



Šifra kandidata:

Državni izpitni center



P 2 3 2 J 2 0 1 1 1

JESENSKI IZPITNI ROK

ELEKTROTEHNIKA

Izpitna pola

Sreda, 30. avgust 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 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****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

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

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

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 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: $I_2 \leq 1,45 \cdot I'_Z \Rightarrow I_n = \frac{1,45 \cdot I_2}{k}$

$I'_Z = I_Z \cdot f_p$

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

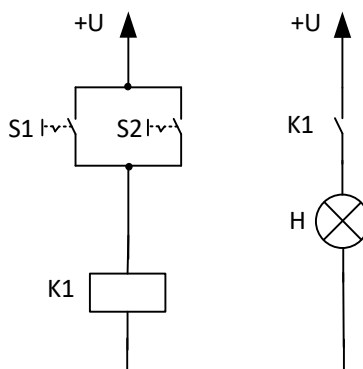
Kontrola padca napetosti: $u_{\%} \leq u_{\%p}$

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. Dan je krmilni (stikalni) načrt.



Kateri logični funkciji pripada (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 voljo imamo šest stikal. Napišite, koliko možnih kombinacij dobimo z uporabo vseh šestih stikal.

(1 točka)

3. Bakreni vodnik zamenjamo z drugim bakrenim vodnikom, ki je dvakrat daljši in ima dvakrat večji presek od prvega vodnika.

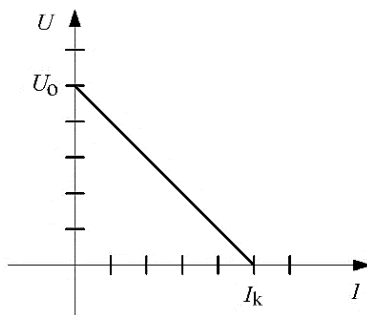
Katera trditev je pravilna? Obkrožite črko pred pravilnim odgovorom.

- A Električna upornost drugega vodnika je dvakrat večja od električne upornosti prvega vodnika.
- B Električna upornost drugega vodnika je dvakrat manjša od električne upornosti prvega vodnika.
- C Električna upornost drugega vodnika je štirikrat večja od električne upornosti prvega vodnika.
- D Električna upornost obeh vodnikov je enako velika.

(1 točka)



4. Dana je UI-karakteristika realnega napetostnega vira.



Zapišite, kaj pomenita oznaki presečišč karakteristike z osema.

(1 točka)

5. Če je upor priključen na enosmerni generator napetosti, energijo na upor izračunamo po enačbi $W = U \cdot I \cdot t$.

Kako izračunamo energijo, ki se je v času t sprostila na upor, če je ta priključen na harmonični generator frekvence f ? Obkrožite črko pred pravilnim odgovorom.

- A Množimo efektivno vrednost toka in napetosti ter to pomnožimo s časom.
- B Množimo maksimalno vrednost toka in napetosti ter to pomnožimo s časom.
- C Množimo efektivno vrednost toka in napetosti ter to delimo s frekvenco generatorja.
- D Množimo maksimalno vrednost toka in napetosti ter to delimo s frekvenco generatorja.

(1 točka)

6. Napišite, katero vrednost harmonične napetosti pokaže voltmeter pri nastavitvi za meritev izmenične veličine »~«.

(1 točka)

7. Svetleča dioda (LED) je posebna vrsta polprevodniških diod.

Katera trditev je pravilna? Obkrožite črko pred pravilnim odgovorom.

- A Ko LED deluje v delovni točki, je padec napetosti na diodi približno 0,7 V, podobno kot pri navadni polprevodniški Si-diodi.
- B Ko LED deluje v delovni točki, je padec napetosti na diodi približno 0,3 V, podobno kot pri navadni polprevodniški Ge-diodi.
- C Ko LED deluje v delovni točki, je padec napetosti na diodi okoli 2 V in tudi več, odvisno od barve diode.
- D Ko LED deluje v delovni točki, je padec napetosti okoli 1 V in je za vse LED, ne glede na barvo, vedno enak.

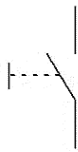
(1 točka)



8. Narišite simbol fotodiode.

(1 točka)

9. Na sliki je simbol elementa za vklop svetil na stopnišču.



Kateri element predstavlja simbol na sliki? Obkrožite črko pred pravilnim odgovorom.

