

Analogni elektronika - laboratorijske vežbe

3. Opis i primena operacionih pojačavača u DC režimu

3.1 Teorija

Pojam pojačavača i struktura i ponašanje integrisanog operacionog pojačavača je proučavano u delu 2.3 (skripta i prezentacija). Tamo je opisan niza jednostavnih kola. Proračuni su prikazani u okviru računskih vežbi.

3.2 Opis

U ovoj laboratorijskoj vežbi studenti se upoznaju sa ponašanjem prostih kola sa operacionim pojačavačima. Signali koji se obrađuju su jednosmerni naponi ili sporo-promenljivi naizmjenični naponi kod kojih ne dolazi do izražaja konačna brzina rada operacionog pojačavača.

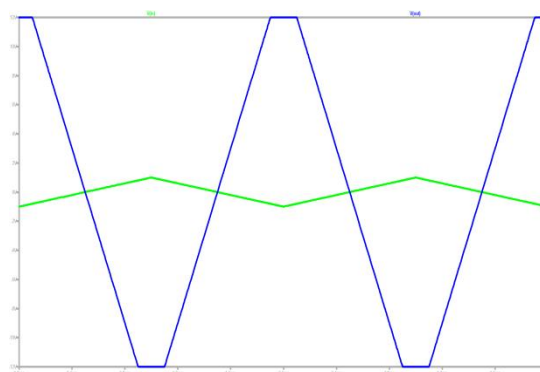
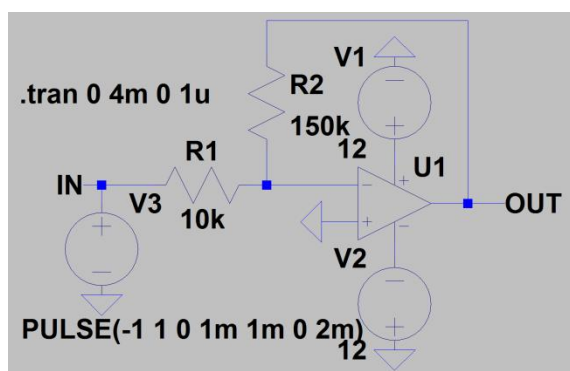
3.3 Simulacija

Pre merenja treba računarskim simulacijama ispitati ponašanje kola. U biblioteci softvera LTspice (...LTspiceIV\lib\sym\Opamps\) može se naći veliki broj simulacionih modela za operacione pojačavače (prvenstveno za proizvodi firme Linear Technology), ali možemo odabrati i neke opšte modele kao UniversalOpamp2, čije ponašanje je opisano sledećim parametrima:

Avol=1Meg GBW=10Meg Slew=10Meg
en=0 enk=0 in=0 ink=0 Rin=500Meg
ilimit=25m rail=0 Vos=0 phimargin=45

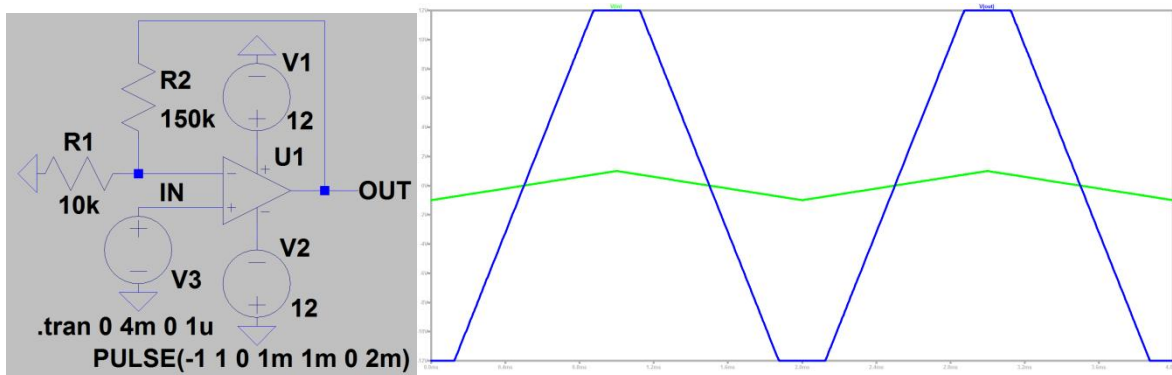
3.3.1 Invertujući pojačavač

Sastaviti u softveru LTspice navedeni simulacioni model! Za operacioni pojačavač primeniti model UniversalOpamp2! Izvršiti simulaciju i prikazati ulazni i izlazni signal! Zašto su odsečeni vrhovi izlaznog napona?



