



ELEKTROTEHNIČKI FAKULTET U BEOGRADU

KATEDRA ZA ELEKTRONIKU

OSNOVI ELEKTRONIKE

SVI ODSECI OSIM ODSEKA ZA ELEKTRONIKU

LABORATORIJSKE VEŽBE

VEŽBA BROJ 5

SABIRAČ, DIFERENCIJALNI I INSTRUMENTACIONI POJAČAVAČ

Autori: Jovan Vujašinović i Milan Prokin

IME I PREZIME	BR. INDEKSA	GRUPA	OCENA
1.			
2.			

DATUM _____

VREME _____

DEŽURNI U LABORATORIJI _____

VEŽBA BR. 5

SABIRAČ, DIFERENCIJALNI I INSTRUMENTACIONI POJAČAVAČ

A. OPIS VEŽBE

Koriste se šeme pojačavača prikazane na slikama 1a, 2a, 2d, 3a i 3e. Kolo se napaja iz dve baterije za napajanje $V_{CC} = 12\text{ V}$ i $V_{EE} = -12\text{ V}$, koje treba priključiti na univerzalnu radnu ploču (protobord).

Pri snimanju prenosnih karakteristika i izlaznog napona, na ulaz pojačavača se dovodi prostoperiodični napon iz signal generatora, koga takođe treba priključiti na protobord.

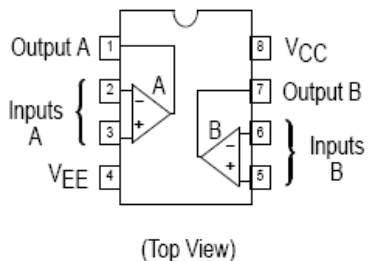
Merenje jednosmernih i promenljivih napona obavlja se pomoću osciloskopa. Za merenje prenosnih karakteristika koristi se osciloskop u modu prikazivanja XY.

B. POTREBAN PRIBOR, INSTRUMENTI I MATERIJAL

- dva izvora za napajanje 12V
- osciloskop
- signal generator
- univerzalna radna ploča (protobord)
- integrisano kolo MC 1458
- otpornici tolerancije 1% i snage 0,25 W sledećih vrednosti: $1\text{ k}\Omega$, $6 \times 10\text{ k}\Omega$ i $3 \times 100\text{ k}\Omega$.

C. INTEGRISANO KOLO MC 1458

PIN CONNECTIONS



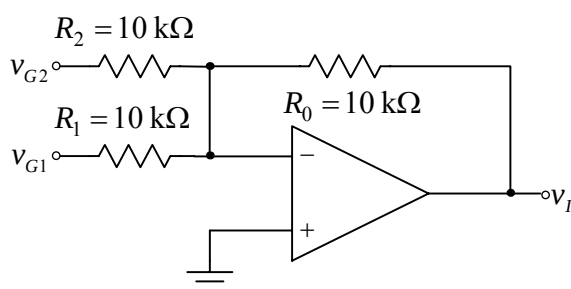
Na slici 1 prikazan je raspored priključaka integrisanog kola MC 1458 sa dva operaciona pojačavača.

U prilogu su date karakteristike ovog integrisanog kola.

