



Laboratorijske vježbe

Elektronički sklopovi

(skripta za lokalnu upotrebu)

Praćenje izvršenja vježbi

Učenik:	Razred:	Nastavna godina:
---------	---------	------------------

	Naziv vježbe	Datum izvršenja	Pregledao	Ocjena
1.	Snimanje karakteristike poluvodičke diode			
2.	Ispravljački spojevi			
3.	Snimanje karakteristike tranzistora u spoju ZE			
4.	Snimanje karakteristike tranzistora u spoju ZB			
5.	Impulsni odziv CR i RC mreže			
6.	Tranzistorska sklopka			
7.	Bistabilni multivibrator			
8.	Astabilni multivibrator			
9.	Pojačalo u spoju zajedničkog emitera (ZE)			
10.	Dvostupanjsko RC pojačalo			
11.	Diferencijalno pojačalo			
12.	Pojačalo snage s komplementarnom simetrijom			
13.	Operacijsko pojačalo			
14.	Stabilizatori napona			

SADRŽAJ:

1. Uvod u simulacijski program EWB ver. 5.0

2. Laboratorijske vježbe

1. Snimanje karakteristike poluvodičke diode	1
2. Ispravljački spojevi	5
3. Snimanje karakteristike tranzistora u spoju ZE.....	9
4. Snimanje karakteristike tranzistora u spoju ZB	13
5. Impulsni odziv CR i RC mreže	17
6. Tranzistorska sklopka	23
7. Bistabilni multivibrator	28
8. Astabilni multivibrator	33
9. Pojačalo u spoju zajedničkog emitera (ZE)	38
10. Dvostupanjsko RC pojačalo	42
11. Diferencijalno pojačalo	46
12. Pojačalo snage s komplementarnom simetrijom.....	51
13. Operacijsko pojačalo	55
14. Stabilizatori napona	60

SIMULACIJSKI PROGRAM ELEKTRONICS WORKBENCH Ver 5.0

Electronics Workbench ver. 5 je program koji simulira elektronički laboratorij.

Pomoću ovog programa i odgovarajućeg računala moguće je simulirati rad većine analognih elektroničkih sklopova i na taj način predvidjeti sve probleme koji bi nastali u praktičnoj realizaciji sklopa. Korisniku računala je na raspolaganju niz elektroničkih komponenata kao i elektronički mjerni instrumenti koji se najčešće koriste u elektroničkim mjerenjima. Program Electronics Workbench ver 5 radi u Windows okruženju i koristi SPICE modele za modeliranje nelinearnih analognih komponenata. Korisnik programa može birati između idealnog i realnog modela elektroničke komponente ili pak može sam kreirati svoj model.

Sklopovi energetske elektronike su u pravilu "skupi", rade na relativno visokim naponima i strujama. Simulacijom energetskih elektroničkih sklopova može se vidjeti ponašanje sklopa, te na njemu izvesti pokuse koji su nekada neizvodljivi u praksi radi mogućnosti oštećenja sklopova i opasnosti od strujnog udara.

Tijekom simulacijskih vježbi učenici će savladati tehniku rada sa osnovnim "alatom" kojim će se koristiti iz predmeta Energetska Elektronika.

Nastavnik zadaje strujni sklop prema vježbi u nastavku skripte, a učenici izvode simulaciju tog sklopa uz pomoć programa Electronics Workbench 5.0. Na taj se način upoznaju sa osnovnim elementima programa, komponentama koje se u njemu koriste, instrumentima i načinima podešavanja tih instrumenata. Dobivene rezultate komentiraju sa predmetnim nastavnikom i upisuju grafička i brojčana rješenja u pripremljena izvješća.

Napomena:

Pogledati dokumentaciju pod nazivom **EWB_tutorial.pdf** za više informacija o ovom programskom alatu (dokument je na englskom jeziku).

A. PRIPREMA ZA VJEŽBU

1. Nacrtati i objasniti U-I karakteristiku poluvodičke diode za propusno i zaporno polariziran PN spoj, te naznačiti karakteristične veličine!

2. Nacrtati serijski spoj diode i otpora priključkom na istosmjerni izvor, te zadati proizvoljne vrijednosti. Nacrtati karakteristiku poluvodičke diode u propusnom smjeru, te za zadane vrijednosti odrediti struju kroz sklop, radnu točku, te statički i dinamički otpor diode u radnoj točki.

3. Objasniti način ispitivanja ispravnosti poluvodičke diode univerzalnim instrumentom.

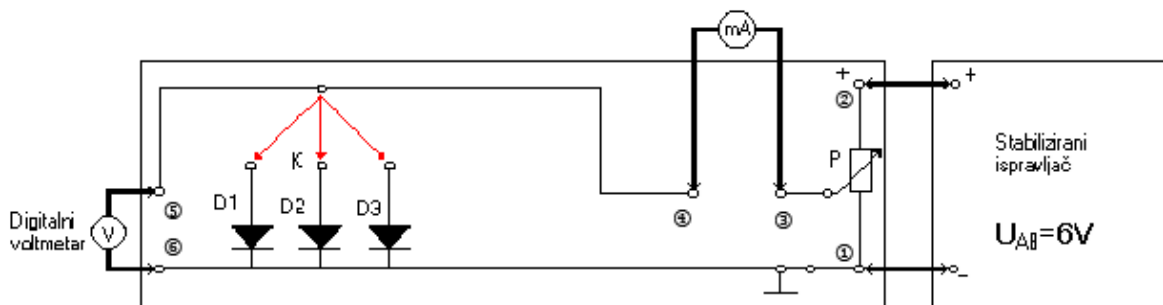
4. Nabrojiti neke vrste poluvodičkih dioda i ukratko objasniti njihova svojstva!

B. RAD U LABORATORIJU

I.ZADATAK: a) Ispitati ispravnost dioda s Ohmmetrom

b) Analizirati oznake priloženih dioda, te koristeći kataloge s tvorničkim podacima upoznati granične i optimalne karakteristične vrijednosti zadanih dioda.

II. ZADATAK: a) Snimiti U-I karakteristiku silicijske diode D₁, germanijske diode D₂ i LED diode D₃ prema električnoj blok-shemi:



UPUTE ZA IZRADU II. ZADATKA:

1. Stabilizirani ispravljač priključiti na napon gradske mreže i podesiti napon ispravljača $U_{AB}=6V$.
2. Spojnim vodovima spojiti na maketu mjerne instrumente i stabilizirani ispravljač prema električnoj blok-shemi.
3. Potenciometar P na maketi postaviti u početni položaj (okret u lijevo).
4. Kratkospojnik K na maketi spojiti na diodu D₁.
5. Pozvati nastavnika (laboranta) da pregleda ispravnost spajanja i odobri uključivanje makete na napon napajanja. Ako postoje neke nejasnoće oko mjerenja konzultirati se s nastavnikom!
6. Uključiti mrežni prekidač na stabiliziranom ispravljaču te promjenjivim otpornikom P polaganim okretanjem u desno podesiti napone prema tablici 1. Očitati pripadne struje kroz diodu i dobivene rezultate unijeti u tablicu 1. U posljednjem mjerenju podesiti zadanu struju diode, a očitani prednapon na diodi unijeti u tablicu.
7. Potenciometar na maketi postaviti u početni položaj, kratkospojnik K spojiti na germanijsku diodu D₂, te ponoviti radnje iz točke 6, a dobivene rezultate mjerenja unijeti u tablicu 2.
8. Potenciometar na maketi postaviti u početni položaj, kratkospojnik K spojiti na svijetleću diodu D₃, te ponoviti radnje iz točke 6, a dobivene rezultate unijeti u tablicu 3. Vizualno provjeriti početak svijetljenja LED diode, a dobiveni prednapon upisati kao napon praga vođenja.

TABLICA1 - silicijska dioda

$U_D(V)$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,45	0,5	0,55	0,6	0,65	0,...
$I_D(mA)$										5

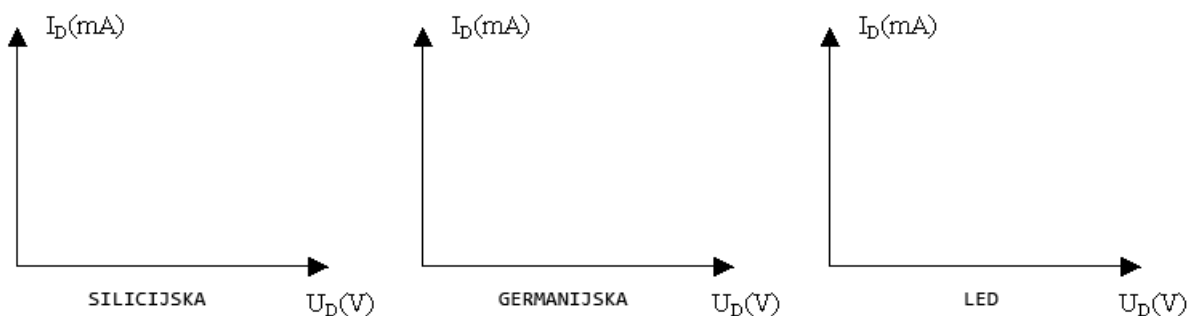
TABLICA2 - germanijska dioda

$U_D(V)$	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,...
$I_D(mA)$										4

TABLICA3 - svijetleća dioda

$U_D(V)$	0,8	1	1,2	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,...	
$I_D(mA)$										2

- b) Dobivene rezultate u tablicama 1-3 prikazati grafički $I_D=f(U_D)$
 c) Na snimljenim U-I karakteristikama dioda definirati napon praga U_P

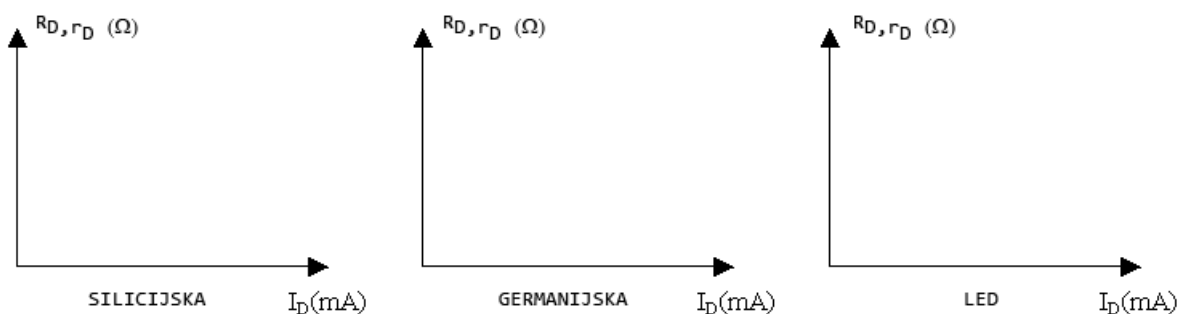


III.ZADATAK: Na snimljenim U-I karakteristikama dioda odabrati 6-10 radnih točaka, te u njima definirati statički i dinamički otpor dioda
 Rezultate proračuna R_D i r_D unijeti u tablice 4,5,6.
 Dobivene rezultate u tablicama 4-6 prikazati grafički $R_D=f(I_D)$, $r_D=f(I_D)$

TABLICA 4	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
$R_D (\Omega)$							
$r_D (\Omega)$							

TABLICA 5	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
$R_D (\Omega)$							
$r_D (\Omega)$							

TABLICA 6	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
$R_D (\Omega)$							
$r_D (\Omega)$							



PITANJA I ZADACI:

1. Usporediti i obrazložiti dobivene U-I karakteristike zadanih dioda.
2. Što bi se trebalo promijeniti na maketi da bi se mogla snimiti karakteristika diode u zapornom sloju.
3. Objasniti temperaturnu ovisnost U-I karakteristike diode.
4. Analizirati i obrazložiti ovisnost R_D i r_D o položaju radne točke!

A. PRIPREMA ZA VJEŽBU

1. Nacrtati i objasniti rad poluvalnog ispravljača uz prikaz valnih oblika napona.

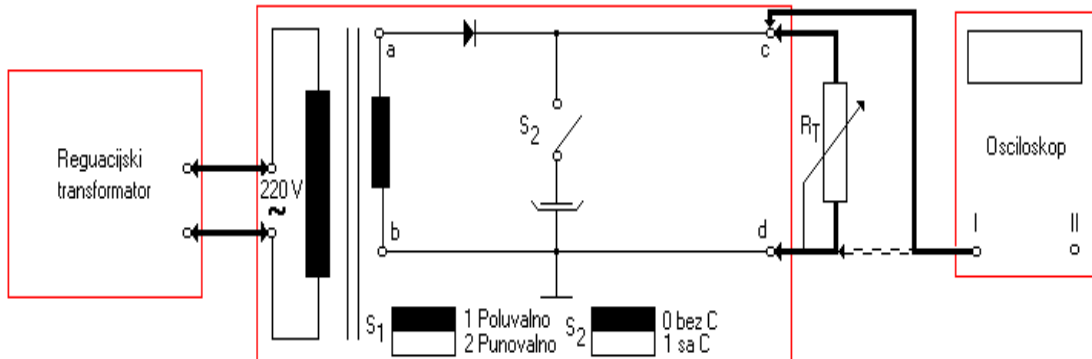
2. Nacrtati Graetz-ov spoj, valne oblike napona i struje na potrošaču, te izračunati istosmjernu komponentu napona i struje kroz potrošač od $1\text{k}\Omega$ uz napon $U=45\sin\omega t$, te otpor diode u propusnom smjeru od 5Ω .

3. U shemi iz 2. zadatka dodati kapacitivni filter, te objasniti rad uz prikaz valnih oblika napona.

B. RAD U LABORATORIJU

- I. ZADATAK:** a) Ispitati ispravnost dioda s Ohmmetrom
 b) Analizirati oznake priloženih dioda, te koristeći kataloge s tvorničkim podacima upoznati granične i optimalne karakteristične vrijednosti zadanih dioda.

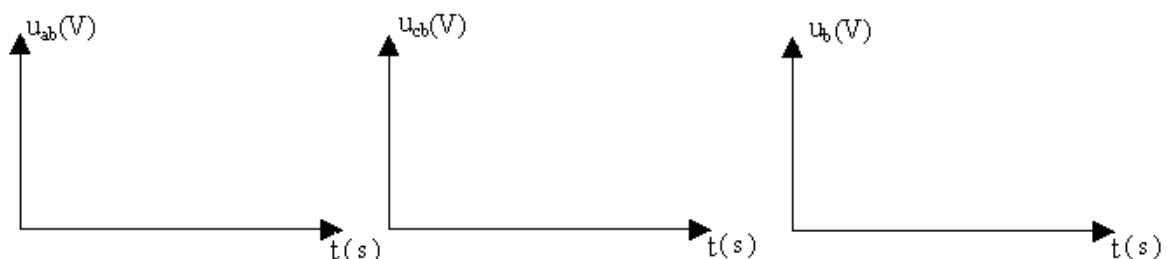
- II. ZADATAK:** a) Izvesti mjerenja na poluvalnom ispravljaču prema blok-shemi:



UPUTE ZA IZRADU II. ZADATKA:

- Regulacijski transformator priključiti na napon gradske mreže i podesiti napon $\sim 230V$. Isključiti prekidačem napajanje odvojnog trafa.
- Spojnim vodovima spojiti na maketu mjerne instrumente i regulacijski transformator prema električnoj blok-shemi.
- Klizač potenciometra R_T postaviti na maksimalnu (položaj **1**).
- Sklopku S_1 na maketi postaviti u položaj "**1**" (poluvalno ispravljanje), a sklopku S_2 u položaj "**0**" (bez kapacitivnog filtra).
- Pozvati nastavnika (laboranta) da pregleda ispravnost spajanja i odobri uključivanje makete na napon napajanja. Ako postoje neke nejasnoće oko mjernog postupka konzultirati se s nastavnikom!
- Uključiti mrežni prekidač na regulacijskom transformatoru i na osciloskopu provjeriti oblik poluvalno ispravljenog napona.
- Dvokanalnim osciloskopom snimiti oscilogramе U_{ab} , U_{cb} i napon bruma U_b .
- Mijenjati položaj klizača potenciometra R_T prema tablici 1, te osciloskopom odrediti ovisnost izlaznog napona o opterećenju. Dobivene rezultate unijeti u tablicu 1.
- Prebaciti sklopku S_2 u položaj "**1**" (sa kapacitivnim filtrom), te ponoviti mjerenja pod točkama 3, 6, 7 i 8.
- Nakon izvršnog mjerenja isključiti s prekidačem napajanje regulacijskog transformatora.

TABLICA 1	R_T	1 1000 Ω	2 750 Ω	3 500 Ω	4 250 Ω	5 20 Ω
Bez C	U_{RT} (V)					
C	U_{RT} (V)					

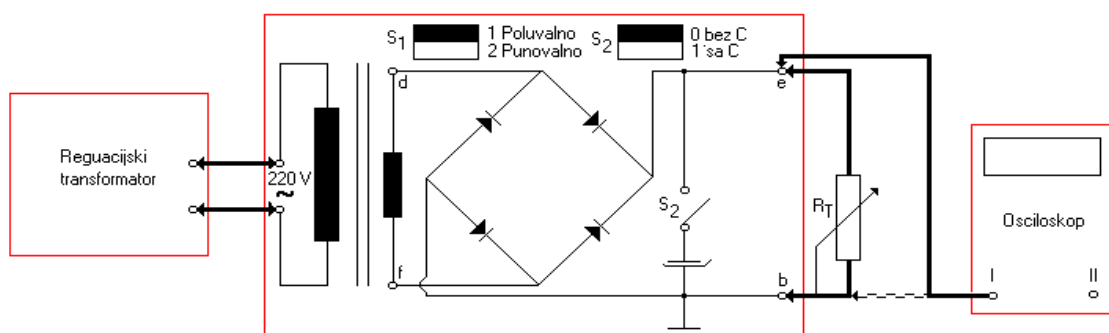


napomena: na istim diagramima nacrtati valne oblike za slučaj S_2 u položaju "1"; "2".

b) Prikazati grafički prema podacima u tablici 1 ovisnost izlaznog napona o opterećenju ispravljača bez filtra i ispravljača s filtrom.



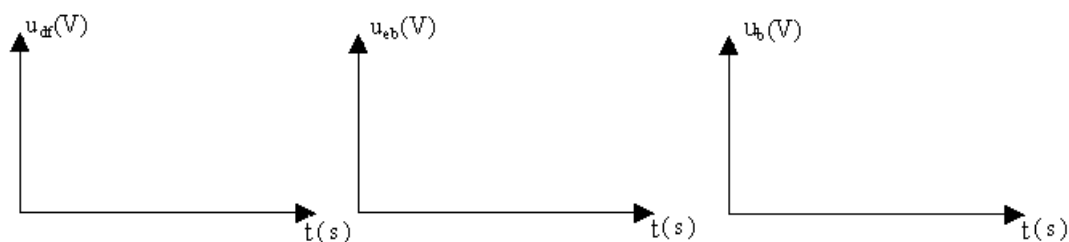
III.ZADATAK: a) Izvesti mjerenja na punovalnom ispravljaču prema shemi:



UPUTE ZA IZRADU III. ZADATKA:

1. Spojnim vodovima spojiti na maketu mjerne instrumente i regulacijski transformator prema električnoj blok-shemi.
2. Sklopku **S₁** na maketi postaviti u položaj "2" (punovalno ispravljanje), a sklopku **S₂** u položaj "0" (bez kapacitivnog filtra).
3. Uključiti mrežni prekidač na regulacijskom transformatoru i na osciloskopu provjeriti oblik punovalno ispravljanje napona.
4. Dvokanalnim osciloskopom snimiti oscilogramе **u_{df}**, **u_{eb}** i napon bruma **u_b**.
5. Potenciometrom **R_T** prema tablici 2 odrediti ovisnost izlaznog napona o opterećenju. Dobivene rezultate unijeti u tablicu 2.
6. Prebaciti sklopku **S₂** u položaj "1" (sa kapacitivnim filtrom), te ponoviti mjerenja pod točkama 4 i 5.

