

Katedra za elektroniku  
Osnovi elektronike  
Laboratorijske vežbe

Vežba br. 2

# PRIMENA OPERACIONIH POJAČAVAČA

NEINVERTUJUĆI I INVERTUJUĆI POJAČAVAČ, SABIRAČ, DIFERENCIJALNI  
POJAČAVAČ

Datum: \_\_\_\_\_

Vreme: \_\_\_\_\_ – \_\_\_\_\_

Studenti:

1. \_\_\_\_\_ grupa \_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_ grupa \_\_\_\_\_

Dežurni: \_\_\_\_\_

Ocena: \_\_\_\_\_

## Cilj

*Realizovati i proveriti funkcije osnovnih elektronskih kola sa operacionim pojačavačem: invertujući pojačavač, neinvertujući pojačavač, pojačavača sa jediničnim pojačanjem, sabirač dva napona, integrator i komparator.*

### Pripreme za vežbu - pitanja za proveru znanja

1. Nacrtati električne šeme invertujućeg pojačavača i neinvertujućeg pojačavača sa operacionim pojačavačem i izvesti odgovarajuće izraze za naponsko pojačanje.
2. Nacrtati električnu šemu sabirača dva napona sa operacionim pojačavačem i izvesti izraz za izlazni napon.
4. Nacrtati električnu šemu integratora sa operacionim pojačavačem i izvesti izraz za izlazni napon.
5. Nacrtati električnu šemu diferencijalnog komparatora sa operacionim pojačavačem i objasniti funkcionisanje ovog kola.

### Potrebna instrumentacija, pribor i materijal

- |                                  |        |
|----------------------------------|--------|
| 1. Maketa "Operacioni pojačavač" | 1 kom. |
| 2. Izvor napajanja               | 1 kom. |
| 2. Osciloskop                    | 1 kom. |
| 3. Generator signala             | 1 kom. |
| 4. Kablovi                       | 3 kom. |
| 5. Kratkospajачi                 | 5 kom. |

## OPIS VEŽBE

Koriste se šeme pojačavača prikazane na slikama 1.1, 2.1, 3.1, 4.1 i 4.5. 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.

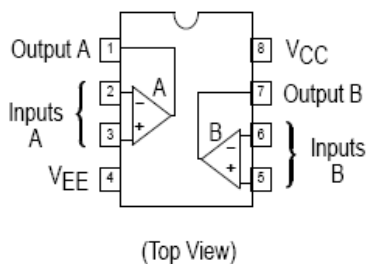
Merenje jednosmernih i promenljivih napona obavlja se pomoću osciloskopa. Za merenje prenosnih karakteristika koristi se osciloskop u modu prikazivanja XY.

## 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  $3 \times 100\text{ k}\Omega$ .

## INTEGRISANO KOLO MC 1458

### **PIN CONNECTIONS**

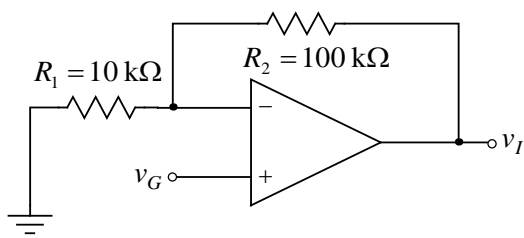


Na slici 1 prikazan je raspored priključaka integrisanog kola MC 1458 sa dva operaciona pojačavača.

U prilogu su date karakteristike ovog integrisanog kola.

