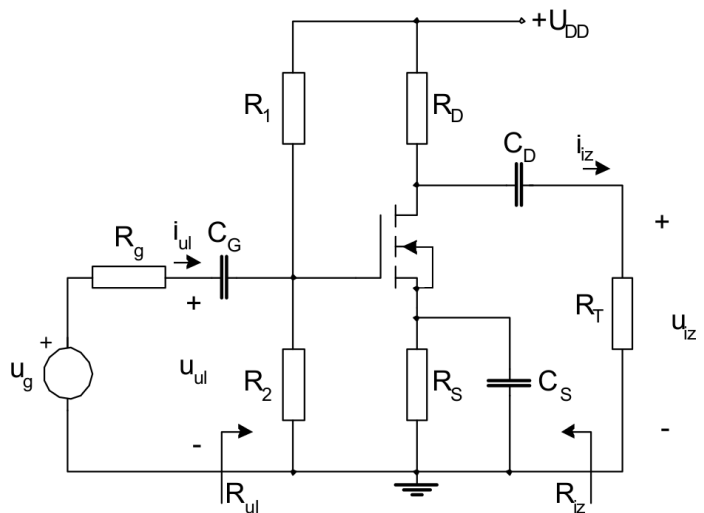


## ZAVRŠNI ISPIT IZ ELEKTRONIKE 1

## ZADACI

**ZADATAK 1.** Za pojačalo na slici zadano je:  $U_{DD} = 12 \text{ V}$ ,  $R_g = 500 \Omega$ ,  $R_1 = 2200 \text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 820 \text{ k}\Omega$ ,  $R_D = 1,8 \text{ k}\Omega$ ,  $R_S = 560 \Omega$ ,  $R_T = 3,3 \text{ k}\Omega$ . Za  $n$ -kanalni MOSFET poznato je da je  $U_{GS0} = 0,7 \text{ V}$ ,  $K = 2,75 \text{ mA/V}^2$  te da je porast struje odvoda u zasićenju zanemariv ( $\lambda = 0 \text{ V}^{-1}$ ).

- Odrediti statičku radnu točku (2 boda).
- Nacrtati nadomjesnu shemu pojačala za dinamičku analzu te odrediti naponsko pojačanje  $A_V = u_{iz}/u_{ul}$  (4 boda).
- Odrediti ulazni otpor  $R_{ul} = u_{ul}/i_{ul}$ , izlazni otpor  $R_{iz}$  te strminsko pojačanje  $G_M = i_{iz}/u_{ul}$  (2 boda).



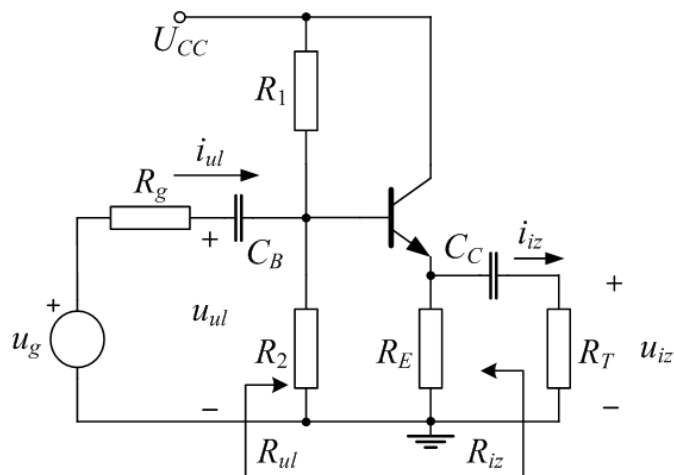
**ZADATAK 2.** Silicijski  $pnp$  tranzistor ima homogene koncentracije primjesa u emiteru i bazi iznosa  $1 \cdot 10^{18} \text{ cm}^{-3}$  i  $1,5 \cdot 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ . Pokretljivost manjinskih nosilaca u emiteru je  $450 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ , a u bazi  $260 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ . Rekombinacijska struja baze iznosi  $I_R = 5 \mu\text{A}$ , efektivna širina emitera  $1,5 \mu\text{m}$ , a vrijeme života manjinskih nosilaca u bazi je  $0,2 \mu\text{s}$ . Širine baze i emitera su puno manje, a širina kolektora puno veća od difuzijskih duljina manjinskih nosilaca. Površina tranzistora je  $2 \text{ mm}^2$ . Naponi na spojevima su  $U_{BE} = -0,5 \text{ V}$  i  $U_{CB} = -5 \text{ V}$ . Pretpostaviti  $T = 300 \text{ K}$  i  $I_{CBO} \approx 0 \text{ A}$ .