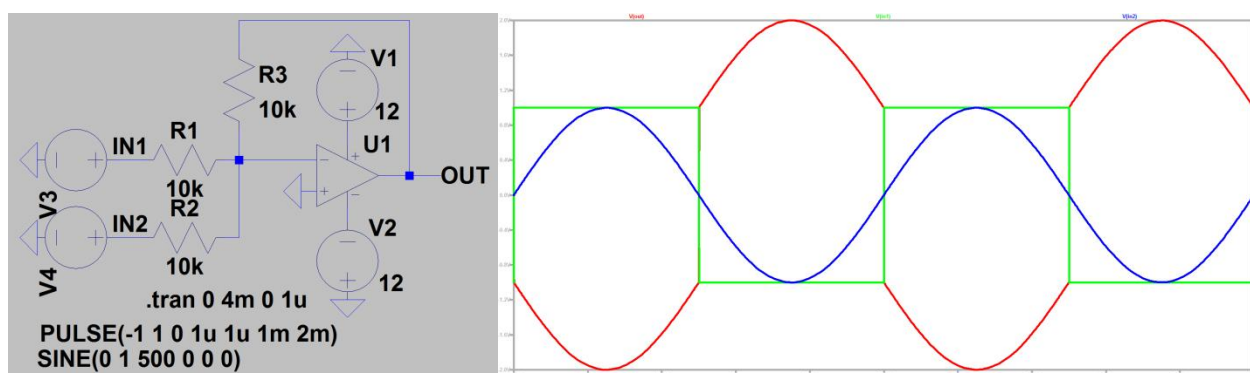
3.3.2 Neinvertujući pojačavač

Sastaviti u softveru LTspice navedeni simulacioni model! Za operacioni pojačavač primeniti model UniversalOpamp2! Izvršiti simulaciju i prikazati ulazni i izlazni signal! Zašto su odsečeni vrhovi izlaznog napona?



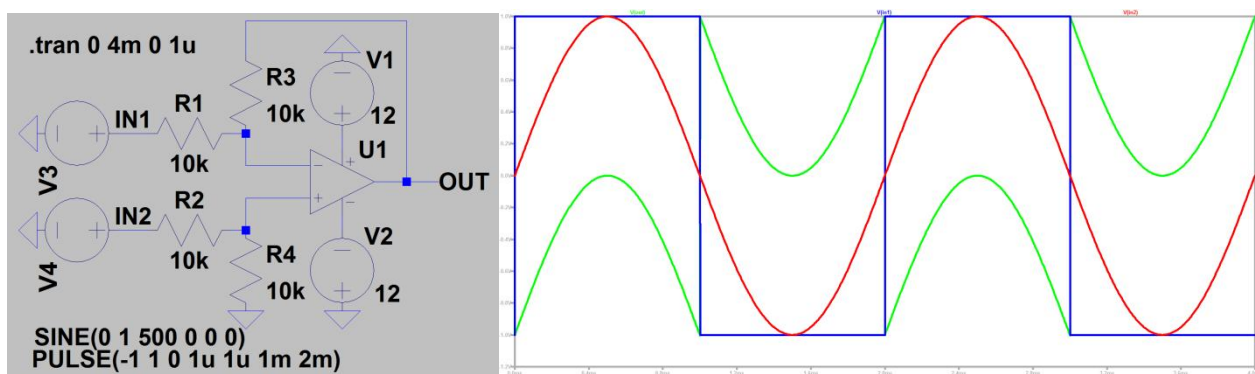
3.3.3 Pojačavač za sabiranje signala

Sastaviti u softveru LTspice navedeni simulacioni model! Za operacioni pojačavač primeniti model UniversalOpamp2! Izvršiti simulaciju i prikazati ulazni i izlazni signal!



3.3.4 Pojačavač razlike signala

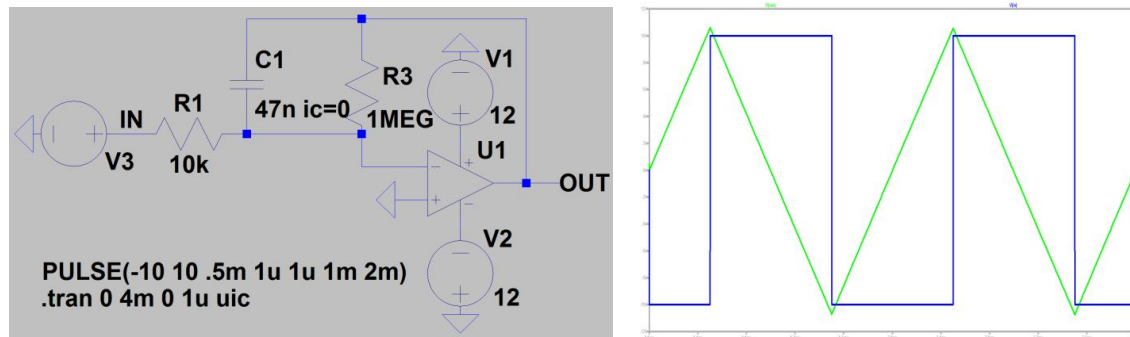
Sastaviti u softveru LTspice navedeni simulacioni model! Za operacioni pojačavač primeniti model UniversalOpamp2! Izvršiti simulaciju i prikazati ulazni i izlazni signal!



3.3.5 Analogni integrator

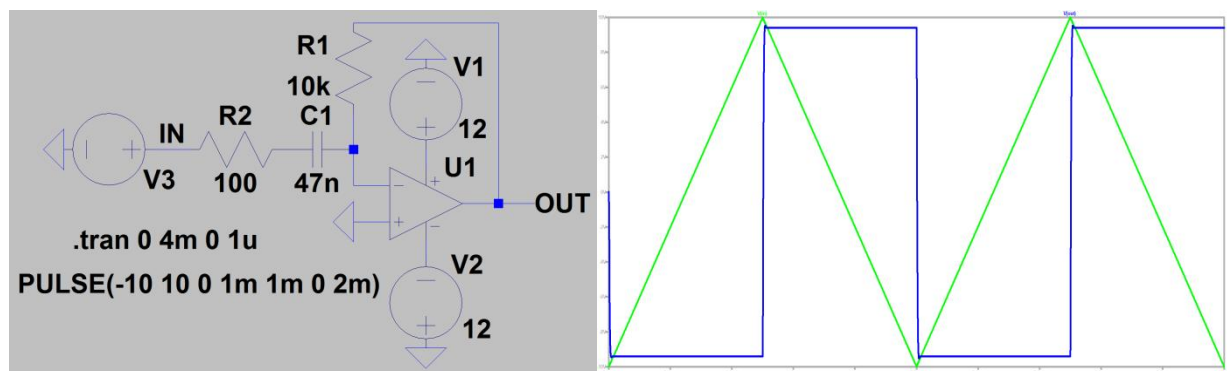
Sastaviti u softveru LTspice navedeni simulacioni model! Za operacioni pojačavač primeniti model UniversalOpamp2! Izvršiti simulaciju i prikazati ulazni i izlazni signal! Ispitati šta se dešava ako se napon kondenzatora ne podesi na nultu vrednost na početku simulacije! Promenom

kapacitivnosti kondenzatora dovesti izlaz pojačavača u zasićenje! Smanjivanjem otpornosti otpornika R3 prouzrokovati eksponencijalno izobličenje na izlazu!

