



Šifra kandidata:

Državni izpitni center



P 2 3 1 J 2 0 1 1 1

SPOMLADANSKI IZPITNI ROK

ELEKTROTEHNIKA

Izpitna pola

Četrtek, 8. junij 2023 / 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 pomagate 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 24 strani, od tega 5 praznih.

**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

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

Kompensacija 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 $R_{kz} \cdot I_a \leq U_0$

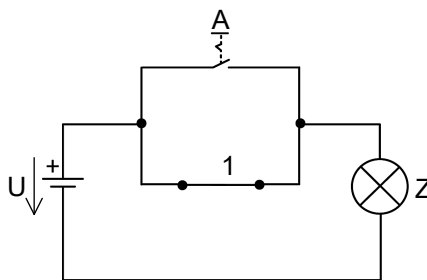
Kontrola padca napetosti: $u_{\%} \leq u_{\%p}$

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 električno vezje.

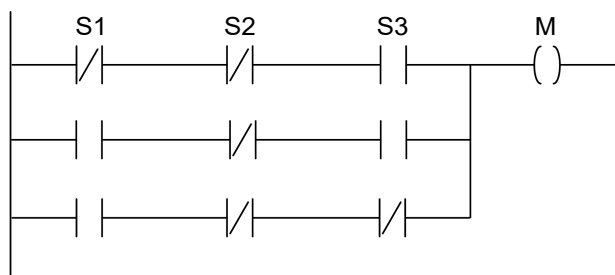


Kateremu pravilu Boolove algebre ustreza? Obkrožite črko pred pravilnim odgovorom.

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

(1 točka)

2. Podan je kontaktni (LD) načrt.



Zapišite logično funkcijo za podan kontaktni (LD) načrt.

(1 točka)

3. Ampermeter.

Katera trditev je pravilna? Obkrožite črko pred pravilnim odgovorom.

- A Ampermeter vedno povežemo vzporedno s porabnikom.
- B Merilno območje ampermetra razširimo tako, da zaporedno povežemo predupor.
- C Ampermeter ima zelo nizko notranjo upornost.
- D Ampermeter ima zelo visoko notranjo upornost.

(1 točka)



4. Električni tok.

Zapišite, kateri električni naboji so nosilci toka v kovinah.

(1 točka)

5. Merilnik napetosti TRUE RMS.

Kaj pokaže merilnik, ki je priključen na harmoničen vir napetosti brez enosmerne komponente? Obkrožite črko pred pravilnim odgovorom.

- A Navidezno moč vira.
- B Jalovo moč vira.
- C Efektivno vrednost napetosti vira.
- D Vršno vrednost napetosti vira.

(1 točka)

6. Kompenzacija jalove moči.

Zapišite, s katerim elementom, ki ga vežemo vzporedno induktivnemu bremenu, kompenziramo jalovo moč bremena?

(1 točka)

7. Unipolarni tranzistorji.

Na sliki je simbol enega od unipolarnih tranzistorjev. Za kateri tranzistor gre? Obkrožite črko pred pravilnim odgovorom.



- A P-kanalni JFET.
- B MOSFET z vgrajenim N kanalom.
- C MOSFET z vgrajenim P kanalom.
- D MOSFET z induciranim N kanalom.

(1 točka)

8. N-tip polprevodnika.

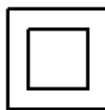
Silicij je element 4. skupine periodnega sistema elementov. Zapišite, katero skupino elementov periodnega sistema dodajamo siliciju v postopku difuzije, da nastane N-tip polprevodnika.

(1 točka)



9. Zaščitni razred naprave.

Na vtiču 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.