Slika 1 Raspored priključaka integrisanog kola MC 1458

D. ZADATAK

1. SABIRAČ



Slika 1a Sabirač

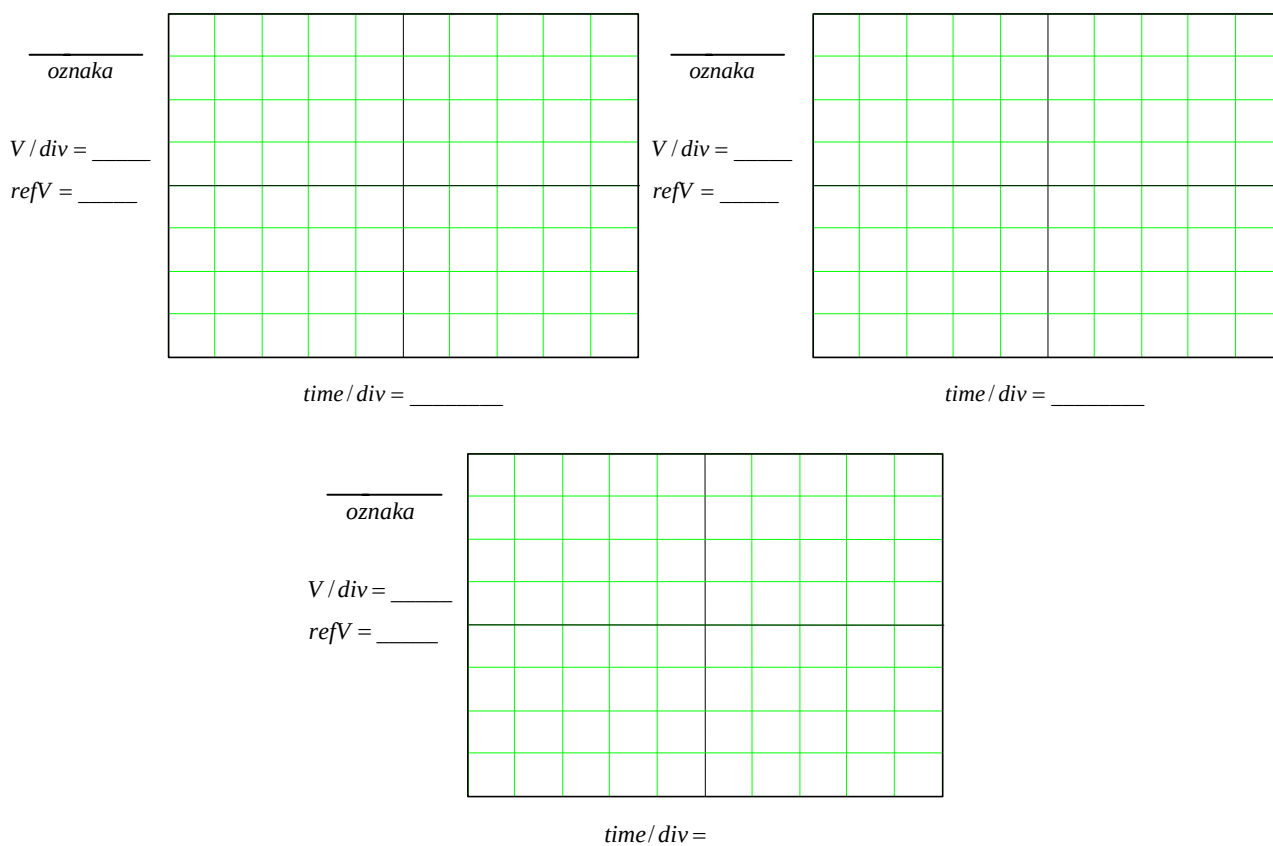
Merenje se obavlja pomoću kola sa slike 1a.

Pre merenja je potrebno izvesti vezu, koja definiše zavisnost izlaznog napona od napona na ulazima sabirača

$$v_I = -\frac{R_0}{R_1}v_{G1} - \frac{R_0}{R_2}v_{G2}$$

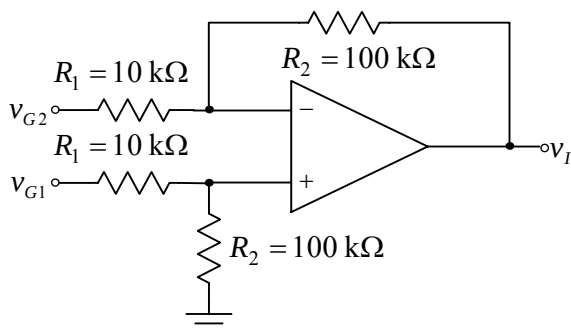
Postupak pri merenju

1. Isključiti generator.
2. Isključiti napajanje.
3. Na protobordu povezati kolo prema slici 1a.
4. Na ulaz kola v_{G1} povezati izlaz generatora.
5. Na ulaz kola povezati prvi kanal osciloskopa.
6. Na izlaz kola povezati drugi kanal osciloskopa.
7. Uključiti izvore za napajanje (V_{CC} i V_{EE}).
8. Na ulaz kola v_{G2} dovesti jednosmerni napon od 5 V .
9. Uključiti generator.
10. Podesiti generator tako da na svom izlazu generiše prostoperiodični napon amplitude $V_{gm} = 5 \text{ V}$ i učestanosti $f = 1 \text{ kHz}$.
11. Na grafike prikazane na slici 1b ucrtati vremenske dijagrame ulaznih i izlaznog napona.



Slika 1b Eksperimentalno određeni vremenski oblici ulaznih i izlaznog napona sabirača

2. DIFERENCIJALNI POJAČAVAČ



Merenje se obavlja pomoću kola sa slike 2a.