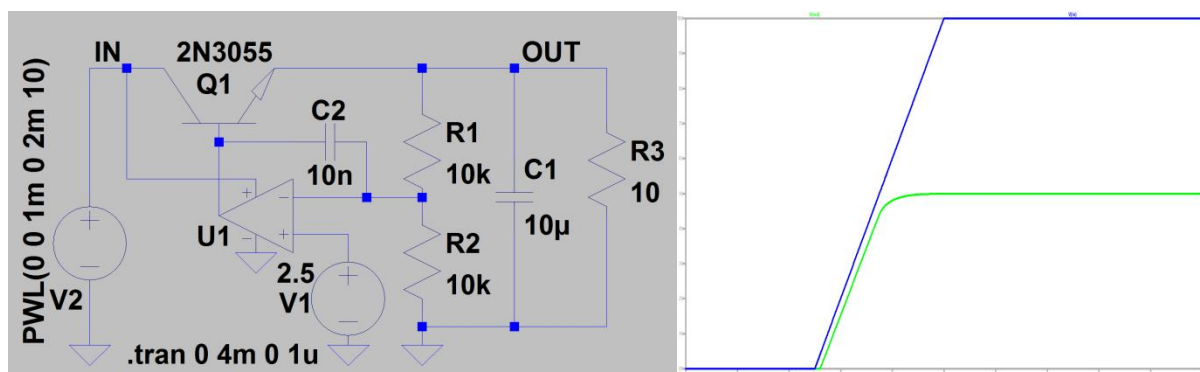


3.3.6 Analogni diferencijator

Sastaviti u softveru LTspice navedeni simulacioni model! Za operacioni pojačavač primeniti model UniversalOpamp2! Izvršiti simulaciju i prikazati ulazni i izlazni signal! Ispitati šta se dešava kada se otpornost otpornika R2 podesi na nulu! Promenom kapacitivnosti kondenzatora dovesti izlaz pojačavača u zasićenje!



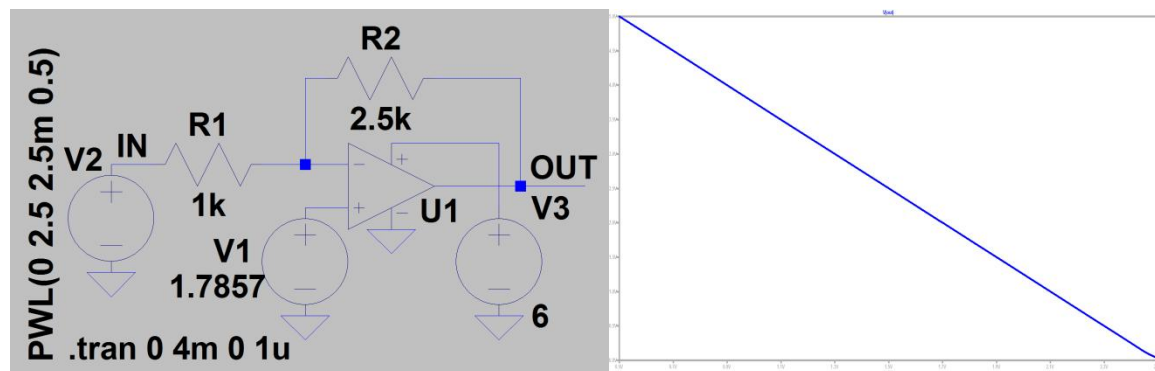
3.3.7 Regulator napona



Sastaviti u softveru LTspice navedeni simulacioni model! Za operacioni pojačavač primeniti model UniversalOpamp2! Izvršiti simulaciju i prikazati ulazni i izlazni signal! Ispitati šta se dešava kada se kapacitivnost kondenzatora C2 podesi na nulu! Prikazati oscilacije na izlazu operacionog pojačavača za taj slučaj!

3.3.8 Ostvarivanje određene DC prenosne karakteristike

Sastaviti u softveru LTspice navedeni simulacioni model! Za operacioni pojačavač primeniti model UniversalOpamp2! Izvršiti simulaciju i prikazati vremenski dijagram ulaznog i izlaznog signala! Prikazati izlazni signal u funkciji ulaznog signala! Napisati formulu $V_{OUT}=f(V_1, V_2)$!