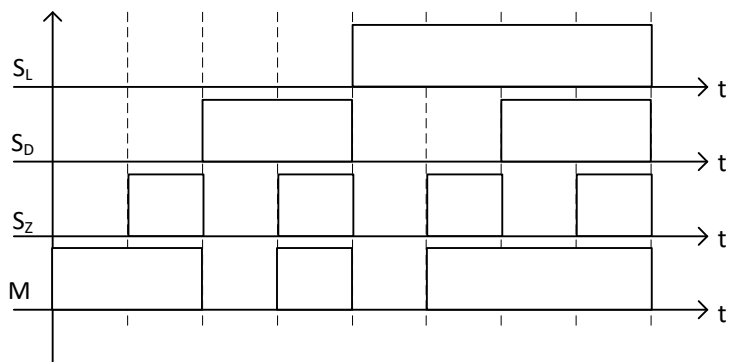
(1 točka)

10. Tokokrog v električni inštalaciji varujemo z inštalacijskim odklopnikom.

Zapišite, kateri sprožnik v inštalacijskem odklopniku deluje v primeru kratkostičnega toka v tokokrogu.

(1 točka)

11. Podan je časovni diagram.



Dopolnite pravilnostno tabelo za podani časovni diagram.

S_L	S_D	S_Z	M
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)



12. Podan je desetiški (decimalni) zapis števila.

$$19_{10}$$

Kateri binarni vrednosti ustreza zapisano desetiško (decimalno) število? **Prikažite** postopek pretvorbe.

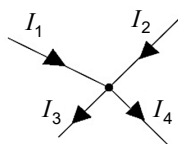
(2 točki)

13. Tri kondenzatorje enakih kapacitivnosti $C = 30 \mu\text{F}$ vežemo zaporedno.

Izračunajte skupno kapacitivnost takšne vezave.

(2 točki)

14. Na sliki je dano tokovno vozlišče s toki: $I_1 = 40 \text{ mA}$, $I_2 = 60 \text{ mA}$, $I_3 = 70 \text{ mA}$.



Izračunajte tok I_4 .

(2 točki)

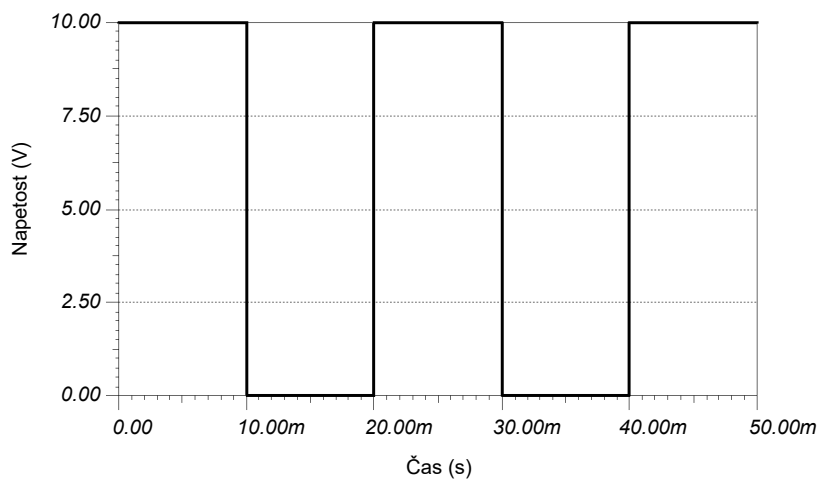
15. Zaporedno vežemo upor $R = 6 \Omega$ in kondenzator $X_C = 8 \Omega$.

Izračunajte admitanco vezave.

(2 točki)



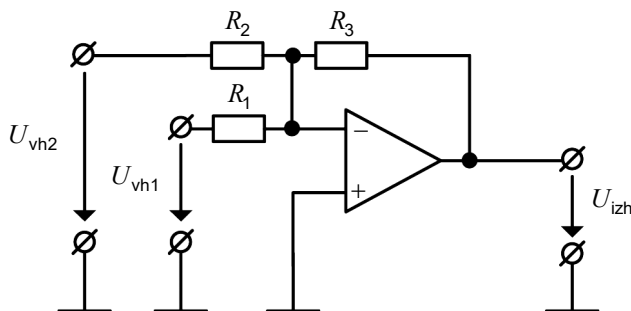
16. Na sliki je prikazan oscilogram napetosti.



Izračunajte srednjo vrednost napetosti U_{sr} .