TABLICA 2	R _T	1 1000 Ω	2 750 Ω	3 500 Ω	4 250 Ω	5 20 Ω
bez C	U _{RT} (V)					
sa C	U _{RT} (V)					



a) Prikazati grafički prema podacima u tablici 2 ovisnost izlaznog napona

- b) Prikazati grafički prema podacima u tablici 2 ovisnost izlaznog napona o opterećenju ispravljača bez filtra i ispravljača s filtrom.



PITANJA I ZADACI:

1. Obrazložiti rezultate rada poluvalnog i punovalnog ispravljača.
2. Objasniti upotrebu elektrolitskog kondenzatora kao kapacitivnog filtra i komentirati dobivene valne oblike.
3. Analizirati utjecaj promjene opterećenja na izlazni napon u slučaju sa kapacitivnim filtrom i bez filtra.
4. Obrazložiti ulogu regulacijskog trafoa kod mjerenja na ispravljaču.

ODGOVORI NA PITANJA:

INSTRUMENTI I SREDSTVA ZA RAD

1. Maketa ispravljača
2. Regulacijski transformator (odvojni mrežni trafo)
3. Dvokanalni osciloskop
4. Univerzalni instrument UNIMER
5. Otporna dekada $1k\Omega$
6. Spojni vodovi: 7 komada, 1 kolaksijalni vod (sonda)

A. PRIPREMA ZA VJEŽBU

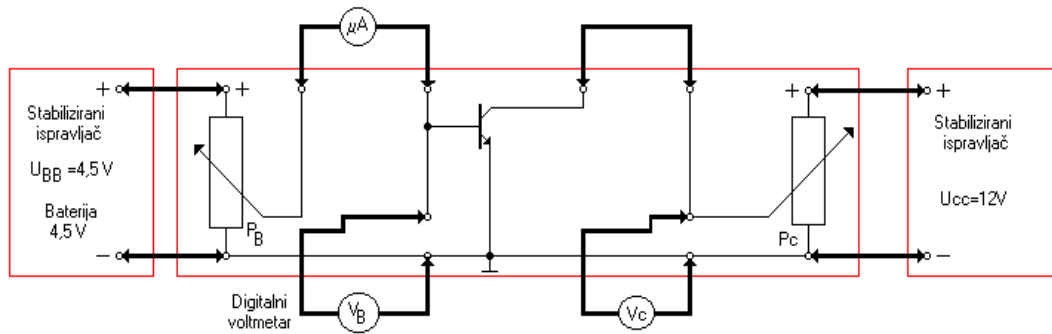
1. Što je tranzistor. Na čemu se zasniva tranzistorski efekt. Objasniti na primjeru PNP tranzistora?!
2. Nacrtati osnovne spojeve tranzistora , te označiti karakteristične veličine!
3. Nacrtati izlaznu karakteristiku NPN tranzistora u spoju zajedničkog emitera , te konstruirati prijenosnu. U proizvoljno odabranoj radnoj točki odrediti parametre iz nacrtanih karakteristika!
4. Objasniti ispitivanje ispravnosti tranzistora!

B. RAD U LABORATORIJU

I. ZADATAK: a) Ohm-metrom ispitati ispravnost tranzistora na maketi, odrediti tip tranzistora, te prema njemu provjeriti polaritete napona ispitati ispravnost dioda s Ohm-metrom.

a) Analizirati oznake priloženog tranzistora, te koristeći kataloge s tvorničkim podacima upoznati granične i optimalne karakteristične vrijednosti zadanog tranzistora.

II. ZADATAK: a) Snimiti ulazne karakteristike tranzistora prema blok shemi:

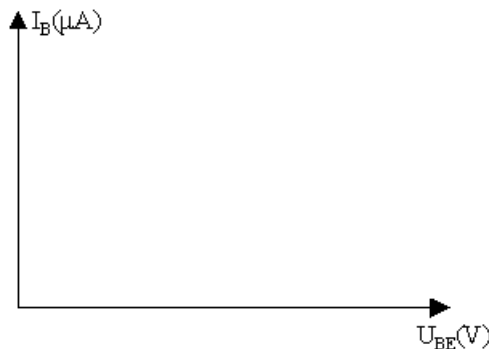


UPUTE ZA IZRADU II. ZADATKA:

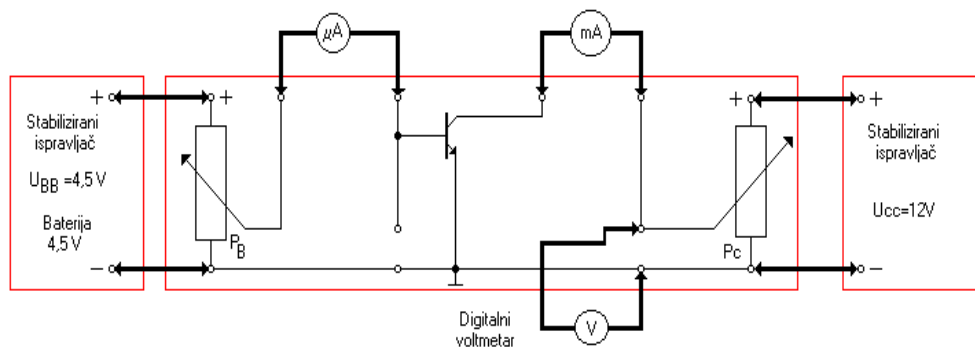
1. Stabilizirane ispravljače priključiti na napon gradske mreže, te podesiti potrebne napone na ispravljačima $U_{BB} = 4,5V$ i $U_{CC} = 12V$. Isključiti prekidačima napajanje ispravljača.
2. Spojnim vodovima spojiti na maketu mjerne instrumente i stabilizirane ispravljače prema električnoj blok-shemi.
3. Potenciometre P_B i P_C na maketi postaviti u početni položaj (puni okret u lijevo).
4. Pozvati nastavnika (laboranta) da pregleda ispravnost spajanja i odobri uključivanje makete na napon napajanja. Ako postoje neke nejasnoće oko mjernog postupka konzultirati se s nastavnikom!
5. Uključiti mrežne prekidače na stabiliziranim ispravljačima, te s izlaznim potenciometrom P_C podesiti prednapon $U_{CE} = 0V$ (V_C). Ulaznim potenciometrom P_B podešavati prednapon baze (V_B) prema tablici 1. Očitane vrijednosti struje baze unijeti u tablicu 1.
6. Potenciometrom P_C podesiti prednapon $U_{CE} = 8V$ (V_C). Ponoviti mjerenje iz točke 5.
7. Nakon izvršenog mjerenja isključiti prekidačima napajanje ispravljača, a potenciometre na maketi P_B i P_C postaviti u početni položaj.

TABLICA 1	U_{BE} (V)	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
$U_{CE} = 0V$	I_B (μA)							
$U_{CE} = 8V$	I_B (μA)							

b) Prikazati grafički prema podacima u tablici 1 ovisnost ulazne struje o ulaznom naponu tranzistora u spoju zajedničkog emitera $I_B = f(U_{BE}) / U_{CE} = \text{konst.}$, te izračunati odgovarajući parametar.



III.ZADATAK: a) Snimiti izlaznu karakteristiku tranzistora prema blok-shemi:



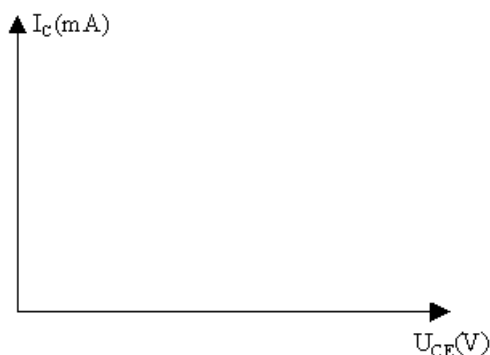
UPUTE ZA IZRADU III. ZADATKA:

1. Prespojiti univerzalne instrumente (voltmetre) prema električnoj blok-shemi. Ostali instrumenti i uređaji ostaju u istom spoju.
2. Uključiti mrežne prekidače na stabiliziranim ispravljačima. Ulaznim potenciometrom **P_B** podesiti struju baze **I_B=0 μA** prema tablici 2. Izlaznim potenciometrom **P_C** mijenjati prednapon **U_{CE}** prema tablici 2, a očitane struje kolektora unijeti u tablicu. Ponoviti postupak i za ostale struje baze iz tablice 2.

NAPOMENA: Ukoliko priloženi tranzistor pri mjerenju struje baze **I_B=20 μA** kod prednapona **U_{CE} ≥ 2V** nema mjerljivu struju kolektora, treba koristiti za struju baze vrijednosti u zagradi tablice 2.

TABLICA 2	U _{CE} (V)								
I _B =0 A	I _C (mA)								
I _B =20 μA (30 μA)	I _C (mA)								
I _B =40 μA (60 μA)	I _C (mA)								
I _B =60 μA (90 μA)	I _C (mA)								

b) Prikazati grafički prema podacima u tablici 2 ovisnost izlazne struje o izlaznom naponu tranzistora $I_C = f(U_{CE}) / I_B = konst.$, te izračunati odgovarajući parametar.



PITANJA I ZADACI:

1. Na snimljenim ulaznim karakteristikama odabrati 4-6 radnih točki, te odrediti dinamički ulazni otpor. Rezultate prikazati tablicom i grafički.
2. Na snimljenim izlaznim karakteristikama odabrati 4-6 radnih točki, te odrediti izlazni dinamički otpor. Rezultate prikazati tablicom i grafički.
3. Pomoću ulaznih i izlaznih karakteristika konstruirati prienosne karakteristike, te u odabranim radnim točkama odrediti faktor strujnog pojačanja tranzistora. Rezultate prikazati tablicom i grafički.
4. Obrazložiti dobivene rezultate za ulazni i izlazni otpor, te faktor strujnog pojačanja i njihovu ovisnost o položaju radne točke.

A. PRIPREMA ZA VJEŽBU

1. Nacrtati NPN tranzistor u spoju zajedničke baze i označiti smjerove struja i napone!

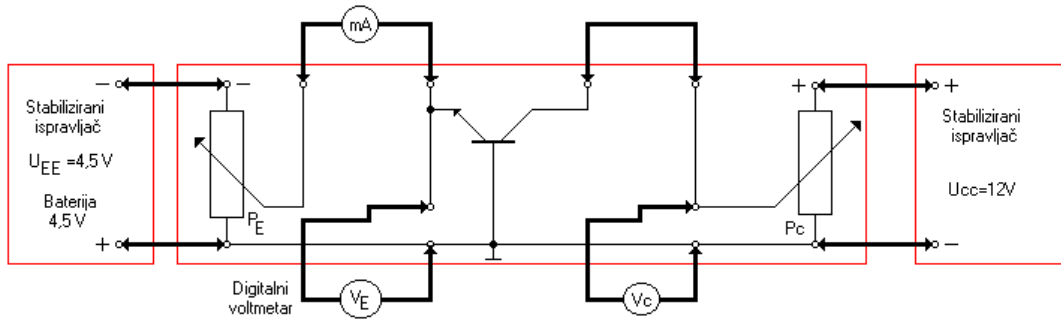
2. Nacrtati ulazne i izlazne karakteristike NPN tranzistora u spoju ZB i u proizvoljno odabranoj točki odrediti statički i dinamički ulazni i izlazni otpor !

3. Nacrtati izlazne karakteristike PNP tranzistora u spoju zajedničke baze , te konstruirati prijenosne. U proizvoljno odabranoj točki odrediti parametre iz nacrtanih karakteristika.

B. RAD U LABORATORIJU

- I. ZADATAK:**
- Ohm-metrom ispitati ispravnost tranzistora na maketi, odrediti tip tranzistora, te prema njemu provjeriti polaritete napona.
 - Analizirati oznake priloženog tranzistora, te koristeći kataloge s tvorničkim podacima upoznati granične i optimalne karakteristične vrijednosti zadanog tranzistora.

II. ZADATAK: a) Snimiti ulazne karakteristike tranzistora prema blok shemi:

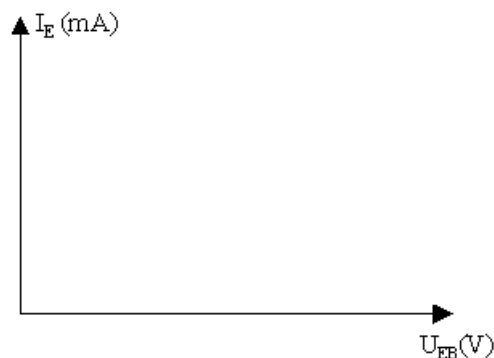


UPUTE ZA IZRADU II. ZADATKA:

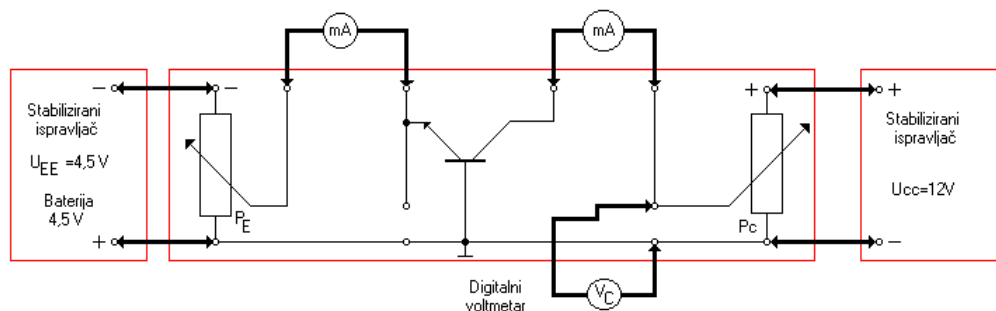
- Stabilizirane ispravljače priključiti na napon gradske mreže, te podesiti potrebne napone na ispravljačima $U_{EE} = -4,5V$ i $U_{CC} = 12V$. Isključiti prekidačima napajanje ispravljača.
- Spojnim vodovima spojiti na maketu mjerne instrumente i stabilizirane ispravljače prema električnoj blok-shemi.
- Potenciometre P_E i P_C na maketi postaviti u početni položaj (puni okret u lijevo).
- Pozvati nastavnika (laboranta) da pregleda ispravnost spajanja i odobri uključivanje makete na napon napajanja. Ako postoje neke nejasnoće oko mjernog postupka konzultirati se s nastavnikom!
- Uključiti mrežne prekidače na stabiliziranim ispravljačima, te s izlaznim potenciometrom P_C podesiti prednapon $U_{CB} = 0V$ (V_C). Ulaznim potenciometrom P_E podesavati prednapon baze U_{EB} (V_E) prema tablici 1. Očitane vrijednosti struje emitera unijeti u tablicu 1.
- Potenciometrom P_C podesiti prednapon $U_{CB} = 8V$ (V_C). Ponoviti mjerenje iz točke 5.
- Nakon izvršenog mjerenja isključiti prekidačima napajanje ispravljača, a potenciometre na maketi P_E i P_C postaviti u početni položaj.

TABLICA 1	U_{EB} (V)	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
$U_{CB} = 0V$	I_E (mA)							
$U_{CB} = 8V$	I_E (mA)							

- b) Prikazati grafički prema podacima u tablici 1 ovisnost ulazne struje o ulaznom naponu tranzistora u spoju zajedničkog emitera $I_E = f(U_{EB}) / U_{CB} = \text{konst.}$, te u prozvljno odabranoj točki izračunati odgovarajući parametar.



III.ZADATAK: a) Snimiti izlaznu karakteristiku tranzistora prema blok-shemi:

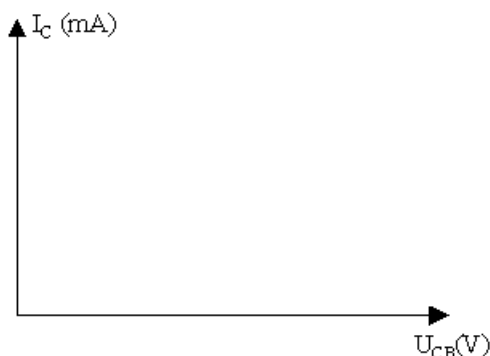


UPUTE ZA IZRADU III. ZADATKA:

1. Prespojiti univerzalne instrumente (voltmetre) prema električnoj blok-shemi. Ostali instrumenti i uređaji ostaju u istom spoju.
2. Uključiti mrežne prekidače na stabiliziranim ispravljačima. Ulaznim potenciometrom P_E podesiti struju emitera $I_E=0\text{ mA}$ prema tablici 2. Izlaznim potenciometrom P_C mijenjati prednapon U_{CB} prema tablici 2, a očitane struje kolektora unijeti u tablicu. Ponoviti postupak i za ostale struje emitera iz tablice 2.

TABLICA 2	U_{CB} (V)	0	2	4	6	8	10
$I_E=0\text{ A}$	I_C (mA)						
$I_E=1\text{ mA}$	I_C (mA)						
$I_E=2\text{ mA}$	I_C (mA)						
$I_E=3\text{ mA}$	I_C (mA)						

- c) Prikazati grafički prema podacima u tablici 2 ovisnost izlazne struje o izlaznom naponu tranzistora $I_C = f(U_{CB}) / I_E = \text{konst.}$, te u proizvoljno odabranoj točki izračunati odgovarajući parametar.

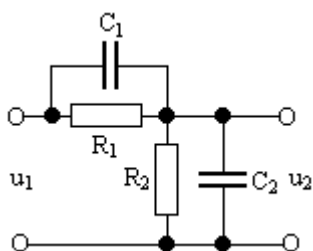


PITANJA I ZADACI:

1. Na snimljenim ulaznim karakteristikama odabrati 4-6 radnih točki, te odrediti dinamički ulazni otpor. Rezultate prikazati tablicom i grafički.
2. Na snimljenim izlaznim karakteristikama odabrati 4-6 radnih točki, te odrediti izlazni dinamički otpor. Rezultate prikazati tablicom i grafički.
3. Pomoću ulaznih i izlaznih karakteristika konstruirati prijenosne karakteristike, te u odabranim radnim točkama odrediti faktor strujnog pojačanja tranzistora. Rezultate prikazati tablicom i grafički.
4. Obrazložiti dobivene rezultate za ulazni i izlazni otpor, te faktor strujnog pojačanja i njihovu ovisnost o položaju radne točke.