**Slika 1** Raspored priključaka integrisanog kola MC 1458

# 1. Neinvertujući pojačavač



Slika 1.1 Neinvertujući pojačavač

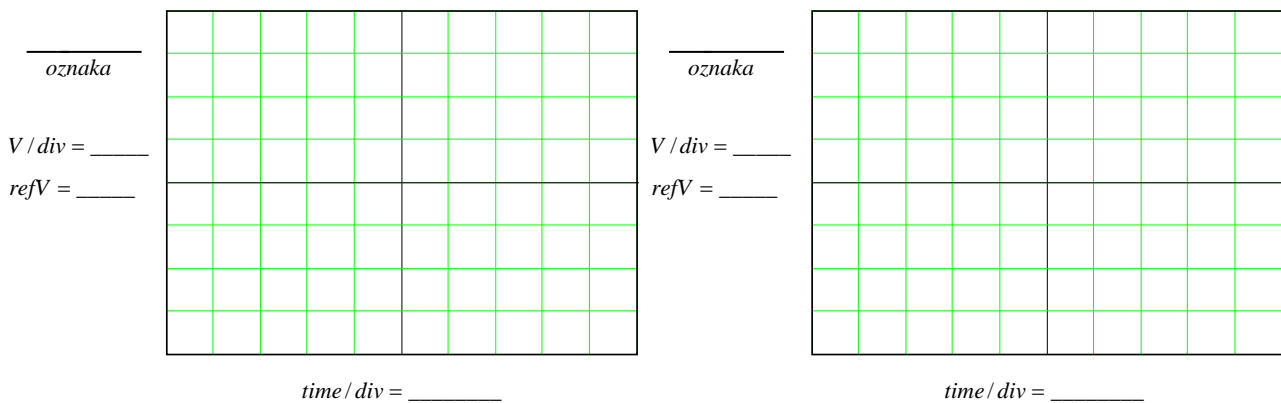
Merenje se obavlja pomoću kola sa slike 1.1.

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

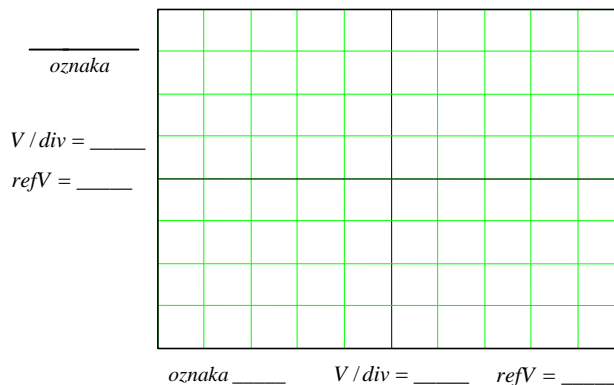
$$v_I = v_G \left( 1 + \frac{R_2}{R_1} \right).$$

## Zadatak

1. Proveriti da li je izvor za napajanje isključen.
2. Na protobordu povezati kolo prema slici 1.1.
3. Na ulaz kola povezati izlaz generatora.
4. Na ulaz kola povezati prvi kanal osciloskopa.
5. Na izlaz kola povezati drugi kanal osciloskopa.
6. Uključiti izvore za napajanje ( $V_{CC}$  i  $V_{EE}$ ).
7. Podesiti generator tako da na svom izlazu generiše prostoperiodični napon amplitude  $V_{gm} = 0.5 \text{ V}$  i učestanosti  $f = 1 \text{ kHz}$  i pritiskom na taster *Output* spojiti ga u kolo.
8. Na grafike prikazane na slici 1.2 ucrtati vremenske dijagrame ulaznog i izlaznog napona.
9. Povećati amplitudu napona generatora na  $V_{gm} = 2 \text{ V}$ .
10. Prebaciti osciloskop u mod prikazivanja XY.
11. Na grafik prikazan na slici 1.3 ucrtati prenosnu karakteristiku neinvertujućeg pojačavača.
12. Pritiskom na taster *Output* odvojiti generator iz kola, a zatim isključiti izvore za napajanje.

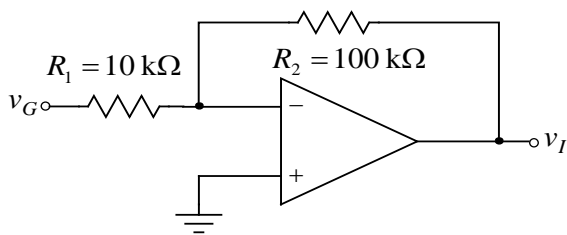


Slika 1.2 Eksperimentalno određeni vremenski oblici ulaznog i izlaznog napona neinvertujućeg pojačavača



Slika 1.3 Eksperimentalno određena prenosna karakteristika neinvertujućeg pojačavača