- Izračunati koncentracije manjinskih nosilaca te skicirati njihovu raspodjelu u tranzistoru (označiti ravnotežne i rubne koncentracije manjinskih nosilaca u emiteru, bazi i kolektoru) i označiti sve komponente struja (3 boda).
- Odrediti efektivnu širinu baze (1 bod).
- Izračunati sve komponente struja tranzistora i ukupne struje emitera, baze i kolektora (3 boda).
- Izračunati faktore strujnih pojačanja  $\alpha$  i  $\beta$  te faktor injekcije (1 bod).

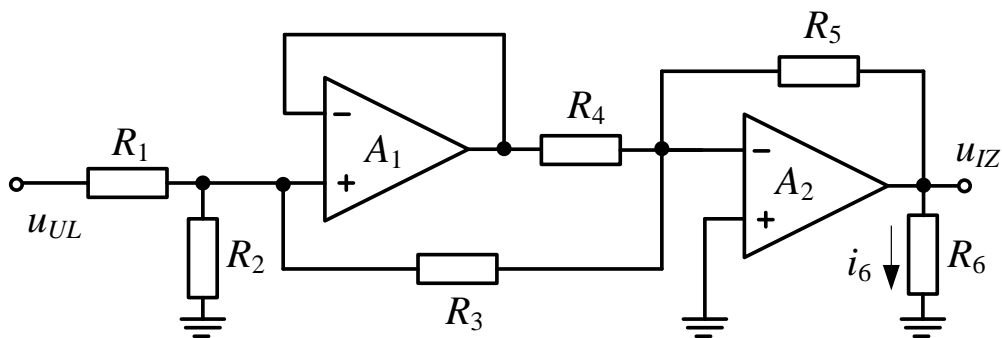
**ZADATAK 3.** Za pojačalo sa slike zadano je  $U_{CC} = 12 \text{ V}$ ,  $R_g = 500 \Omega$ ,  $R_T = 2 \text{ k}\Omega$ ,  $R_E = 3 \text{ k}\Omega$ . Parametri tranzistora su  $\beta = h_{fe} = 100$  i  $U_\gamma = 0,7 \text{ V}$ . Zanimariti porast struje kolektora u normalnom aktivnom području. Naponski ekvivalent temperature iznosi  $U_T = 25 \text{ mV}$ .

- a) Ako je naponsko pojačanje  $A_v = u_{iz}/u_{ul} = 0,9896$ , odrediti iznose otpornika  $R_1$  i  $R_2$  ako vrijedi da je  $R_2 = 2 \cdot R_1$ . Provjeriti radi li tranzistor u normalnom aktivnom području (4 boda).

- b) Nacrtati shemu pojačala za dinamičku analizu, odrediti strujno pojačanje  $A_I = i_{iz}/i_{ul}$ , ulazni otpor  $R_{ul}$  i izlazni otpor  $R_{iz}$  (4 boda).



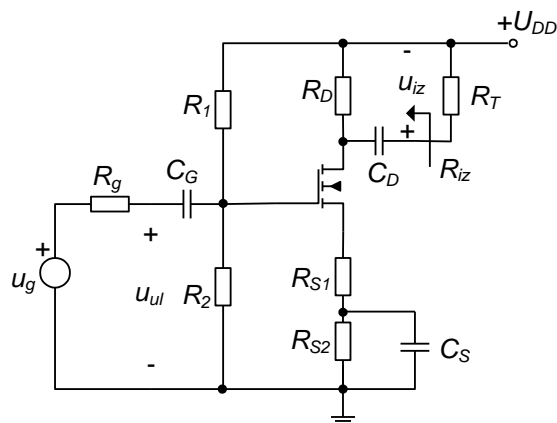
**ZADATAK 4.** Za zadani sklop izračunati pojačanje  $A_v = u_{IZ}/u_{UL}$ . Ako  $u_{UL}$  iznosi 1 V, izračunati iznos struje  $i_6$ . Otpornici su iznosa:  $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 4,7 \text{ k}\Omega$ ,  $R_3 = 6,8 \text{ k}\Omega$ ,  $R_4 = 2 \text{ k}\Omega$ ,  $R_5 = 12 \text{ k}\Omega$  i  $R_6 = 5,6 \text{ k}\Omega$ . Operacijska pojačala su idealna (6 bodova).



