

Katedra za elektroniku
Elementi elektronike
Laboratorijske vežbe

Vežba br. 5

PRIMENA OPERACIONIH POJAČAVAČA

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.

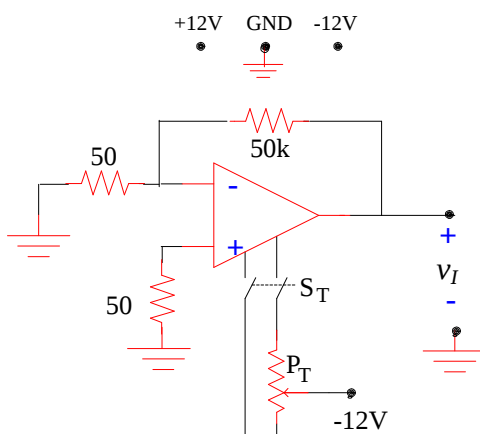
Potrebna instrumentacija, pribor i materijal

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.

1. Kompenzacija naponskog ofseta

Zadatak

Korišćenjem makete "Operacioni pojačavač" i potrebnog broja kratkospajача povezati kolo prema šemi sa slike 1 (prekidač S_T zatvoren – položaj 1). Izvršiti kompenzaciju naponskog ofseta pojačavača tako što se pomoću potenciometra P_T podesi da napon na izlazu bude $v_I=0$. Izlazni napon meriti osciloskopom. Položaj S_T ne menjati do kraja vežbe.

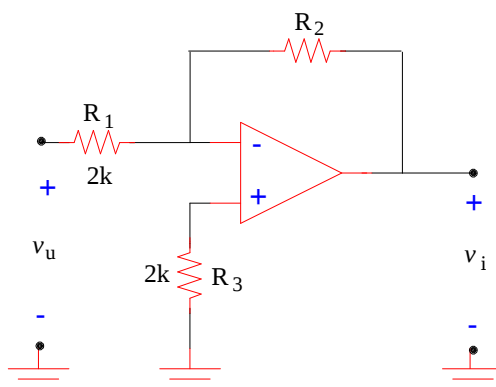


Slika 1. Kolo za kompenzaciju naponskog ofseta operacionog pojačavača

2. Invertujući pojačavač

Zadatak

Povezati kolo invertujućeg pojačavača prema šemi sa slike 2. Na ulaz pojačavača dovesti sinusoidalni signal v_u amplitude 100 mV (200 mV_{pp}), učestanosti 1 kHz i ofseta 0 V. Za različite vrednosti otpornika R_2 : 2 kΩ, 4 kΩ, 50 kΩ i 100 kΩ izmeriti osciloskopom amplitudu izlaznog napona v_i i izračunati naponsko pojačanje pojačavača. Rezultate prikazati tabelarno (Tabela 2.). **Uočiti razliku faza ulaznog i izlaznog signala.** Za $R_2=100$ kΩ izračunati, a zatim i izmeriti, pri kojoj vrednosti ulaznog napona pojačavač ulazi u zasićenje.



Slika 2. Invertujući pojačavač

Rezultati merenja

Tabela 2. Pojačanje invertujućeg pojačavača

R_2	v_u (mV)	v_i (mV)	A_v
2k Ω			
4k Ω			
50k Ω			
100k Ω			

Vrednost ulaznog napona za koju operacioni pojačavač ulazi u zasićenje

a) proračun:

$$v_g = \dots\dots\dots$$

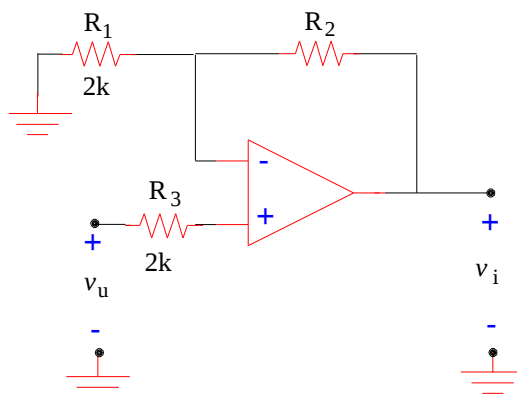
b) merenje:

$$v_g = \dots\dots\dots$$

3. Neinvertujući pojačavač

Zadatak

Povezati kolo neinvertujućeg pojačavača prema šemi sa slike 3. Na ulaz pojačavača dovesti sinusoidalni signal v_u amplitude 100 mV (200 mV_{pp}), učestanosti 1 kHz i ofseta 0 V. Za različite vrednosti otpornika R_2 : 2 k Ω , 4 k Ω , 50 k Ω i 100 k Ω , izmeriti osciloskopom amplitudu izlaznog napona v_i i izračunati naponsko pojačanje pojačavača. Rezultate uneti u tabelu 3.