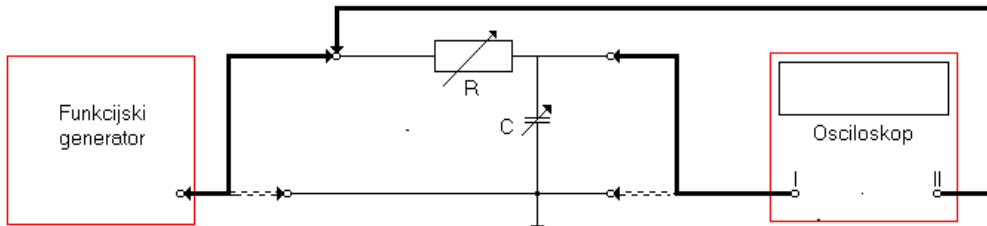
A. PRIPREMA ZA VJEŽBU

1. Nacrtati RC mrežu. Na ulaz mreže dovesti simetričan pravokutni napon $U_{pp} = 10V$, frekvencije $f = 10kHz$. Ako je $C = 1nF$, odrediti otpor R tako da je : a) $\tau = 0.1T$; b) $\tau = T$; c) $\tau = 10T$!
2. Nacrtati CR mrežu. Ako je $C = 10nF$, odrediti otpor R tako da je : a) $\tau = 0.1T$; b) $\tau = T$; c) $\tau = 10T$. Nacrtati valne oblike napona na izlazu!
3. Za CR mrežu s $C = 2\mu F$ i $R = 1k\Omega$ na čiji je ulaz priključen generator simetričnog pravokutnog napona amplitude $10V$ s istosmjernom komponentom $5V$ i frekvencije $500Hz$, analizirati prijelazno stanje ,te nacrtati napone na otporu i kondenzatoru! (na poledini strane).
4. Za djelilo prema shemi odrediti izlazni napon , ako se na ulaz dovede skok napona od $0V$ na $10V$. Nacrtati izlazni napon uz: a) $C_1 = 100pF$, b) $C_1 = 150pF$, c) $C_1 = 40pF$. $R_1 = R_2 = 1M\Omega$, $C_2 = 100pF$



B. RAD U LABORATORIJU

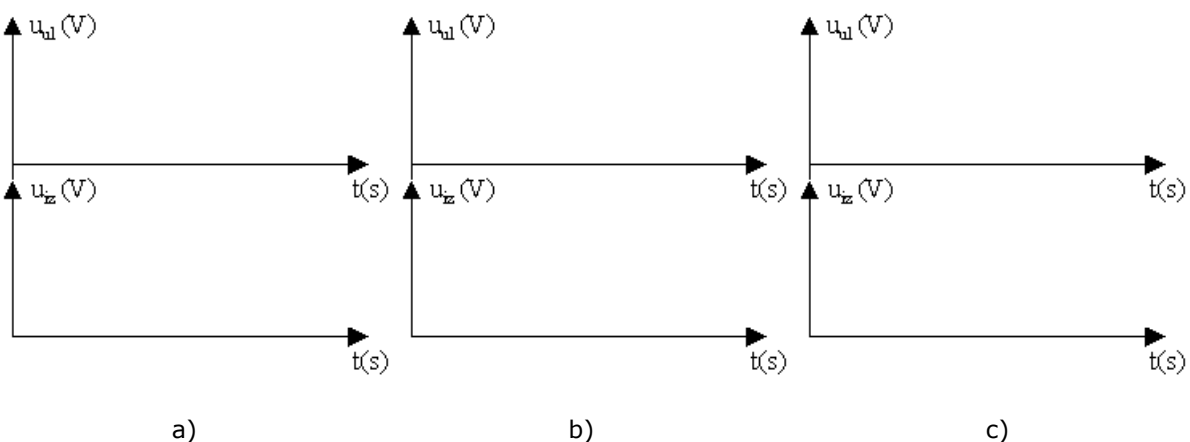
I.ZADATAK: Snimiti odzive RC-mreže prema električnoj blok-shemi.



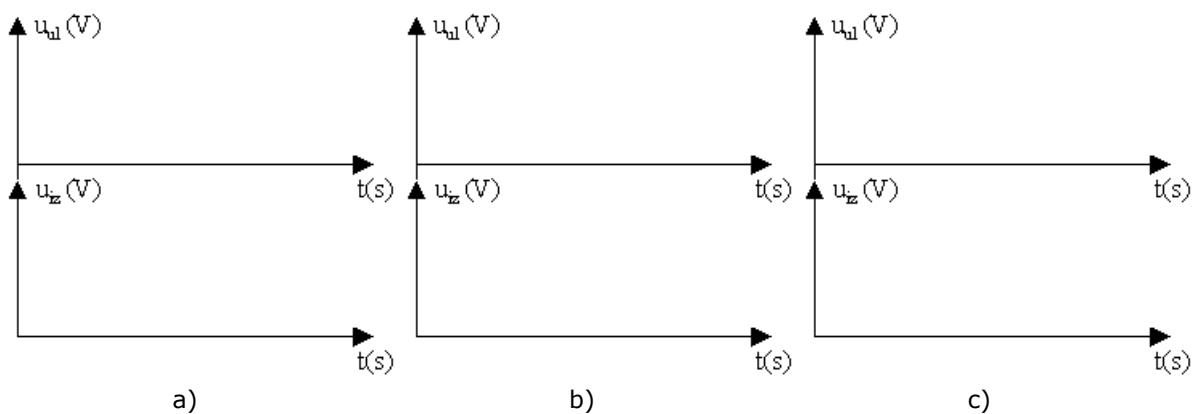
UPUTE ZA IZRADU I. ZADATKA:

1. Funkcijski generator priključiti na napon gradske mreže i podesiti na osciloskopu pravokutni napon amplitude $U_G=4V_{v.v.}$ frekvencije $f=1kHz$. Isključiti prekidačem napajanje funkcijskog generatora.
2. Spojnim vodovima (sonde) spojiti mjerne instrumente sa funkcijskim generatorom prema električnoj blok-shemi.
3. Pozvati nastavnika (laboranta) da pregleda ispravnost spajanja i odobri uključivanje sklopa na napajanje. Ako postoje neke nejasnoće oko mjernog postupka konzultirati se s nastavnikom!
4. Uključiti mrežni prekidač na funkcijskom generatoru i na osciloskopu provjeriti oblike ulaznog i izlaznog napona na RC-mreži.
5. Kapacitivnu dekadu postaviti na kapacitet $C=6,8nF$, a otpornom dekadom postaviti sljedeće vrijednosti otpora: a) $R_1=1,5k\Omega$, b) $R_2=15k\Omega$, c) $R_3=150k\Omega$. Snimiti valne oblike ulaznog i izlaznog napona.
6. Otpornu dekadu postaviti na kapacitet $R=10k\Omega$, a kapacitivnom dekadom postaviti sljedeće vrijednosti kapaciteta: a) $C_1=1nF$, b) $C_2=10nF$, c) $C_3=0,1\mu F$. Snimiti valne oblike ulaznog i izlaznog napona.
7. Odabrati elemente RC-mreže tako da mreža dobro prenosi pravokutne impulse $R=$ _____, $C=$ _____. Snimiti valne oblike ulaznog i izlaznog napona.
8. Odabrati elemente RC-mreže tako da mreža može biti dobar integrator $R=$ _____, $C=$ _____. Snimiti valne oblike ulaznog i izlaznog napona.
9. Postaviti na dekadama $R=47k\Omega$, $C=2,2nF$, frekvenciju funkcijskog generatora postaviti na sljedeće vrijednosti: a) $f_1=100Hz$, b) $f_2=1kHz$, c) $f_3=10kHz$. Snimiti valne oblike ulaznog i izlaznog napona.
10. Funkcijski generator postaviti na sinusoidalni napon amplitude $U_G=4V_{v.v.}$ frekvencije $f=1kHz$, a na dekadama postaviti $R=15k\Omega$, $C=68nF$. Snimiti valne oblike ulaznog i izlaznog napona, te odrediti fazni pomak φ .
11. Funkcijski generator postaviti na trokutasti napon, prema podacima u točki 10. Snimiti valne oblike ulaznog i izlaznog napona.
12. Nakon izvršenog mjerenja isključiti prekidačem funkcijski generator.

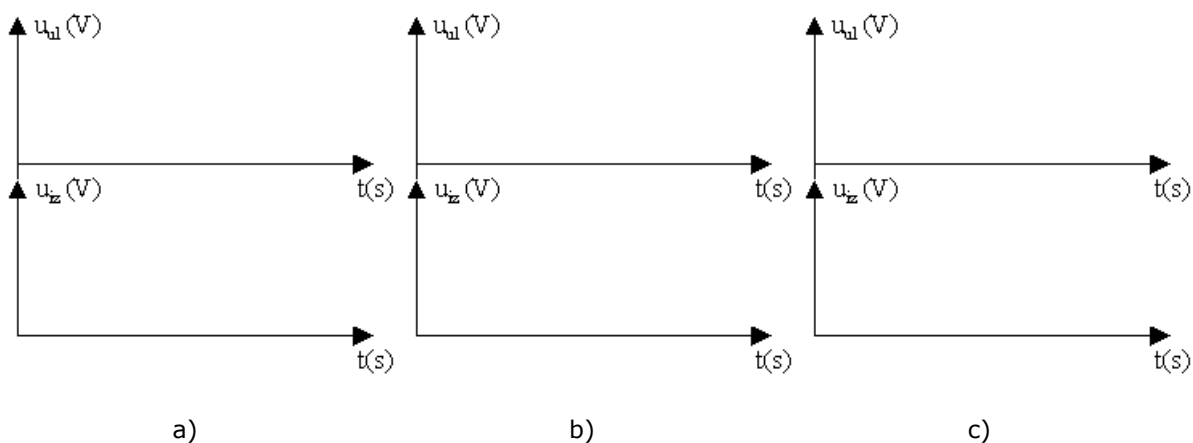
Rješenja za zadatak 5.



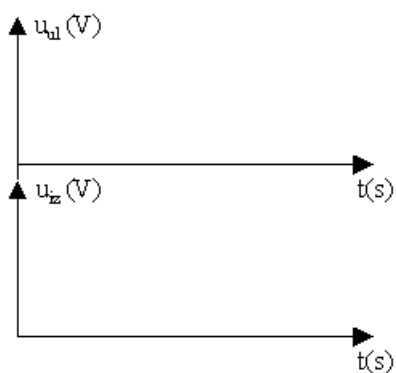
Rješenja za zadatak 6.



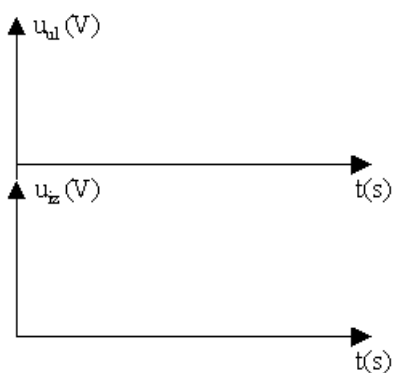
Rješenja za zadatak 9.



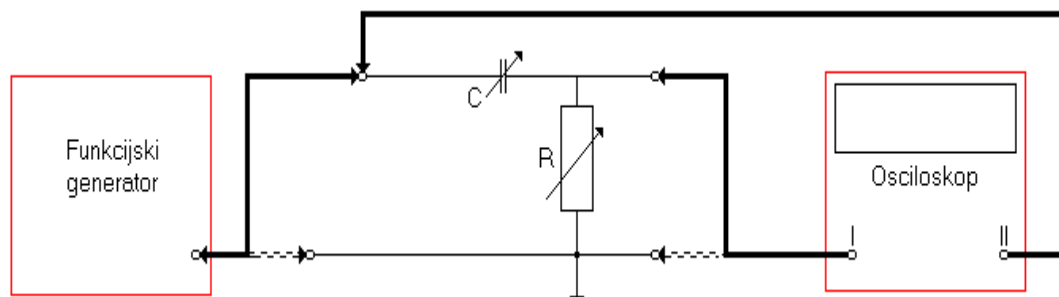
Rješenja za zadatak 10.



Rješenja za zadatak 11.



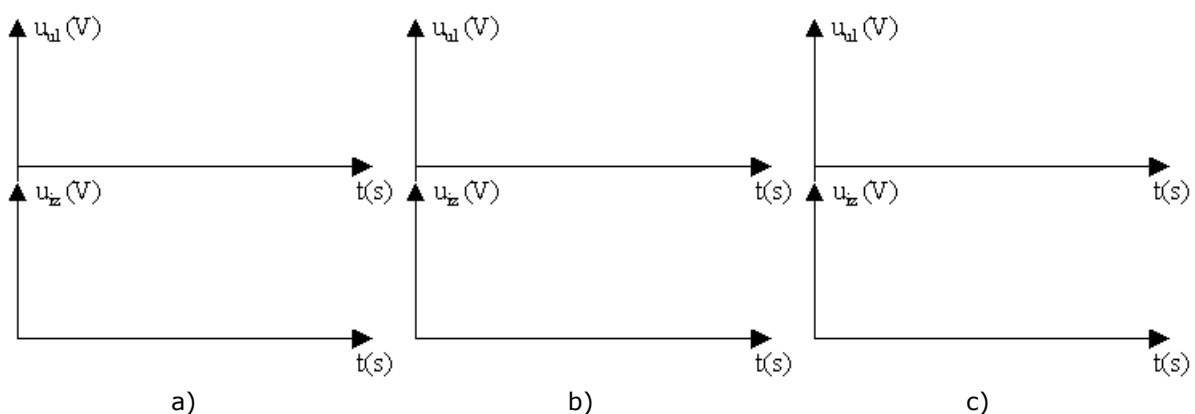
II. ZADATAK: Snimiti odzive CR-mreže prema električnoj blok-shemi:



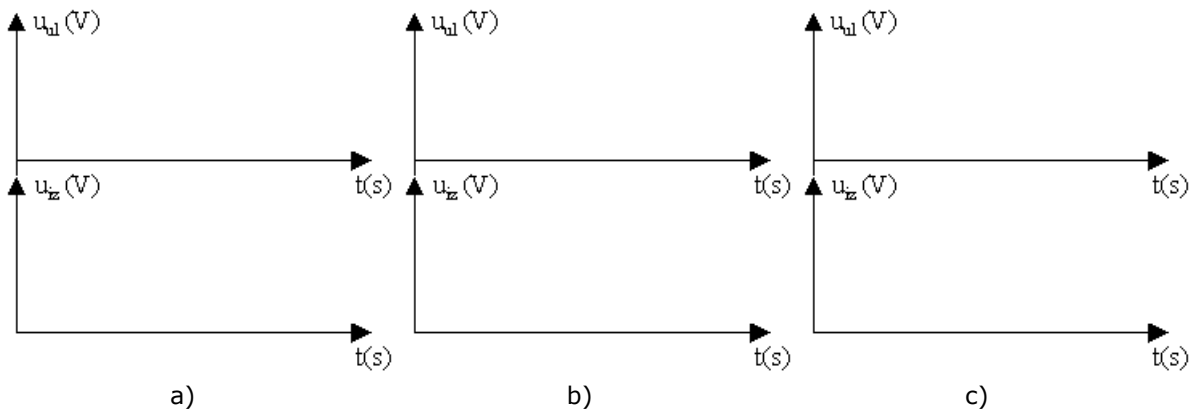
UPUTE ZA IZRADU II. ZADATKA:

1. Spojnim vodovima spojiti mjerne instrumente sa funkcijskim generatorom prema električnoj blok-shemi.
2. Uključiti prekidač na funkcijskom generatoru i postaviti pravokutni napon $U_G=4V_{v.v.}$ frekvencije $f=10kHz$. Na osciloskopu provjeriti oblike ulaznog i izlaznog napona na CR-mreži.
3. Kapacitivnu dekadu postaviti na $C=1,5nF$, a otpornom dekadom postaviti sljedeće vrijednosti otpora: a) $R_1=68k\Omega$, b) $R_2=6,8k\Omega$, c) $R_3=680\Omega$. Snimiti valne oblike ulaznog i izlaznog napona.
4. Otpornu dekadu postaviti na $R=1k\Omega$, a kapacitivnom dekadom postaviti sljedeće vrijednosti kapaciteta: a) $C_1=0,1\mu F$, b) $C_2=10nF$, c) $C_3=1nF$. Snimiti valne oblike ulaznog i izlaznog napona.
5. Odabrati elemente CR-mreže tako da mreža dobro prenosi pravokutne impulse $R=$ _____, $C=$ _____. Snimiti valne oblike ulaznog i izlaznog napona.
6. Odabrati elemente CR-mreže tako da mreža bude dobar diferencijator $R=$ _____, $C=$ _____. Snimiti valne oblike ulaznog i izlaznog napona.
7. Postaviti na dekadama $R=2,2k\Omega$, $C=47nF$, a frekvenciju funkcijskog generatora postaviti na sljedeće vrijednosti: a) $f_1=10kHz$, b) $f_2=1kHz$, c) $f_3=100Hz$. Snimiti valne oblike ulaznog i izlaznog napona.
8. Funkcijski generator postaviti na sinusoidalni napon amplitude $U_G=4V_{v.v.}$ frekvencije $f=1kHz$, a na dekadama postaviti $R=15k\Omega$, $C=2,2nF$. Snimiti valne oblike ulaznog i izlaznog napona, te odrediti fazni pomak φ .
9. Funkcijski generator postaviti na trokutasti napon, prema podacima u točki 8. Snimiti valne oblike ulaznog i izlaznog napona.

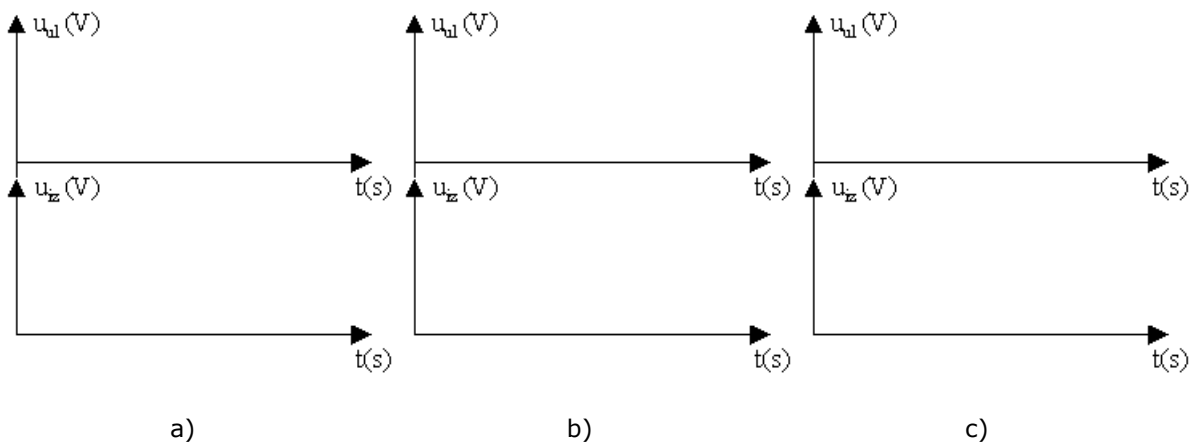
Rješenja za zadatak 3.