## 2. Invertujući pojačavač



Slika 2.1 Invertujući pojačavač

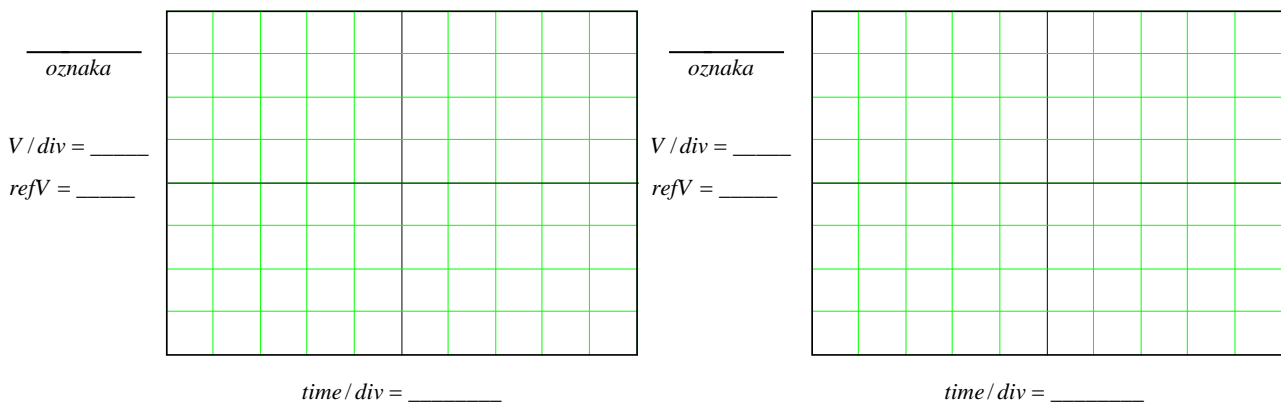
Merenje se obavlja pomoću kola sa slike 2.1.

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

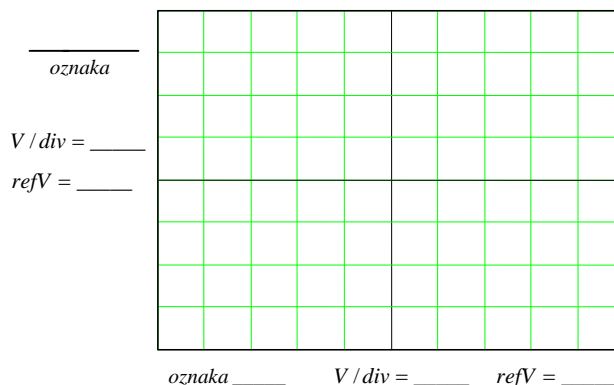
$$v_I = -\frac{R_2}{R_1} v_G.$$

### Zadatak

1. Proveriti da li je izvor za napajanje isključen.
2. Na protobordu povezati kolo prema slici 2.1.
3. Na ulaz kola povezati izlaz generatora.
4. Na ulaz kola povezati prvi kanal osciloskopa.
5. Na izlaz kola povezati drugi kanal osciloskopa.
6. Uključiti izvore za napajanje ( $V_{CC}$  i  $V_{EE}$ ).
7. Podesiti generator tako da na svom izlazu generiše prostoperiodični napon amplitude  $V_{gm} = 0.5 \text{ V}$  i učestanosti  $f = 1 \text{ kHz}$  i pritiskom na taster *Output* spojiti ga u kolo.
8. Na grafike prikazane na slici 2.2 ucrtati vremenske dijagrame ulaznog i izlaznog napona.
9. Povećati amplitudu napona generatora na  $V_{gm} = 2 \text{ V}$ .
10. Prebaciti osciloskop u mod prikazivanja XY.
11. Na grafik prikazan na slici 2.3 ucrtati prenosnu karakteristiku invertujućeg pojačavača.
12. Pritiskom na taster *Output* odvojiti generator iz kola, a zatim isključiti izvore za napajanje.

