



Šifra kandidata:

**Državni izpitni center**



P 2 0 0 J 2 0 1 1 1

PREDMATURITETNI PREIZKUS

# ELEKTROTEHNIKA

Izpitna pola

**PMP 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 s 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**

$$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ As / Vm}$$

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

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

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

$$F = QE$$

$$C = \epsilon_r \epsilon_0 \frac{A}{d}$$

$$D = \epsilon_r \epsilon_0 E$$

**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**

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

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

**Zaporedni nihajni krog**

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

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

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

$$U_{R0} = U$$

**Magnetno polje**

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

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

$$\Theta = IN$$

$$F_m = BI$$

$$B = \mu_r \mu_0 H$$

$$\Phi = BA$$

**Enosmerna vezja**

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

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

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

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

$$W_e = Pt = UI t$$

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

**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**

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

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

**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**

$$\frac{U_{1N}}{U_{2N}} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1}$$



## Prehodni pojavi

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

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

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

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

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

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

## 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

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

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

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

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

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

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

Ojačevalnik CE

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

$$R_{izh} = R_C$$

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

$$r_E = \frac{25 \text{ mV}}{I_C}$$

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

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

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

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



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

$I'_Z = I_Z \cdot f_p$

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 prerez v mm <sup>2</sup>	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  $R_{kz} \cdot I_a \leq U_0$

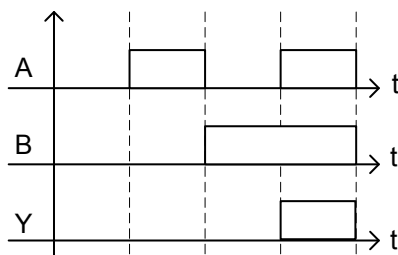
Kontrola padca napetosti:  $u_{\%} \leq u_{\%p}$

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 dan časovni diagram, kjer sta A in B vhodni spremenljivki, Y pa izhodna.



1.1. Kateri logični funkciji pripada časovni diagram? Obkrožite črko pred pravilnim odgovorom.

- A Logični funkciji ALI.
- B Logični funkciji IN.
- C Logični funkciji NE.
- D Logični funkciji NEALI.

(1 točka)

1.2. Narišite simbol logične funkcije za zgornji časovni diagram.

(1 točka)

2. Napetost na kondenzatorju trikrat povečamo.

2.1. Kaj se zgodi z nabojem na kondenzatorju? Obkrožite črko pred pravilnim odgovorom.

- A Naboj se trikrat zmanjša.
- B Naboj ostane nespremenjen.
- C Naboj se trikrat poveča.
- D Naboj se devetkrat poveča.

(1 točka)

2.2. Zapišite izraz, ki sporoča definicijo kapacitivnosti.

(1 točka)

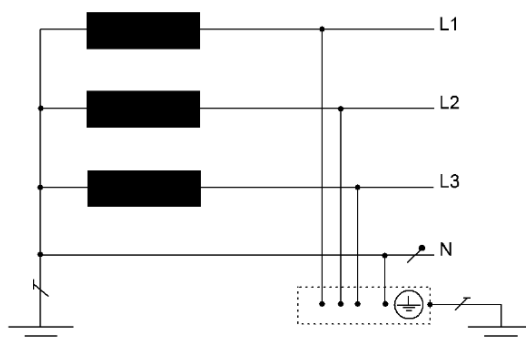


3. Električni element priključimo na sinusno izmenično napetost.
- 3.1. Za kateri element velja, da se mu upornost spreminja premo sorazmerno s frekvenco? Obkrožite črko pred pravilnim odgovorom.
- A Tuljavo.
  - B Diodo.
  - C Upor.
  - D Kondenzator.
- (1 točka)*
- 3.2. Skicirajte frekvenčno odvisnost reaktance (kapacitivne upornosti) kondenzatorja.
- (1 točka)*
- 
4. Usmerniško vezje.
- 4.1. Kako je definiran faktor valovitosti usmernika? Obkrožite črko pred pravilnim odgovorom.
- A Razmerje med srednjo vrednostjo napetosti na bremenu in izmenično komponento napetosti na bremenu.
  - B Razmerje med izmenično komponento napetosti na bremenu in srednjo vrednostjo napetosti na bremenu.
  - C Razmerje med maksimalno napetostjo na bremenu in srednjo vrednostjo napetosti na bremenu.
  - D Razmerje med srednjo vrednostjo napetosti na bremenu in maksimalno napetostjo na bremenu.
- (1 točka)*
- 4.2. Narišite polnovalni usmernik z Grectzovim mostičkom. V shemo vrišite breme in vir.
- (1 točka)*





5. Slika predstavlja enega izmed ozemljitvenih sistemov.



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

- A Sistem TN – S.
- B Sistem IT.
- C Sistem TN – C.
- D Sistem TT.