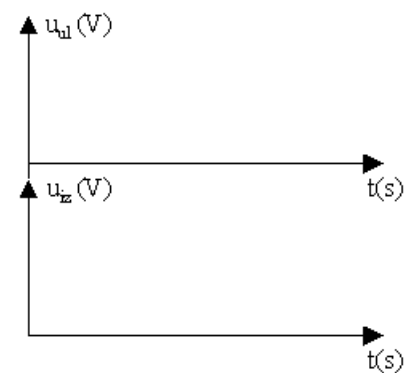
Rješenja za zadatak 4.



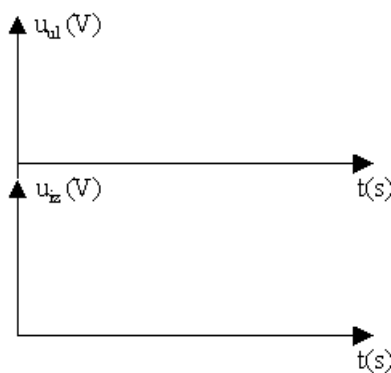
Rješenja za zadatak 7.



Rješenja za zadatak 8.



Rješenja za zadatak 9.



PITANJA I ZADACI:

1. Usporediti i objasniti dobivene oscilogramе odziva RC-mreže.
2. Usporediti i objasniti dobivene oscilogramе odziva CR-mreže.
3. Objasniti utjecaj promjene frekvencije funkcijskog generatora na odziv RC i CR mreže.
4. Usporediti i objasniti odzive RC i CR- mreže na sinusoidalnu pobudu. U čemu je bitna razlika kod faznog pomaka φ ?

A. PRIPREMA ZA VJEŽBU

1. Nacrtati tranzistorsku sklopku i provjeriti uvjet zasićenja, ako je zadano:
 - a) $U_{CC}=10V$, $U_{CEzas}=0,3V$, $U_{ul}=5V$, $R_B=10k\Omega$, $R_C=0,5k\Omega$, $U_{BEzas}=0,8V$, $h_{fe}=50$.
 - b) sve isto , osim $h_{fe}=20$.

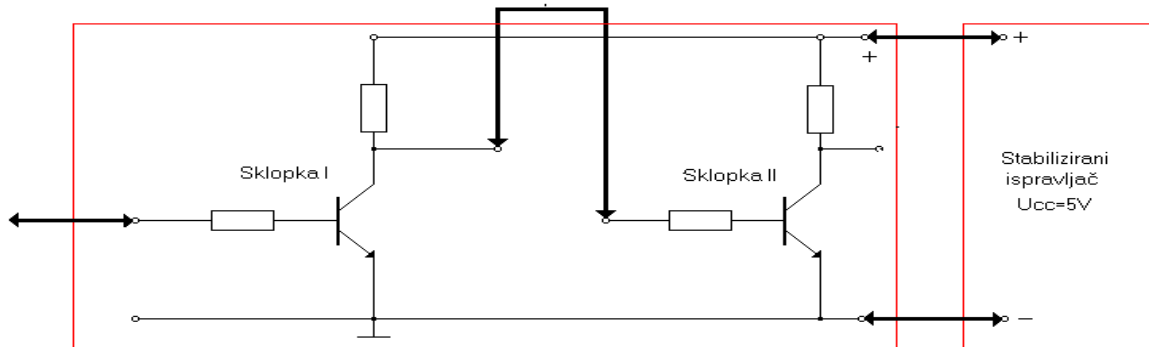
2. Projektirati tranzistorsku sklopku s djelilom u baznom krugu, ako je zadano: $U_{CC}=8V$, $-U_{BB}=8V$, $R_C=1k\Omega$, $h_{fe}=50$, $U_{ul1}=5V$, $U_{ul2}=0,3V$, te provjeriti uvjet zasićenja!

3. Za sklopku s djelilom u baznom krugu i opteretnim otporom spojenim na U_{CC} izračunati I_{czas} , ako je zadano: $U_{CC}=-U_{BB}=5V$, $h_{fe}=50$, $R_C=1k\Omega$, $R_T=4k\Omega$, $R_1=20k\Omega$, $R_2=100k\Omega$, $U_{ul1}=4V$, $U_{ul2}=0,3V$.
Provjeriti da li je sklopka u stanju zasićenja i koliki je napon U_{CE} u slučaju priključenja R_T na masu, te napon U_{BEzap} !

B. RAD U LABORATORIJU

- I.ZADATAK:**
- Ohm-metrom ispitati ispravnost tranzistora na maketi
 - Analizirati oznake priloženih tranzistora, te koristeći kataloge s tvorničkim podacima upoznati granične i optimalne karakteristične vrijednosti zadanog tranzistora.
 - Usporediti električnu shemu tranzistorske sklopke sa maketom i označi vrijednosti elemenata prema maketi

II. ZADATAK: Izmjeriti statička svojstva tranzistorske sklopke prema električnoj blok-shemi:

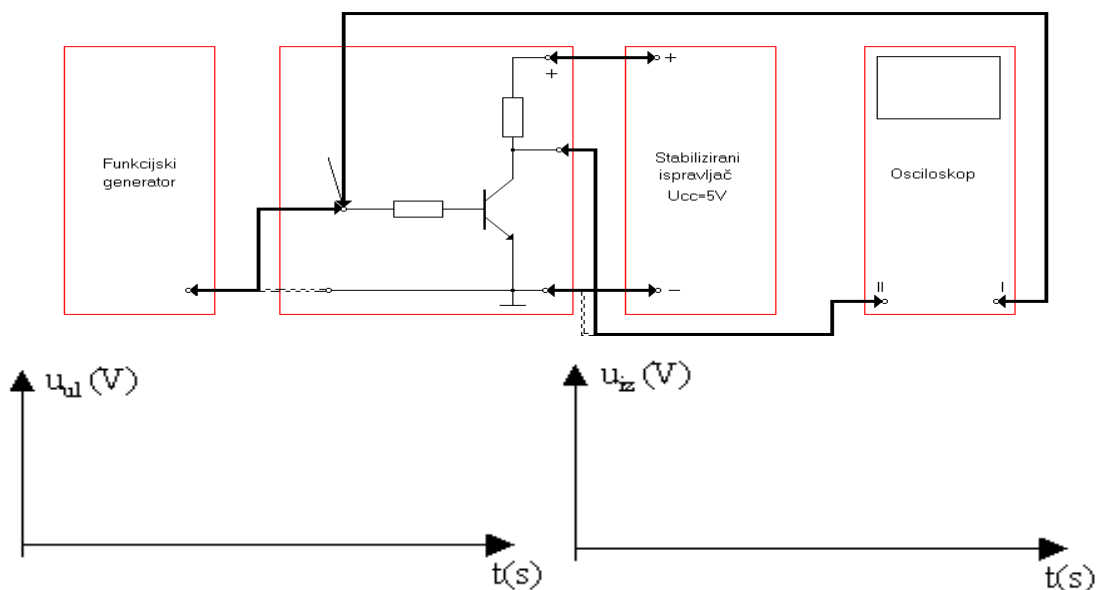


UPUTE ZA IZRADU II. ZADATKA:

- Stabilizirani ispravljač priključiti na napon gradske mreže i podesiti napon ispravljača **U_{cc}=5V**. Isključiti prekidačem napajanje ispravljača.
- Spojnim vodovima spojiti ispravljač na maketu i povezati sklopku **I** i **II** prema električnoj blok-shemi.
- Pozvati nastavnika (laboranta) da pregleda ispravnost spajanja i odobri uključivanje makete na napon napajanja. Ako postoje neke nejasnoće oko mjernog postupka konzultirati se s nastavnikom.
- Uključiti mrežni prekidač na stabiliziranom ispravljaču, a ulaz sklopke **I** spojiti na napon napajanja **+U_{cc}** (zasićenje). Univerzalnim instrumentom izmjeriti prednapone i struje na sklopkama, a dobivene rezultate unijeti u tablicu 1.
- Ulaz sklopke **I** spojiti na masu (zapiranje). Izmjeriti prednapone i struje na sklopkama, a dobivene rezultate unijeti u tablicu 1.

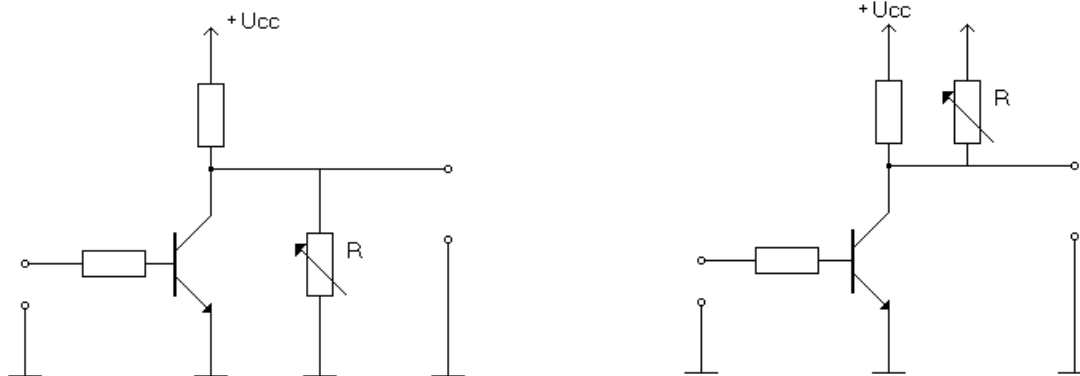
TABLICA 1	U _{BE1} (V)	U _{BE1} (V)	U _{BE1} (V)	U _{BE1} (V)	U _{BE1} (V)	U _{BE1} (V)
Zasićenje						
Zapiranje						

III.ZADATAK: Snimiti odziv tranzistorske sklopke na pravokutni napon amplitude **U_G=4V_{vv}** frekvencije **f=1kHz**. Osciloskopom snimiti valni oblik ulaznog i izlaznog napona prema blok-shemi:

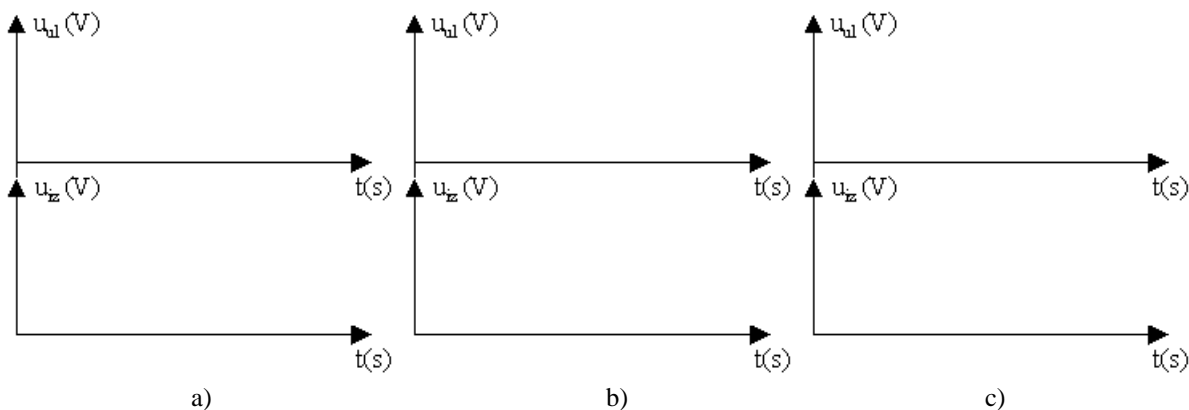


IV. ZADATAK: Snimiti odziv tranzistorske sklopke s otpornim opterećenjem:

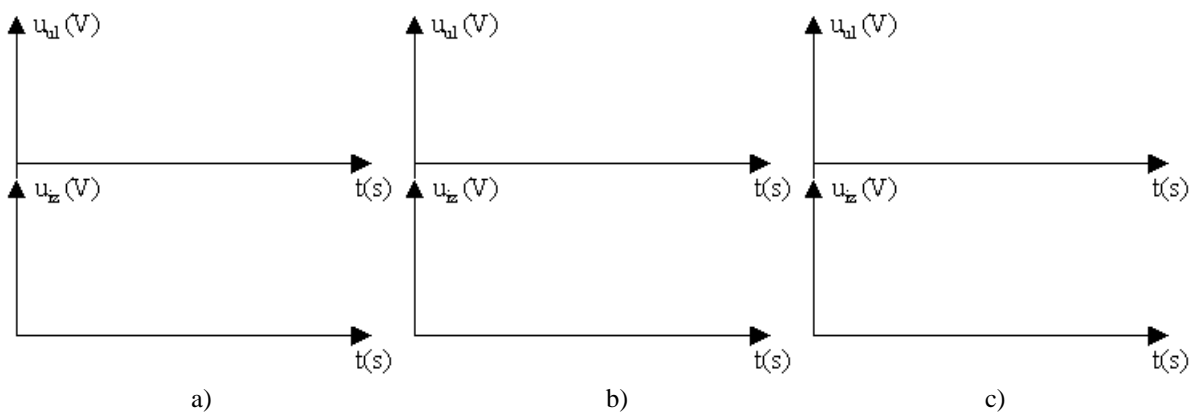
1. Prema blok-shemi iz III. zadatka na izlaz tranzistorske sklopke spojiti otpornu dekadu prema masi. Na dekadi postaviti sljedeće vrijednosti otpora: **a) $R_1=10k\Omega$, b) $R_2=4,7k\Omega$, c) $R_3=1k\Omega$** . Osciloskopom snimiti valne oblike ulaznog i izlaznog napona.
2. Otpornu dekadu spojiti na izlaz tranzistorske sklopke i napon napajanja **$+U_{cc}$** . Na dekadi postaviti sljedeće vrijednosti otpora: **a) $R_1=10k\Omega$, b) $R_2=4,7k\Omega$, c) $R_3=1k\Omega$** . Snimiti valne oblike ulaznog i izlaznog napona.



Rješenja za zadatak IV.1



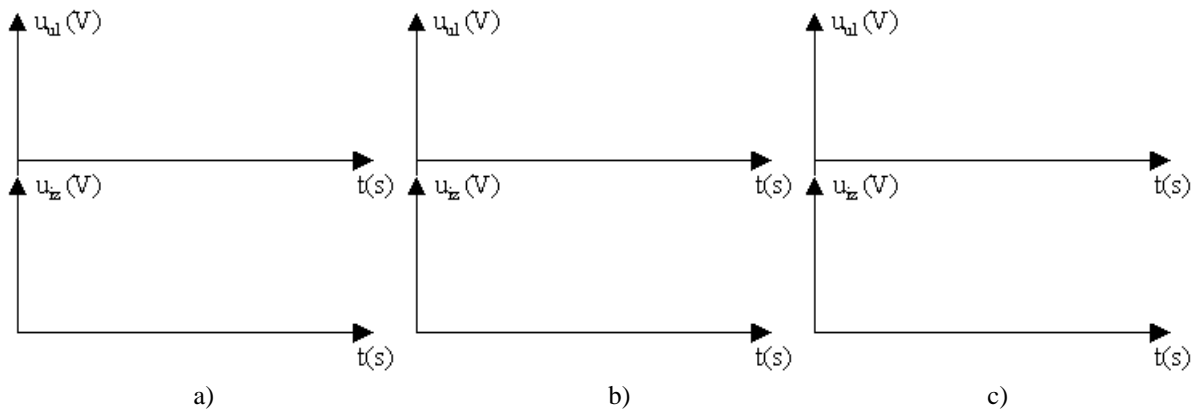
Rješenja za zadatak IV.2



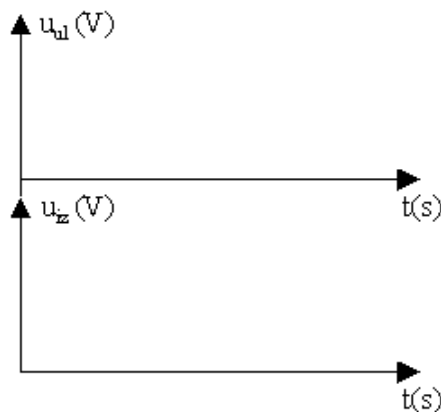
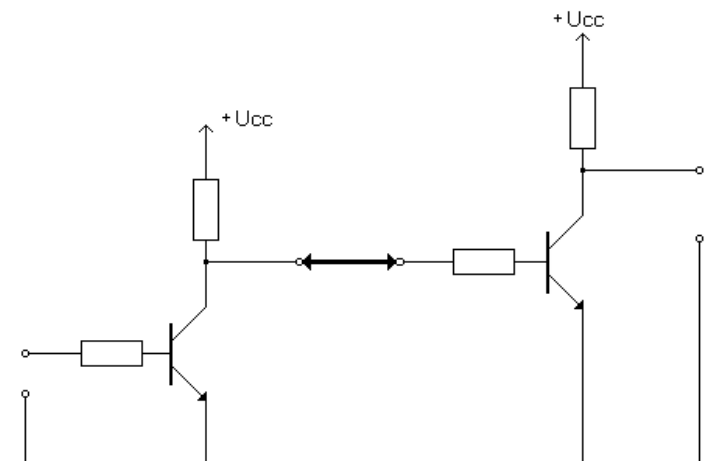
V. ZADATAK: Snimiti odziv tranzistorske sklopke s kapacitivnim opterećenjem:

1. Prema blok-shemi iz III. zadatka na izlaz tranzistorske sklopke spojiti kapacitivnu dekadu prema masi.
2. Na funkcijskom generatoru podesiti pravokutni napon $U_G=4V$ vv frekvencije $f=10kHz$.
3. Na dekadi postaviti sljedeće vrijednosti kapaciteta: a) $C_1=1nF$, b) $C_2=10nF$, c) $C_3=0,1\mu F$. Snimiti valne oblike ulaznog i izlaznog napona.

Rješenja za zadatak V.3



VI. ZADATAK: Prema električnoj blok-shemi povezati dvije tranzistorske sklopke i snimiti odziv na pravokutnu pobudu. Osciloskopom snimiti ulazni napon sklopke I i izlazni napon sklopke II.



PITANJA I ZADACI:

- 1. Na osnovu poznatih vrijednosti otpora i izmjerenih prednapona izračunati struju baze i struju kolektora sklopke u zasićenju. Objasniti da li je tranzistor u zasićenju kada vodi?
- 2. Objasniti kakav utjecaj ima pojedino otporno opterećenje na izlazni valni oblik.
- 3. Objasniti utjecaj kapacitivnog opterećenja na izlazni valni oblik.