3.4 Oprema za merenje

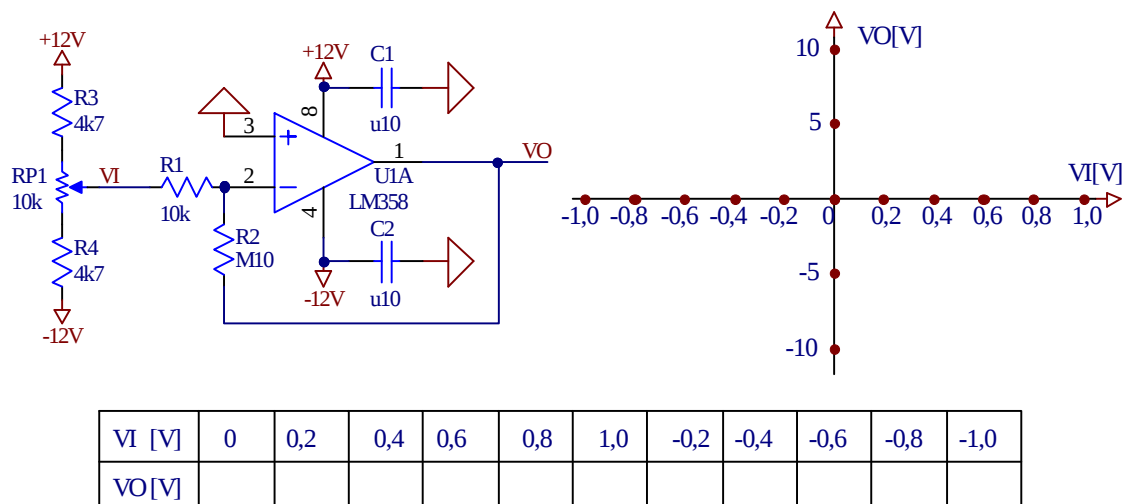
1. Eksperimentalna pločica
2. Dvokanalni digitalni osciloskop
3. Generator signala
4. Digitalni multimetar
4. Izvor napajanja
5. Razni operacioni pojačavači i RC komponente

3.5 Merenja

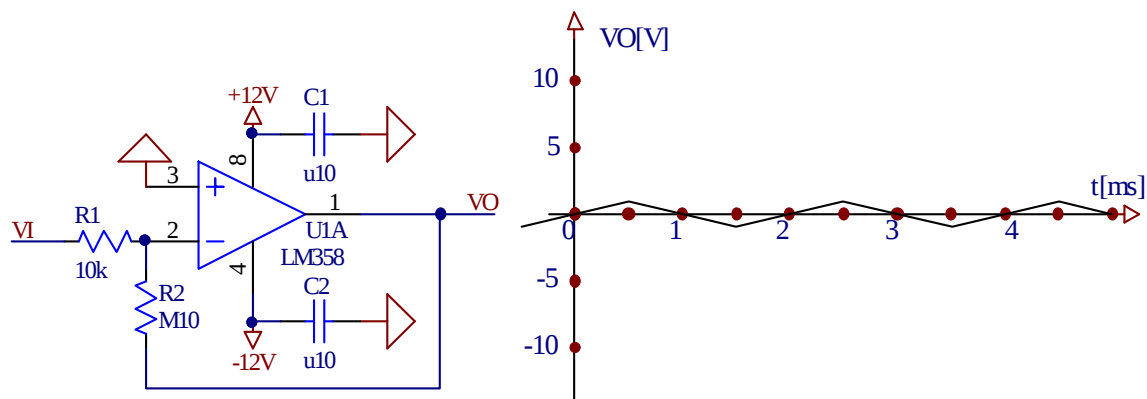
U ovom delu studenti putem merenja kontrolišu svoje poznavanje teorije i ranije dobijene rezultate simulacije. Signali sa kojima će se raditi su jednosmerni naponi ili sporo-promenljivi naizmenični naponi za koje visoko-frekvencijska izobličenja operacionih pojačavača ne dolaze do izražaja.

3.5.1 Invertujući pojačavač

Sastaviti prikazano kolo na eksperimentalnoj pločici! Napisati formulu $V_O=f(V_I)$ za slučaj idealnog operacionog pojačavača! Okretanjem potencijometra RP1 podesiti vrednosti V_I iz tabele! Pri svakom podešavanju izmeriti napon V_O , uneti te vrednosti u tabelu! Na bazi rezultata merenja nacrtati dijagram $V_O=f(V_I)$! Koje maksimalno odstupanje se manifestuje od vrednosti računate iz formule $V_O=-10 \cdot V_I$?