Slika 3. Neinvertujući pojačavač

Rezultati merenja

Tabela 3. Pojačanje neinvertujućeg pojačavača

R_2	v_u (mV)	v_i (mV)	A_v
2k Ω			
4k Ω			
50k Ω			
100k Ω			

4. Pojačavač sa jediničnim pojačanjem

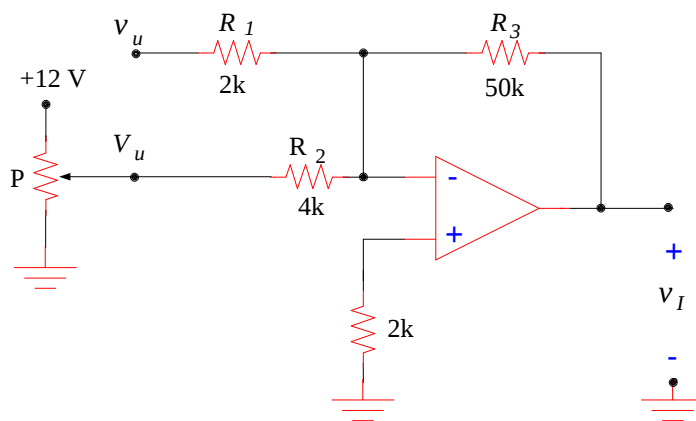
Zadatak

Modifikovati kolo sa slike 3 tako da se dobije pojačavač čije pojačanje iznosi $A_v=+1$. Proveriti rad kola pomoću osciloskopa posmatranjem talasnih oblika napona na ulazu i izlazu. **Pozvati dežurnog asistenta da verifikuje uspešnost realizacije pojačavača sa jediničnim pojačanjem.**