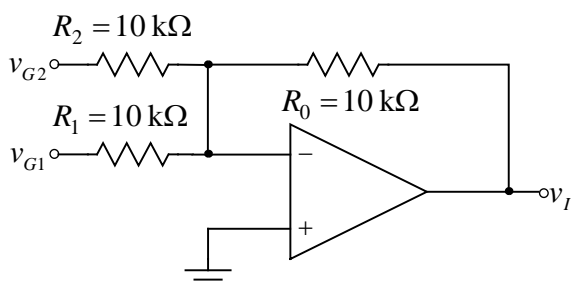


Slika 2.2 Eksperimentalno određeni vremenski oblici ulaznog i izlaznog napona invertujućeg pojačavača



Slika 2.3 Eksperimentalno određena prenosna karakteristika invertujućeg pojačavača

### 3. SABIRAČ



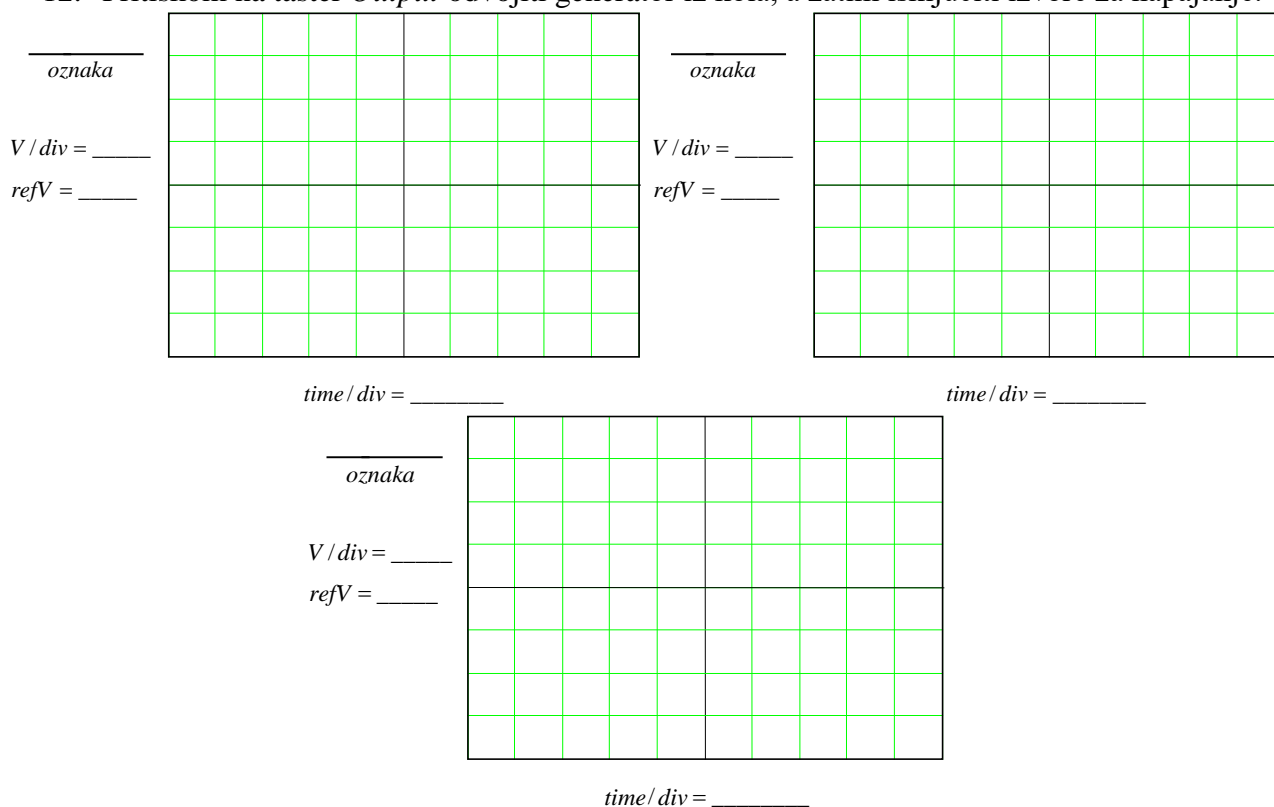
Slika 3.1 Sabirač

Merenje se obavlja pomoću kola sa slike 3.1. Pre merenja je potrebno izvesti vezu, koja definiše zavisnost izlaznog napona od napona na ulazima sabirača

