$, $f = 1 \text{ kHz}$. Vezavi smo izmerili admitanco $Y = 0,23 \text{ S}$.

3.1. Izračunajte tok skozi vezavo.

(2 točki)

3.2. Izračunajte susceptanco (kapacitivno prevodnost) kondenzatorja.

(2 točki)

3.3. Izračunajte fazni kot vezave.

(2 točki)

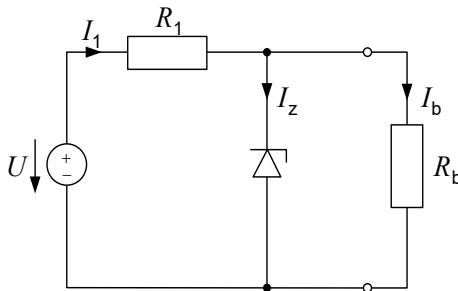
3.4. Koliko energije se sprosti v vezavi v obliki toplote v eni minuti?

(2 točki)



4. Na sliki je stabilizator z Zener diodo s podatki:

$U = 30 \text{ V}$, $U_z = 10 \text{ V}$, $P_{z\text{max}} = 500 \text{ mW}$, $R_1 = 600 \Omega$, $R_b = 500 \Omega$. Zener dioda deluje v stabilizacijskem območju.



4.1. Izračunajte tok bremena I_b .

(2 točki)

4.2. Izračunajte tok I_1 .

(2 točki)

4.3. Izračunajte trenutno moč Zener diode.

(2 točki)

4.4. Izračunajte, kolikšna sme biti največja napetost na vhodu U_{max} , da na Zener diodi ne presežemo njene maksimalne moči.

(2 točki)



5. Na električno inštalacijo izmenične napetost $U_f = 230 \text{ V}$ priključimo porabnik z močjo $P = 4 \text{ kW}$ s faktorjem delavnosti $\cos\varphi = 1$. Kabel s specifično prevodnostjo vodnikov $\lambda = 56 \frac{\text{Sm}}{\text{mm}^2}$ je v zaščitni cevi položen skladno s skupino B2. Porabnik samostojno varujemo s taljivo varovalko.

5.1. Izračunajte tok I skozi porabnik.

(2 točki)

5.2. V tabeli izberite ustrezni nazivni tok I_n taljive varovalke.

(2 točki)

5.3. Preverite in zapišite 1. in 2. pogoj za zaščito pred obremenitvijo ob pravilno izbranem preseku A vodnika, da bo taljiva varovalka ustrezna.

(2 točki)

5.4. Dovoljen padec napetosti v odstotkih na kablu je lahko $\Delta u\% = 1,5\%$. Izračunajte, kolikšna je lahko največja dolžina l kabla.

(2 točki)



Prazna stran



P 2 4 1 J 2 0 1 1 1 2 3

Prazna stran



Prazna stran