(1 točka)

5.2. V zgornjo sliko vrišite voltmeter tako, da bo izmeril eno izmed medfaznih napetosti.

(1 točka)

6. Dana je logična funkcija.

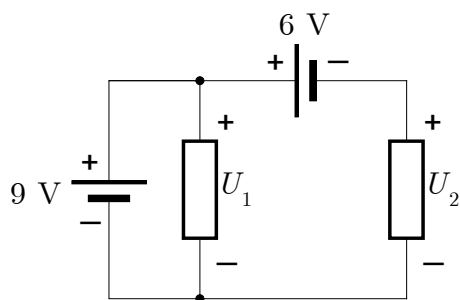
$$H = S1 \cdot \overline{S2} \cdot S3 + \overline{S1} \cdot S2 + S1 \cdot \overline{S2} \cdot \overline{S3}$$

Narišite krmilni/stikalni načrt za zapisano logično funkcijo.

(2 točki)



7. Dano je enosmerno vezje.



Določite oz. izračunajte označeni napetosti  $U_1$  in  $U_2$ .

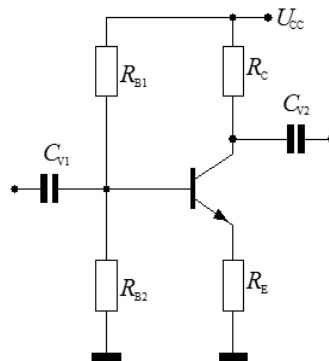
(2 točki)

8. Na porabniku z impedanco  $Z$  smo izmerili napetost in tok,  $U = 150$  V,  $I = 3$  A. Meritev faznega kota je pokazala, da tok zaostaja za napetostjo za  $30^\circ$ .  
Izračunajte jalovo moč  $Q$  porabnika.

(2 točki)



9. Za ojačevalnik s tranzistorjem v orientaciji CE sta podana kolektorski tok  $I_C = 4 \text{ mA}$  in padeč napetosti na emitorskem uporu  $U_E = 1,9 \text{ V}$ . Tranzistor ima visoko tokovno ojačenje  $\beta$ .



Izračunajte upornost  $R_E$ .

(2 točki)

10. Električni grelec, priključen na električno inštalacijo fazne napetosti  $U_f = 230 \text{ V}$ , razvije pri faktorju moči  $\cos\varphi = 1$  moč  $P = 0,9 \text{ kW}$ .

Izračunajte tok  $I$  v faznem vodniku.

(2 točki)



## 2. DEL

1. V prostoru merimo temperaturo s tremi senzorji, S1, S2 in S3. V primeru prekoračitve temperature na enem mestu se vključi prvi ventilator V1. V primeru prekoračitve temperature na dveh mestih se vključi ventilator V2.

Imamo še dva dodatna pogoja. Ventilator V1 se vklopi tudi v primeru kombinacije senzorjev (S1, S2, S3) = 1, 1, 0.

Ventilator V2 se vklopi tudi v primeru kombinacije senzorjev (S1, S2, S3) = 1, 1, 1.

- 1.1. Zapišite pravilnostno tabelo za oba izhoda, V1 in V2.

*(2 točki)*

- 1.2. Napišite minimizirani logični funkciji za oba izhoda, V1 in V2.

*(2 točki)*

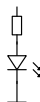
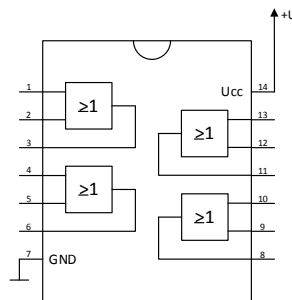
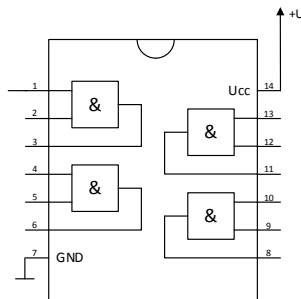
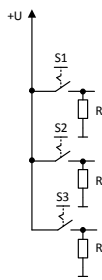


1.3. Narišite krmilni (stikalni) načrt za oba izhoda, V1 in V2.

(2 točki)

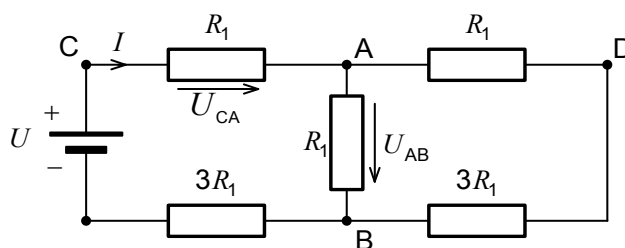
1.4. Za minimizirano logično funkcijo V2 sestavite logično vezje s pomočjo integriranih vezij. Uporabite spodaj pripravljeno shemo vezja.