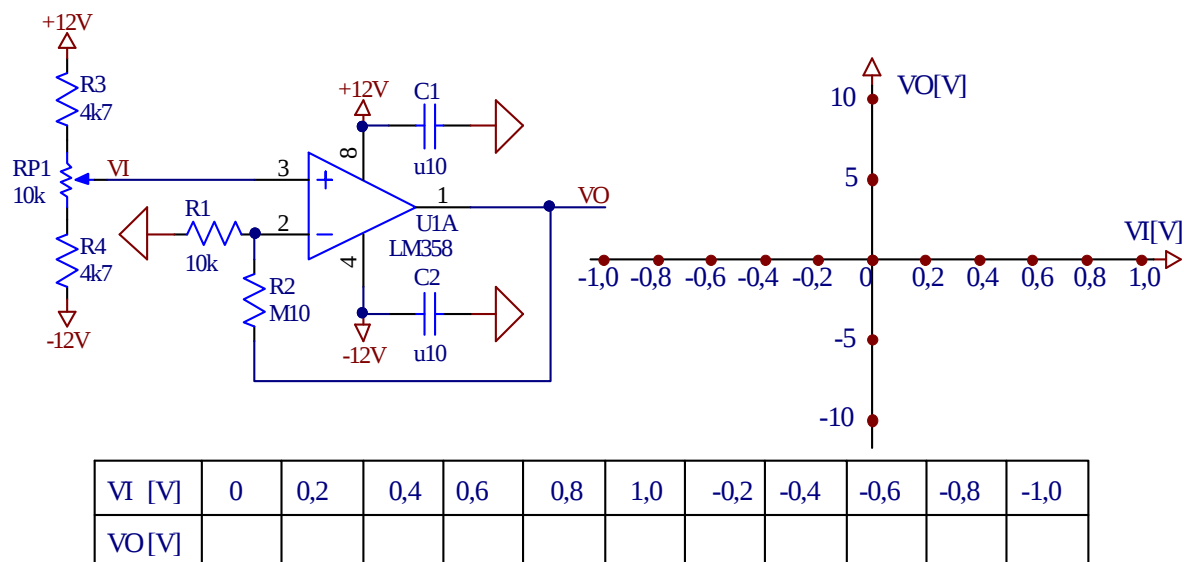


Modifikovati kolo prema donjoj slici! Na ulaz (V_I) dovesti iz generatora signala trougaoni napon amplitude 1V i frekvencije 500Hz! Posmatrati ulazni napon (V_I) i izlazni napon (V_O) pomoću dvo-kanalnog osciloskopa! Precrtati dijagram izlaznog signala na donju sliku! Šta se dešava kada se amplituda ulaznog signala digne na 2V?

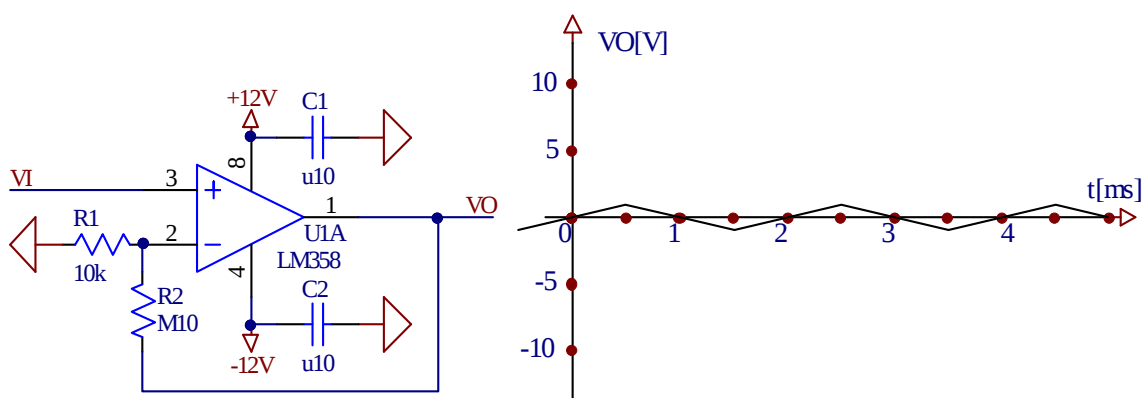


3.5.2 Neinvertujući pojačavač

Sastaviti prikazano kolo na eksperimentalnoj pločici! Napisati formulu $V_O = f(V_I)$ za slučaj idealnog operacionog pojačavača! Okretanjem potencijometra RP1 podesiti vrednosti V_I iz tabele! Pri svakom podešavanju izmeriti napon V_O , uneti te vrednosti u tabelu! Na bazi rezultata merenja nacrtati dijagram $V_O = f(V_I)$! Koje maksimalno odstupanje se manifestuje od vrednosti računate iz formule $V_O = 9,2 \cdot V_I$?

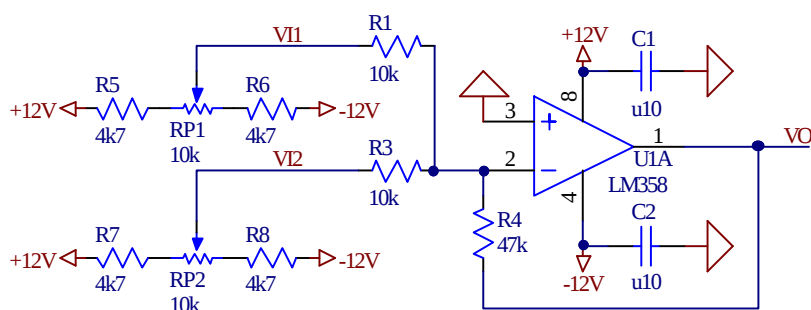


Modifikovati kolo prema donjoj slici! Na ulaz (V_i) dovesti iz generatora signala trougaoni napon amplitude 1V i frekvencije 500Hz! Posmatrati ulazni napon (V_i) i izlazni napon (V_o) pomoću dvo-kanalnog osciloskopa! Precrtati dijagram izlaznog signala na donju sliku! Šta se dešava kada se amplituda ulaznog signala digne na 2V?