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

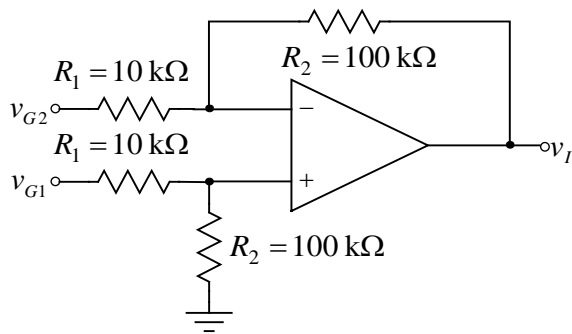
#### Zadatak

1. Proveriti da li su isključeni signal generator, izvor za napajanje i osciloskop.
2. Na protobordu povezati kolo prema slici 3.1.
3. Na ulaz kola  $v_{G1}$  povezati izlaz generatora.
4. Uključiti osciloskop i na ulaz kola povezati prvi kanal osciloskopa.
5. Na izlaz kola povezati drugi kanal osciloskopa.
6. Uključiti izvore za napajanje ( $V_{CC}$  i  $V_{EE}$ ).
7. Na ulaz kola  $v_{G2}$  dovesti jednosmerni napon od 5 V .
8. Uključiti generator i sa tasterom *Output* podesiti da je generator odvojen iz kola.
9. Nakon pritiska na taster *Utility* izabrati redom opcije: *Output Setup*, *High Z*, *DONE* i do kraja vežbe ne menjati ovako izabranu opciju.
10. Podesiti generator tako da na svom izlazu generiše prostoperiodični napon amplitude  $V_{gm} = 5\text{ V}$  i učestanosti  $f = 1\text{ kHz}$  i pritiskom na taster *Output* spojiti generator u kolo.
11. Na grafike prikazane na slici 3.2 ucrtati vremenske dijagrame ulaznih i izlaznog napona.
12. Pritiskom na taster *Output* odvojiti generator iz kola, a zatim isključiti izvore za napajanje.



Slika 3.2 Eksperimentalno određeni vremenski oblici ulaznih i izlaznog napona sabirača

