

Vežba 3 – KOLA SA OPERACIONIM POJAČAVAČEM – deo II

Operacioni pojačavač

Prenosna karakteristika operacionog pojačavača, u najjednostavnijem slučaju (zanemarujući pojačanje srednje vrednosti) se može napisati kao:

$$V_o = A(v_+ - v_-) \quad (1)$$

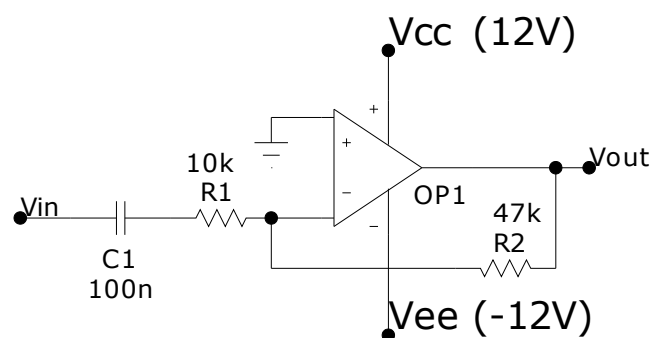
v_+ i v_- predstavljaju napone na neinvertujućem i invertujućem ulazu. Realni operacioni pojačavači po pravilu ne zadovoljavaju gornju relaciju idealno jer izlaz nije jednak nuli kada su ulazni priključci na jednakim potencijalima, nego kada između njih postoji određena razlika. Taj napon se naziva ulaznim *offset* naponom.

Pribor za obavljanje vežbe

1. Protobord
2. Četvorostruki operacioni pojačavač LM324 (ili TL084), garnitura otpornika, kondenzatora i provodnika za protobord
3. Podešljivi stabilisani laboratorijski izvor napajanja sa više nezavisnih kanala
4. Funkcijski generator
5. Dvokanalni digitalni osciloskop

Predmet vežbe

Snimanje frekvencijske karakteristike



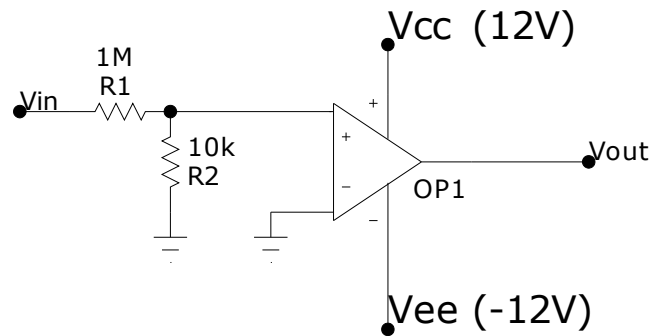
Slika 1 - Varijanta invertujućeg pojačavača

1. Na protobordu sastaviti kolo sa slike 1,
2. Na ulaz dovesti sinusni signal amplitude 1V, srednje vrednosti 0. Frekvenciju podesiti tako da pojačanje iznosi -4,7.
3. Povećavati frekvenciju dok amplituda izlaznog signala ne opadne $\sqrt{(2)}$ puta¹. Ovu frekvenciju zabeležiti kao gornju graničnu (**fg**).
4. Zabeležiti koliki je na frekvenciji fg fazni pomak (ugao) izlaznog signala u odnosu na ulazni.

¹ Radi lakšeg merenja u praksi, podesiti amplitudu tako da na osciloskopu iznosi 3 vertikalna podeoka. Nakon što amplituda opadne na 2 podeoka, postignut je pad pojačanja od 2/3 što je približno jednako traženoj vrednosti.

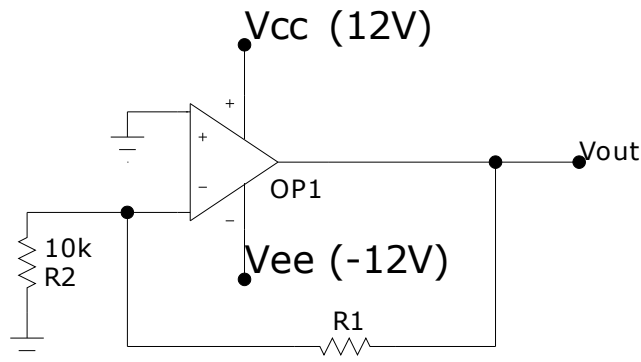
5. Smanjivati frekvenciju sve dok se ne desi isto kao i pri povećavanju (tačka 3). Zabeležiti frekvenciju na kojoj je konstatovan predviđeni pad pojačanja kao donju graničnu (**fd**). Zabeležiti takođe i fazni pomak (**ugao**) izlaznog signala u odnosu na ulazni.
6. Primeniti metodu merenja pomoću povorke pravougaonih impulsa (videti dodatak D) radi utvrđivanja **fg** i **fd**. Uporediti rezultate sa rezultatima tačaka 3 i 5.

Merenje pojačanja u otvorenoj povratnoj sprezi



Slika 2 - Merenje pojačanja u otvorenoj povratnoj sprezi

1. Sastaviti kolo dato na slici 2 koristeći jedan od četiri operaciona pojačavača (unutar integrisanog kola) po slobodnom izboru. Prvi kanal osciloskopa priključiti na mesto označeno **Vin**, a drugi na **Vout**.
2. Kao ulazni generator **Vin** priključiti funkcijski generator, i podesiti sinusni talasni oblik zadate frekvencije (pitati asistenta koji vodi vežbe za frekvenciju).
3. Posmatrajući na osciloskopu oba signala istovremeno, podešavati amplitudu i ofset sinusnog signala na funkcijskom generatoru tako da se na izlazu operacionog pojačavača (**Vout**) dobije što je moguće manje izobličen signal
4. Izmeriti amplitude oba signala i izračunati naponsko pojačanje. Pošto je pojačanje veliko, na samom ulazu pojačavača, neophodan je signal veoma male amplitude. Da bi se lakše proizveo signal male amplitude, ulazni signal se dovodi preko razdelnika kojeg čine otpornici **R1** i **R2**. Uzeti u obzir i njihov uticaj pri izračunavanju pojačanja.
5. Na osnovu rezultata merenja na različitim frekvencijama koje su drugi uradili u laboratoriji, zajednički na tabli nacrtati frekvencijsku karakteristiku u **dB**, sa logaritamskom skalom frekvencija.

Merenje ofset napona*Slika 3 - Merenje offset napona*

Izlazni napon kola sa slike 3 biće sledećeg oblika:

$$V_o = \left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right) V_{ofs} \quad (2)$$

1. Sastaviti kolo sa slike 3 na protobordu, koristeći jedan od četiri operaciona pojačavača iz integrisanog kola po slobodnom izboru,
2. Za dato kolo važi relacija (2). Izabrati odnos otpornosti R1 i R2 tako da na se na izlazu (Vo) pojavi napon reda veličine nekoliko volti. Ako je napon na izlazu jako mali, povećati odnos. Ako se pojavi napon blizak naponu napajanja, to znači da je pojačanje preveliko i pojačavač je u zasićenju i treba smanjiti pomenuti odnos.
3. Primeniti formulu (2) i izračunati ulazni ofset napon upotrebljenog operacionog pojačavača.