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

(1 točka)

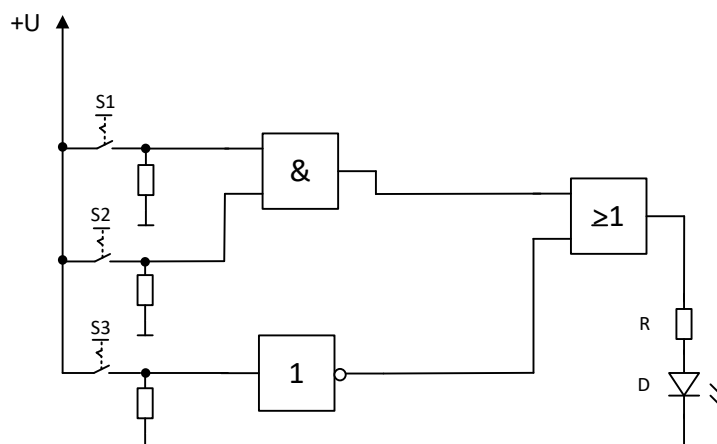
10. Porabnik smo priključili na električno inštalacijo s fazno napetostjo $U_f = 230$ V. Porabnik spada v zaščitni razred z dvojno izolacijo.

Zapišite, katerega običajnega vodnika električnih inštalacij porabnik ne uporablja.

(1 točka)



11. Na sliki je logično vezje.



Dopolnite pravilnostno tabelo za dan funkcijski načrt.

S1	S2	S3	D
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. Dan je Veitchev diagram, ki predstavlja delovanje motorja M.

	S1			
S2	1	1	1	1
	1	0	1	0
	S3			

Opravite postopek minimizacije in zapišite minimizirano logično funkcijo.

(2 točki)



13. Dva vzporedno vezana upora delita tok v razmerju $I_1 : I_2 = 3 : 2$. Z ampermetrom smo izmerili skupni tok $I = 100$ mA.

Izračunajte tok I_1 in I_2 .

(2 točki)

14. Skozi električno grelo s prevodnostjo $G = 80$ mS teče tok $I = 12$ A.

Izračunajte toploto, ki se sprosti v grelu v dveh urah.

(2 točki)

15. Transformator ima na primarnem navitju 2000 ovojev in na sekundarnem navitju 200 ovojev žice. Na primarno navitje je priključena harmonična omrežna napetost z maksimalno vrednostjo $U_m = 325$ V.

Izračunajte, kolikšno efektivno vrednost napetosti izmerimo na sekundarnem navitju.

(2 točki)

16. Zaporedno povežemo 2 kondenzatorja s kapacitivnostjo $C_1 = 33$ μ F in $C_2 = 750$ nF. Vezavo priključimo na omrežno napetost $U = 230$ V, $f = 50$ Hz.

Izračunajte napetost na kondenzatorju C_1 .

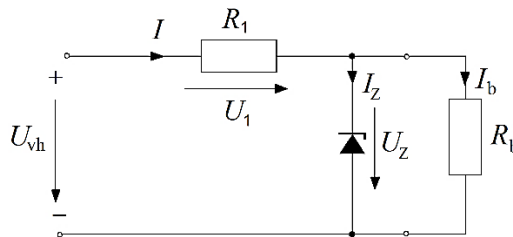
(2 točki)



17. Ojačevalnik ima ojačenje $A_u(\text{dB}) = 100 \text{ dB}$.
Izračunajte absolutno vrednost ojačenja A_u .

(2 točki)

18. Dano je stabilizacijsko vezje z naslednjimi podatki: $U_z = 10 \text{ V}$, $R_1 = 200 \Omega$, $U_{\text{vh}} = 15 \text{ V}$. Upornost bremena je takšna, da je na njem napetost enaka napetosti Zener diode.

Izračunajte tok I .

(2 točki)

19. V električnih inštalacijah se spremeni presek tokovodnika: v prvem delu ima presek $A_1 = 1,5 \text{ mm}^2$ in tok gostoto $J_1 = 3 \text{ A/mm}^2$, v drugem delu pa ima vodnik presek $A_2 = 2,5 \text{ mm}^2$.

Izračunajte gostoto toka J_2 v drugem delu tokovodnika.

(2 točki)

20. Na kablju, s katerim napajamo enofazni porabnik, je padec napetosti $\Delta U = 3 \text{ V}$. Vodniki specifične prevodnosti $\lambda = 56 \text{ Sm/mm}^2$ imajo dolžino $l = 24 \text{ m}$.

Izračunajte fazni tok I , če je presek vodnika $A = 1,5 \text{ mm}^2$.

(2 točki)



Prazna stran

OBRNITE LIST.

**2. DEL**

1. Podajalni trak krmilimo s tremi tipkami, T1, T2 in T3, ki vplivajo na delovanje dveh motorjev M1 in M2. Delovanje podajalnega traku je prikazano s pravilnostno tabelo. Zaradi pocenitve procesa želimo krmilje optimizirati. Opravite postopek optimizacije krmilja.

T1	T2	T3	M1	M2
0	0	0	1	0
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	1	0	0	0
1	1	1	0	1

- 1.1. Zapišite neminimizirani logični funkciji za izhoda M1 in M2 neposredno iz tabele.