(2 točki)

17. Dano je vezje z operacijskim ojačevalnikom s podatki: $R_1 = 5 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 2 \text{ k}\Omega$, $R_3 = 10 \text{ k}\Omega$.

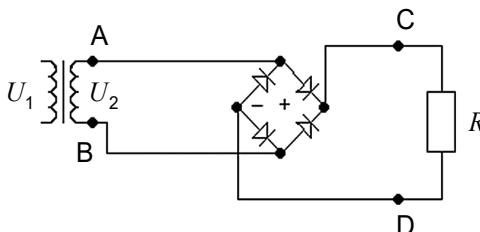


Izračunajte izhodno napetost, če na vhod vezja priključimo enosmerni napetosti $U_{vh1} = 50 \text{ mV}$ in $U_{vh2} = 100 \text{ mV}$.

(2 točki)



18. Na sliki je usmerniško vezje z Greatzovim mostičkom. Efektivna napetost na sekundarni strani transformatorja je $U_2 = 28 \text{ V}$. Na izhodu je priključeno breme $R = 200 \Omega$.



Izračunajte maksimalno vrednost toka $I_{R_{\max}}$ skozi upor R . Pri izračunu ni treba upoštevati padcev napetosti na diodah.

(2 točki)

19. Na kablu, s katerim napajamo fazni porabnik, imamo padec napetosti $\Delta U = 2 \text{ V}$. Vodniki specifične prevodnosti $\lambda = 56 \text{ Sm/mm}^2$ imajo dolžino $l = 14 \text{ m}$.

Izračunajte presek vodnika A , če je fazni tok $I = 10 \text{ A}$.

(2 točki)

20. V električni inštalaciji samostojno varujemo ohmski porabnik moči $P = 10 \text{ kW}$, ki ima trifazni priključek z medfazno napetostjo $U = 400 \text{ V}$.

Izračunajte tok I v posamezni fazi in določite nazivni tok I_n inštalacijskih odklopnikov.

(2 točki)



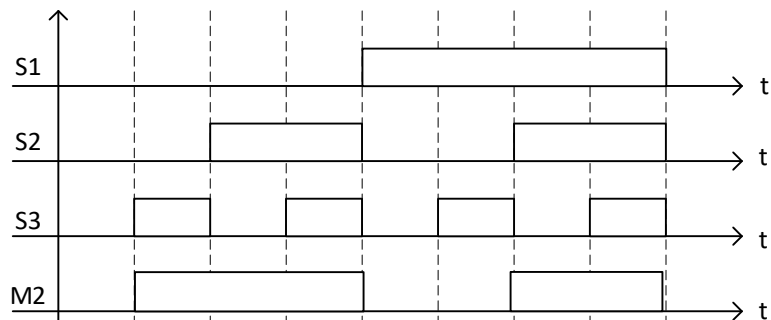
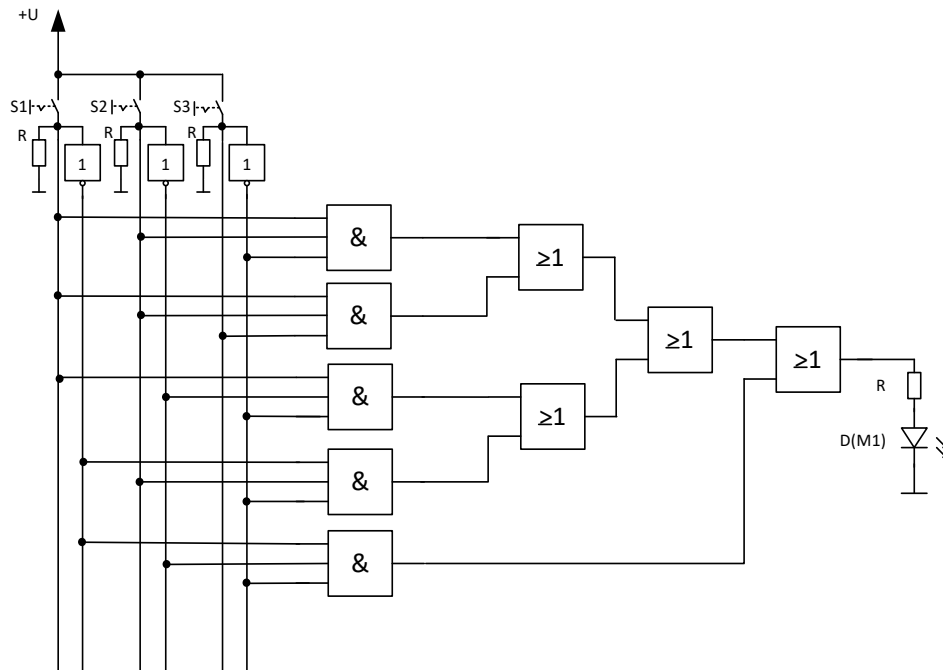
Prazna stran