(2 točki)





2. Dano je enosmerno vezje s podatki:  $R_1 = 5 \Omega$  in  $U = 48 \text{ V}$ .



- 2.1. Izračunajte skupno upornost  $R$  sestavljenega bremena.

(2 točki)

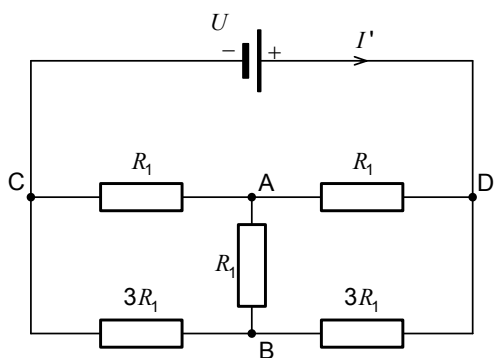
- 2.2. Izračunajte napetost  $U_{CA}$ .

(2 točki)

- 2.3. Izračunajte napetost  $U_{AB}$ .

(2 točki)

- 2.4. Vir napetosti  $U$  priključimo med sponki C in D. Izračunajte tok  $I'$ .



(2 točki)



3. Vzporedno vezje RC je priključeno na napetost  $U = 24 \text{ V}$ , frekvence  $f = 50 \text{ Hz}$ . Skozi vezavo teče tok  $I = 100 \text{ mA}$ . Ohmska upornost znaša  $R = 300 \Omega$ .

3.1. Izračunajte admitanco  $Y$  vezja.

(2 točki)

3.2. Izračunajte fazni kot  $\varphi$ .

(2 točki)

3.3. Izračunajte kapacitivnost  $C$  kondenzatorja.

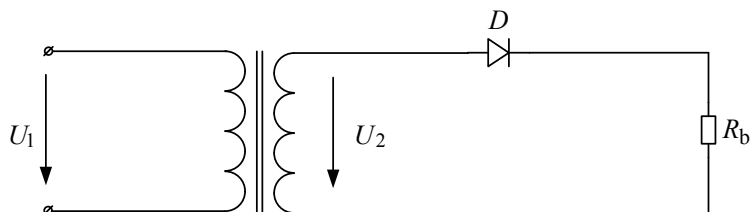
(2 točki)

3.4. Izračunajte frekvenco  $f'$ , pri kateri bo tok prehiteval napetost za  $60^\circ$ .

(2 točki)



4. Na sliki je polvalni usmernik s podatki:  $U_1 = 230 \text{ V}$  in  $U_2 = 24 \text{ V}$ ,  $R_b = 30 \Omega$ .



- 4.1. Izračunajte maksimalno vrednost napetosti  $U_{\text{bm}}$  na bremenu (upoštevajte padec napetosti na diodi).

(2 točki)

- 4.2. Izračunajte srednjo vrednost toka  $I_{\text{SR}}$  skozi breme.

(2 točki)

- 4.3. Izračunajte moč diode  $P_D$  in napetost  $U_{\text{RM}}$ , ki jo mora vzdržati dioda, ko je zaporno polarizirana.

(2 točki)

- 4.4. Izračunajte kapacitivnost  $C$  gladilnega kondenzatorja, da bo nova srednja vrednost napetosti  $U_{\text{SR1}} = 20 \text{ V}$ .

(2 točki)





5. Na trifazni sistem napetosti z medfazno napetostjo  $U = 400 \text{ V}$  je priključen porabnik moči  $P = 10 \text{ kW}$  s faktorjem  $\cos\varphi = 0,85$ . Kabel je položen skladno s skupino B2. Uporabljeni so inštalacijski odklopniki. Specifična prevodnost bakra je  $\lambda = 56 \text{ Sm / mm}^2$ .

5.1. Izračunajte dovodni tok  $I$  v vodniku.

(2 točki)

- 5.2. Iz tabele izberite ustrezni nazivni tok  $I_n$  inštalacijskega odklopnika in zdržni tok vodnika  $I_z$  ob upoštevanju 1. pogoja za preobremenitveno zaščito.

(2 točki)

- 5.3. Zapišite in preverite 1. in 2. pogoj za preobremenitveno zaščito ob pravilno izbranem prerezu  $A$  vodnika, da bo inštalacijski odklopnik ustrezen.

(2 točki)

- 5.4. Moč tokokroga želimo povečati na  $P' = 15 \text{ kW}$  pri enakem faktorju moči  $\cos\varphi = 0,85$ . Preverite, ali sta inštalacijski odklopnik in vodnik še vedno ustrežna. Če nista, zapišite nove vrednosti.

(2 točki)



**Prazna stran**



**Prazna stran**



**Prazna stran**