(2 točki)

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

(2 točki)

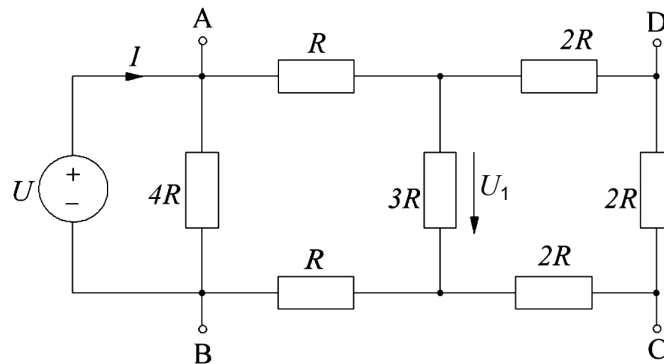


1.3. Narišite krmilni (stikalni) načrt za izhoda M1 in M2, ki ju priključimo na napetost 230 V AC.
(2 točki)

1.4. Narišite kontaktni (LD) načrt za izhoda M1 in M2.
(2 točki)



2. Dano je enosmerno vezje s podatki: $U = 24 \text{ V}$, $R = 200 \Omega$.



2.1. Izračunajte skupno upornost R_s , ki jo čuti vir na svojih sponkah.

(2 točki)

2.2. Izračunajte tok I .

(2 točki)

2.3. Izračunajte napetost U_1 .

(2 točki)

2.4. Vir napetosti odklopimo in ga priključimo med sponki B in C, da dobimo mostično vezje. Kolikšno upornost bi moral imeti upor, priključen med sponkama C in D, da bi bilo mostično vezje v ravnovesju? Odgovor utemeljite.

(2 točki)



3. Breme admitance $Y = 0,1 \text{ S}$ je sestavljeno iz vzporedno vezanega upora neznane prevodnosti in tuljave induktivnosti $L = 100 \text{ mH}$. Breme je priključeno na harmonični vir napetosti $U = 10 \text{ V}$, frekvence $f = 1 \text{ kHz}$.

3.1. Izračunajte tok v breme.

(2 točki)

3.2. Izračunajte prevodnost upora.

(2 točki)

3.3. Bremenu dodatno vzporedno priključimo kondenzator kapacitivnosti $C = 10 \text{ }\mu\text{F}$. Izračunajte admitanco novega bremena Y' .

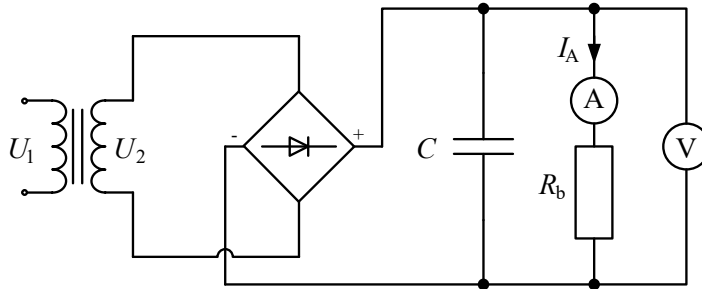
(2 točki)

3.4. Pri kateri frekvenci f' vira bo tok v novo breme najmanjši?

(2 točki)



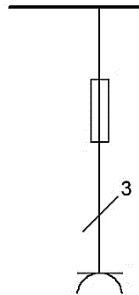
4. Na sliki je polnovalni usmernik z Grectzovim mostičkom in **glajenjem** s podatki: $R_b = 50 \Omega$, $C = 1000 \mu\text{F}$, $f = 50 \text{ Hz}$. Inštrumenta merita srednjo vrednost. Ampermeter kaže $I_A = 500 \text{ mA}$.



- 4.1. V simbol Grectzovega mostička na sliki pravilno vrišite diode. Pri tem upoštevajte označeno polariteto napetosti. (2 točki)
- 4.2. Izračunajte, kolikšno napetost U_V kaže voltmeter. (2 točki)
- 4.3. Izračunajte maksimalno napetost na bremenu U_m . (2 točki)
- 4.4. Izračunajte, koliko bi pokazal ampermeter I_{A1} , če prvotni kondenzator zamenjamo z novim, s kapacitivnostjo $C_1 = 470 \mu\text{F}$. (2 točki)



5. Na električno inštalacijo izmenične napetosti $U_f = 230 \text{ V}$ priključimo porabnik moči $P = 1,5 \text{ kW}$ s faktorjem delavnosti $\cos\varphi = 0,87$. Kabel z vodniki specifične prevodnosti $\lambda = 56 \text{ Sm/mm}^2$ je v zaščitni cevi položen skladno s skupino A1. 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 ustrezní nazivni tok I_n varovalnega elementa.

(2 točki)

- 5.3. Preverite in zapišite 1. in 2. pogoj za zaščito pred obremenitvijo ob pravilno izbranem preseku A kabla, da bo varovalni element ustrezen.

(2 točki)

- 5.4. Dovoljeni padec napetosti na kablu je lahko $\Delta u\% = 0,5 \%$. Izračunajte, kolikšna je lahko največja dolžina l kabla.

(2 točki)



Prazna stran