5. Sabirač

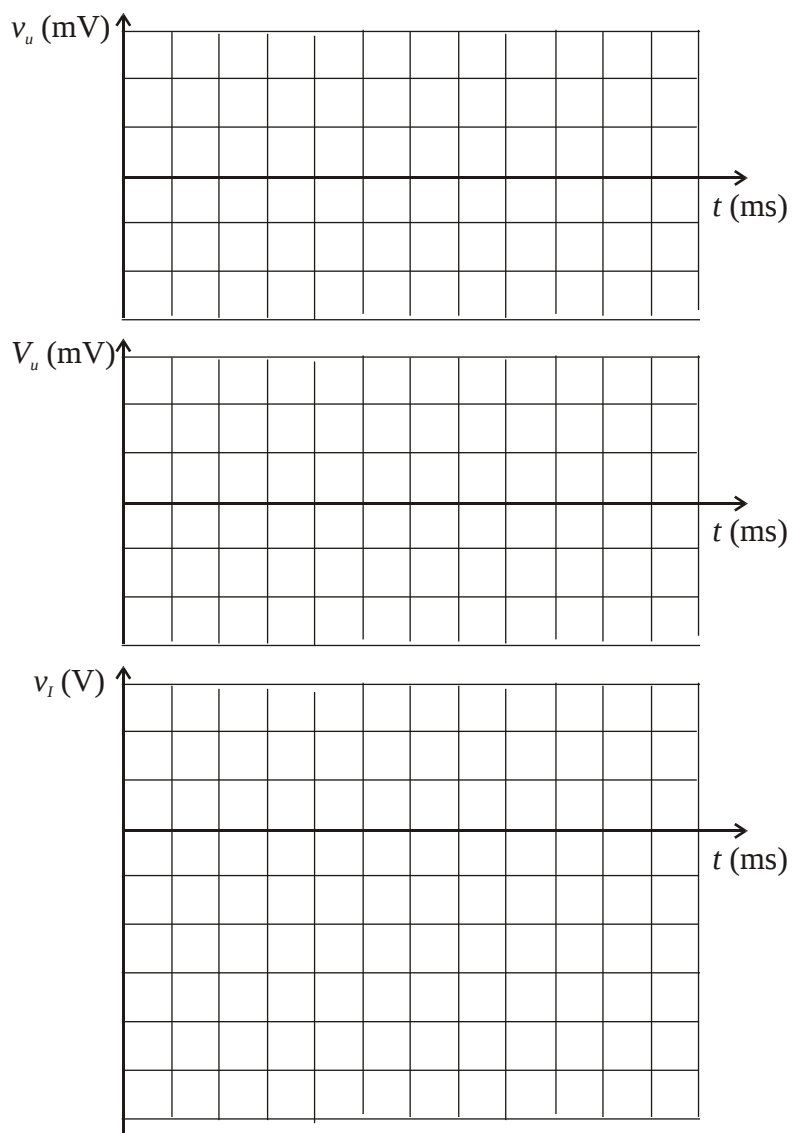
Zadatak

Povezati kolo sabirača prema šemi sa slike 5.1. Na jedan ulaz sabirača dovesti sinusoidalni napon v_u amplitude 100 mV (200 mV_{pp}), učestanosti 1 kHz i ofseta 0 V, a na drugi ulaz dovesti jednosmerni napon $V_u=100$ mV. Ulazni signal v_u dovesti direktno iz generatora signala. Jednosmerni napon V_u obezbediti preko razdelnika napona sa potencijetrom P, kao što je prikazano na slici 5.1. Podešavanje jednosmernog napona V_u vršiti potencijetrom P a merenje pomoću osciloskop. Nacrtati vremenske dijagrame napona v_u , V_u i v_I (slika 5.2). Napisati izraz za izlazni napon v_I u funkciji v_u i V_u .



Slika 5.1. Sabirač dva napona

Rezultati merenja



Slika 5.2 Talasni oblici napona na ulazu v_u i V_u i na izlazu v_I sabirača

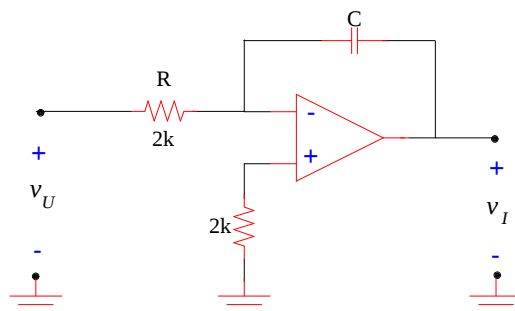
$v_I =$

.....

6. Integrator

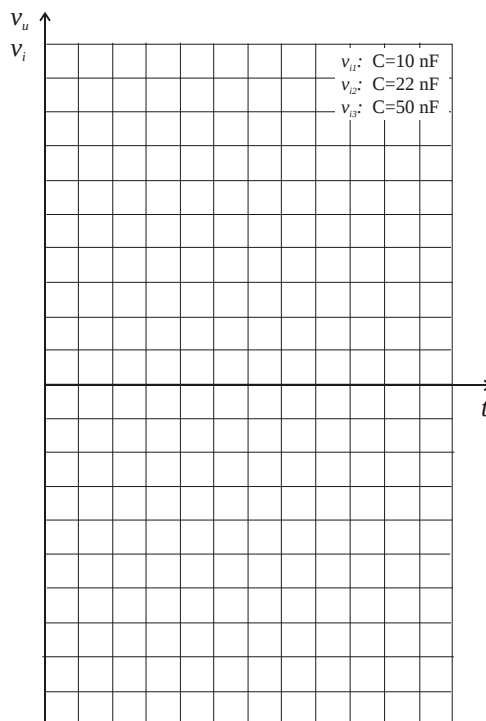
Zadatak

Povezati kolo integratora prema šemi sa slike 6.1 uzimajući da je $C=10\text{ nF}$. Na ulaz integratora dovesti naizmenični signal v_u **simetričnog pravougaonog talasnog oblika** čija je amplituda 250 mV (500 mV_{pp}), učestanost 1 kHz i ofset 0 V. Pomoću potencijometra P_T podesiti ofset izlaznog napona na 0 V. Za merenje ofseta izlaznog napona koristiti osciloskop. Nacrtati vremenske dijagrame ulaznog napona v_u i izlaznog napona v_{i1} , v_{i2} i v_{i3} za sledeće vrednosti kapacitivnosti C : 10 nF, 22 nF i 50 nF. Dijagrame crtati jedan preko drugog (sl. 6.2). Obrazložiti uticaj vremenske konstante $\tau=RC$ na oblik izlaznog napona.