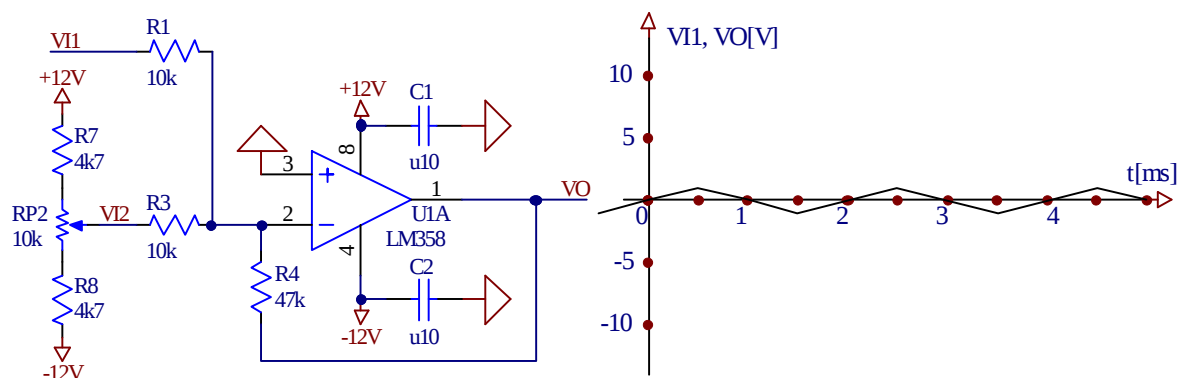
3.5.3 Pojačavač za sabiranje signala

Sastaviti prikazano kolo na eksperimentalnoj pločici! Napisati formulu $V_o = f(V_{i1}, V_{i2})$ za slučaj idealnog operacionog pojačavača! Okretanjem potencijometara RP1 i RP2 podesiti kombinacije vrednosti V_{i1} , V_{i2} iz tabele! Za svako podešavanje izmeriti napon V_o i upisati u tabelu!



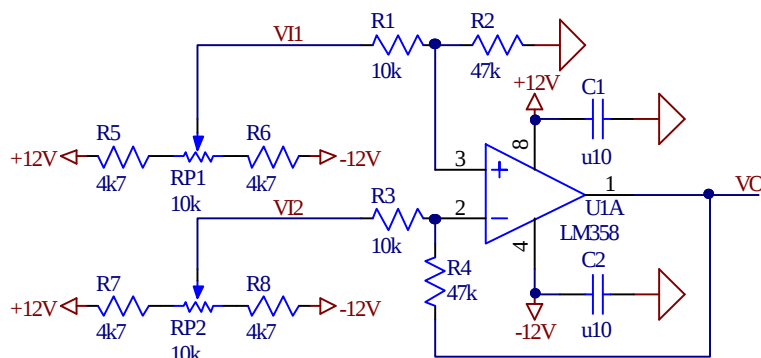
VI1 [V]	VI1 [V]	VO [V]
-1,0	-1,0	
-1,0	0,0	
-1,0	1,0	
0,0	-1,0	
0,0	0,0	
0,0	1,0	
1,0	-1,0	
1,0	0,0	
1,0	1,0	

Modifikovati kolo prema donjoj slici! Na jedan ulaz (V_{i1}) povezati trougaoni signal amplitude 1V i frekvencije 500Hz iz generatora signala! Na drugom ulazu (V_{i2}) podesiti pomoću potenciometra RP2 napone od -1V, 0V i +1V! Posmatrati ulazni signal (V_{i1}) i izlazni signal (V_o) pomoću dvo-kanalnog digitalnog osciloskopa u navedena tri slučaja! Precrtati izlazne signale na donju sliku!



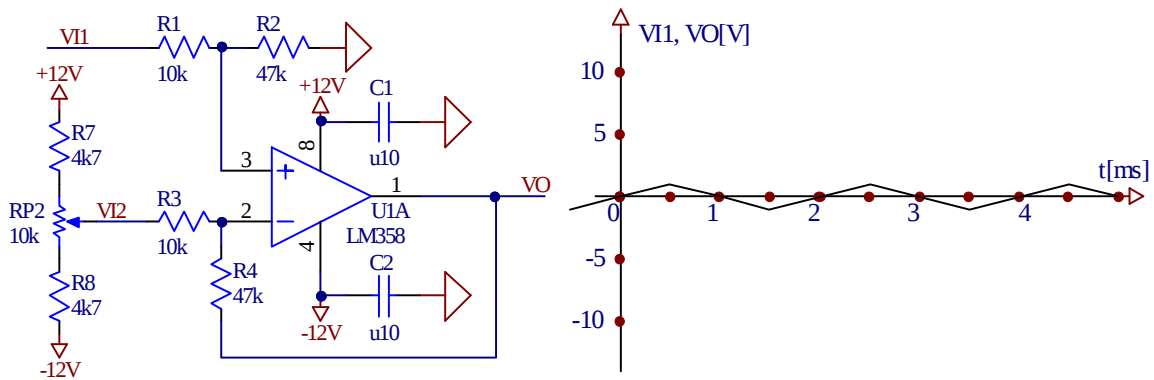
3.5.4 Pojačavač razlike napona

Sastaviti prikazano kolo na eksperimentalnoj pločici! Napisati formulu $V_o = f(V_{i1}, V_{i2})$ za slučaj idealnog operacionog pojačavača! Okretanjem potenciometara RP1 i RP2 podesiti kombinacije vrednosti V_{i1} , V_{i2} iz tabele! Za svako podešavanje izmeriti napon V_o i upisati u tabelu!



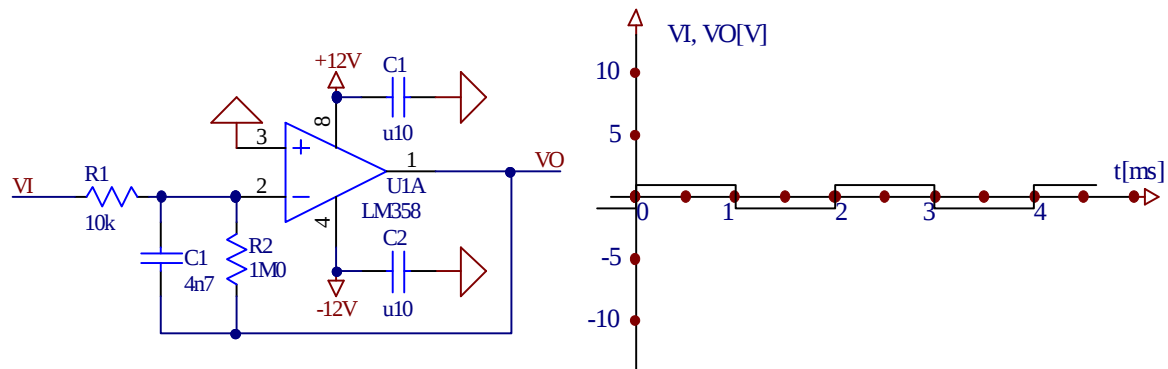
V_{i1} [V]	V_{i2} [V]	V_o [V]
-1,0	-1,0	
-1,0	0,0	
-1,0	1,0	
0,0	-1,0	
0,0	0,0	
0,0	1,0	
1,0	-1,0	
1,0	0,0	
1,0	1,0	