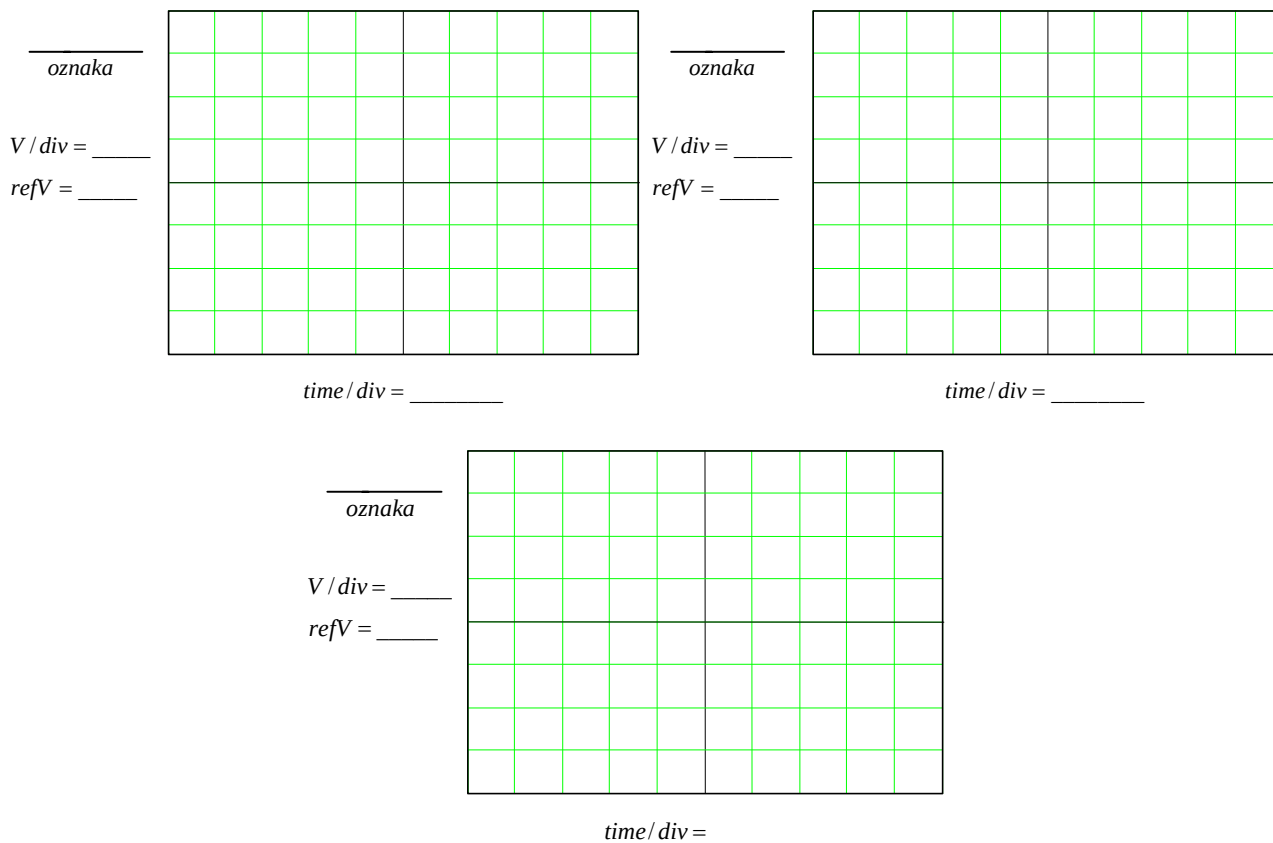
Pre merenja je potrebno izvesti vezu, koja definiše zavisnost izlaznog napona od napona na ulazima diferencijalnog pojačavača

$$v_I = \frac{R_2}{R_1}(v_{G1} - v_{G2}).$$

Slika 2a Diferencijalni pojačavač

Postupak pri merenju

1. Isključiti generator.
2. Isključiti napajanje.
3. Na protobordu povezati kolo prema slici 2a.
4. Na ulaz kola v_{G1} povezati izlaz generatora.
5. Na ulaz kola povezati prvi kanal osciloskopa.
6. Na izlaz kola povezati drugi kanal osciloskopa.
7. Uključiti izvore za napajanje (V_{CC} i V_{EE}).
8. Na ulaz kola v_{G2} dovesti jednosmerni napon od 0.4 V .
9. Uključiti generator.
10. Podesiti generator tako da na svom izlazu generiše prostoperiodični napon amplitude $V_{gm} = 0.4\text{ V}$ i učestanosti $f = 1\text{ kHz}$.
11. Na grafike prikazane na slici 2b ucrtati vremenske dijagrame ulaznih i izlaznog napona.