## PITANJA

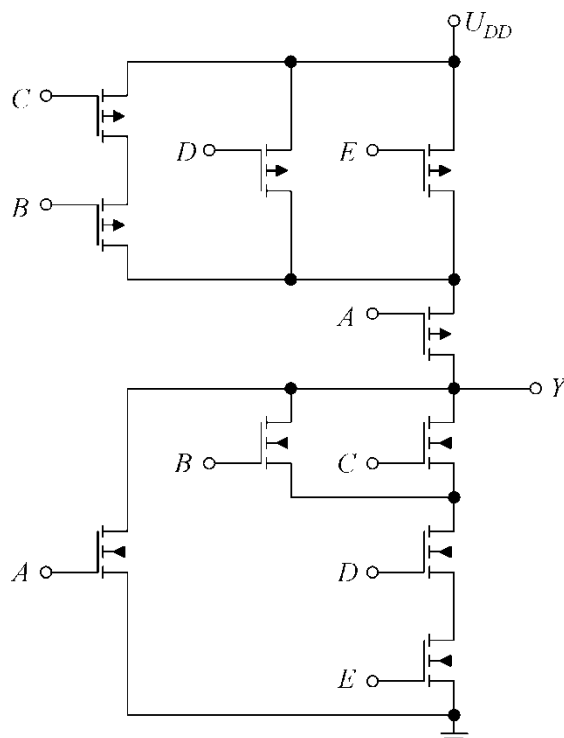
1. Kakva je statička radna točka za pojačalo na slici? Ako odspojimo  $R_T$  što se događa s iznosom naponskog pojačanja  $A_v = u_{iz}/u_{ul}$  i izlaznim otporom  $R_{iz}$  (2 boda)?

- Radna točka nije stabilizirana,  $|A_v|$  se ne mijenja,  $R_{iz}$  raste.
- Radna točka je stabilizirana,  $|A_v|$  raste,  $R_{iz}$  raste.
- Radna točka nije stabilizirana,  $|A_v|$  pada,  $R_{iz}$  pada.
- Radna točka je stabilizirana,  $|A_v|$  raste,  $R_{iz}$  se ne mijenja.
- Radna točka je stabilizirana,  $|A_v|$  se ne mijenja,  $R_{iz}$  se ne mijenja.



2. Koju logičku funkciju ostvaruje CMOS sklop na slici (2 boda)?

- $Y = A(BC + D + E)$ .
- $Y = A + (B + C)DE$ .
- $Y = \overline{A(BC + D + E)}$ .
- $Y = A + (B + C)DE$ .
- Niti jedan od odgovora.

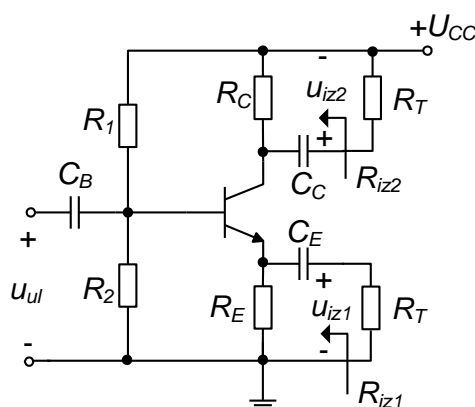


3. Dva bipolarna tranzistora imaju sve tehnološke karakteristike iste, osim širine baze. Prvi tranzistor ima širu bazu od drugog tranzistora. U kakvom su odnosu faktori efikasnosti emitera i bazni transportni faktori kada tranzistori rade u normalnom aktivnom području i priključeni su na iste napone (**2 boda**)?

- a)  $\gamma_1 = \gamma_2, \beta_1^* < \beta_2^*$ .
- b)  $\gamma_1 > \gamma_2, \beta_1^* < \beta_2^*$ .
- c)  $\gamma_1 < \gamma_2, \beta_1^* = \beta_2^*$ .
- d)  $\gamma_1 > \gamma_2, \beta_1^* = \beta_2^*$ .
- e)  $\gamma_1 < \gamma_2, \beta_1^* < \beta_2^*$ .

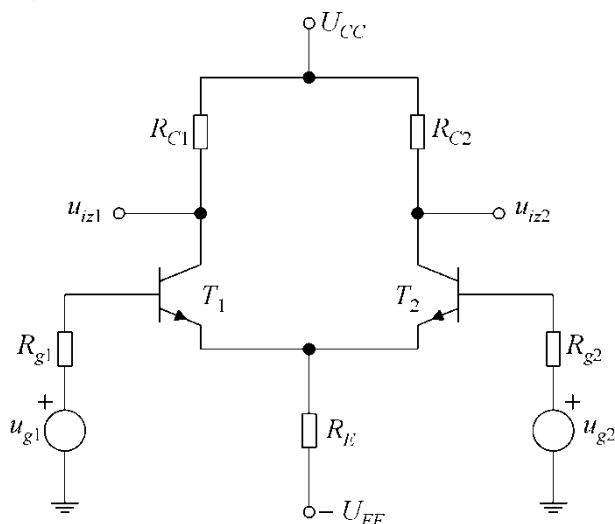
4. Za pojačalo na slici vrijedi  $R_C = R_E$ . Radna točka tranzistora postavljena je u normalno aktivno područje. Za izlazne napone  $u_{iz1}$  i  $u_{iz2}$  te izlazne otpore  $R_{iz1}$  i  $R_{iz2}$  vrijedi (**2 boda**):