#### 4. DIFERENCIJALNI POJAČAVAČ



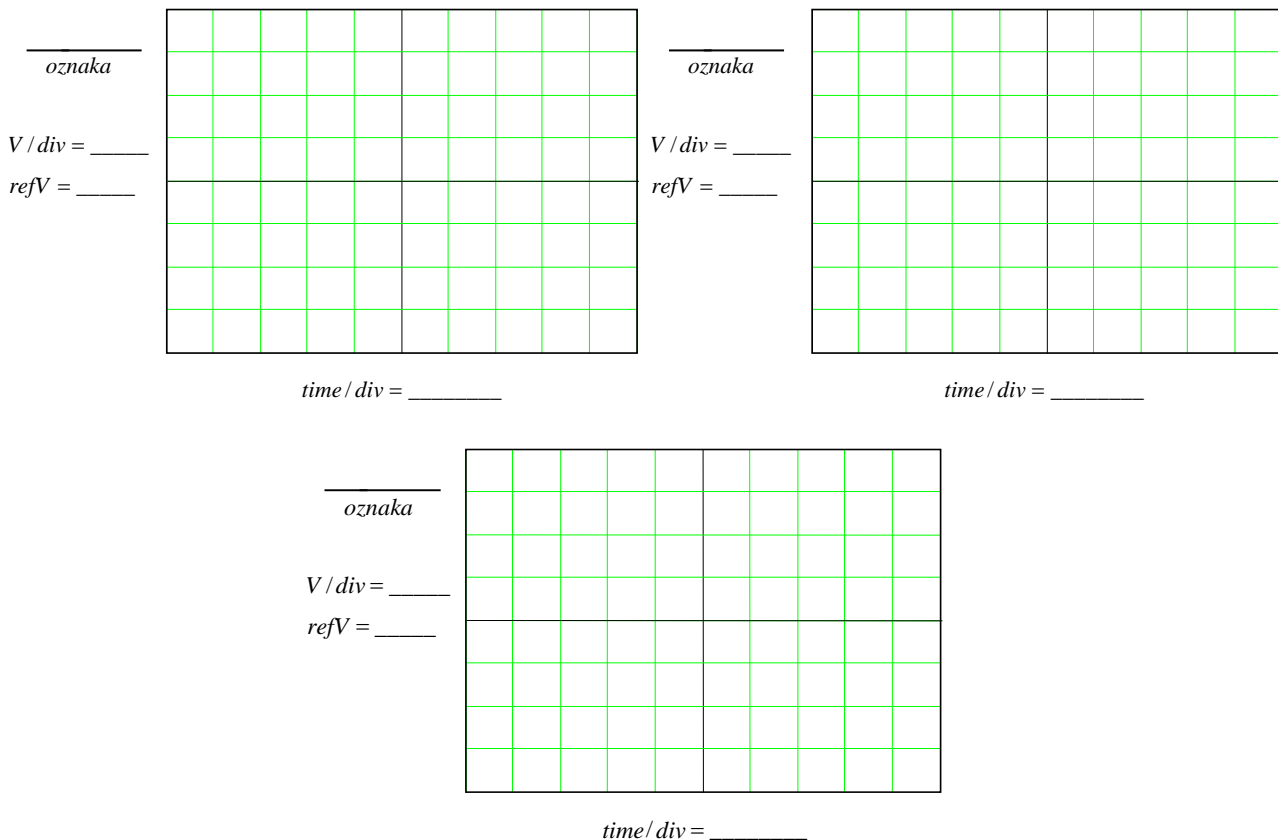
Slika 4.1 Diferencijalni pojačavač

Merenje se obavlja pomoću kola sa slike 4.1. Pre merenja je potrebno izvesti vezu, koja definiše zavisnost izlaznog napona od napona na ulazima diferencijalnog pojačavača