ODGOVORI NA PITANJA:

INSTRUMENTI I SREDSTVA ZA RAD

- 1. Maketa tranzistorske sklopke
- 2. Dvokanalni osciloskop
- 3. Funkcijski generator
- 4. Stabilizirani ispravljač
- 5. Univerzalni instrument
- 6. Otporna dekada
- 7. Kapacitivna dekada
- 8. Spojni vodovi -6 komada,
 -3 kolaksijalna voda (sonde)

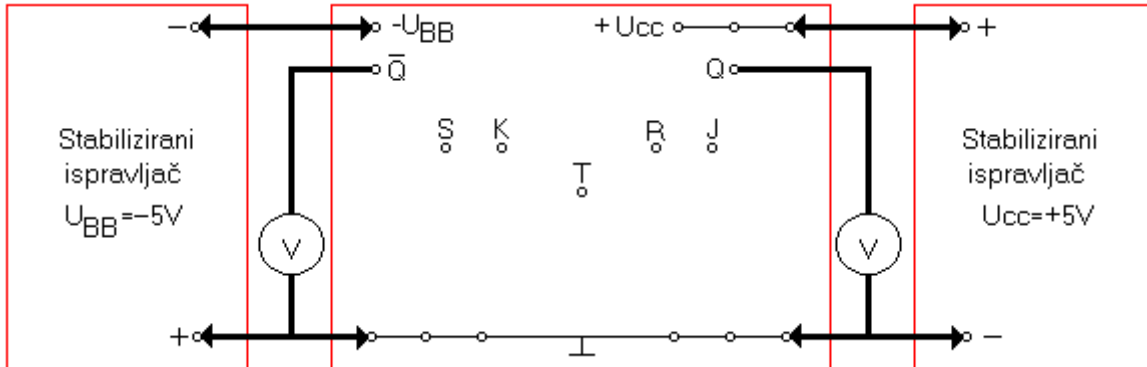
A. PRIPREMA ZA VJEŽBU

1. Nacrtati električnu shemu bistabilnog multivibratora, te analizirati rad izračunavši sve struje i napone ako je zadano: $U_{CC} = -U_{BB} = 10V$, $R_1 = 6,8k\Omega$, $R_2 = 47k\Omega$, $R_C = 1,5k\Omega$, $h_{fe} = 50$, I_{CBO} je zanemarivo ; radi se o silicijskom tranzistoru.
2. Objasniti rad bistabilnog multivibratora iz prethodnog zadatka opterećenog na izlazu Q opterećenim otporom $R_p = 1k\Omega$. Kako potrošač utječe na izlazni napon?
3. Analizirati utjecaj ulaza za okidanje na rad SR-bistabila, JK-bistabila i T- bistabila. Prikazati tablicama stanja.

B. RAD U LABORATORIJU

- I.ZADATAK:**
- Ohm-metrom ispitati ispravnost tranzistora na maketi
 - Analizirati oznake priloženih tranzistora, te koristeći kataloge s tvorničkim podacima upoznati granične i optimalne karakteristične vrijednosti zadanog tranzistora.
 - Usporediti električnu shemu bistabila sa maketom i označi vrijednosti elemenata prema maketi.

II. ZADATAK: Izmjeriti napone na bazama i kolektorima tranzistora prema električnoj blok-shemi:



UPUTE ZA IZRADU II. ZADATKA:

- Stabilizirane ispravljače priključiti na gradsku mrežu i podesiti napone $U_{CC}=+5V$ i $U_{BB}= -5V$. Isključiti prekidačem napajanje ispravljača.
- Spojnim vodovima spojiti ispravljače i univerzalne voltmetre na maketu.
- Pozvati nastavnika (laboranta) da pregleda ispravnost spajanja i odobri uključivanje makete na napon napajanja. Ako postoje neke nejasnoće oko mjernog postupka konzultirati se s nastavnikom!
- Uključiti mrežne prekidače na stabiliziranim ispravljačima. Univerzalnim instrumentima izmjeriti prednapone na tranzistorima bistabila.
- Očitane vrijednosti prednapona unijeti u tablicu 1, te zaključiti koji je tranzistor u zasićenju (C), a koji u zapiranju (O) pa to stanje upisati u tablicu (prekriži netočno).

TABLICA 1	T ₁		U _{CE1} (V)	U _{BE1} (V)	U _{CE2} (V)	U _{BE2} (V)	T ₂	
	C	O					C	O

NAPOMENA: Uočiti kako LED diode kao svjetlosni indikatori na maketi pokazuju logička stanja ulaza i izlaza bistabila!

III.ZADATAK:

 Snimiti tablice stanja bistabila

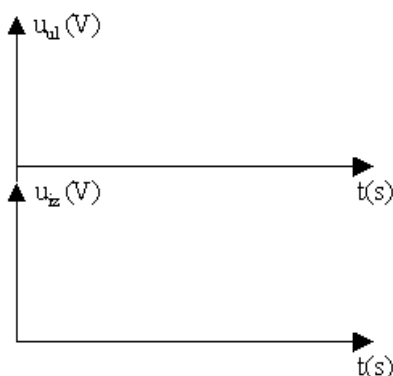
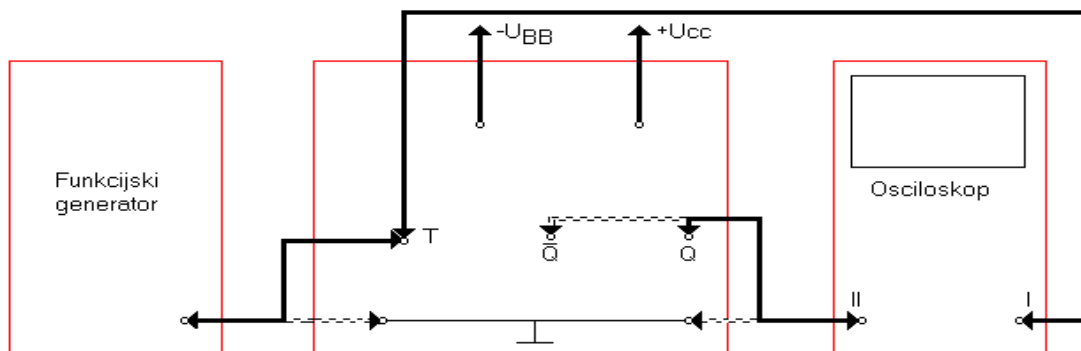
- Koristeći $+U_{CC}$ kao visoki nivo napona (**1**) i masu kao niski nivo napona (**0**), provjeriti djelovanje statičkih ulaza za okidanje **S** i **R** na promjenu stanja bistabila prema **tablici stanja 1**. Stanje izlaza za odgovarajuće kombinacije ulaza unijeti u tablicu stanja 1.
- Provjeriti djelovanje dinamičkih ulaza za okidanje **J** i **K** na stanja izlaza bistabila prema **tablici stanja 2**.
- Provjeriti djelovanje ulaza **T** (**J, K** kratko spojeni) na stanja izlaza bistabila prema **tablici stanja 3**.

TABLICA STANJA 1			
S	R	Q	\bar{Q}
Ulazi	Slob.		
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		

TABLICA STANJA 2			
J	K	Q	\bar{Q}
Ulazi	Slob.		
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		

TABLICA STANJA 3		
T	Q	\bar{Q}
Ulaz slobodan		
0		
1		

IV. ZADATAK: a) Na ulaz **T** dovesti simetrični pravokutni napon $U=4V_{\text{vr}}$, frekvencije $f=1\text{kHz}$. Osciloskopom snimiti valne oblike ulaznog i izlaznih napona (**Q** ili \bar{Q}) prema blok-shemi:



b) Smanjivati frekvenciju funkcijskog generatora, te odrediti na kojoj frekvenciji bistabil više ne dijeli frekvenciju izlaznih impulsa?

$f = \underline{\hspace{2cm}}$.

V. ZADATAK: a) Snimiti stanja izlaza bistabila s otpornim opterećenjem prema masi. Prema blok-shemi i podacima iz zadatka IV.a na osnovni izlaz bistabila **Q** spojiti otpornu dekadu prema masi. Na dekadi postaviti slijedeće vrijednosti otpora:

a) $R_1=10\text{k}\Omega$

b) $R_2=4,7\text{k}\Omega$

c) $R_3=1\text{k}\Omega$

b) Snimiti osciloskopom valne oblike ulaznih i izlaznih napona za opterećenja pod a, b, c.

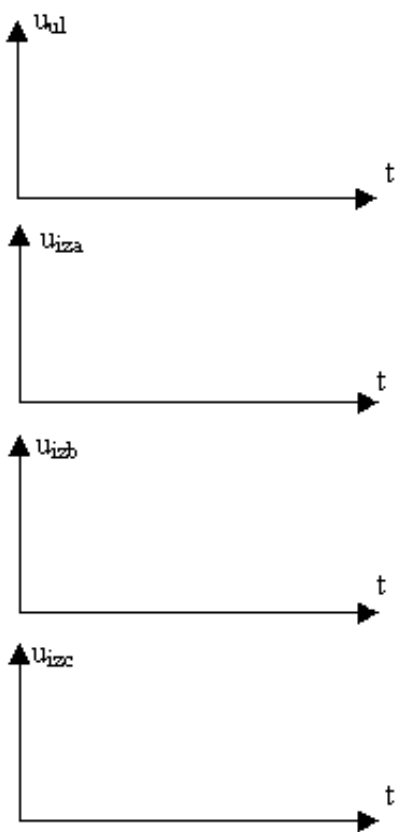
VI. ZADATAK: a) Snimiti stanja izlaza bistabila s kapacitivnim opterećenjem. Prema blok-shemi i podacima iz zadatka IV.a na osnovni izlaz bistabila **Q** spojiti kapacitivnu dekadu prema masi. Na dekadi postaviti slijedeće vrijednosti kapaciteta:

a) $C_1=1\text{nF}$

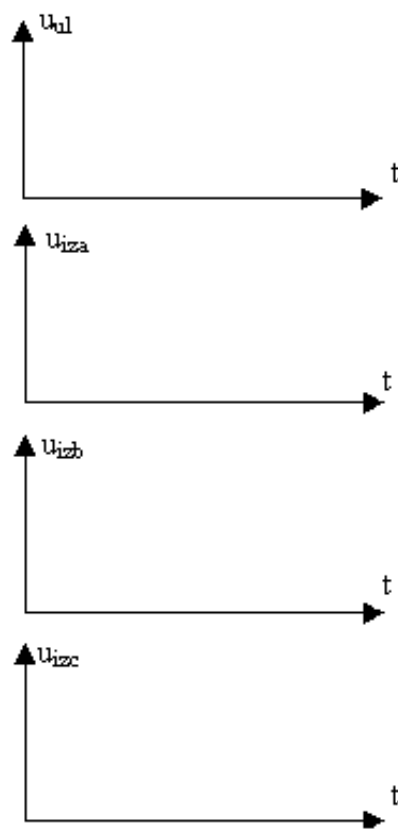
b) $C_2=10\text{nF}$

c) $C_3=0,1\text{nF}$

b) Snimiti osciloskopom valne oblike ulaznih i izlaznih napona za opterećenja pod a, b, c.



V.b zadatak



VI.b zadatak

PITANJA I ZADACI:

1. Analizirajući tablice stanja bistabila u III. zadatku zaključiti i obrazložiti kada i zašto dolazi do promjene stanja izlaza bistabila za sve tri tablice.
2. Objasniti kakav utjecaj ima otporno opterećenje na izlazni valni oblik bistabila.
3. Objasniti utjecaj kapacitivnog opterećenja na izlazni valni oblik.

ODGOVORI NA PITANJA:

INSTRUMENTI I SREDSTVA ZA RAD

1. Maketa bistabilnog multivibratora
2. Dvokanalni osciloskop
3. Funkcijski generator
4. Stabilizirani ispravljač –2 komada
5. Univerzalni instrument –2 komada
6. Otporna dekada
7. Kapacitivna dekada

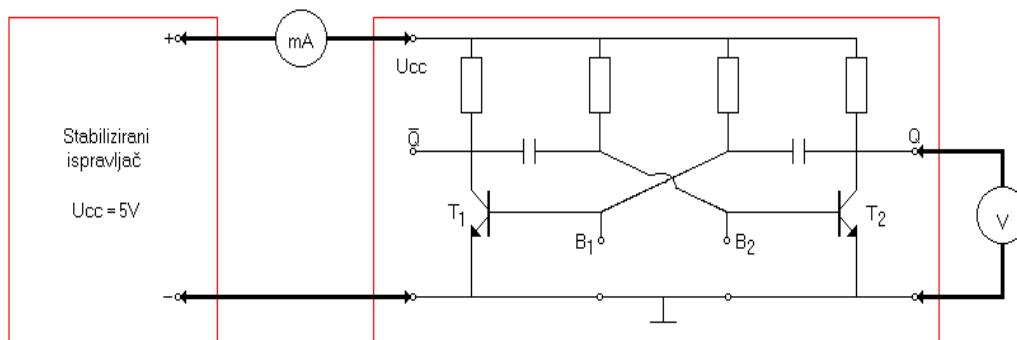
A. PRIPREMA ZA VJEŽBU

1. Nacrtati električnu shemu astabilnog multivibratora, te analizirati rad izračunavši sve struje i napone ako je zadano: $U_{CC}=10V$, $R_B=68k\Omega$, $R_C=1,5k\Omega$, $h_{FE}=50$, $C_1=10nF$, $C_2=5nF$. Odredite frekvenciju izlaznog signala.
2. Objasniti rad astabilnog multivibratora iz prethodnog zadatka opterećenog na izlazu Q opterećenim otporom $R_P=1k\Omega$. Kako potrošač utječe na izlazni napon? Hoće li se promijeniti trajanje kvazistabilnih stanja?
3. Projektirati astabilni multivibrator koji će na svom izlazu generirati asimetričan pravokutni napon s odnosom $T_1:T_2=1:5$ frekvencije $10kHz$, uz struju $I_{Czas}=10mA$ i napon napajanja $U_{CC}=9V$, te $h_{FE}=50$.

B. RAD U LABORATORIJU

- I.ZADATAK:**
- Ohm-metrom ispitati ispravnost tranzistora na maketi
 - Analizirati oznake priloženih tranzistora, te koristeći kataloge s tvorničkim podacima upoznati granične i optimalne karakteristične vrijednosti zadanog tranzistora.
 - Usporediti električnu shemu astabila sa maketom i označi vrijednosti elemenata prema maketi.

II. ZADATAK: Izmjeriti napone na bazama i kolektorima tranzistora prema električnoj blok-shemi:



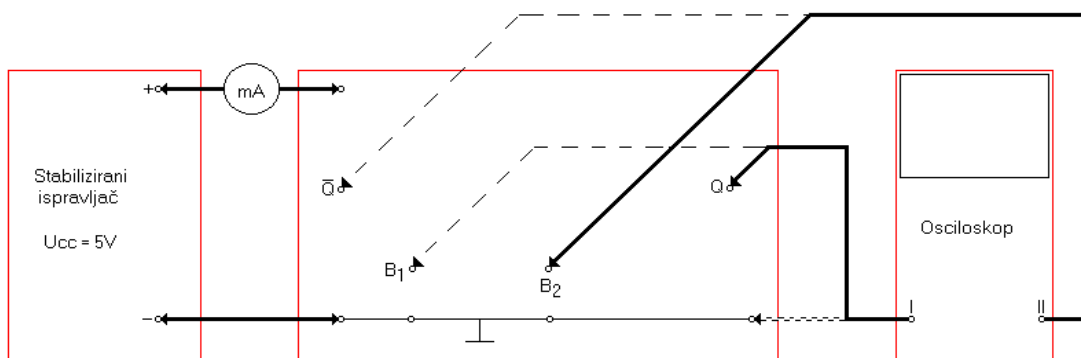
UPUTE ZA IZRADU II. ZADATKA:

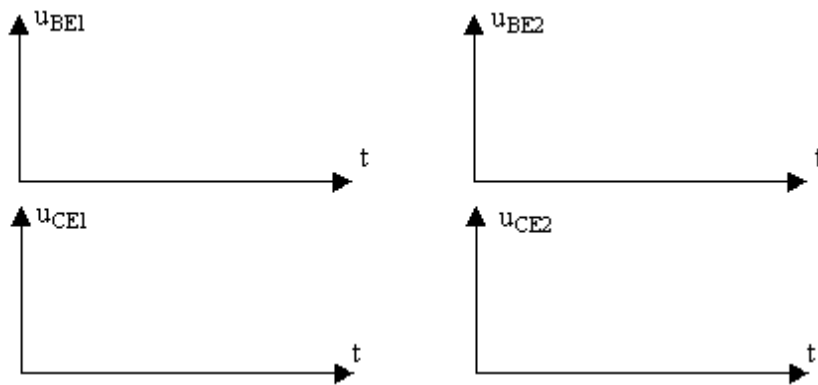
- Stabilizirani ispravljač priključiti na napon gradske mreže i podesiti napon ispravljača $U_{cc}=5V$. Isključiti prekidačem napajanje ispravljača.
- Spojnim vodovima spojiti ispravljač i univerzalne instrumente na maketu prema električnoj blok-shemi.
- Pozvati nastavnika (laboranta) da pregleda ispravnost spajanja i odobri uključivanje makete na napon napajanja. Ako postoje neke nejasnoće oko mjernog postupka konzultirati se s nastavnikom!
- Uključiti mrežni prekidač na stabiliziranom ispravljaču. Univerzalnim instrumentom izmjeriti prednapone na tranzistorima i struju astabila.
- Očitane vrijednosti prednapona i potrošnju astabila unijeti u tablicu.

Tr1		Tr2		I (mA)
U_{CE1} (V)	U_{BE1} (V)	U_{CE2} (V)	U_{BE2} (V)	

III.ZADATAK: Snimiti impulsne valne oblike na kolektorima i bazama tranzistora astabila prema električnoj blok-shemi:

- Snimiti osciloskopom valne oblike napona na bazi i kolektoru tranzistora Tr1.
- Snimiti osciloskopom valne oblike napona na bazi i kolektoru tranzistora Tr2.
- Izmjeriti trajanja kvazistabilnog stanja T_1 i T_2 astabila.
- Odrediti frekvenciju astabila (f_A).