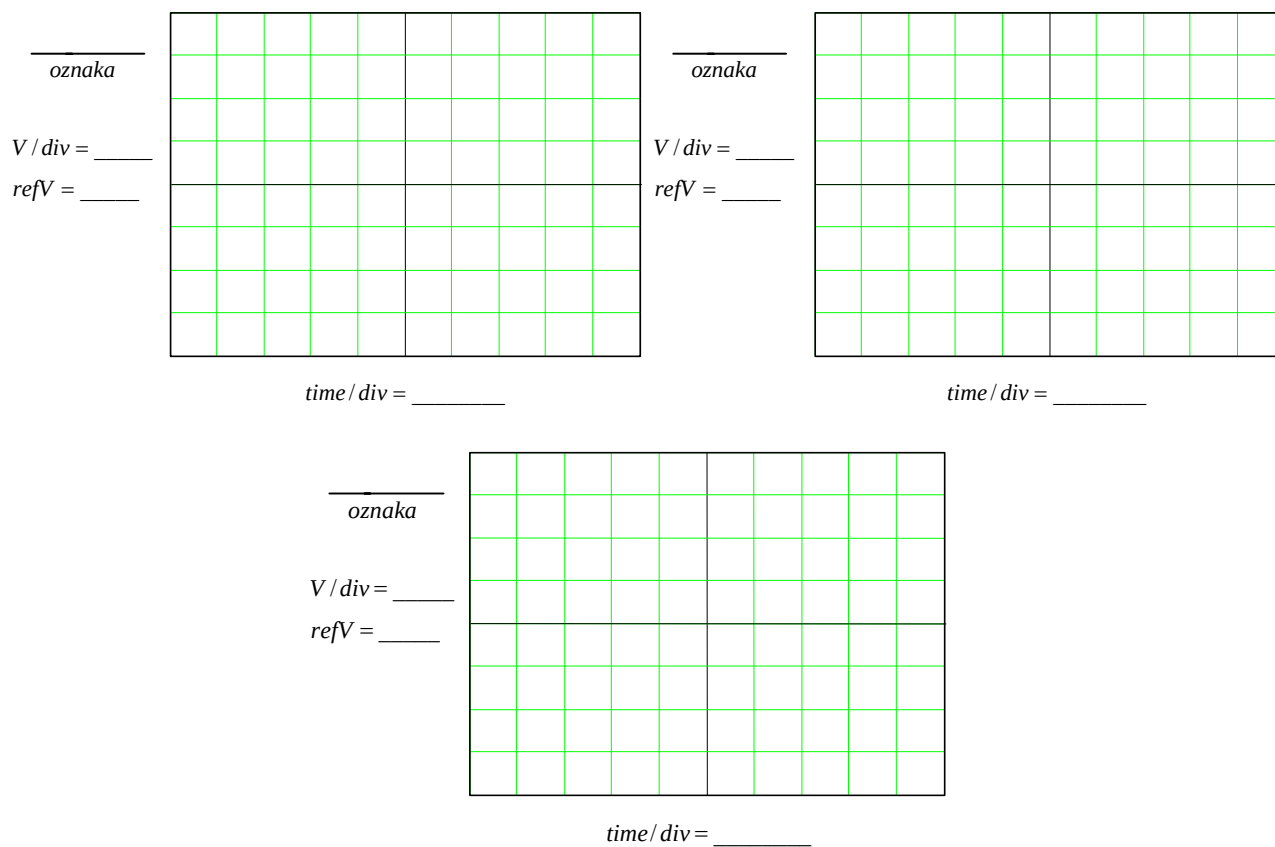


Slika 2b Eksperimentalno određeni vremenski oblici ulaznih i izlaznog napona diferencijalnog pojačavača

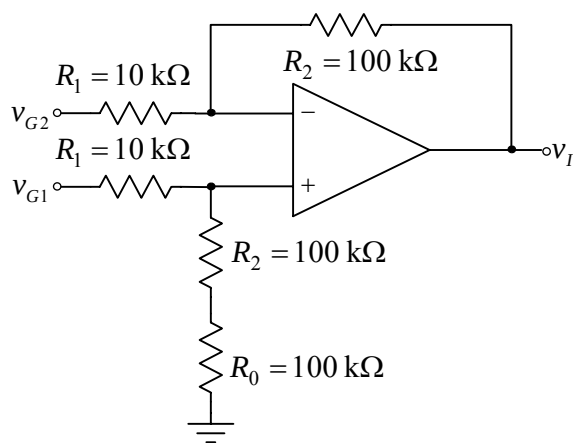
Laboratorijske vežbe iz osnova elektronike za sve odseke osim odseka za elektroniku