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

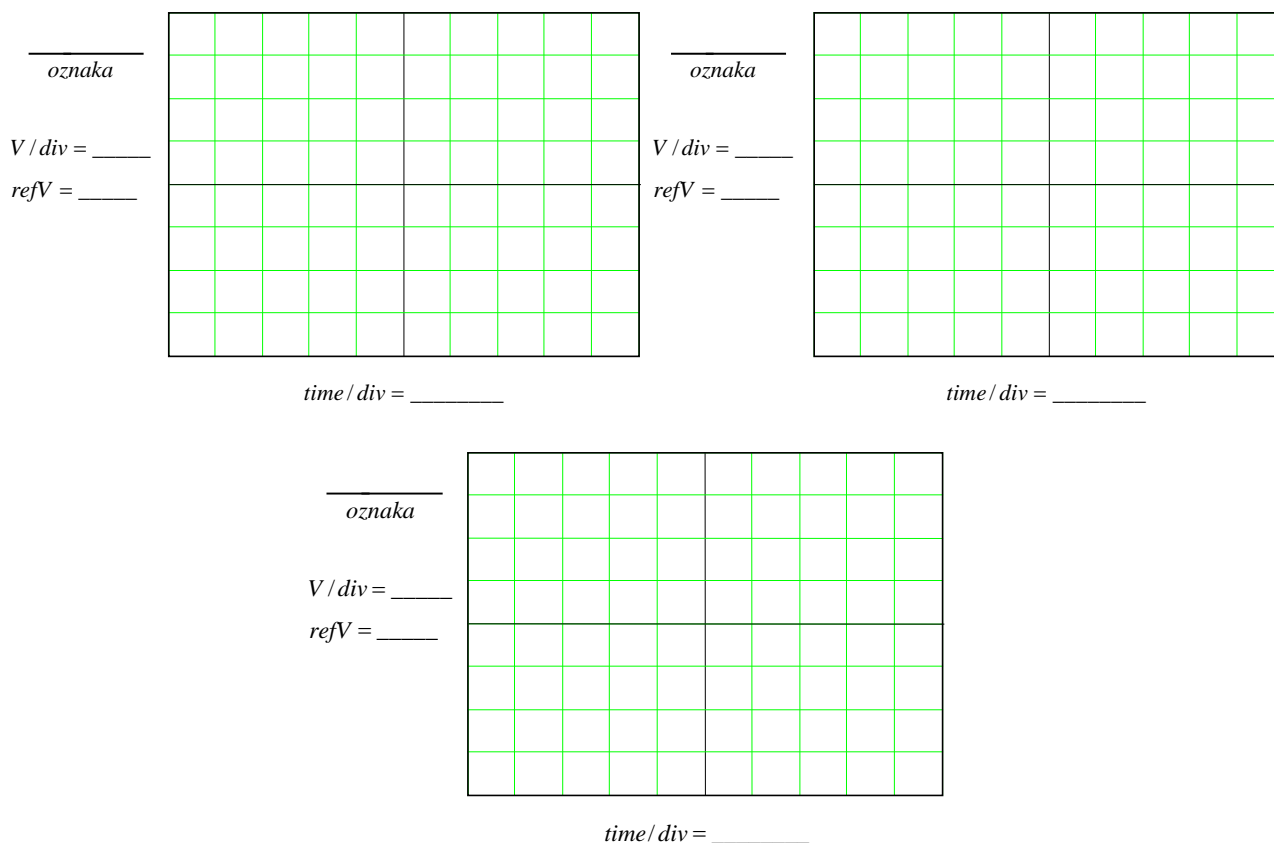
#### Zadatak

1. Proveriti da li je izvor za napajanje isključen.
2. Na protobordu povezati kolo prema slici 4.1.
3. Na ulaz kola  $v_{G1}$  povezati izlaz generatora.
4. Na ulaz kola povezati prvi kanal osciloskopa.
5. Na izlaz kola povezati drugi kanal osciloskopa.
6. Uključiti izvore za napajanje ( $V_{CC}$  i  $V_{EE}$ ).
7. Na ulaz kola  $v_{G2}$  dovesti jednosmerni napon od 0.4 V .
8. Podesiti generator tako da na svom izlazu generiše prostoperiodični napon amplitude  $V_{gm} = 0.4$  V i učestanosti  $f = 1$  kHz i pritiskom na taster *Output* spojiti ga u kolo.
9. Na grafike prikazane na slici 4.2 ucrtati vremenske dijagrame ulaznih i izlaznog napona.

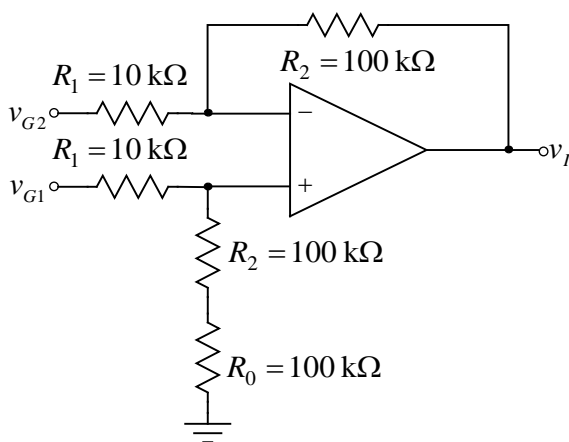


Slika 4.2 Eksperimentalno određeni vremenski oblici ulaznih i izlaznog napona diferencijalnog pojačavača

10. Na ulaz kola  $v_{G2}$  takođe dovesti generator, umesto jednosmernog napona.
11. Na grafike prikazane na slici 4.3 ucrtati vremenske dijagrame ulaznih i izlaznog napona.



