

## Vežba 1 – DIFERENCIJALNI POJAČAVAČ

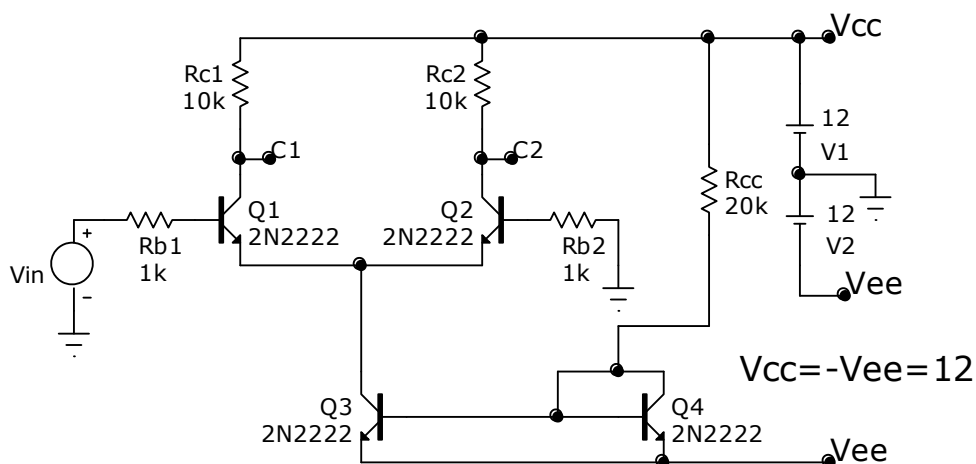
### Pojam diferencijalnog pojačavača

Pojačavač koji na svom izlazu daje veličinu srazmernu razlici dve ulazne veličine naziva se diferencijalni pojačavač. Klasična izvedba diferencijalnog naponskog pojačavača sastoji se od dva bipolarna tranzistora sa spojenim emiterima (slika 1). U slučaju jednakosti napona na bazama bipolarnih tranzistora, struja strujnog generatora u emitterskom kolu (strujno ogledalo na slici 1) ravnomerno se deli između dva pojačavačka tranzistora. Izlazni napon se obično uzima ili između dva kolektora (diferencijalni izlaz) ili samo sa jednog kolektora, mada postoje i druga rešenja.

### Zadatak vežbe

Pomoću softverskog paketa za analizu elektronskih kola *Micro-Cap*, analizirati diferencijalni pojačavač sastavljen od diskretnih komponenti dat na slici 1.

### Postupak



Slika 1 - Diferencijalni pojačavač sa bipolarnim tranzistorima

### Prenosna funkcija za male signale

1. Zadati opis (nacrtati šemu) kola sa slike 1 u softverskom paketu Micro-Cap,
2. Pratiti promenu struje tranzistora  $Q_1$  i  $Q_2$  i potencijale u tačkama C1 i C2 u analizi Dynamic DC<sup>1</sup>. Obratiti pažnju na opseg u kom pojačavač radi približno linearno<sup>2</sup>. Za koju vrednost ulaznog napona jedan od tranzistora preuzme kompletnu struju strujnog izvora (Q3)?
3. Naći prenosnu funkciju za male signale (naponsko pojačanje) ako se izlazni napon uzima između tačke C1 i mase<sup>3</sup>. Šta se menja ako je izlaz tačka C2?

1 Izvor Vin treba definisati kao izvor tipa „None“ pri čemu DC vrednost napona ostaje 0, a AC amplituda i faza su 1 i 0 redom. Nakon pokretanja analize dodati slajder u opsegu od -150 mV do 150 mV sa korakom od 2 mV i povezati ga sa DC vrednošću izvora Vin.

2 Uključiti prikaz struje (ili napona po potrebi) na šematskom prikazu kola

3 U tački 3 i 4 koristiti analizu tipa Transfer function.

4. Naći prenosnu funkciju za male signale (naponsko pojačanje) ako se izlazni napon uzima između tačaka 4 i 5<sup>4</sup>. Objasniti rezultat.

### ***Statička prenosna karakteristika***

1. Izvršiti DC analizu pri čemu se  $V_{in}$  menja u opsegu od -200 mV do 200 mV sa korakom od 5 mV. Posmatrati potencijale u tačkama C1 i C2 kao i razliku napona između tih tačaka. Analizu raditi na temperaturi od 27 °C (default vrednost za PSPICE).
2. Ponoviti tačku 1 na temperaturama od 50 i 120 °C<sup>5</sup>. Šta se menja? Uključivanjem opcije „Cursor Mode“ može se pratiti koji karakteristika odgovara kojoj temperaturi.

### ***Prenosna funkcija u frekvencijskom domenu***

1. Izvršiti AC analizu pri čemu se frekvencija AC izvora ( $V_{in}$  je već definisan sa jediničnom amplitudom zbog čega će rezultati moći da se interpretiraju kao pojačanja) menja od 10 Hz do 100 MHz sa računanjem 10 tačaka po dekadi. Potencijal u tački C2 smatrati izlazom. Posmatrati amplitudu u dB i fazu u stepenima<sup>6</sup>
2. Na osnovu prethodnog rezultata utvrditi graničnu frekvenciju diferencijalnog pojačavača<sup>7</sup>.

### ***Analiza u vremenskom domenu - tranzijentna***

1. Korigovati prethodni opis tako da bi se izvršila tzv. *tranzijentna analiza*. Analiza treba da prikaže naponske odzive u tačkama C1 i C2 ako je pobuda prostoperiodični napon amplitude 50 mV i frekvencije 1 kHz. Očitati naponsko pojačanje i uporediti sa rezultatom od ranije<sup>8</sup>.
2. Dopuniti prethodnu analizu tako da se posmatraju i struje kolektora tranzistora Q1 i Q2<sup>9</sup>.

---

4 Napon između tačaka C1 i C2 zapisuje se kao V(C1, C2)

5 Tip promene temperature promeniti u „List“, a u naredno polje upisati 50 i 120 odvojeno zarezom

6 Moguće je zadati broj izračunatih tačaka – pošto je broj obuhvaćenih dekada jednak 7, broj tačaka treba da bude  $7 \times 10 + 1$

7 Kao kriterijum se uzima razlika od 3 dB u odnosu na pojačanje na niskim frekvencijama (propusnom opsegu)

8 Da grafički prikaz rezultata ne bi bio grub (izlomljen) potrebno je „maximum time step“ parametar postaviti na vrednost barem 1000 puta manju od vremena trajanja analize

9 Pošto su naponi i struje različitog reda veličine, poželjno je napone i struje prikazivati na različitim graficima.