12. Na ulaz kola v_{G2} takođe dovesti generator, umesto jednosmernog napona.

13. Na grafike prikazane na slici 2c ucrtati vremenske dijagrame ulaznih i izlaznog napona.

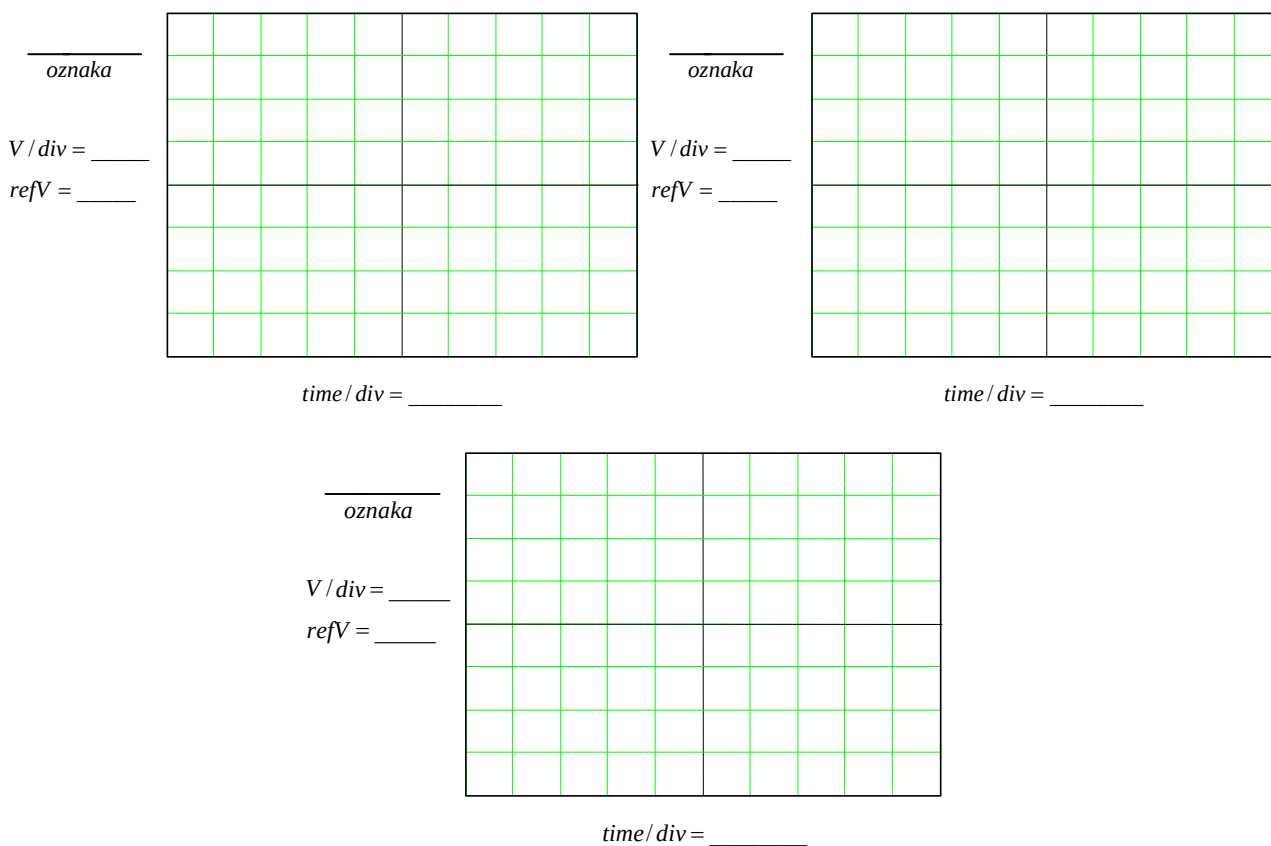


Slika 2c Eksperimentalno određeni vremenski oblici ulaznih i izlaznog napona diferencijalnog pojačavača



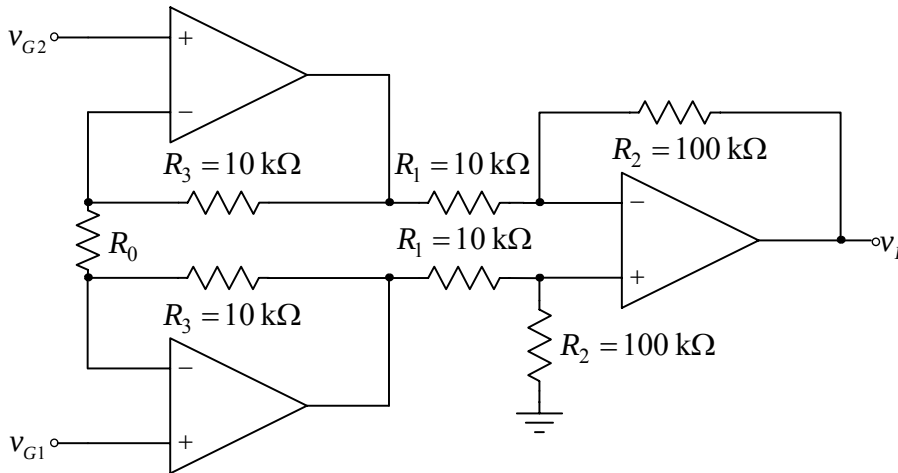
Slika 2d Razdešeni diferencijalni pojačavač

14. Isključiti generator.
15. Isključiti izvore za napajanje (V_{CC} i V_{EE}).
16. Na protobordu modifikovati kolo dodavanjem otpornika R_0 na red sa otpornikom R_2 , prema slici 2d.
17. Uključiti izvore za napajanje (V_{CC} i V_{EE}).
18. Uključiti generator.
19. Na grafike prikazane na slici 2e ucrtati vremenske dijagrame ulaznih i izlaznog napona.



Slika 2e Eksperimentalno određeni vremenski oblici ulaznih i izlaznog napona razdešenog diferencijalnog pojačavača

3. INSTRUMENTACIONI POJAČAVAČ



Slika 3a Instrumentacioni pojačavač

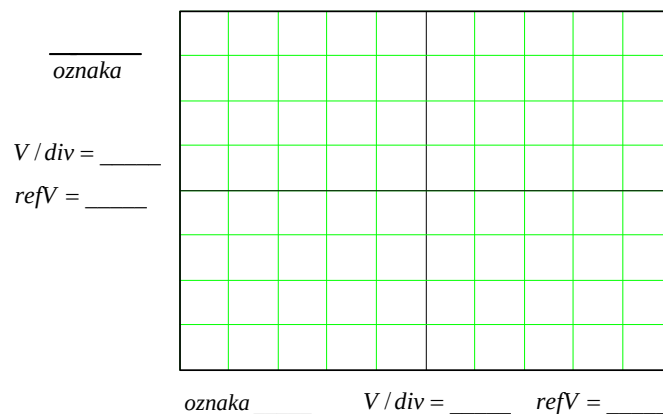
Merenje se obavlja pomoću kola sa slike 3a.