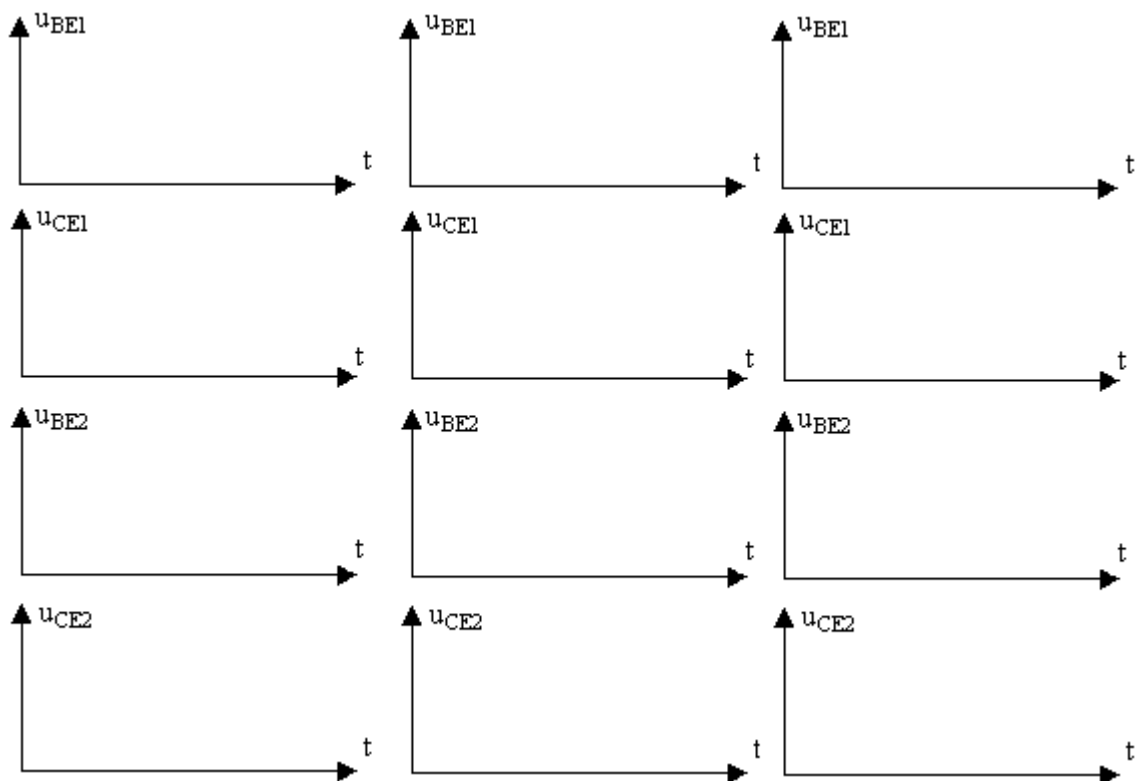


$T_1 = \underline{\hspace{2cm}}$ $T_2 = \underline{\hspace{2cm}}$ $f_A = \underline{\hspace{2cm}}$

IV. ZADATAK: Snimiti rad astabila s otpornim opterećenjem prema masi. Prema električnoj blok-shemi u ZADATKU III na osnovni izlaz Q astabila spojiti otpornu dekadu prema masi. Na dekadi postaviti slijedeće vrijednosti otpora:

a) $R_1 = 10k\Omega$ $R_2 = 4,7k\Omega$ $R_3 = 1k\Omega$

- Snimiti osciloskopom valne oblike napona na kolektorima i bazama tranzistora Tr1 i Tr2 za slučajeve opterećenja a, b, c.
- Izmjeriti trajanja kvazistabilnih stanja T_1 i T_2 astabila za slučajeve opterećenja a, b, c.
- Određiti frekvenciju opterećenog astabila za slučajeve a, b, c.



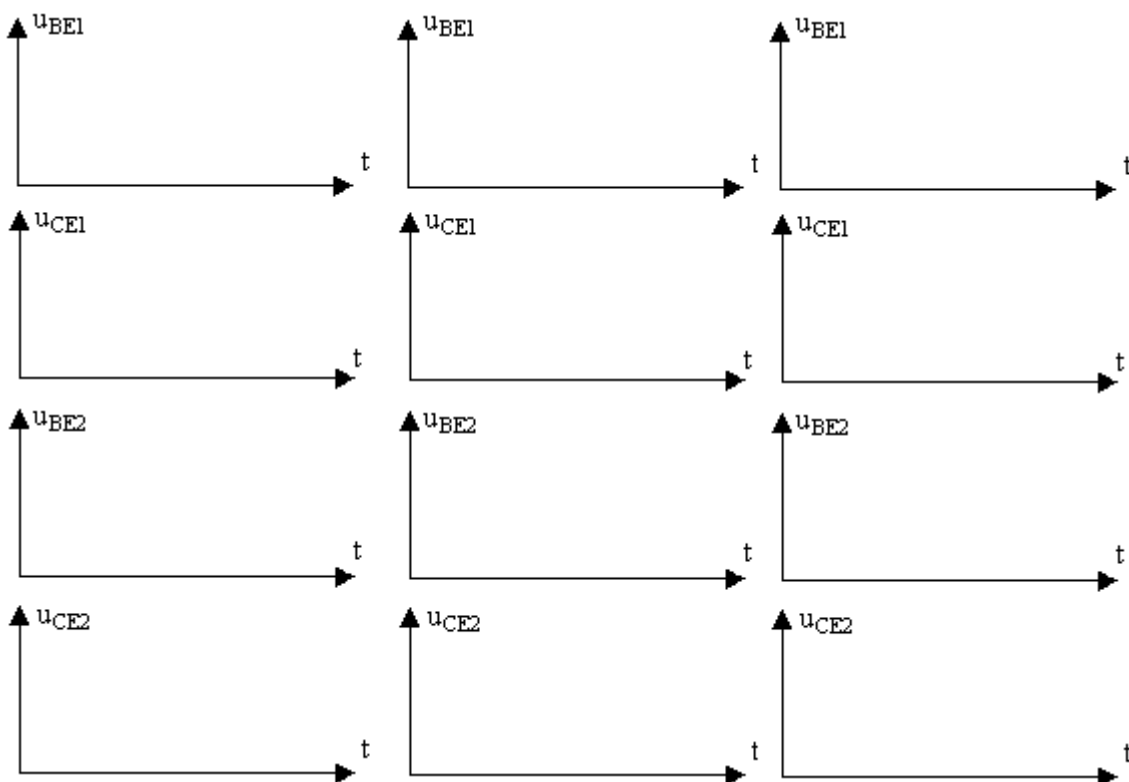
a)	b)	c)
$f = \underline{\hspace{2cm}}$	$f = \underline{\hspace{2cm}}$	$f = \underline{\hspace{2cm}}$
$T_1 = \underline{\hspace{2cm}}$	$T_1 = \underline{\hspace{2cm}}$	$T_1 = \underline{\hspace{2cm}}$
$T_2 = \underline{\hspace{2cm}}$	$T_2 = \underline{\hspace{2cm}}$	$T_2 = \underline{\hspace{2cm}}$

V. ZADATAK: Snimiti rad astabila s kapacitivnim opterećenjem. Prema električnoj blok-shemi u ZADATKU III na osnovni izlaz Q astabila spojiti kapacitivnu dekadu prema masi. Na dekadi postaviti slijedeće vrijednosti kapaciteta:

a) $C_1=1\text{nF}$

$C_2=15\text{nF}$

$C_3=0,1\text{nF}$



a)

b)

c)

PITANJA I ZADACI:

1. Koji elementi u astabilu određuju trajanja kvazistabilnih stanja?
2. Izračunati trajanja kvazistabilnih stanja T_1 i T_2 te ih usporediti sa izmjerenim. Zbog čega dolazi do odstupanja?
3. Zbog čega se razlikuju trajanja kvazistabilnih stanja neopterećenog astabila od opterećenog?
4. Zaključiti o čemu sve ovisi frekvencija astabila i kako se može mijenjati?
5. Usporediti snimljene valne oblike na astabilu i zaključiti da li tranzistori odlaze u zasićenje?

ODGOVORI NA PITANJA:

INSTRUMENTI I SREDSTVA ZA RAD

1. Maketa astabilnog multivibratora
2. Dvokanalni osciloskop
3. Stabilizirani ispravljač
4. Univerzalni instrument –2 komada
5. Otporna dekada
6. Kapacitivna dekada
7. Spojni vodovi –6 komada, 2 kolaksijalna voda

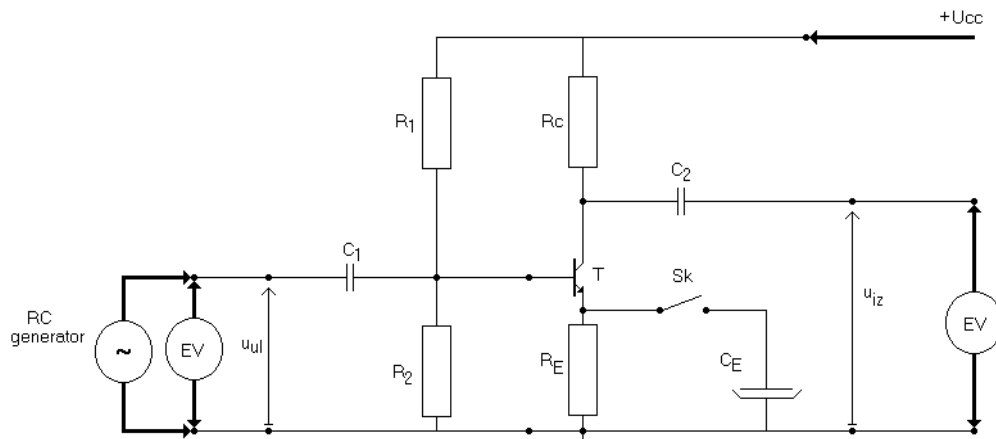
A. PRIPREMA ZA VJEŽBU

1. Nacrtati pojačalo u spoju zajedničkog emitera, objasniti ulogu elemenata, te temperaturnu stabilizaciju radne točke s emitterskim otporom.
2. Za pojačalo u spoju zajedničkog emitera zadano je: $U_{CC}=12V$, $R_1=8,2k\Omega$, $R_2=3,3 k\Omega$, $R_E=970 \Omega$, $R_C=1,8 k\Omega$, $R_P=1k\Omega$, $h_{FE}=100$. Naći vrijednost statičke radne točke, te je ucrtati u odgovarajuće karakteristike. Komentirati rezultat i odrediti naponsko i strujno pojačanje za dano pojačalo.
3. Za pojačalo u spoju zajedničkog emitera odrediti otpore niskoohmskog djelila tako da na izlazu dobijemo maksimalni hod izlaznog signala, ako je zadano: $U_{CC}=5V$, $R_C=1k\Omega$, $R_E=0,5k\Omega$, $h_{FE}=100$. Pojačalo nije opterećeno.
4. Nacrtati amplitudno-frekvencijsku karakteristiku pojačala u spoju zajedničkog emitera, te odrediti vrijednosti kondenzatora C_E i C_{V1} , ako je ulazni otpor tranzistora $2 k\Omega$, $R_C=8 k\Omega$, $h_{FE}=100$, a donja granična frekvencija iznosi 50Hz.

B. RAD U LABORATORIJU

STATIČKA ANALIZA POJAČALA

- I.ZADATAK:**
- Ohm-metrom ispitati ispravnost tranzistora i odrediti tip
 - Analizirati oznake priloženog tranzistora
 - Usporediti električnu shemu pojačala sa maketom i označi vrijednosti elemenata prema maketi.



- II.ZADATAK:**
- Izvršiti statičku analizu zadanog pojačala, tj. izmjeriti struje, padove napona na otporima i prednapone na tranzistoru.
 - Izračunati struje, padove napona na otporima i prednapone na tranzistoru.
 - Izmjerene i izračunate vrijednosti unijeti u tablicu 1.

Tablica 1	U_{CC}	U_{CE}	U_{BE}	U_{RE}	U_{RC}	U_{R1}	U_{R2}	I_C
Izmjereno								
Izračunato								

UPUTE ZA IZRADU II. ZADATKA:

- Spojiti maketu pojačala na izvor napajanja $U_{CC} = 12V$.
- Pozvati nastavnika (laboranta) da pregleda spoj.
- Univerzalnim instrumentom izmjeriti napone na otporima, prednapone na tranzistoru, struju pojačala.
- Izračunati struju kolektora pomoću pada napona na otporu R_C .

DINAMIČKA ANALIZA POJAČALA

- I.ZADATAK:**
- Izmjeriti pojačanje pojačala s kondenzatorom C_E , ako je $U_{ul} = 40 mV_{pp}$ pri frekvenciji $f_o = 1kHz$.
 - Izmjeriti pojačanje pojačala bez kondenzatora C_E , ako je ulazni napon isti kao u zadatku pod a).

a)

$h_{FE} =$ _____

b)

$h_{FE} =$ _____

- II. ZADATAK:** a) Izmjeriti pojačanje sa emitorskim kondenzatorom C_E u **dB** u propusnom pojasu pojačala uz različite frekvencije ulaznog signala. Mjerenjem odrediti donju i gornju graničnu frekvenciju pojačala.
 b) Ponoviti mjerenje pod **a)** za pojačalo bez kondenzatora C_E .
 c) Izmjerene vrijednosti napona unijeti u tablicu 2 i tablicu 3, te izračunati pojačanja u **dB**.

Tablica 2 – mjerenje pod a)

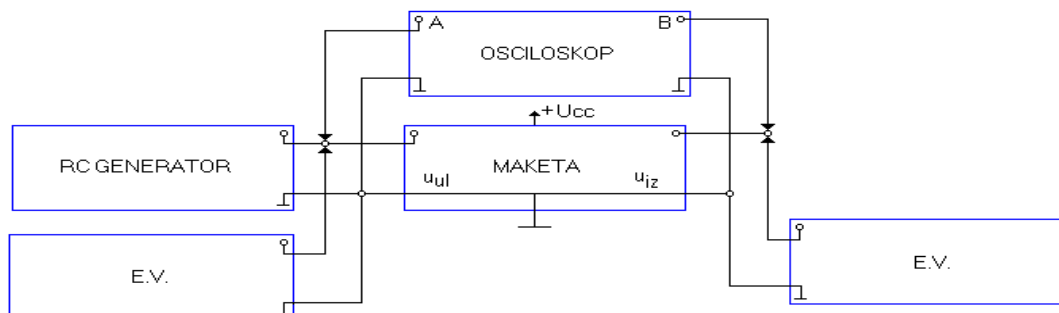
f (Hz)	$f_d =$ ___	___	___	600	800	1k	5k	10k	___	___	$f_g =$ ___
U_{UL} (dB)											
U_{IZ} (dB)											
A_U (dB)											

Tablica 3 – mjerenje pod b)

f (Hz)	$f_d =$ ___	___	___	600	800	1k	5k	10k	___	___	$f_g =$ ___
U_{UL} (dB)											
U_{IZ} (dB)											
A_U (dB)											

UPUTE ZA IZRADU II. ZADATKA:

1. Spojiti mjerne instrumente i maketu pojačala prema blok-shemi!
2. Pozvati nastavnika (laboranta) da pregleda spoj.
3. Uključiti instrumente, namjestiti frekvenciju $f_o = 1\text{kHz}$, te očitati razine ulaznog i izlaznog signala u voltima i decibelima.
4. Mijenjati frekvenciju prema tablici 2 i tablici 3, te očitavati pripadnu razinu izlaznog signala u **dB**. Pri tom razina ulaznog signala mora biti konstantna $U_{ul} = 40\text{mV}_{pp}$.
5. Pratiti na osciloskopu pravilnost valnih oblika na izlazu i ulazu.



- III. ZADATAK:** a) Snimiti frekventijsku karakteristiku pojačala sa emitorskim kondenzatorom C_E .
 b) Snimiti frekventijsku karakteristiku pojačala bez emitorskog kondenzatora C_E (na istom dijagramu).



PITANJA I ZADACI:

1. Objasniti ulogu pojedinih elemenata u shemi pojačala.
2. Analizirati izmjerene i izračunati vrijednosti za padove napona i struje u tablici 1. Zbog čega su nastale razlike između mjerenih i izračunatih vrijednosti?
3. Izračunati f_d i f_g za dano pojačalo (maketa), te ih usporediti sa vrijednostima dobivenim mjerenjem. Zbog čega postoje razlike?
4. Iz dijagrama odrediti širinu frekvencijskog pojasa B i objasniti zbog čega je propusni pojas pojačala bez C_E širi.
5. Što bi trebalo promijeniti u pojačalu da f_g bude viša?

ODGOVORI NA PITANJA:

INSTRUMENTI I SREDSTVA ZA RAD

1. Maketa pojačala
2. Univerzalni instrument
3. RC-generator
4. Elektronski voltmetar
5. Osciloskop
6. Stabilizirani ispravljač
7. Spojni vodovi

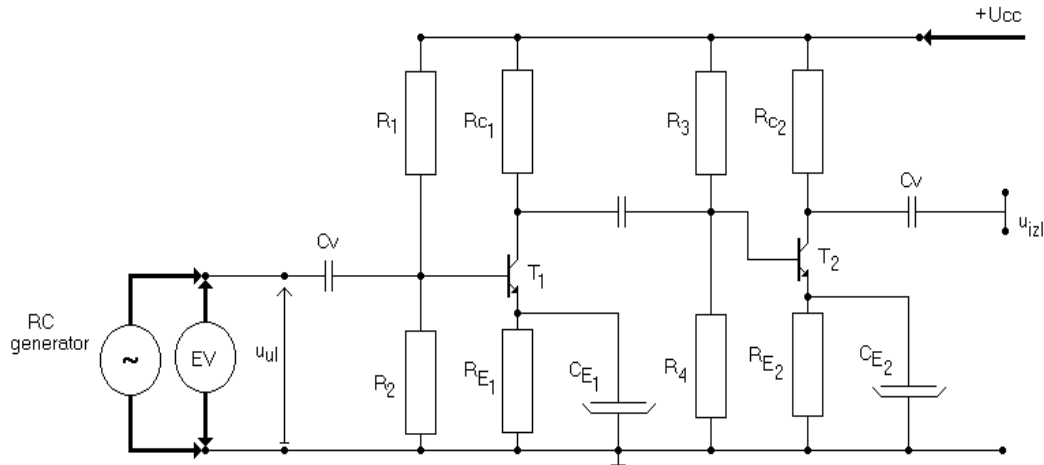
A. PRIPREMA ZA VJEŽBU

1. Nacrtati dvostupanjsko RC pojačalo, objasniti ulogu elemenata, provesti statičku i dinamičku analizu.
2. Nacrtati kaskadni spoj pojačala izveden sa tri pojačala, izvesti izraze za naponska i strujna pojačanja, te ulazne i izlazne otpore.
3. Nacrtati amplitudno-frekvencijsku karakteristiku RC pojačala, te je usporediti sa karakteristikom pojačala u spoju zajedničkog emitera.
4. Za dvostupanjsko pojačalo sa kapacitivnom vezom zadano je: $R_{11}=R_{22}=10\text{k}\Omega$, $R_{12}=R_{21}=50\text{k}\Omega$, $R_{C1}=R_{C2}=5\text{k}\Omega$, $h_{ie1}=h_{ie2}=1\text{k}\Omega$, $h_{fe1}=h_{fe2}=150$. Odrediti A_{uuk} i A_{iuk} .

B. RAD U LABORATORIJU

STATIČKA ANALIZA POJAČALA

- I.ZADATAK:** a) Ohm-metrom ispitati ispravnost tranzistora i odrediti tip
b) Usporediti električnu shemu RC-pojačala (slika) sa maketom i označi vrijednosti elemenata prema maketi.



- II.ZADATAK:** a) Izvršiti statičku analizu pojačala, tj. izmjeriti padove napona na otporima i prednapone tranzistora.
b) Izmjerene i izračunate vrijednosti unijeti u tablicu 1.

Tablica 1	U_{CC}	U_{CE1}	U_{BE1}	U_{RE1}	U_{RC1}	U_{BC1}	U_{CE2}	U_{BE2}	U_{RE2}	U_{RC2}	U_{BC2}	I_P
(V), (mA)												

UPUTE ZA IZRADU II. ZADATKA:

1. Spojiti maketu pojačala na izvor napajanja $U_{CC} = 12V$.
2. Pozvati nastavnika (laboranta) da pregleda spoj.
3. Univerzalnim instrumentom izmjeriti napone na otporima, prednapone na tranzistorima i struju pojačala.