Modifikovati kolo prema donjoj slici! Na jedan ulaz (V_{i1}) povezati trougaoni signal amplitude 1V i frekvencije 500Hz iz generatora signala! Na drugom ulazu (V_{i2}) podesiti pomoću potenciometra RP2 napone od -1V, 0V i +1V! Posmatrati ulazni signal (V_{i1}) i izlazni signal (V_o) pomoću dvo-kanalnog digitalnog osciloskopa u navedena tri slučaja! Precrtati izlazne signale na donju sliku!

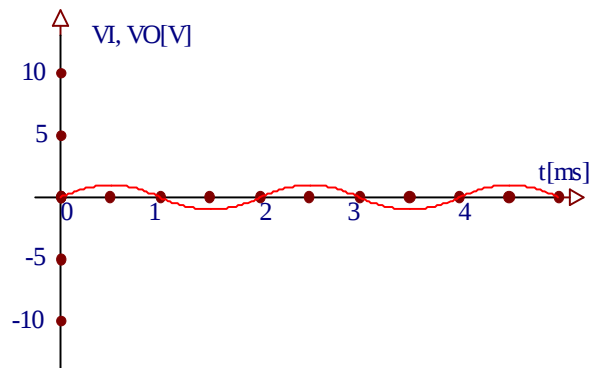


3.5.5 Analogni integrator

Sastaviti prikazano kolo na eksperimentalnoj pločici! Napisati formulu $V_O = f(V_I)$ za slučaj idealnog operacionog pojačavača! Iz generatora signala dovesti na ulaz četvrtasti naizmenični napon amplitude 1V i frekvencije 500Hz! Posmatrati ulazni signal (V_I) i izlazni signal (V_O) pomoću dvo-kanalnog osciloskopa i precrtati izlazni napon na donju sliku! Šta se dešava sa izlaznim signalom ako se otpornik $R2$ odstrani iz kola?

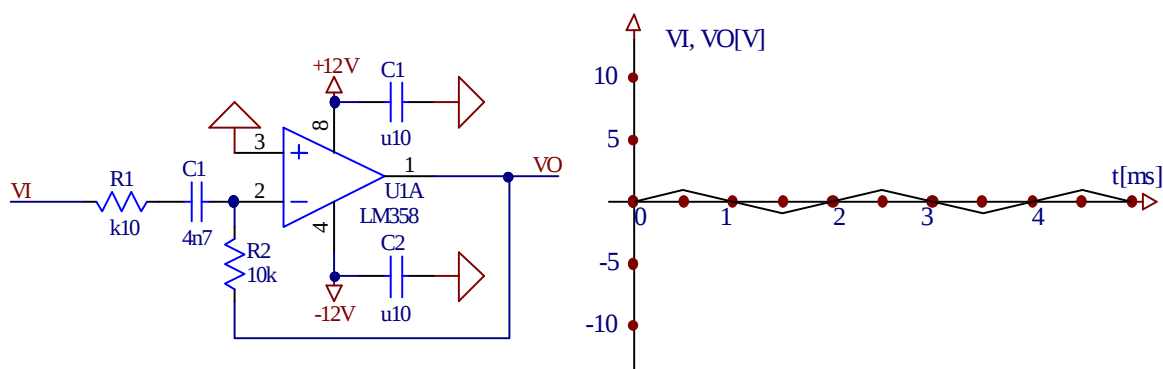


Umesto pravougaonog signala dovesti na ulaz sinusni napon iste amplitude i frekvencije! Posmatrati ulazni i izlazni signal pomoću osciloskopa i precrtati izlazni napon na donju sliku!

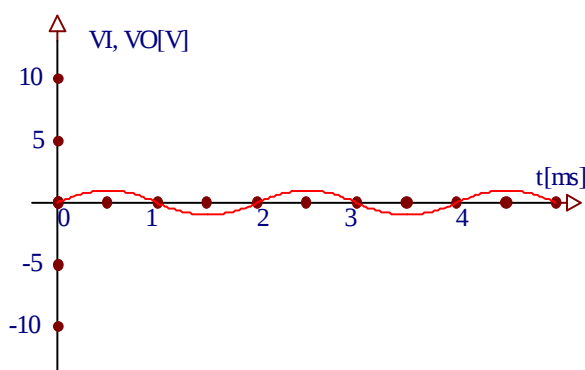


3.5.6 Analogni diferencijator

Sastaviti prikazano kolo na eksperimentalnoj pločici! Napisati formulu $V_O=f(V_I)$ za slučaj idealnog operacionog pojačavača! Iz generatora signala dovesti na ulaz trougaoni naizmenični napon amplitude 1V i frekvencije 500Hz! Posmatrati ulazni signal (V_I) i izlazni signal (V_O) pomoću dvo-kanalnog osciloskopa i precrtati izlazni napon na donju sliku! Šta se dešava sa izlaznim signalom ako se kratko spoji otpornik R1?