Pre merenja je potrebno izvesti vezu, koja definiše zavisnost izlaznog napona od napona na ulazima pojačavača

$$v_I = \frac{R_2}{R_1} \left(1 + 2 \frac{R_3}{R_0} \right) (v_{G1} - v_{G2})$$

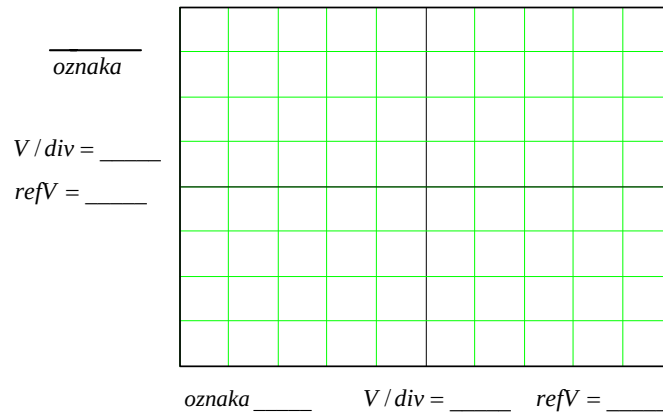
Postupak pri merenju

1. Isključiti generator.
2. Isključiti napajanje.
3. Na protobordu povezati kolo prema slici 3a, tako da $R_0 \rightarrow \infty$.
4. Na ulaz kola v_{G1} povezati izlaz generatora.
5. Ulaz kola v_{G2} spojiti na masu.
6. Na ulaz kola povezati prvi kanal osciloskopa.
7. Na izlaz kola povezati drugi kanal osciloskopa.
8. Uključiti izvore za napajanje (V_{CC} i V_{EE}).
9. Uključiti generator.
10. Podesiti generator tako da na svom izlazu generiše prostoperiodični napon amplitude $V_{gm} = 1.5V$ i učestanosti $f = 1 kHz$.
11. Prebaciti osciloskop u mod prikazivanja XY.
12. Na grafik prikazan na slici 3b ucrtati prenosnu karakteristiku instrumentacionog pojačavača.



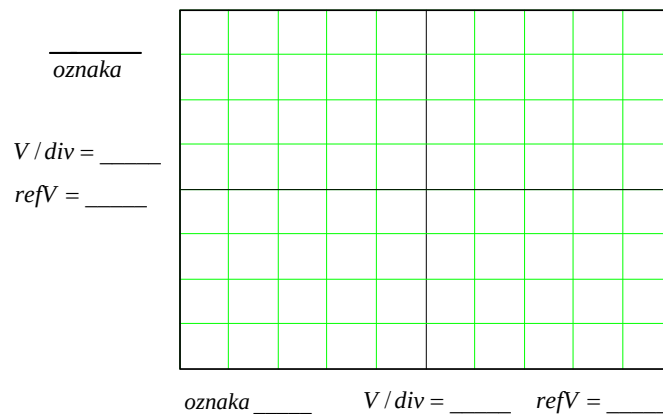
Slika 3b Eksperimentalno određena prenosna karakteristika instrumentacionog pojačavača

13. Isključiti generator.
14. Isključiti izvore za napajanje (V_{CC} i V_{EE}).
15. Na protobordu podesiti $R_0 = 1\text{ k}\Omega$.
16. Uključiti izvore za napajanje (V_{CC} i V_{EE}).
17. Uključiti generator.
18. Podesiti generator tako da na svom izlazu generiše prostoperiodični napon amplitude $V_{gm} = 80\text{ mV}$ i učestanosti $f = 1\text{ kHz}$.
19. Na grafik prikazan na slici 3c ucrtati prenosnu karakteristiku instrumentacionog pojačavača.



Slika 3c Eksperimentalno određena prenosna karakteristika instrumentacionog pojačavača