Slika 6.1. Integrator

Rezultati merenja



Slika 6.2 Talasni oblik napona na ulazu v_u i na izlazu v_i integratora za različite vrednosti kapacitivnosti C

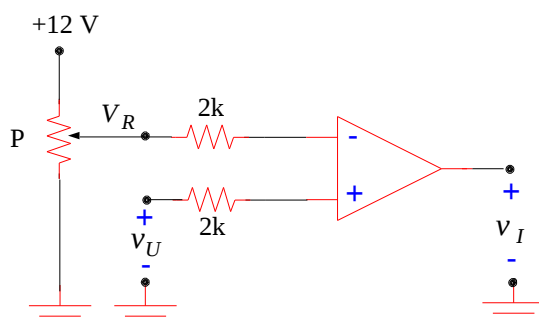
Uticaj vremenske konstante $\tau=RC$ na oblik izlaznog napona

.....

7. Komparator

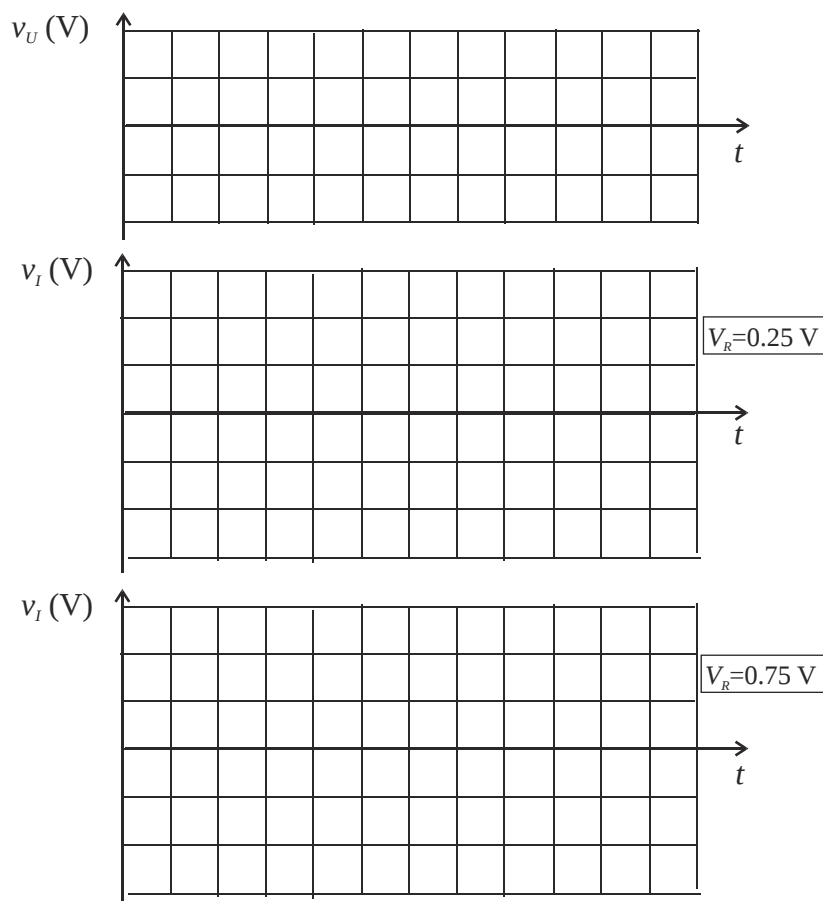
Zadatak

Povezati kolo komparatora prema šemi sa slike 7.1. Na ulaz komparatora dovesti sinusoidalni napon v_U koji ima amplitudu 1 V ($2 V_{pp}$), učestanost 1 kHz i ofset 0 V. Referentni napon V_R obezbediti preko razdelnika napona korišćenjem potencijometra P (sl. 7.1). Merenje referentnog napona vršiti osciloskopom. Nacrtati vremenske dijagrame napona na izlazu komparatora v_I za različite vrednosti referentnog napona $V_{R1}=0.25$ V i $V_{R2}=0.75$ V (sl. 7.2).



Slika 7.1. Komparator

Rezultati merenja



Slika 7.2. Talasni oblici napona na ulazu (v_U) i izlazu (v_I) komparatora za različite vrednosti referentnog napona V_R