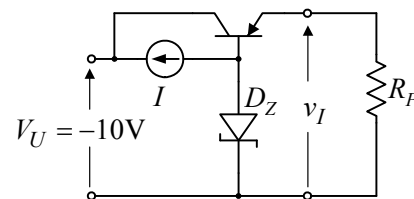


**NAPOMENA:**

**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 je prikazan stabilizator napona sa zener diodom i tranzistorom, opterećen potrošačem  $R_P$ . Tranzistor je dodat na osnovno kolo stabilizatora u cilju povećanja izlazne struje. U osnovnom kolu stabilizatora se koristi idealni strujni izvor umesto rednog otpornika. Tranzistor ima  $V_{EB} = 0,6V$ ,  $\beta_F = 100$  i zanemarljiv Early-jev efekat. Maksimalna dozvoljena snaga disipacije zener diode je  $P_{Dmax} = 0,2W$ , struja u kolenu karakteristike (minimalna struja u probouju) je zanemarljiva, a dinamička otpornost u probouju je takođe zanemarljiva.

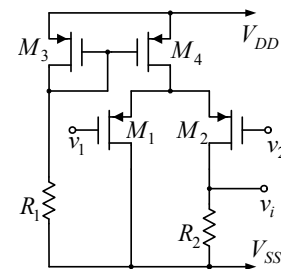


Slika 1

a) [4] Ako napon na potrošaču  $R_P$  treba da bude jednak  $V_I = -5V$ , koliko treba da bude probojni napon  $V_Z$  upotreblljene zener diode?

b) [11] Odrediti struju idealnog strujnog izvora  $I$  tako da snaga zener diode pri promeni otpornosti potrošača ne može da premaši  $P_{Dmax}$ . Koliko uz ovako određenu vrednost  $I$  iznosi najveća moguća struja kroz zener diodu, pri bilo kojoj vrednosti  $R_P$ ? Koliko uz ovako određenu vrednost  $I$  iznosi najveća struja kroz  $R_P$ , uz uslov da zener dioda ne izađe iz režima probouja? Koliko uz ovako određenu vrednost  $I$  iznosi najveća struja kroz  $R_P$  kada je  $R_P = 0$ ?

2. Na slici 2 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:  $V_{DD} = -V_{SS} = 5V$ .

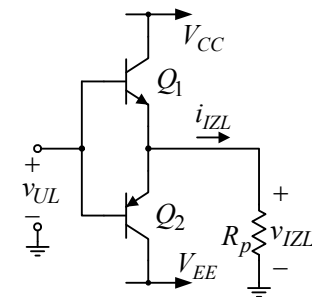


Slika 2.

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  $M_4$ ).

3. [15] Na slici 3 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 3.

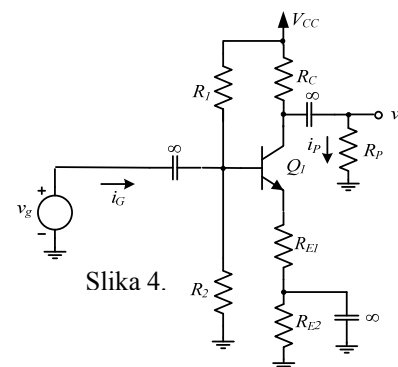
4. U kolu pojačavača sa slike 4, parametri tranzistora su  $\beta_0 = 100$ ,  $V_{BE} = 0,6V$ ,  $V_{CES} = 0,2V$  i  $V_A \rightarrow \infty$ , dok je  $V_{CC} = 12V$ ,  $V_T = 25mV$ ,  $R_C = 5k\Omega$ ,  $R_{E1} = 500\Omega$ ,  $R_{E2} = 9.5k\Omega$ ,  $R_I = 100k\Omega$  i  $R_P = 10k\Omega$ ,  $v_g(t) = 0.5V \cdot \sin(2\pi ft)$ ,  $f = 1kHz$ . Pri proračunu jednosmernog režima smatrati da  $\beta_F \rightarrow \infty$ .

a) [4] Odrediti otpornost  $R_2$  tako da struja kolektora u mirnoj radnoj tački bude  $I_C = 0.5mA$

b) [5] Odrediti vrednosti napona na priključcima tranzistora i potrošaču u mirnoj radnoj tački  $V_B$ ,  $V_C$ ,  $V_E$  i  $V_P$

c) [10] Odrediti naponsko pojačanje  $a_v = v_p/v_g$ , strujno pojačanje  $a_i = i_p/i_g$ , ulaznu otpornost  $R_u$  koju vidi idealni naponski generator  $v_g$  i izlaznu otpornost  $R_l$  koju vidi potrošač  $R_P$

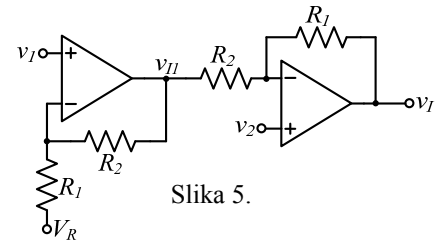
d) [6] Odrediti i nacrtati vremenske dijagrame napona na priključcima tranzistora i potrošaču  $v_B(t)$ ,  $v_C(t)$ ,  $v_E(t)$  i  $v_P(t)$



Slika 4.

5. U kolu 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  $V_{OH} = V_{CC} - 0.1V$ .

- [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;
- [8] Ako za naizmjenične 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.
- [6] Ako za naizmjenične 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.
- [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.