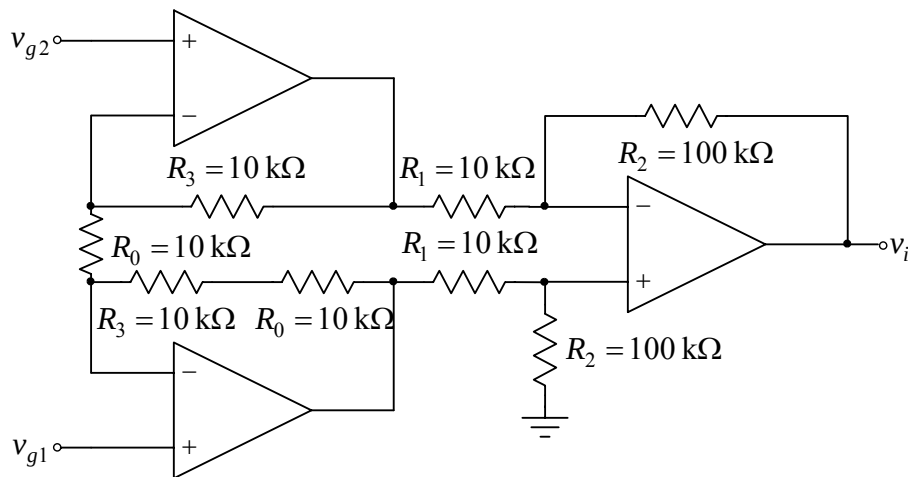
20. Isključiti generator.
21. Isključiti izvore za napajanje (V_{CC} i V_{EE}).
22. Na protobordu podesiti $R_0 = 10\text{ k}\Omega$.
23. Uključiti izvore za napajanje (V_{CC} i V_{EE}).
24. Uključiti generator.
25. Podesiti generator tako da na svom izlazu generiše prostoperiodični napon amplitude $V_{gm} = 0.8\text{ V}$ i učestanosti $f = 1\text{ kHz}$.
26. Na grafik prikazan na slici 3d ucrtati prenosnu karakteristiku instrumentacionog pojačavača.



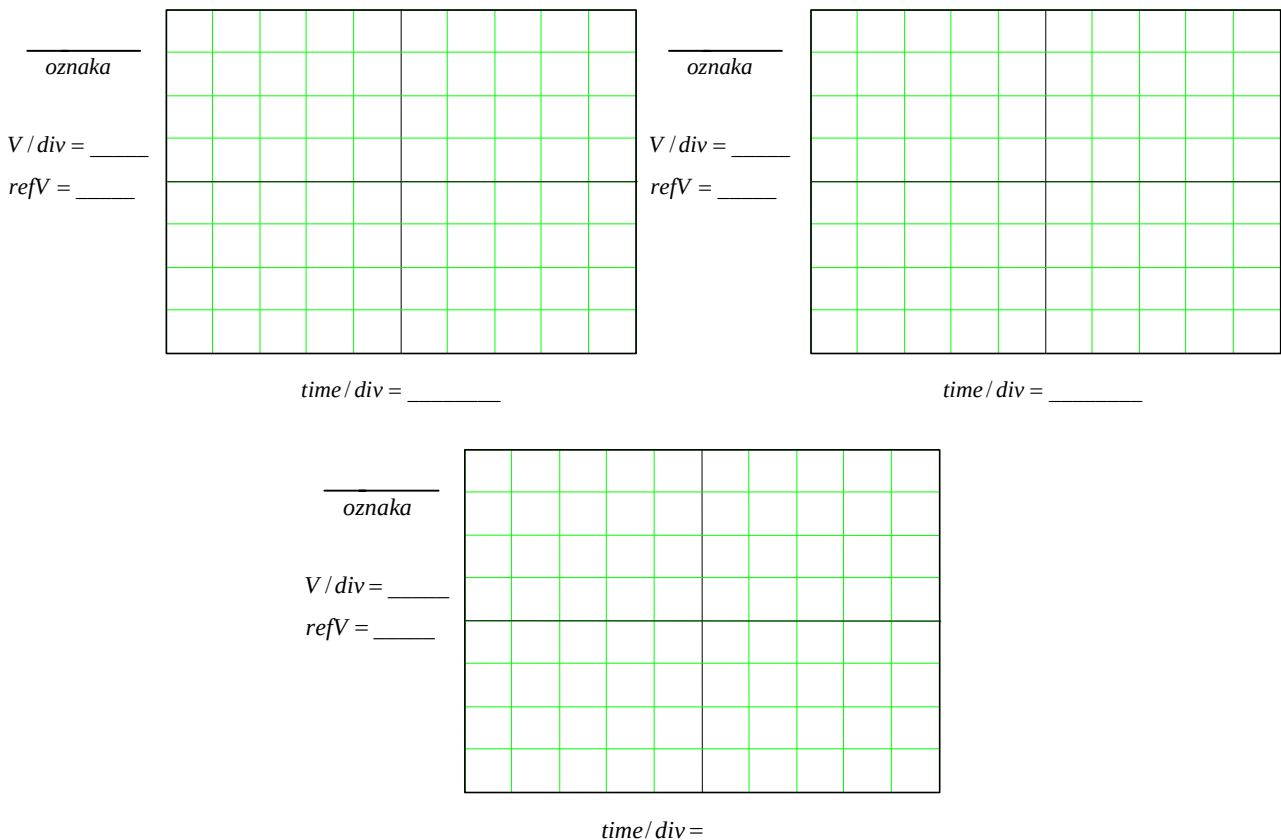
Slika 3d Eksperimentalno određena prenosna karakteristika instrumentacionog pojačavača

Laboratorijske vežbe iz osnova elektronike za sve odseke osim odseka za elektroniku

27. Isključiti generator.
28. Isključiti izvore za napajanje (V_{CC} i V_{EE}).
29. Na protobordu modifikovati šemu dodavanjem otpornika R_0 na red sa otpornikom R_3 , prema slici 3e.
30. Ulaz kola v_{G2} povezati na generator, umesto prethodne veze na masu.
31. Uključiti izvore za napajanje (V_{CC} i V_{EE}).
32. Uključiti generator.
33. Osciloskop prebaciti u standardan mod prikazivanja.
34. Podesiti generator tako da na svom izlazu generiše prostoperiodični napon amplitude $V_{gm} = 5\text{ V}$ i učestanosti $f = 1\text{ kHz}$.
35. Na grafike prikazane na slici 3f ucrtati vremenske dijagrame ulaznih i izlaznog napona.