OBRNITE LIST.



2. DEL

1. Proces v tovarni krmilimo s tremi stikali, S1, S2 in S3, ki vplivajo na delovanje dveh motorjev, M1 in M2. Delovanje motorja M1 je prikazano s funkcijskim načrtom, delovanje motorja M2 pa s časovnim diagramom. Zaradi pocenitve procesa želimo krmilje optimizirati.



- 1.1. Zapišite logični funkciji za izhoda M1 in M2 neposredno iz sheme oz. časovnega diagrama. (2 točki)



1.2. Dopolnite pravilnostno preglednico (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)

1.3. Zapišite minimizirani logični funkciji za izhoda M1 in M2.

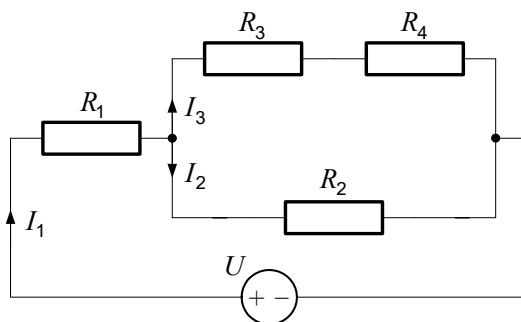
(2 točki)

1.4. Narišite krmilni (stikalni) načrt za izhoda M1 in M2, ki ju priključimo na napetost 230 V AC.

(2 točki)



2. Dano je enosmerno vezje s podatki: $U = 20 \text{ V}$, $R_1 = 16 \text{ } \Omega$, $R_2 = 40 \text{ } \Omega$, $R_3 = 20 \text{ } \Omega$, $R_4 = 40 \text{ } \Omega$.



- 2.1. Izračunajte skupno upornost sestavljenega bremena na sliki, ki jo čuti vir na svojih sponkah.

(2 točki)

- 2.2. Izračunajte napetost U_1 na upor R_1 .

(2 točki)

- 2.3. Izračunajte tok I_3 .

(2 točki)

- 2.4. Izračunajte, kolikšno napetost U' bi moral imeti vir, da bi bila moč na upor R_1 enaka 16 W .

(2 točki)



3. Na primarnem navitju idealnega transformatorja je navitih 1000 ovojev žice, na sekundarnem navitju pa 100 ovojev žice. Primarno navitje je priključeno na omrežno napetost $U = 230\text{ V}$, $f = 50\text{ Hz}$. Na sekundarno navitje je priključeno ohmsko breme, skozi katerega smo izmerili tok 1 A .

3.1. Izračunajte napetostno prestavo n transformatorja.

(2 točki)

3.2. Izračunajte napetost U_2 na sekundarnem navitju.

(2 točki)

3.3. Izračunajte tok I_1 v primarnem navitju.

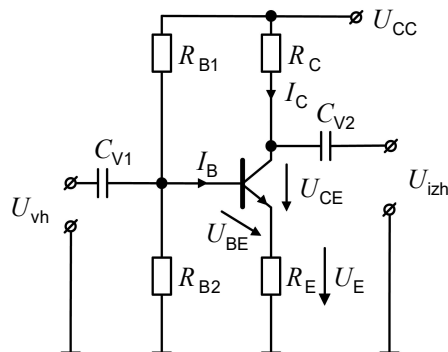
(2 točki)

3.4. Priključenemu bremenu vzporedno priključimo še eno, enako breme. Izračunajte delovno moč na primarnih sponkah transformatorja.

(2 točki)



4. Na sliki je ojačevalnik s tranzistorjem v orientaciji CE. Izmerili smo bazni tok $I_B = 40 \mu\text{A}$ in napetost na emitorskem uporu $U_E = 1,2 \text{ V}$. V delovni točki ima tranzistor tokovno ojačenje $\beta = 250$. Napajalna napetost je $U_{CC} = 15 \text{ V}$ in $U_{BE} = 0,7 \text{ V}$.



- 4.1. Izračunajte kolektorski tok I_C .

(2 točki)

- 4.2. Izračunajte upornost R_E .

(2 točki)

- 4.3. Izračunajte upornost R_C , da bo napetost $U_{CE} = 7,5 \text{ V}$.

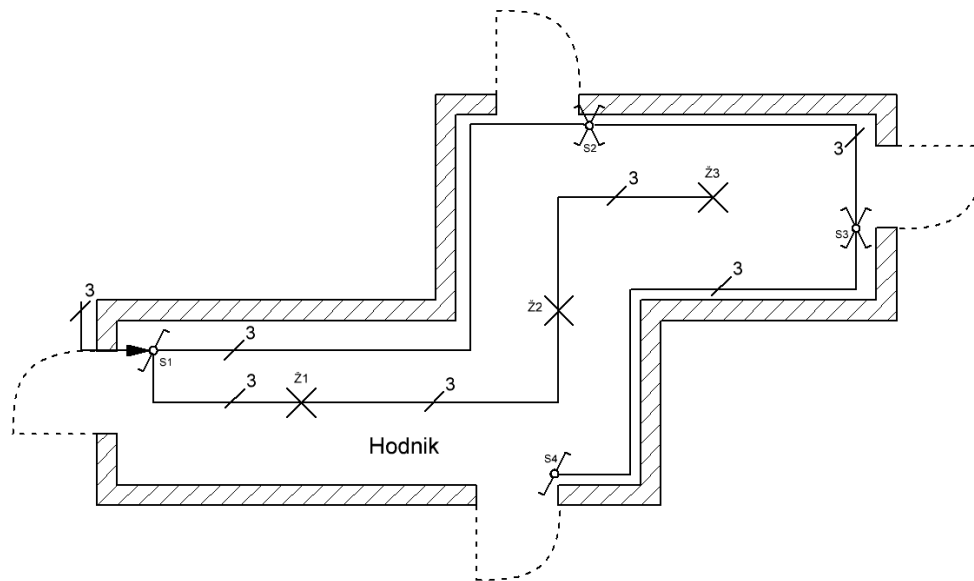
(2 točki)

- 4.4. Izračunajte upornosti R_{B1} in R_{B2} v delilniku napetosti. Pri izračunu upoštevajte, da je tok skozi upor R_{B2} desetkrat večji od baznega toka.

(2 točki)



5. Na sliki imamo načrt električne inštalacije. S stikali vklapljamemo in izklapljamemo žarnice na hodniku.



- 5.1. Zapišite, kateri vrsti stikal sta uporabljeni v načrtu električne inštalacije.

(2 točki)

- 5.2. V načrtu napeljave imamo pogosto tudi samostojen tokokrog vtičnic za enofazne porabnike. Narišite splošni simbol vtičnice za pregledne načrte.

(2 točki)

- 5.3. V tokokrogu so žarnice enakih moči. Izračunajte, kolikšna je električna moč P_z posamezne žarnice, če je fazna napetost $U_f = 230 \text{ V}$ in električni tok skozi tokokrog žarnic $I = 2,61 \text{ A}$.

(2 točki)



Prazna stran



Prazna stran



Prazna stran



Prazna stran