

Vežba 5 – OPERACIONI POJAČAVAČ

Neke osobine operacionih pojačavača

Operacioni pojačavač je u osnovi diferencijalni pojačavač veoma velikog pojačanja. Njegovi diferencijalni ulazi označeni kao + (neinvertujući) i – (invertujući) imaju veoma velike ulazne otpornosti, drugim rečima struje koje teku kroz ulazne priključke veoma su male i možemo ih zanemariti, odnosno smatrati nultim, u velikom broju slučajeva. Što se izlazne otpornosti tiče, trebalo bi da bude veoma mala, ali kod realnih operacionih pojačavača zavisi od konkretnog tipa i namene. Generalno, manja je bar za red veličine od ulazne otpornosti potrošača za koje je predviđen. O tome uvek treba konsultovati dokumentaciju konkretnog operacionog pojačavača.

Operacioni pojačavači zahtevaju napajanje iz naponskih izvora, mada se na principskim šemama raznih elektronskih kola napajanja često izostavljaju. Često je nekoliko operacionih pojačavača integrisano na jednu poluprovodničku pločicu i zatvoreno u jedno kućište (npr. LM324 – četiri unutar jednog kućišta – engl. *quad*, LM358 – dva unutar istog kućišta – engl. *dual*). U takvim slučajevima svi imaju zajedničko napajanje.

Napajanje se dovodi preko dva priključka, pozitivnog (obično označenog kao V_{cc}) i negativnog (V_{ee}). U velikom broju slučajeva, nijedan od napona dovedenih na priključke nije napon mase u kolu. Opseg u kom izlazni napon pojačavača može da se kreće, uvek se nalazi između dva napona dovedenih na priključke napajanja.

Prenosna karakteristika operacionog pojačavača, u najjednostavnijem slučaju 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, garnitura otpornika i provodnika za protobord
3. Dvostruki stabilisani laboratorijski izvor napajanja +12V/-12V
4. Funkcijski generator
5. Dvokanalni osciloskop

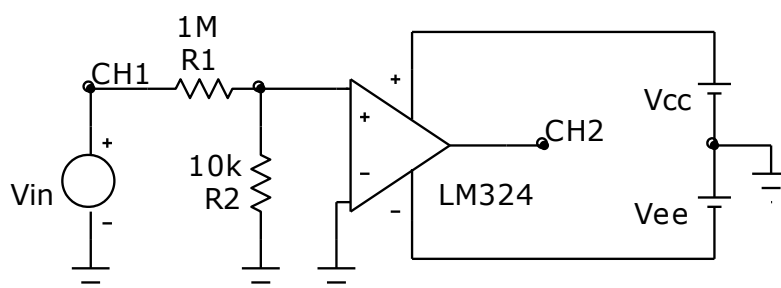
Zadatak vežbe

Izmeriti pojačanje operacionog pojačavača u otvorenoj povratnoj sprezi. Izmeriti njegov offset napon. Uporediti dobijene rezultate sa kataloškim podacima.

Postupak

Pojačanje sa otvorenom povratnom spregom

1. Pronaći raspored nožica integrisanog kola LM324 u priloženom izvodu iz dokumentacije. Napajanja priključiti tako da se operacioni pojačavač napaja sa $V_{cc}=12$, $V_{ee}=-12$. Masa, tj. nulti potencijal takođe mora biti priključena u kolo na za to predviđenom mestu (vidi tačku 2),
2. Sastaviti kolo dato na slici 1 koristeći jedan od četiri operaciona pojačavača po slobodnom izboru. Prvi i drugi kanal osciloskopa priključiti na mesta označena sa CH1 i CH2,

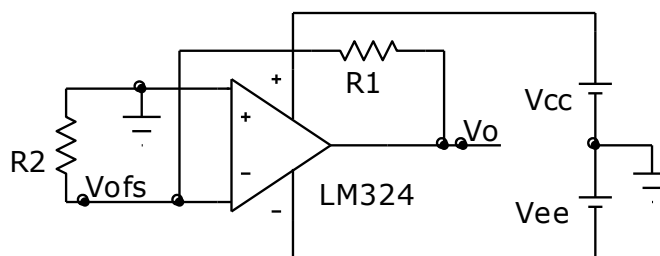


Slika 1

3. Kao ulazni generator V_{in} priključiti funkcijski generator, i podesiti sinusni talasni oblik zadate frekvencije (pitati za frekvenciju),
4. Posmatrajući na osciloskopu oba signala istovremeno, podešavati amplitudu i ofset sinusnog signala na funkcijskom generatoru tako da se na izlazu operacionog pojačavača (CH2) dobije neizobličen sinusni signal.
5. 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 R_1 i R_2 . Uzeti u obzir i njihov uticaj pri izračunavanju pojačanja.
6. Uporediti dobijene rezultate sa podacima iz priloženog izvoda iz dokumentacije.

Merenje ofset napona

Za ovo merenje, iskoristićemo činjenicu da se između ulaznih priključaka operacionog pojačavača pri dejstvu negativne povratne sprege javlja nulti napon. Zapravo, ne javlja se tačno nulti napon, nego ofset napon. Možemo napraviti pojačavačko kolo sa negativnom povratnom spregom koje će pojačavati sopstveni ofset napon (slika 2). Drugim rečima, pojačavač u ovoj konfiguraciji pojačava ofset napon dovoljno da ga lako možemo izmeriti.



Slika 2

1. Sastaviti kolo sa slike 2 na protobordu, koristeći jedan od četiri operaciona pojačavača po slobodnom izboru,

2. Za dato kolo važi relacija (2). Izabrati odnos otpornosti R_1 i R_2 tako da na se na izlazu (V_o) 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,

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

3. Primeniti formulu datu sa (2) za izračunavanje ofset napona na osnovu izmerenog napona na izlazu.

Napomene

Dobijeno pojačanje sa otvorenom povratnom uporediti sa grafikom iz dokumentacije pod nazivom *Open Loop Frequency Response*. Izmereno pojačanje izraziti u decibelima ($A_{dB} = 20 \log A_v$).