

NAPOMENA:

Ispit traje tri sata.

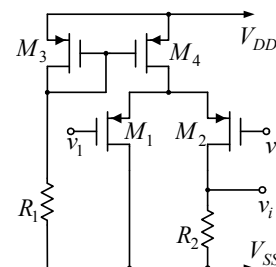
Numerisati svaku stranu sveske u gornjem spoljašnjem uglu. Svaki zadatak početi na novoj strani. Zadaci moraju biti čitko i uredno napisani. Zaokruživanjem broja zadatka u tabeli na omotu označiti koji su zadaci rađeni, i pored toga upisati broj strane na kojoj zadatak počinje.

1. Na slici 1 prikazan je diferencijalni pojačavač. MOSFET tranzistori su sa indukovanim kanalom i imaju $|V_T| = 1V$, $r_{dsi} \rightarrow \infty$ za $i \neq 4$, $V_{A4} = 100V$ i $B = k' W/L = 2 mA/V^2$. Poznato je: $V_{DD} = -V_{SS} = 5V$.

a) [10] Ako su u mirnoj radnoj tački Q jednosmerne komponente ulaznih napona $V_{I1Q} = V_{I2Q} = 0V$, smatrajući da je vrednost otpornosti R_2 dovoljno mala da M_2 radi u zasićenju odrediti izraz za faktor potiskivanja signala srednje vrednosti ulaznog napona $\rho = a_d/a_s$, gde je a_s pojačanje signala srednje vrednosti a $a_d = v_i/(v_1 - v_2)$ je diferencijalno pojačanje. Izraz odrediti u funkciji parametara elemenata šeme za male signale.

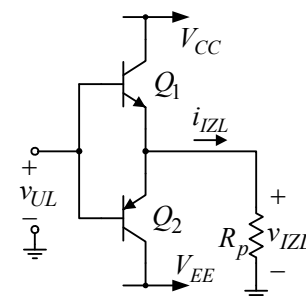
b) [10] Koristeći izraz izveden u tački a) odrediti potrebnu vrednost otpornosti otpornika R_1

tako da faktor potiskivanja bude približno jednak $\rho = 100\sqrt{2}$. Pri određivanju ove vrednosti otpornosti smatrati da su jednosmerne struje tranzistora u strujnom ogledalu jednake, iako M_4 ima konačnu vrednost Early-jevog napona (Early-jev efekat ovog tranzistora uzimati u obzir samo u šemi za male signale). Zatim odrediti vrednost otpornosti R_2 tako da jednosmerna vrednost izlaznog napona u mirnoj radnoj tački Q bude jednaka $V_{IQ} = -2,5V$ (zanemariti Early-jev efekat tranzistora M_4).



Slika 1.

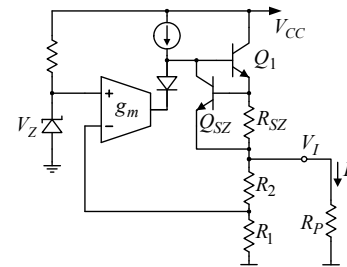
2. [15] Na slici 2 je prikazana principijelna šema simetričnog pojačavača ("puš-pul") u klasi B sa komplementarnim tranzistorima u sprezi sa zajedničkim kolektorom. Smatrati da je $V_{CC} = -V_{EE}$. U funkciji parametara kola i amplitude sinusoidalnog izlaznog napona odrediti izraz za srednju struju svakog od dva izvora za napajanje, izraz za srednju snagu oba izvora, za srednju korisnu snagu i za faktor iskorišćenja.



Slika 2.

3. [15] Objasniti način rada i karakteristike stabilizatora prikazanog na slici 3. Napisati uprošćene izraze za izlazni napon V_I i maksimalnu izlaznu struju $I_{I\max}$ ovog stabilizatora.

Nacrtati karakteristiku $V_I = f(I_I)$ ovog stabilizatora. Ucertati primere karakteristika otpornog opterećenja za normalan rad stabilizatora i za preopterećenje.



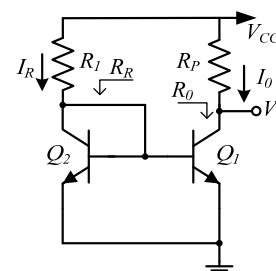
Slika 3.

4. Na slici 4 je prikazano strujno ogledalo sa NPN tranzistorima. Tranzistori su uparenih karakteristika: parametri tranzistora su $V_{BE} = 0,6V$, $V_{CES} = 0,2V$, $V_A = 100V$ i $\beta_F = 100$, dok je $V_{CC} = 5V$, $R_P = 1k\Omega$. Ako su tranzistori Q_1 i Q_2 u direktnom aktivnom režimu:

a) [10] Odrediti zavisnost struje I_0 u funkciji otpornosti potrošača $I_0 = f(R_I)$. Zanimariti uticaj Early-jevog efekta.

b) [5] Ako je $R_I = 4,4k\Omega$, odrediti maksimalnu otpornost $R_{P\max}$ za koju je tranzistor Q_1 u direktnom aktivnom režimu. Zanimariti uticaj Early-jevog efekta.

c) [10] Odrediti otpornost za male signale R_R koju vidi otpornik R_I (između kolektora Q_2 i mase).



Slika 4.

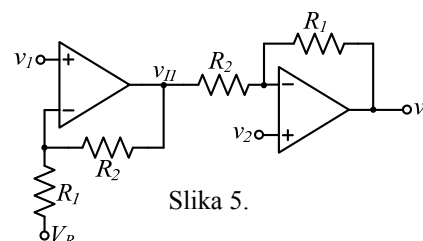
5. U kolu diferencijalnog pojačavača sa slike 5 operacioni pojačavači su idealani i napajaju se iz jedne baterije $V_{CC} = 5V$. Ostali parametri kola su $R_1 = 9R_2$, $V_R = V_{CC}/2$. Operacioni pojačavači rade u linearnom režimu ako se izlazni napon nalazi u opsegu $V_{OL} \leq v_{IOP} \leq V_{OH}$ gde je $V_{OL} = 0.1V$ a $V_{OH} = V_{CC} - 0.1V$.

a) [5] Odrediti izlazni napon V_I u mirnoj radnoj tački pri $v_1 = v_2 = V$ ako je napon V takav da oba operaciona pojačavača rade u linearnom režimu;

b) [8] Ako za naizmenične komponente ulaznih signala važi $v_2 = -v_1$ odrediti pojačanje $a_1 = v_i/v_2$. Jednosmerne komponente ulaznih signala su takve da su svi operacioni pojačavači u linearnom režimu.

c) [6] Ako za naizmenične komponente ulaznih signala važi $v_2 = v_1$ odrediti pojačanje $a_2 = v_i/v_2$. Jednosmerne komponente ulaznih signala su takve da su svi operacioni pojačavači u linearnom režimu.

d) [6] Ako je $v_1 = v_2 = V$, odrediti opseg napona $V_{\min} \leq V \leq V_{\max}$ u kome operacioni pojačavači rade u linearnom režimu.



Slika 5.