

OSNOVI ANALOGNE ELEKTRONIKE, SEPTEMBAR 2012.

Polaže se drugi kolokvijum (zadaci 3 i 4 - traje 2 sata), ili  
kompletan ispit (svi zadaci - traje 3 sata)

IME I PREZIME \_\_\_\_\_ BR. INDEKSA \_\_\_\_\_

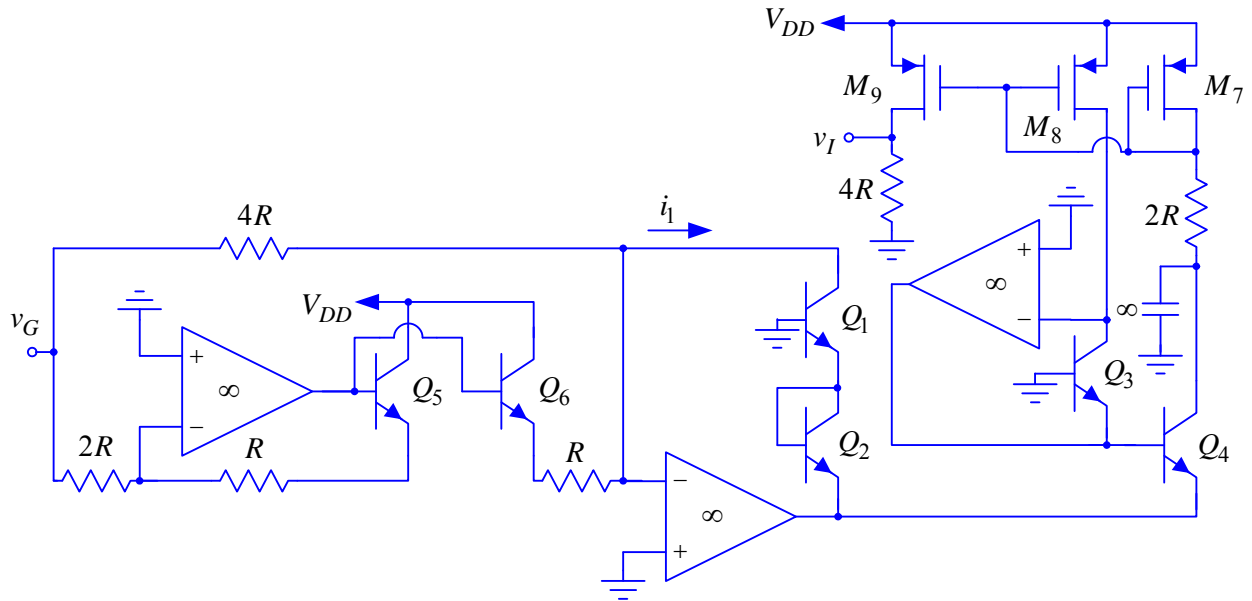
1	2	3	4	$\Sigma$

1. a) [4] Nacrtati trostepeni pojačavač sa NMOS tranzistorima sa negativnom povratnom spregom, koji obezbeđuje: maksimalnu ulaznu otpornost, minimalnu izlaznu otpornost, isti fazni stav ulaznog i izlaznog signala i što je moguće veće pojačanje u otvorenoj sprezi.
- b) [2] Izračunati naponsko pojačanje pojačavača iz tačke a).
- c) [2] Izračunati ulaznu otpornost pojačavača iz tačke a).
- d) [2] Izračunati izlaznu otpornost pojačavača iz tačke a).

**Rešenje:**

2. U kolu sa slike operacioni pojačavači se mogu smatrati idealnim, bipolarni tranzistori su identičnih karakteristika i imaju  $\beta_F \rightarrow \infty$  i  $V_A \rightarrow \infty$ , MOSFET-ovi su identičnih karakteristika sa  $\lambda \rightarrow 0$ , dok je  $R = 10\text{k}\Omega$ . Smatrati da su svi bipolarni tranzistori, kada provode, polarisani za rad u direktnom aktivnom režimu, MOS tranzistori za rad u zasićenju, da su operacioni pojačavači izvan zasićenja, dok je ulazni napon  $v_G = V_m \sin(2\pi ft)$ ,  $f = 1\text{kHz}$ .

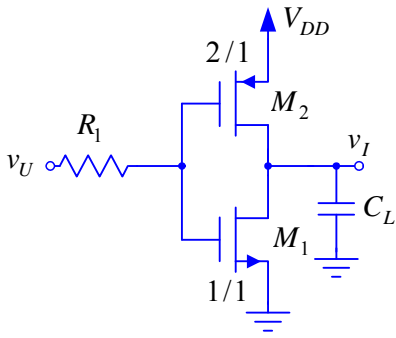
- [4] Odrediti zavisnost  $i_1 = f(v_G)$ .
- [4] Odrediti zavisnost  $v_I = g(i_1)$ .
- [2] Ako je  $V_m = 1\text{V}$ , nacrtati vremenski oblik napona  $v_I$ .



**Rešenje:**

3. a) [2] Nacrtati invertujući pojačavač sa operacionim pojačavačem sa jednopolnom prenosnom karakteristikom i otpornom paralelno-strujnom negativnom povratnom spregom.  
Za pojačavač iz a) izvesti i nacrtati Bodeove karakteristike:
- b) [2] kružnog pojačanja;
  - c) [2] pojačanja sa reakcijom;
  - d) [2] ulazne impedanse; i
  - e) [2] izlazne impedanse.

**Rešenje:**



4. U kolu CMOS pojačavača sa slike parametri tranzistora su:  $\mu_n C_{ox} = 100 \mu\text{A}/\text{V}^2$ ,  $\mu_p C_{ox} = 50 \mu\text{A}/\text{V}^2$ ,  $V_{TN} = -V_{TP} = V_T = 0,7 \text{ V}$ ,  $C_{gd1} = C_{gd2} = 0,5 \text{ fF}$ ,  $C_{bd1} = C_{bd2} = 10 \text{ fF}$ ,  $\lambda_n = 0,04 \text{ V}^{-1}$ ,  $\lambda_p = 0,05 \text{ V}^{-1}$ , koeficijenti flicker šuma  $K_{FNMOS} = 2K_{FPMOS} = 10^{-24} \text{ V}^2\text{F}$  i  $C_{ox} = 2 \text{ fF}/\mu\text{m}^2$ , dok je:  $KT = 4 \cdot 10^{-21} \text{ J}$ ,  $V_{DD} = 5 \text{ V}$ ,  $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$  i  $C_L = 1 \text{ pF}$ . U mirnoj radnoj tački je  $V_U = V_{DD}/2$ .

- [5] Odrediti gornju graničnu učestanost pojačavača  $f_H$  u okolini mirne radne tačke.
- [2] Odrediti efektivnu vrednost ekvivalentnog napona belog šuma na ulazu pojačavača.
- [3] Odrediti graničnu učestanost  $f_c$  za koju su uticaji flicker šuma i termičkog šuma podjednaki.

**Rešenje:**