DINAMIČKA ANALIZA POJAČALA

- I.ZADATAK:** a) Izmjeriti pojačanje prvog stupnja RC - pojačala, ako je $U_{ul} = 10 mV_{pp}$ pri frekvenciji $f_o = 1kHz$.
b) Izmjeriti pojačanje cijelog pojačala, ako je ulazni napon isti kao u zadatku pod a).

a)

$A_{U1} =$ _____

b)

$A_{UUK} =$ _____

- II. ZADATAK:** a) Izmjeriti pojačanje sa emitterskim kondenzatorom C_E u dB u propusnom pojasu pojačala uz različite frekvencije ulaznog signala. Mjerenjem odrediti donju i gornju graničnu frekvenciju pojačala (tablica 2).
b) Ponoviti mjerenje pod a) za cijelo pojačalo (tablica 3).

Tablica 2 – mjerenje pod a)

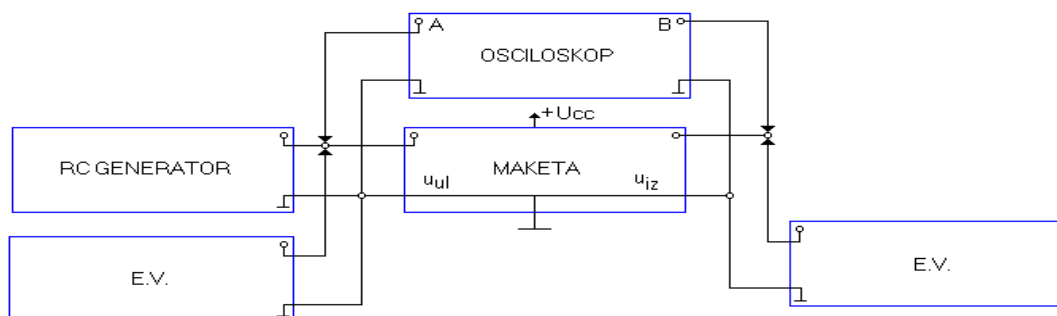
f (Hz)	$f_d = \underline{\quad}$	$\underline{\quad}$	$\underline{\quad}$	600	800	1k	5k	10k	$\underline{\quad}$	$\underline{\quad}$	$f_g = \underline{\quad}$
U_{UL} (dB)											
U_{IZ} (dB)											
A_U (dB)											

Tablica 3 – mjerenje pod b)

f (Hz)	$f_d = \underline{\quad}$	$\underline{\quad}$	$\underline{\quad}$	600	800	1k	5k	10k	$\underline{\quad}$	$\underline{\quad}$	$f_g = \underline{\quad}$
U_{UL} (dB)											
U_{IZ} (dB)											
A_U (dB)											

UPUTE ZA IZRADU II. ZADATKA:

1. Spojiti mjerne instrumente i maketu pojačala prema blok-shemi!
2. Pozvati nastavnika (laboranta) da pregleda spoj.
3. Uključiti instrumente, namjestiti frekvenciju $f_o = 1\text{kHz}$, te očitati razine ulaznog i izlaznog signala u voltima i decibelima.
4. Mijenjati frekvenciju prema tablici 2 i tablici 3, te očitavati pripadnu razinu izlaznog signala u **dB**. Pri tom razina ulaznog signala mora biti konstantna $U_{ul} = 10\text{ mV}_{pp}$.



- III.ZADATAK:** a) Snimiti frekvencijsku karakteristiku prvog stupnja pojačala.
 b) Snimiti frekvencijsku karakteristiku cijelog pojačala (na istom dijagramu).

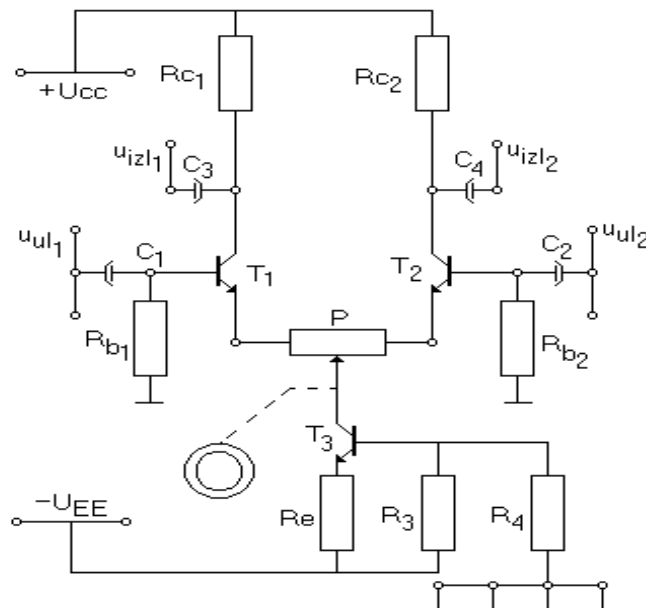


A. PRIPREMA ZA VJEŽBU

1. Nacrtati diferencijalno pojačalo, objasniti ulogu elemenata, te provesti statičku analizu.
2. Za diferencijalno pojačalo provesti dinamičku analizu rada.
3. Odredite faktor potiskivanja za dano pojačalo, ako je ulazni napon jednak 10mV, a izlazni diferencijalni napon 2.4V, odnosno izlazni napon u slučaju dovođenja istih signala na ulaz 6mV.
4. Nacrtati diferencijsko pojačalo sa strujnim izvorom (pojačalom u spoju zajedničke baze) u krugu emitera, te objasniti rad tako izvedenog pojačala.

B. RAD U LABORATORIJU

STATIČKA ANALIZA POJAČALA



- I.ZADATAK:** a) Ohm-metrom ispitati ispravnost tranzistora i odrediti tip
b) Usporediti električnu shemu diferencijalnog pojačala sa maketom i označi vrijednosti elemenata prema maketi.

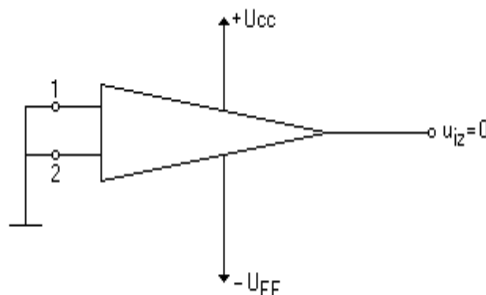
- II.ZADATAK:** a) Izvršiti statičku analizu pojačala, tj. izmjeriti padove napona na otporima i prednapone tranzistora.
b) Izmjerene i izračunate vrijednosti unijeti u tablicu 1.

Tablica 1	U_{CC}	U_{EE}	U_{CE1}	U_{BE1}	U_{CE2}	U_{BE2}	U_{RC1}	U_{RC2}	U_{RB1}	U_{RB2}	U_P	I_{CC}
(V), (mA)												

UPUTE ZA IZRADU II. ZADATKA:

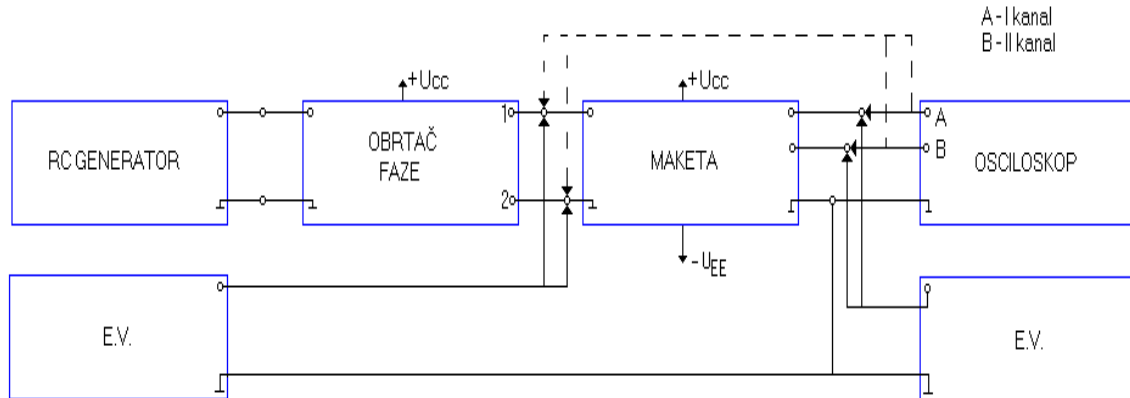
1. Spojiti maketu pojačala na izvor napajanja $U_{CC} = -U_{EE} = 12V$.
2. Pozvati nastavnika (laboranta) da pregleda spoj.
3. Univerzalnim instrumentom izmjeriti napone na otporima, prednapone na tranzistorima i struju pojačala.

- III.ZADATAK:** a) Izvršiti simetriranje diferencijalnog pojačala prema priloženoj blok-shemi!

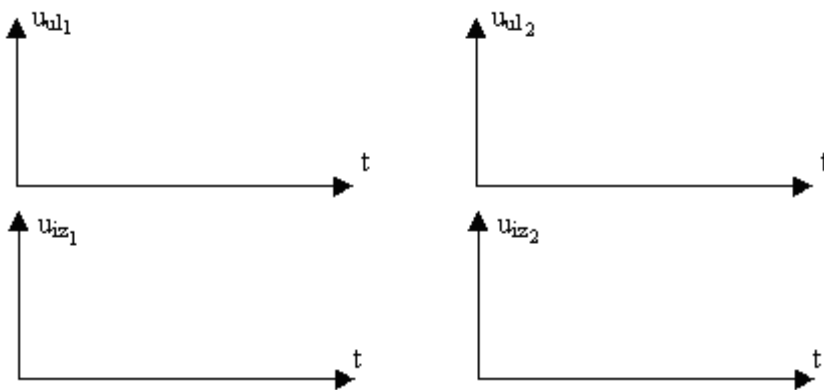


DINAMIČKA ANALIZA POJAČALA

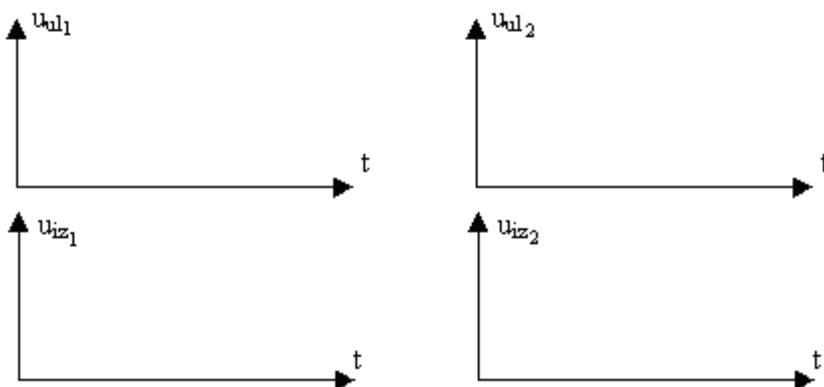
- I.ZADATAK:** a) Izmjeriti diferencijalno pojačanje i asimetrično diferencijalno pojačanje pojačala prema danoj blok-shemi, ako je $u_{ul1} = -u_{ul2} = 40 \text{ mV}_{PP}$.
 b) Snimiti oscilograme napona na ulazima i izlazima pojačala.



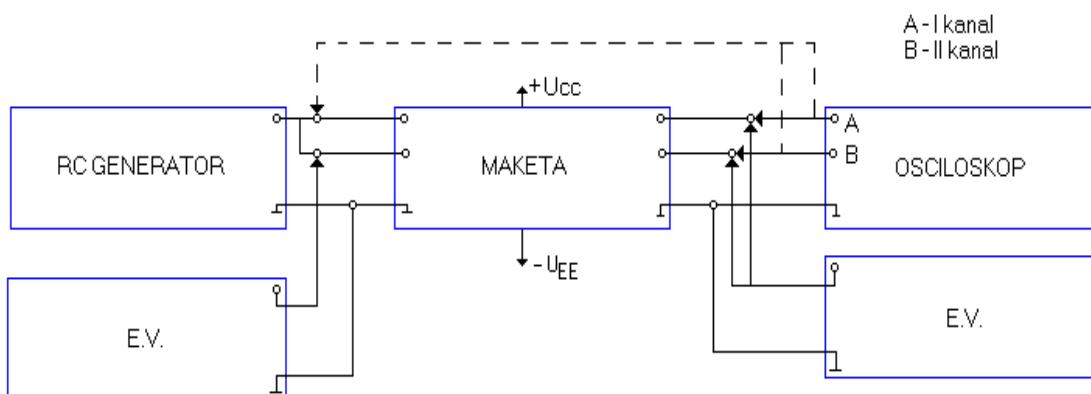
diferencijalno pojačanje:



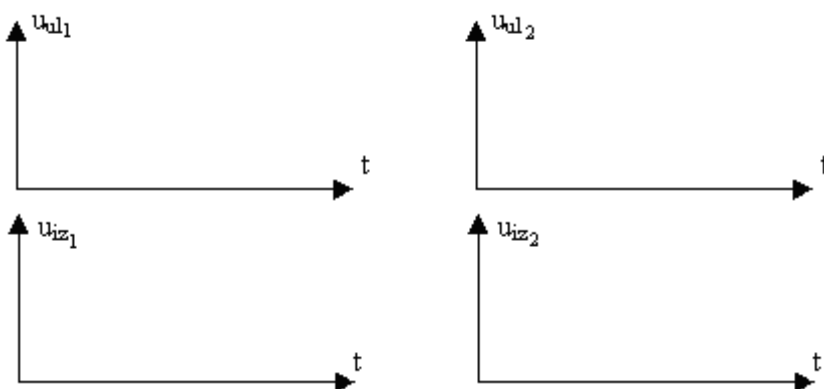
asimetrično pojačanje:



- II. ZADATAK:** a) Izmjeriti zajedničko pojačanje diferencijalnog pojačala prema danoj blok-shemi ako je ulazni napon $u_{ul1} = u_{ul2} = 40 \text{ mV}_{PP}$ frekvencije 1 kHz .
 b) Snimiti oscilogramе napona na ulazima i izlazima pojačala.



zajedničko pojačanje:



UPUTE ZA IZRADU II. ZADATKA:

1. Spojiti mjerne instrumente i maketu pojačala prema blok-shemi!
2. Pozvati nastavnika (laboranta) da pregleda spoj.
3. Uključiti instrumente, namjestiti frekvenciju $f_o = 1 \text{ kHz}$, te očitati razine ulaznog i izlaznog signala u voltima i decibelima.
4. Sa dvokanalnim osciloskopom snimiti oscilogramе na ulazima i izlazima diferencijalnog pojačala.

PITANJA I ZADACI:

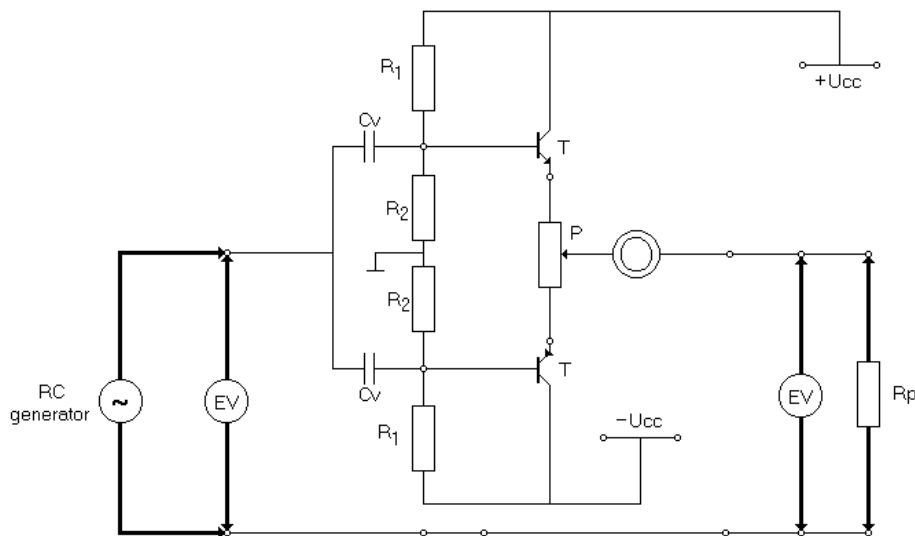
1. Objasniti ulogu tranzistora T_3 u električnoj shemi pojačala.
2. Analizirati izmjerene vrijednosti za padove napona i prednapona. Objasniti zbog čega se pojedine istoimene vrijednosti razlikuju?
3. Objasniti što se dešava kada signal dovedemo na ulaze pojačala bez obrtača faze?
4. Izračunati faktor potiskivanja za dano pojačalo.

A. PRIPREMA ZA VJEŽBU

1. Grafički i analitički analizirati klase rada tranzistora snage.
2. Nacrtati pojačalo snage klase B s komplementarnom simetrijom, objasniti ulogu elemenata, te provesti statičku analizu.
3. Usporediti dano pojačalo sa pojačalom klase B sa transformatorskom vezom (nacrtati shemu spoja).

B. RAD U LABORATORIJU

STATIČKA ANALIZA POJAČALA



- I.ZADATAK:** a) Ohm-metrom ispitati ispravnost tranzistora i odrediti tip
b) Usporediti električnu shemu pojačala s komplementarnim tranzistorima sa maketom i označi vrijednosti elemenata prema maketi.

- II.ZADATAK:** a) Izvršiti statičku analizu pojačala, tj. izmjeriti padove napona na otporima i prednapone tranzistora.
b) Izmjerene i izračunate vrijednosti unijeti u tablicu 1.

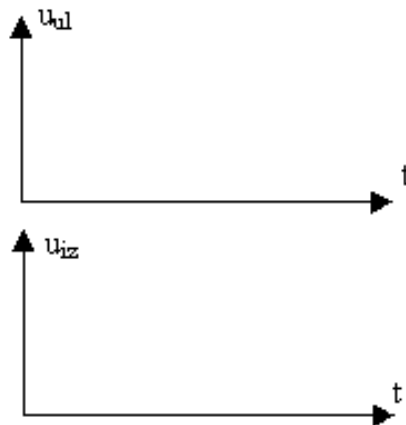
Tablica 1	U_{CC}	U_{CE1}	U_{BE1}	U_{B1}	U_{CE2}	U_{BE2}	U_{B2}	U_{RT}	I_{CC}
(V), (mA)									

UPUTE ZA IZRADU II. ZADATKA:

1. Spojiti maketu pojačala na izvore napajanja $U_{CC} = -U_{CC} = 12V$.
2. Pozvati nastavnika (laboranta) da pregleda spoj.
3. Univerzalnim instrumentom izmjeriti napone na otporima, prednapone na tranzistorima i struju potrošača.

DINAMIČKA ANALIZA POJAČALA

- I.ZADATAK:** a) Izmjeriti pojačanje pojačala snage, ako je ulazni napon $u_{ul} = 1V_{PP}$, pri frekvenciji $f_o = 1kHz$. ($A_U = \underline{\hspace{2cm}}$)
b) Snimiti oscilograme napona ulaznog i izlaznog signala.