- a)  $u_{iz1}$  i  $u_{iz2}$  su u protufazi,  $R_{iz1} < R_{iz2}$ .
- b)  $u_{iz1}$  i  $u_{iz2}$  su u fazi,  $R_{iz1} > R_{iz2}$ .
- c)  $u_{iz1}$  i  $u_{iz2}$  su u protufazi,  $R_{iz1} = R_{iz2}$ .
- d)  $u_{iz1}$  i  $u_{iz2}$  su u fazi,  $R_{iz1} = R_{iz2}$ .
- e)  $u_{iz1}$  i  $u_{iz2}$  su u protufazi,  $R_{iz1} > R_{iz2}$ .



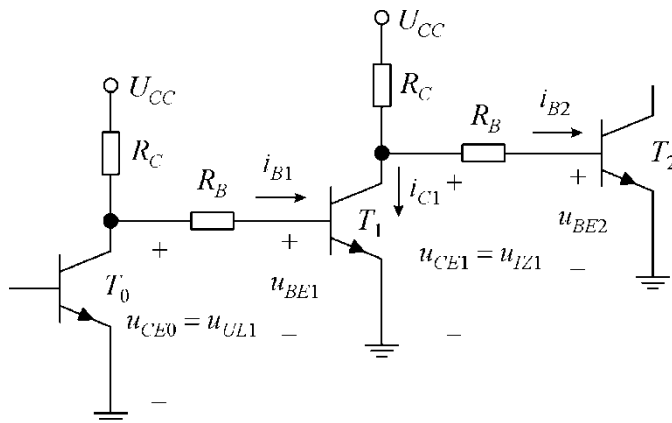
5. Zajednički i diferencijski napon diferencijskog pojačala sa slike su  $u_z = -2 \sin \omega t$  mV i  $u_d = -6 \sin \omega t$  mV. Koliki su naponi  $u_{g1}$  i  $u_{g2}$  (**2 boda**)?

- a)  $u_{g1} = -5 \sin \omega t$  mV i  $u_{g2} = -7 \sin \omega t$  mV
- b)  $u_{g1} = +2 \sin \omega t$  mV i  $u_{g2} = -6 \sin \omega t$  mV
- c)  $u_{g1} = +1 \sin \omega t$  mV i  $u_{g2} = -5 \sin \omega t$  mV
- d)  $u_{g1} = -1 \sin \omega t$  mV i  $u_{g2} = +5 \sin \omega t$  mV
- e)  $u_{g1} = +5 \sin \omega t$  mV i  $u_{g2} = +7 \sin \omega t$  mV



6. Odrediti minimalnu vrijednost otpora  $R_C$  u sklopu na slici da bi osigurao rad tranzistora  $T_1$  u zasićenju. Zadano je  $U_{CC} = 5\text{ V}$ ,  $U_{CEzas} = 0,2\text{ V}$ ,  $U_{BEzas} = 0,8\text{ V}$ ,  $R_B = 80\text{ k}\Omega$ ,  $\beta$  može imati vrijednosti od 60 do 80. Odrediti napon logičke 1 na izlazu tranzistora  $T_1$ , ako  $R_C$  ima minimalnu vrijednost (2 boda).

- a)  $R_{Cmin} = 1,16\text{ k}\Omega$ ,  $U_1 = 4,94\text{ V}$ .
- b)  $R_{Cmin} = 1,55\text{ k}\Omega$ ,  $U_1 = 5\text{ V}$ .
- c)  $R_{Cmin} = 1,55\text{ k}\Omega$ ,  $U_1 = 4,92\text{ V}$ .
- d)  $R_{Cmin} = 1,16\text{ k}\Omega$ ,  $U_1 = 5\text{ V}$ .
- e)  $R_{Cmin} = 1,52\text{ k}\Omega$ ,  $U_1 = 5\text{ V}$ .



7. Koliko iznosi izlazni napon  $u_{IZ}$  sklopa na slici, ako je iznos naponskog pojačanja operacijskog pojačala  $A_{VOP} = 10000$ ? Ostali parametri pojačala su idealni (2 boda).

- a)  $-10\text{ V}$ .
- b)  $+1\text{ V}$ .
- c)  $+10\text{ V}$ .
- d)  $-1\text{ V}$ .
- e)  $+0,0001\text{ V}$ .