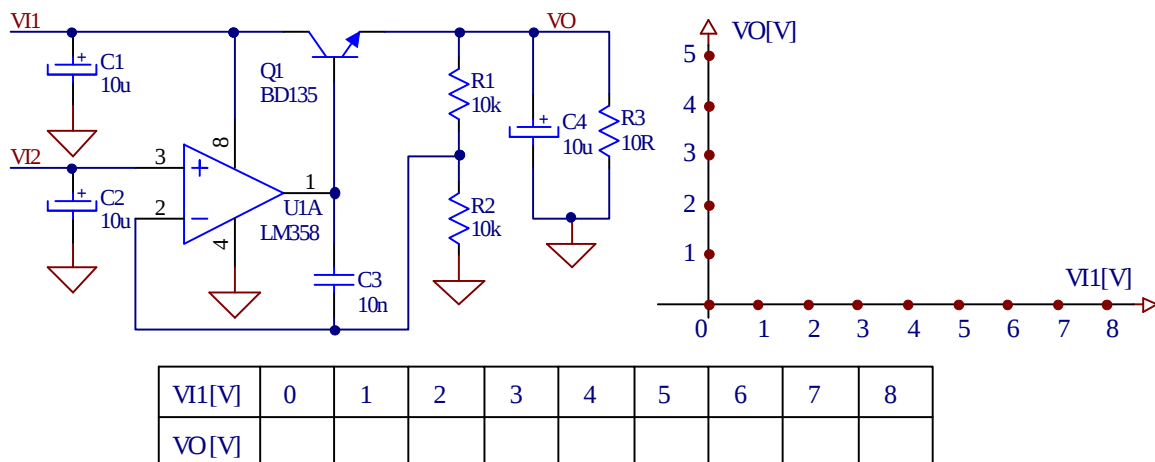


Umesto trougaonog signala dovesti na ulaz sinusni napon iste amplitude i frekvencije! Posmatrati ulazni i izlazni signal pomoću osciloskopa i precrtati izlazni napon na donju sliku!



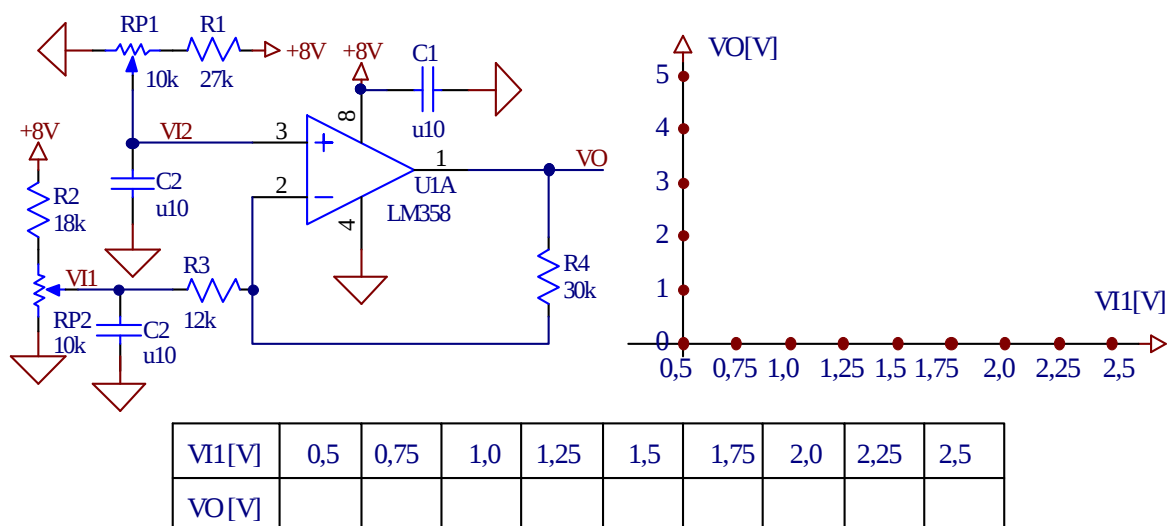
3.5.7 Regulator napona

Sastaviti prikazano kolo na eksperimentalnoj pločici! Napon V_{I2} podesiti na 2,5V-ra. Napon V_{I1} iz izvora napajanja dizati od 0 do 8V, u koracima od po 1V! Kod svakog koraka izmeriti izlazni napon (V_O) i upisati te vrednosti u tabelu! Nacrtati dijagram funkcije $V_O=f(V_{I1})$! Od kog ulaznog napona naviše se može smatrati da je izlazni napon konstantan (regulisan)? Šta se dešava ako iz ovog kola odstranimo kondenzator C3?



3.5.8 Ostvarivanje određene DC prenosne karakteristike

Sastaviti prikazano kolo na eksperimentalnoj pločici! Uloga ovog kola je da pri opadanju ulaznog napona (V_{I1}) od 2,5V do 0,5V, izlazni napon (V_O) poraste od 0 do 5V, po linearnoj funkciji. Prvo podesiti vrednost $V_{I1}=0,5V$, zatim napon V_{I2} podesiti tako da se dobije izlazni napon $V_O=5V$! Izmeriti i zabeležiti tu vrednost V_{I2} ! Menjati ulazni napon sa 0,5V na 2,5V u koracima od 0,25V! Na svakom koraku izmeriti izlazni napon i zapisati te vrednosti u tabelu! Nacrtati dijagram funkcije $V_O=f(V_{I1})$! Šta se dešava kada se napon V_{I1} spusti ispod 0,5V ili podigne preko 2,5V?



Student(i):

Ime:

Broj indeksa:

Potpis:
