



Šifra kandidata:

Državni izpitni center



P 2 0 2 J 2 0 1 1 1

JESENSKI IZPITNI ROK

ELEKTROTEHNIKA

Izpitna pola

Ponedeljek, 31. avgust 2020 / 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 2 prazni.

**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

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

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

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

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

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

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

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

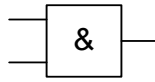
Kontrola padca napetosti: $u_{\%} \leq u_{\%p}$

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 simbol osnovne logične funkcije.



1.1. Katero logično funkcijo predstavlja simbol? Obkrožite črko pred pravilnim odgovorom.

- A Logično funkcijo ALI.
- B Logično funkcijo NE.
- C Logično funkcijo IN.
- D Logično funkcijo NEIN.

(1 točka)

1.2. Narišite krmilni (stikalni) načrt za izbrano funkcijo.

(1 točka)

2. Električno delo na ohmskem porabniku

2.1. Katera trditev velja za električno delo na ohmskem porabniku? Obkrožite črko pred pravilnim odgovorom.

- A Električno delo je premo sorazmerno z napetostjo.
- B Električno delo je premo sorazmerno s tokom.
- C Električno delo je premo sorazmerno s kvadratom toka.
- D Električno delo je premo sorazmerno s kvadratom časa, v katerem se delo opravlja.

(1 točka)

2.2. Zapišite, kako se spremeni električno delo na ohmskem porabniku v časovnem intervalu, če se napetost na njem trikrat poveča.

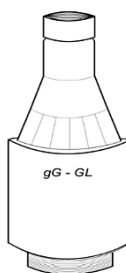
(1 točka)



3. Vezje, ki izkazuje kapacitivni značaj, je priključeno na harmonični vir napetosti.
- 3.1. Katera trditev velja za vezje? Obkrožite črko pred pravilnim odgovorom.
- A Na sponkah vezja tok prehiteva napetost.
 - B Na sponkah vezja napetost prehiteva tok.
 - C Na sponkah vezja sta napetost in tok v fazi.
 - D O prehitevanju ali zaostajanju toka pred napetostjo ne moremo povedati nič.
- (1 točka)*
- 3.2. Za vezje, ki izkazuje kapacitivni značaj, skicirajte kazalčni diagram toka in napetosti ter v njem označite vse veličine.
- (1 točka)*
4. Operacijski ojačevalnik
- 4.1. Katera od naštetih lastnosti velja za operacijski ojačevalnik? Obkrožite črko pred pravilnim odgovorom.
- A Operacijski ojačevalnik ima visoko izhodno upornost.
 - B Operacijski ojačevalnik ima nizko napetostno ojačenje.
 - C Operacijski ojačevalnik ojačuje razliko signalov na vhodu.
 - D Operacijski ojačevalnik lahko ojačuje le enosmerne signale.
- (1 točka)*
- 4.2. Narišite neinvertirajočo vezavo z operacijskim ojačevalnikom.
- (1 točka)*



5. Na sliki je element električnih inštalacij.



5.1. Kateri element je na sliki? Obkrožite črko pred pravilnim odgovorom.

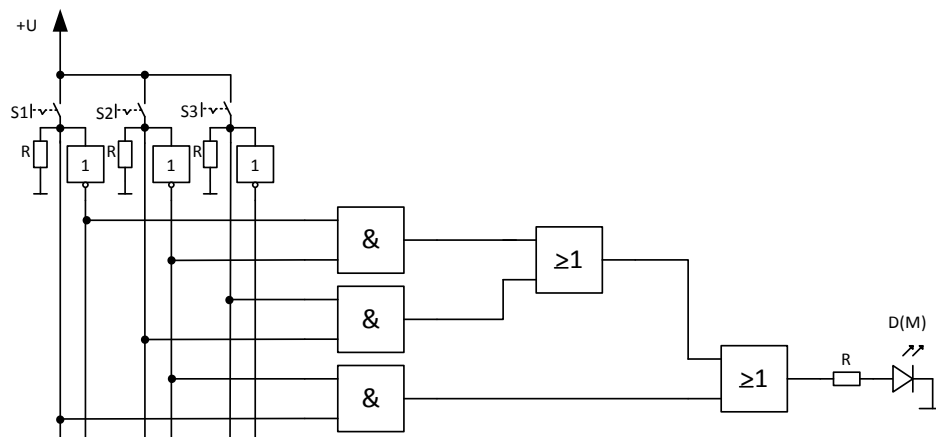
- A Inštalacijski odklopnik.
- B Stikalo RCD.
- C Taljiva varovalka.
- D Kontaktor.

(1 točka)

5.2. Narišite električni simbol za element na sliki.

(1 točka)

6. Dan je funkcijski načrt.



Zapišite logično funkcijo za dani funkcijski načrt.