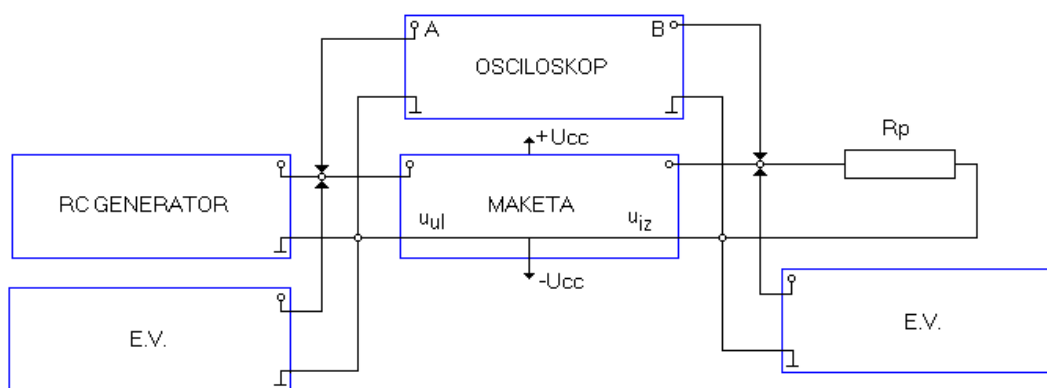


II. ZADATAK: a) Izmjeriti pojačanje pojačala snage u **dB** u propusnom pojasu pojačala uz različite frekvencije ulaznog signala. Mjerenjem odrediti donju i gornju graničnu frekvenciju pojačala.
 b) Izmjerene vrijednosti napona unijeti u tablicu 2, te izračunati pojačanje u **dB**.

Tablica 2

f (Hz)	$f_d = \underline{\quad}$	$\underline{\quad}$	400	600	800	1k	5k	10k	15k	$\underline{\quad}$	$f_g = \underline{\quad}$
U_{ul} (dB)											
U_{iz} (dB)											
A_u (dB)											

III ZADATAK: a) Odrediti maksimalnu vrijednost amplitude ulaznog signala pri frekvenciji $f_0 = 1\text{kHz}$ kod koje dolazi do izobličenja izlaznog signala. ($U_{ULMAX} = \underline{\quad}$)
 b) Snimiti frekvencijsku karakteristiku pojačala snage.



UPUTE ZA IZRADU II. i III. ZADATKA:

1. Spojiti mjerne instrumente i maketu pojačala prema blok-shemi!
2. Pozvati nastavnika (laboranta) da pregleda spoj.
3. Uključiti instrumente, namjestiti frekvenciju $f_0 = 1\text{kHz}$, te očitati razine ulaznog i izlaznog signala u voltima i decibelima.
4. Mijenjati frekvenciju prema tablici 2, te očitavati pripadnu razinu signala u **dB**. Pri tom razina ulaznog signala mora biti konstantna $u_{ul} = 1V_{pp}$.
5. Pratiti s osciloskopom pravilnost valnih oblika na ulazu i izlazu.

PITANJA I ZADACI:

1. Objasniti koju ulogu ima potenciometar P?
2. Analizirati izmjerene vrijednosti za padove napona i struju potrošača. U kojoj klasi radi dano pojačalo snage?
3. Zadovoljava li snimljena frekvencijska karakteristika teoretske rezultate?
4. Iz dijagrama odredi širinu prenošenog frekvencijskog pojasa **B**

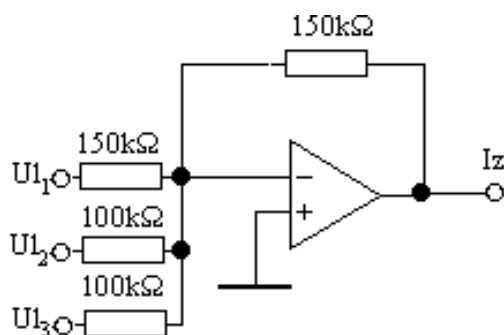
ODGOVORI NA PITANJA:

INSTRUMENTI I SREDSTVA ZA RAD

1. Maketa pojačala snage
2. Univerzalni instrument
3. RC-generator
4. Elektronski voltmetar
5. Osciloskop
6. Klizni potenciometar $R_T=1k\Omega$
7. Stabilizirani ispravljač –2 komada
8. Spojni vodovi

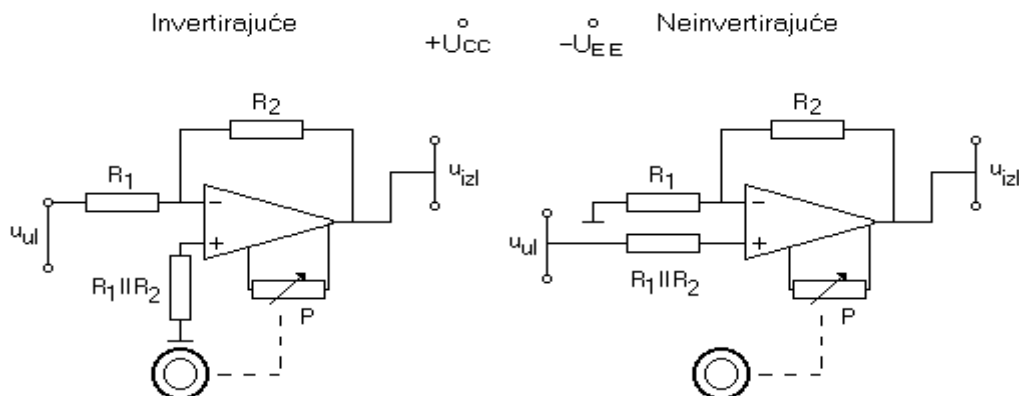
A. PRIPREMA ZA VJEŽBU

1. Opisati svojstva integriranog operacijskog pojačala IL741.
2. Nacrtati neinvertirajuće operacijsko pojačalo sa IL741, te odrediti pojačanje pojačala, ako je otpor $R_1=10\text{k}\Omega$, $R_2=150\text{k}\Omega$.
3. Nacrtati operacijsko pojačalo u ulozi sljedila napona, te analizirati rad.
4. Za dano pojačalo odrediti iznos izlaznog napona, ako je zadano: $U_{I1}=4\text{V}$, $U_{I2}=5\text{V}$, $U_{I3}=6\text{V}$.



B. RAD U LABORATORIJU

STATIČKA ANALIZA POJAČALA

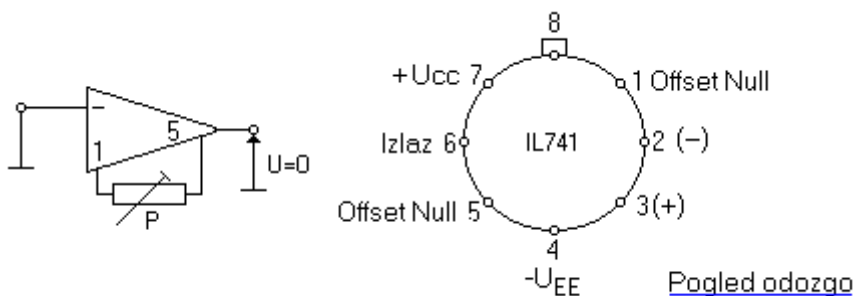


- I.ZADATAK:**
- Usporediti električnu shemu invertirajućeg operacijskog pojačala sa maketom i označiti vrijednosti elemenata prema maketi.
 - Usporediti električnu shemu neinvertirajućeg operacijskog pojačala sa maketom i označiti vrijednosti elemenata prema maketi.
 - Analizirati oznake izvoda na integriranom sklopi IL741.

- II.ZADATAK:**
- Za dani sklop invertirajućeg pojačala izmjeriti napone namještanja i ukoliko je potrebno otkloniti debalans.
 - Za dani sklop neinvertirajućeg pojačala izmjeriti napone namještanja i ukoliko je potrebno otkloniti debalans.

UPUTE ZA IZRADU II. ZADATKA:

- Spojiti maketu pojačala na izvore napajanja $U_{CC} = -U_{EE} = 12V$.
- Pozvati nastavnika (laboranta) da pregleda spoj.
- Univerzalnim instrumentom izmjeriti napone namještanja prema blok-shemi. Ako je potrebno s trimer potencijetrom otkloniti debalans.



DINAMIČKA ANALIZA POJAČALA

- I. ZADATAK:** a) Izmjeriti pojačanje invertirajućeg pojačala, ako je ulazni napon $u_{ul} = 40\text{mV}_{PP}$, pri frekvenciji $f_o = 1\text{kHz}$.
 b) S Izmjeriti pojačanje neinvertirajućeg pojačala, ako je ulazni napon $u_{ul} = 40\text{mV}_{PP}$, pri frekvenciji $f_o = 1\text{kHz}$.

- II. ZADATAK:** a) Izmjeriti pojačanje invertirajućeg pojačala u **dB** u propusnom pojasu pojačala uz različite frekvencije ulaznog signala. Mjerenjem odrediti donju i gornju graničnu frekvenciju pojačala.
 b) Ponoviti mjerenje pod a) za neinvertirajuće pojačalo.
 c) Izmjerene vrijednosti napona unijeti u tablice 1 i 2, te izračunati pojačanje u **dB**.

Tablica 1 – mjerenje pod a)

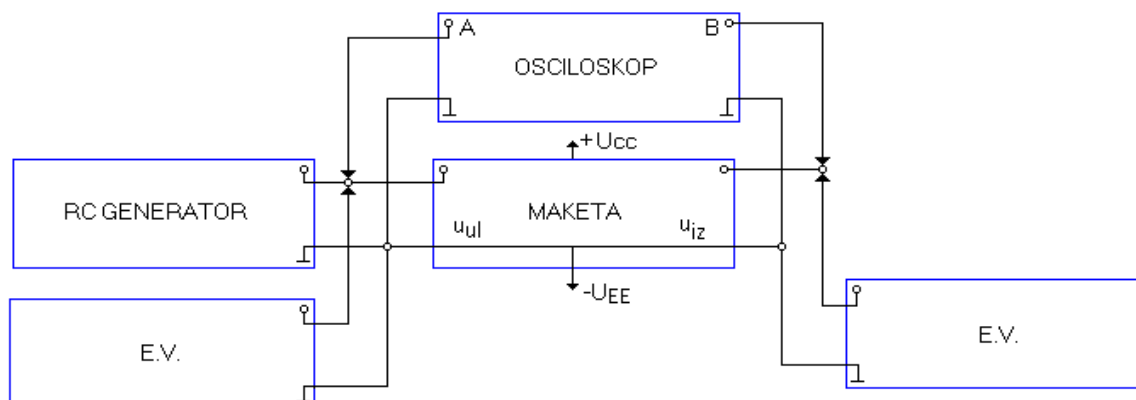
f (Hz)	$f_d = \underline{\quad}$	$\underline{\quad}$	400	600	800	1k	5k	10k	15k	$\underline{\quad}$	$f_g = \underline{\quad}$
U_{ul} (dB)											
U_{iz} (dB)											
A_u (dB)											

Tablica 2 – mjerenje pod b)

f (Hz)	$f_d = \underline{\quad}$	$\underline{\quad}$	400	600	800	1k	5k	10k	15k	$\underline{\quad}$	$f_g = \underline{\quad}$
U_{ul} (dB)											
U_{iz} (dB)											
A_u (dB)											

UPUTE ZA IZRADU I. i II. ZADATKA:

1. Spojiti mjerne instrumente i maketu pojačala prema blok-shemi!
2. Pozvati nastavnika (laboranta) da pregleda spoj.
3. Uključiti instrumente, namjestiti frekvenciju **$f_o = 1\text{kHz}$** , te očitati razine ulaznog i izlaznog signala u voltima i decibelima.
4. Mijenjati frekvenciju prema tablici 1 i tablici 2, te očitavati pripadnu razinu izlaznog signala u **dB**. Pri tom razina ulaznog signala mora biti konstantna (**$u_{ul} = 40\text{ mVpp}$**).
5. Pratiti s osciloskopom pravilnost valnih oblika na ulazu i izlazu.



- III ZADATAK:** a) Snimiti frekvencijsku karakteristiku invertirajućeg pojačala.
b) Snimiti frekvencijsku karakteristiku neinvertirajućeg pojačala.



PITANJA I ZADACI:

1. Objasniti ulogu pojedinih elemenata u shemama invertirajućeg i neinvertirajućeg operacijskog pojačala.
2. Zbog čega je potrebno izvršiti otklanjanje debalansa?
3. Iz dijagrama odrediti širinu prenošenog frekvencijskog pojasa za spoj invertirajućeg i neinvertirajućeg pojačala.
4. Zbog čega se provodi frekvencijska kompenzacija operacijskog pojačala i kako je ona provedena kod IL741?

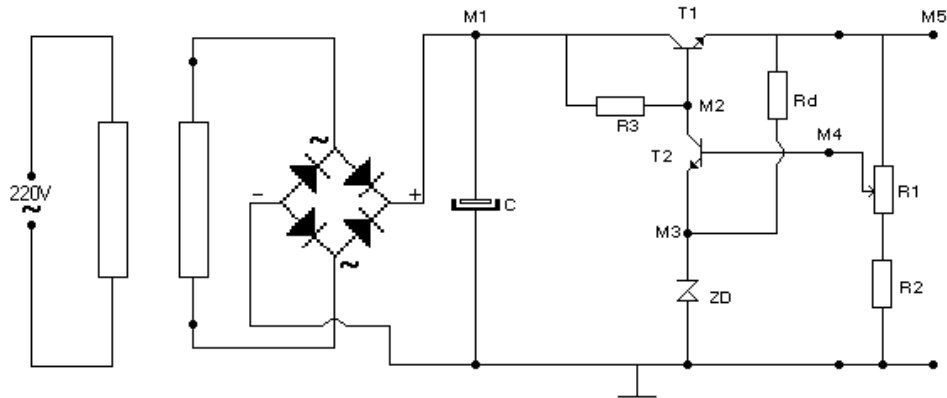
ODGOVORI NA PITANJA:

A. PRIPREMA ZA VJEŽBU

1. Nacrtati simbol i karakteristiku Zener diode i objasniti oblik karakteristike u dijelu koji se koristi kod stabilizatora.
2. Navesti karakteristične veličine stabilizatora i dati njihova osnovna obilježja.
3. Nacrtati serijski tranzistorski stabilizator s pojačalom u grani povratne veze, te objasniti rad.
4. Nacrtati stabilizator sa IL723 za regulaciju napona od 2-7V i objasniti ulogu izvoda na IL723, te navesti osnove karakteristike tog integriranog stabilizatora.

B. RAD U LABORATORIJU

SERIJSKI TRANZISTORSKI STABILIZATOR

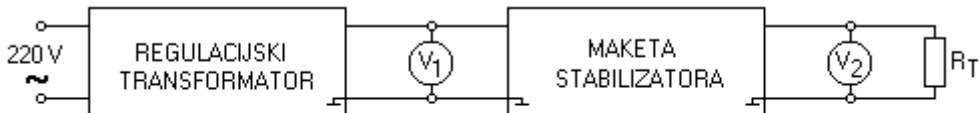


- I.ZADATAK:** a) Usporediti električnu shemu stabilizatora sa maketom i označiti vrijednosti elemenata prema maketi.
 b) Omski ispitati ispravnost dioda i tranzistora i odrediti tip tranzistora.

- II.ZADATAK:** a) Spojiti maketu stabilizatora napona na izvor napona 220V i izmjeriti vrijednosti napona u točkama **M1 – M5**.
 b) Izmjerene vrijednosti napona unijeti u tablicu 1.
 c) Ako vrijednosti napona nisu ispravne i ne može se regulirati izlazni napon ustanovi razlog i pozvati nastavnika (laboranta).

Tablica 1	M1	M2	M3	M4	M5
Napon (V)					

- III ZADATAK:** a) Izmjeriti ovisnost izlaznog napona stabilizatora o promjeni ulaznog napona uz različita opterećenja prema blok-shemi.



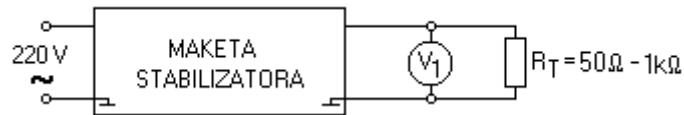
- a) $R_T = \infty$
 b) $R_T = 150\Omega$

- b) Izmjerene vrijednosti napona unijeti u tablicu 2.
 c) Na osnovi izmjerenih vrijednosti snimiti grafičku karakteristiku $u_{iz}=f(u_{ul})$ uz R_T parametar.

Tablica 2	U_{ul} (V)	25	50	75	100	125	150	175	200	225
$R_T = \infty$	U_{iz} (V)									
$R_T = 150\Omega$	U_{iz} (V)									



IV ZADATAK: a) Izmjeriti ovisnost izlaznog napona stabilizatora o promjeni otpora opterećenja R_T prema blok-shemi:



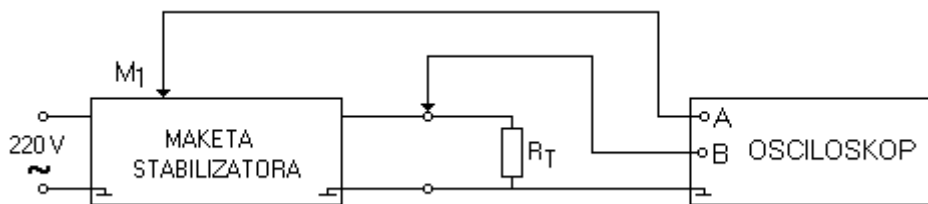
- b) Izmjerene vrijednosti napona unijeti u tablicu 3.
 c) Na osnovu izmjerenih vrijednosti grafički snimiti karakteristiku $u_{iz}=f(R_T)$.

Tablica 3

$R_T (\Omega)$	1000	750	500	400	300	200	150	100	75	50
$U_{iz} (V)$										



IV ZADATAK: a) Izmjeriti ovisnost valovitosti izlaznog napona kod različitih vrijednosti otpora opterećenja prema blok-shemi:



- b) Izmjerene vrijednosti napona unijeti u tablicu 4
 c) Na osnovu izmjerenih vrijednosti grafički snimiti karakteristiku $u_{iz}=f(R_T)$.
 d) Pri opterećenju $R_T = 150\Omega$ mjerenjem odrediti faktor stabilizacije F_s ($F_s = \Delta U_{iz} / \Delta U_{ul}$).

Tablica 4

$R_T (\Omega)$	1000	750	500	400	300	200	150	100	75	50
$U_{iz} (mV_{pp})$										



PITANJA I ZADACI:

1. Analizirati dobivene rezultate i obrazložiti svojstva i kvalitetu serijskog tranzistorskog stabilizatora.
2. Kako je moguće poboljšati svojstva serijskog stabilizatora?
3. Što su to referentni elementi?
4. Usporediti svojstva serijskog stabilizatora i integriranog sa IL723. Zbog čega je integrirani stabilizator kvalitetniji?

ODGOVORI NA PITANJA:

INSTRUMENTI I SREDSTVA ZA RAD

1. Maketa stabilizatora napona
2. Regulacijski transformator
3. Univerzalni instrument
4. Digitalni instrument
5. Osciloskop
6. Otporna dekada 50Ω - $1k \Omega$
7. Spojni vodovi