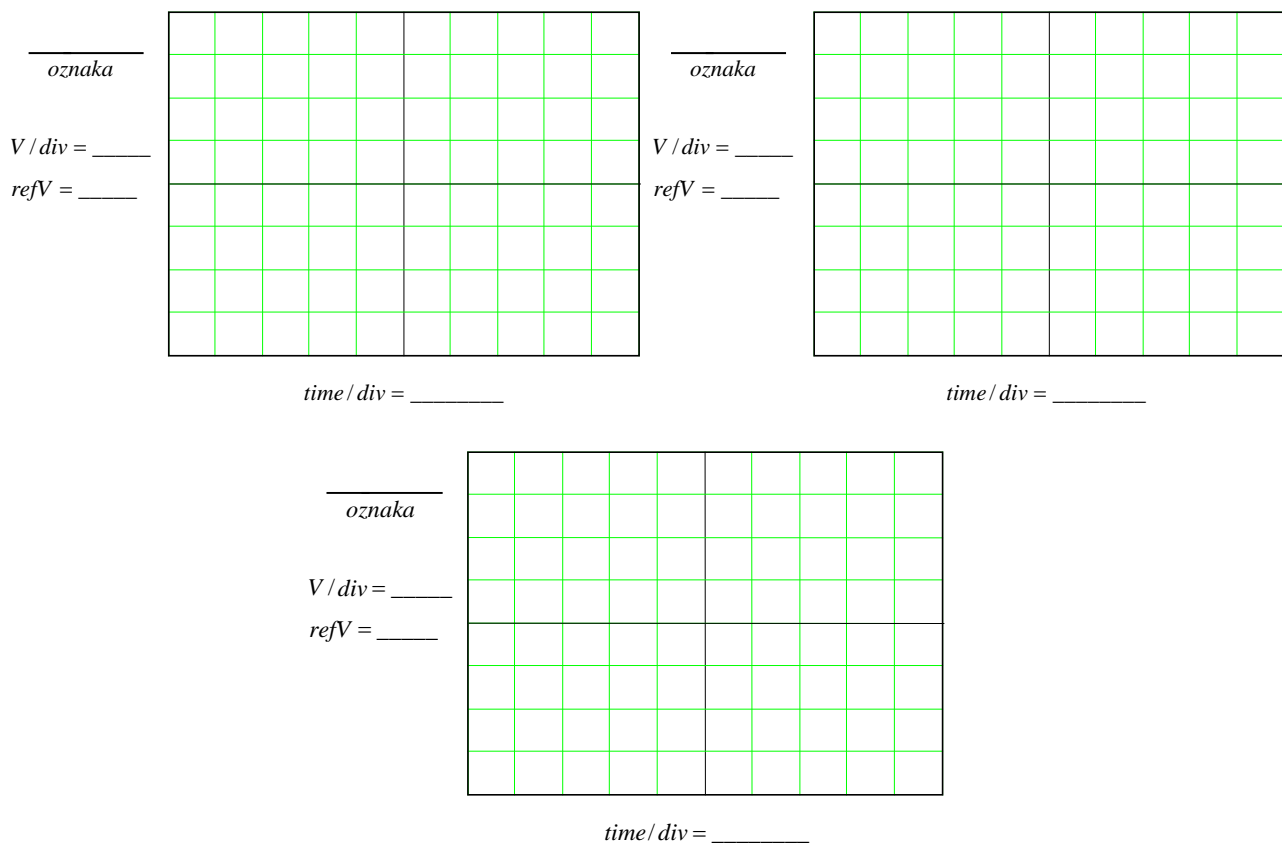
**Slika 4.3** Eksperimentalno određeni vremenski oblici ulaznih i izlaznog napona diferencijalnog pojačavača



**Slika 4.4** Razdešeni diferencijalni pojačavač

12. Pritiskom na taster *Output* odvojiti generator iz kola, a zatim isključiti izvore za napajanje.
13. Na protobordu modifikovati kolo dodavanjem otpornika  $R_0$  na red sa otpornikom  $R_2$ , prema slici 4.4.
14. Uključiti izvore za napajanje ( $V_{CC}$  i  $V_{EE}$ ).
15. Pritiskom na taster *Output* spojiti generator u kolo.
16. Na grafike prikazane na slici 4.5 ucrtati vremenske dijagrame ulaznih i izlaznog napona.
17. Pritiskom na taster *Output* odvojiti generator iz kola, a zatim isključiti izvore za napajanje.





**Slika 4.5** Eksperimentalno određeni vremenski oblici ulaznih i izlaznog napona razdešenog diferencijalnog pojačavača