Slika 3e Instrumentacioni pojačavač



Slika 3f Eksperimentalno određeni vremenski oblici ulaznih i izlaznog napona instrumentacionog pojačavača

E. PRILOG – KARAKTERISTIKE INTEGRISANOG KOLA MC 1458**MC1458, C****ELECTRICAL CHARACTERISTICS** ($V_{CC} = +15\text{ V}$, $V_{EE} = -15\text{ V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$, unless otherwise noted. (Note 3))

Characteristic	Symbol	MC1458			MC1458C			Unit
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Input Offset Voltage ($R_S \leq 10\text{ k}$)	V_{IO}	–	2.0	6.0	–	2.0	1.0	mV
Input Offset Current	I_{IO}	–	20	200	–	20	300	nA
Input Bias Current	I_{IB}	–	80	500	–	80	700	nA
Input Resistance	r_i	0.3	2.0	–	–	2.0	–	M Ω
Input Capacitance	C_i	–	1.4	–	–	1.4	–	pF
Offset Voltage Adjustment Range	V_{IOR}	–	± 15	–	–	± 15	–	mV
Common Mode Input Voltage Range	V_{ICR}	± 12	± 13	–	± 11	± 13	–	V
Large Signal Voltage Gain ($V_O = \pm 10\text{ V}$, $R_L = 2.0\text{ k}$) ($V_O = \pm 10\text{ V}$, $R_L = 10\text{ k}$)	A_{VOL}	20 –	200 –	– –	– 20	– 200	– –	V/mV
Output Resistance	r_o	–	75	–	–	75	–	Ω
Common Mode Rejection ($R_S \leq 10\text{ k}$)	CMR	70	90	–	60	90	–	dB
Supply Voltage Rejection ($R_S \leq 10\text{ k}$)	PSR	–	30	150	–	30	–	$\mu\text{V/V}$
Output Voltage Swing ($R_S \leq 10\text{ k}$) ($R_S \leq 2.0\text{ k}$)	V_O	± 12 ± 10	± 14 ± 13	– –	± 11 ± 9.0	± 14 ± 13	– –	V
Output Short Circuit Current	I_{SC}	–	20	–	–	20	–	mA
Supply Currents (Both Amplifiers)	I_D	–	2.3	5.6	–	2.3	8.0	mA
Power Consumption	P_C	–	70	170	–	70	240	mW
Transient Response (Unity Gain) ($V_I = 20\text{ mV}$, $R_L \geq 2.0\text{ k}\Omega$, $C_L \leq 100\text{ pF}$) Rise Time ($V_I = 20\text{ mV}$, $R_L \geq 2.0\text{ k}\Omega$, $C_L \leq 100\text{ pF}$) Overshoot ($V_I = 10\text{ V}$, $R_L \geq 2.0\text{ k}\Omega$, $C_L \leq 100\text{ pF}$) Slew Rate	t_{LH} os SR	– – –	0.3 15 0.5	– – –	– – –	0.3 15 0.5	– – –	μs % V/ μs

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($V_{CC} = +15\text{ V}$, $V_{EE} = -15\text{ V}$, $T_A = T_{\text{high}}$ to T_{low} , unless otherwise noted. (Note 3))*

Characteristic	Symbol	MC1458			MC1458C			Unit
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Input Offset Voltage ($R_S \leq 10\text{ k}\Omega$)	V_{IO}	–	–	7.5	–	–	12	mV
Input Offset Current ($T_A = 0^\circ$ to $+70^\circ\text{C}$)	I_{IO}	–	–	300	–	–	400	nA
Input Bias Current ($T_A = 0^\circ$ to $+70^\circ\text{C}$)	I_{IB}	–	–	800	–	–	1000	nA
Output Voltage Swing ($R_S \leq 10\text{ k}$) ($R_S \leq 2\text{ k}$)	V_O	± 12 ± 10	± 14 ± 13	– –	– ± 9.0	– ± 13	– –	V
Large Signal Voltage Gain ($V_O = \pm 10\text{ V}$, $R_L = 2\text{ k}$) ($V_O = \pm 10\text{ V}$, $R_L = 10\text{ k}$)	A_{VOL}	15 –	– –	– –	– 15	– –	– –	V/mV

* $T_{\text{low}} = 0^\circ\text{C}$ for MC1458, C $T_{\text{high}} = +70^\circ\text{C}$ for MC1458, C**NOTE:** 3. Input pins of an unused amplifier must be grounded for split supply operation or biased at least 3.0 V above V_{EE} for single supply operation.