(2 točki)



7. Temperatura bakrenega navitja se med delovanjem s sobne temperature $T_1 = 20\text{ }^\circ\text{C}$ poveča na $T_2 = 60\text{ }^\circ\text{C}$.

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

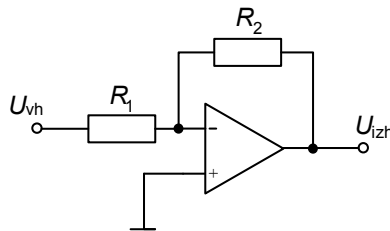
(2 točki)

8. Tuljavo priključimo na harmonični vir napetosti $U = 100\text{ V}$ frekvence $f = 16\text{ kHz}$.

Izračunajte induktivnost tuljave, če smo skozi tuljavo izmerili tok $I = 1\text{ A}$.

(2 točki)

9. Dano je ojačevalno vezje z operacijskim ojačevalnikom in uporoma $R_1 = 2,2\text{ k}\Omega$ ter $R_2 = 470\text{ k}\Omega$.

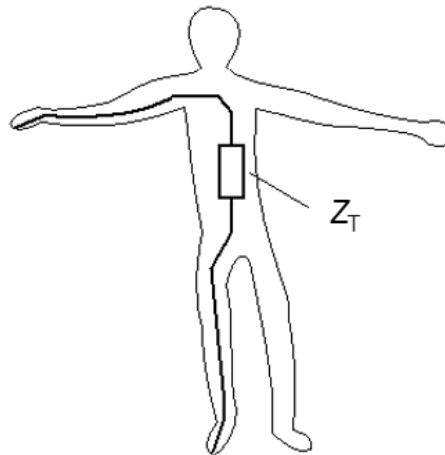


Izračunajte ojačenje vezja in ga izrazite v decibelih [dB].

(2 točki)



10. Zaradi okvare na električni inštalaciji je napetost dotika $U_d = 100$ V. Upoštevamo, da je notranja impedanca človeškega telesa $Z_T = 1725$ Ω .



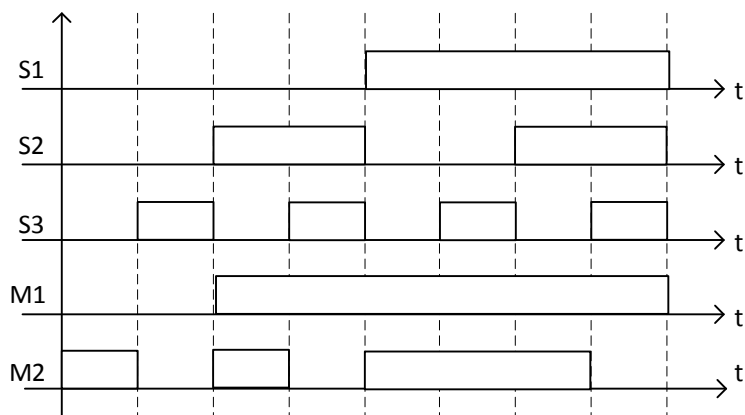
Izračunajte električni tok, ki bi stekel skozi človeško telo zaradi dotika. Impedanco podlage zanemarimo.

(2 točki)



2. DEL

1. Dva motorja tekočega traku (M1 in M2) upravljamo s tremi stikali (S1, S2 in S3). Delovanje prikazuje spodnji časovni diagram.



- 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)



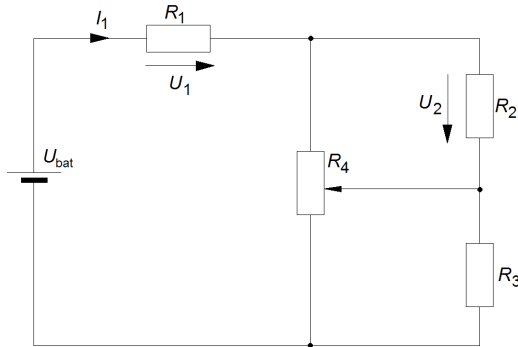
1.3. Narišite krmilni (stikalni) načrt za izhoda M1 in M2. Izhoda priključimo na napetost 230 V AC.
(2 točki)

1.4. Narišite kontaktni (lestvični – LAD) načrt za izhoda M1 in M2.

(2 točki)



2. Dano je enosmerno vezje s podatki: $R_1 = 2 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 6 \text{ k}\Omega$, $R_3 = 6 \text{ k}\Omega$, $U_{\text{bat}} = 24 \text{ V}$. Upornost linearno spremenljivega upora je $R_4 = 12 \text{ k}\Omega$.



- 2.1. Kolikšno napetost bi izmerili na uporu R_2 , če bi bil drsnik spremenljivega upora R_4 v skrajnem zgornjem položaju. Odgovor utemeljite. (2 točki)
- 2.2. Izračunajte skupno upornost vezja, če je drsnik spremenljivega upora R_4 v skrajnem spodnjem položaju. (2 točki)
- 2.3. Izračunajte tok I_1 , če je drsnik spremenljivega upora R_4 v skrajnem spodnjem položaju. (2 točki)
- 2.4. Izračunajte napetost U_2 na uporu R_2 , če je drsnik spremenljivega upora R_4 na polovici. (2 točki)



3. Vzporedna vezava uporovnega grelca upornosti $R = 100 \Omega$ in kondenzatorja kapacitivnosti $C = 100 \mu\text{F}$ je priključena na harmonični vir napetosti $U = 230 \text{ V}$ frekvence $f = 50 \text{ Hz}$.

3.1. Izračunajte ohmsko prevodnost grelca.

(2 točki)

3.2. Izračunajte kapacitivno prevodnost kondenzatorja.

(2 točki)

3.3. Izračunajte skupni tok vezave.

(2 točki)

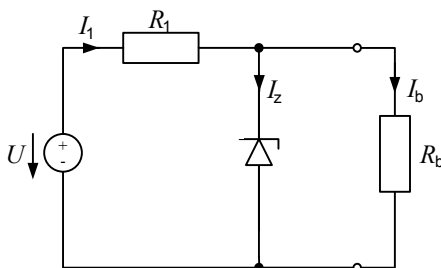
3.4. Kondenzator odklopimo in ga vežemo zaporedno z uporom. Izračunajte, za koliko se zmanjša moč ΔP , s katero se greje grelec glede na začetno vezavo.

(2 točki)



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

$$U = 25 \text{ V}, U_z = 5 \text{ V}, P_{z\max} = 500 \text{ mW}, R_1 = 500 \Omega, R_b = 250 \Omega.$$



4.1. Izračunajte tok bremena I_b .

(2 točki)

4.2. Izračunajte tok I_1 .

(2 točki)

4.3. Izračunajte trenutno moč, ki se troši na Zener diodi.

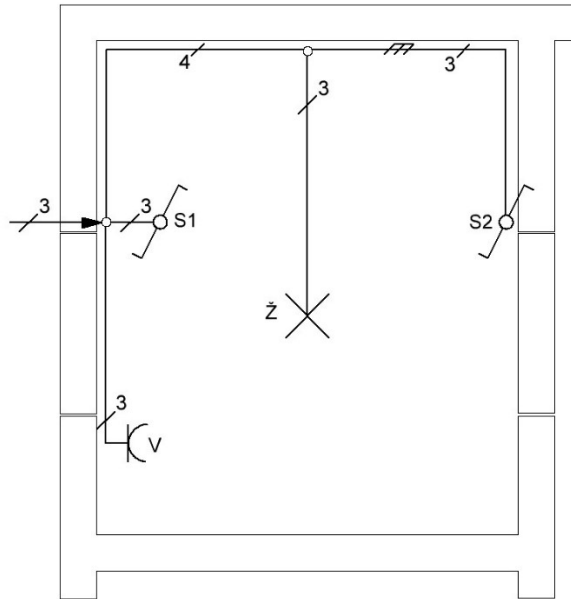
(2 točki)

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 sliki imamo načrt električne inštalacije. S stikaloma vklopjamo in izklapljamo žarnico z dveh mest. Na isti dovod je priključena tudi vtičnica.



- 5.1. Zapišite, katera vrsta stikal je uporabljena v načrtu električne inštalacije.

(2 točki)

- 5.2. Zapišite, kako je položena električna inštalacija. Način polaganja je razviden iz načrta napeljave.

(2 točki)

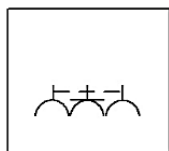
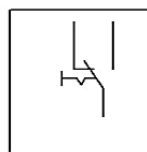
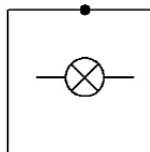
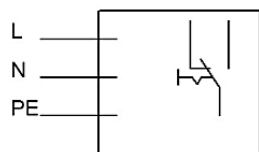
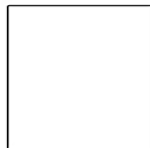
- 5.3. Izračunajte, kolikšen tok teče skozi žarnico, če je fazna napetost $U_f = 230 \text{ V}$ in moč žarnice $P_z = 75 \text{ W}$.

(2 točki)



- 5.4. V vezalnem načrtu pravilno povežite fazni, nevtralni in zaščitni vodnik s stikaloma in žarnico. Povežite tudi vtičnico ter upoštevajte število vodnikov, kot jih prikazuje enopolna shema.

(2 točki)





Prazna stran



Prazna stran