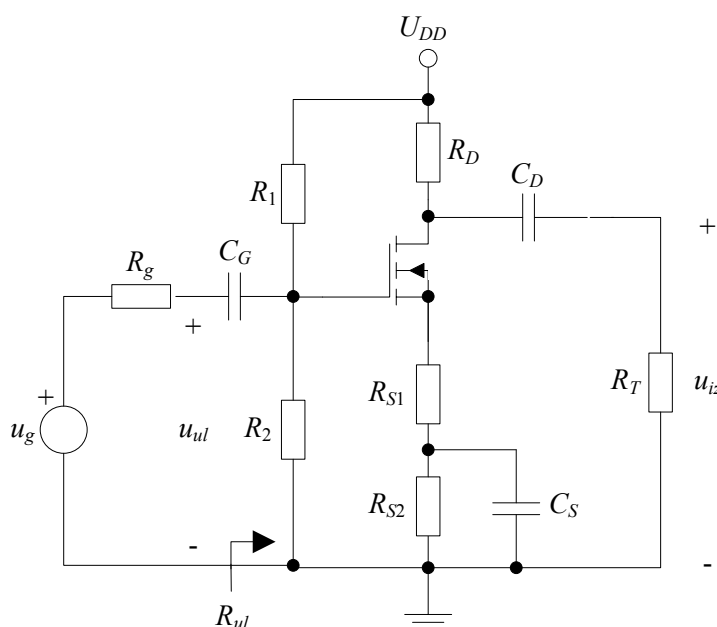


## ZAVRŠNI ISPIT IZ ELEKTRONIKE 1

## ZADACI

**ZADATAK 1.** Za pojačalo na slici zadano je:  $U_{DD} = 12\text{ V}$ ,  $R_g = 500\ \Omega$ ,  $R_1 = 4,3\text{ M}\Omega$ ,  $R_2 = 2,2\text{ M}\Omega$ ,  $R_D = 2\text{ k}\Omega$ ,  $R_{S2} = 200\ \Omega$ ,  $R_T = 4,7\text{ k}\Omega$ . Parametri  $n$ -kanalnog MOSFET-a su:  $K = 2\text{ mA/V}^2$ ,  $U_{GS0} = 1,5\text{ V}$  i  $\lambda = 0,0045\text{ V}^{-1}$ .

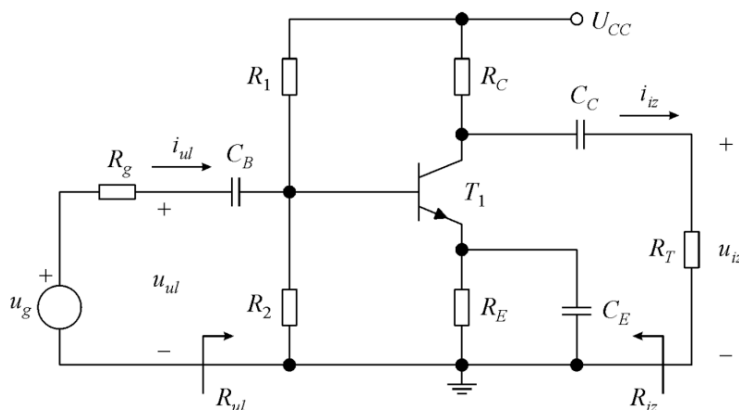
- Odrediti vrijednost otpornika  $R_{S1}$  takvu da napon  $U_{GSQ}$  iznosi  $3\text{ V}$ . Izračunati  $I_{DQ}$ ,  $U_{DSQ}$  te strminu i dinamički otpor u statičkoj radnoj točki. Pri proračunu statičke radne točke zanemariti porast struje odvoda u području zasićenja. **(3 boda)**
- Nacrtati nadomjesnu shemu pojačala za dinamičku analizu te izvesti izraze i izračunati naponska pojačanja  $A_V = u_{iz}/u_{ul}$  i  $A_{Vg} = u_{iz}/u_g$ . **(5 bodova)**



**ZADATAK 2.** Silicijski  $pnp$  tranzistor ima homogene koncentracije primjesa u emiteru i bazi iznosa  $1 \cdot 10^{18}\text{ cm}^{-3}$  i  $2 \cdot 10^{16}\text{ cm}^{-3}$ . Pokretljivosti manjinskih nosilaca u emiteru i u bazi su  $300\text{ cm}^2/\text{Vs}$  i  $250\text{ cm}^2/\text{Vs}$ . Efektivna širina baze je  $0,5\ \mu\text{m}$ , a emitera  $1,5\ \mu\text{m}$ . Širine baze i emitera su puno manje, a širina kolektora puno veća od difuzijskih duljina manjinskih nosilaca. Vrijeme života manjinskih nosilaca u bazi je  $0,1\ \mu\text{s}$ . Površina tranzistora je  $1\text{ mm}^2$ . Naponi na  $pn$ -spojevima su  $U_{BE} = -0,5\text{ V}$  i  $U_{CB} = -3\text{ V}$ . Pretpostaviti  $T = 300\text{ K}$  i  $I_{CBO} = 0\text{ A}$ .

- Skicirati raspodjelu manjinskih nosilaca u tranzistoru (označiti ravnotežne i rubne koncentracije manjinskih nosilaca u emiteru, bazi i kolektoru) i označiti sve komponente struja. **(2 boda)**
- Izračunati sve komponente struja tranzistora i ukupne struje emitera, baze i kolektora. **(5 bodova)**
- Izračunati faktor injekcije, te faktore pojačanja  $\alpha$  i  $\beta$ . **(1 bod)**

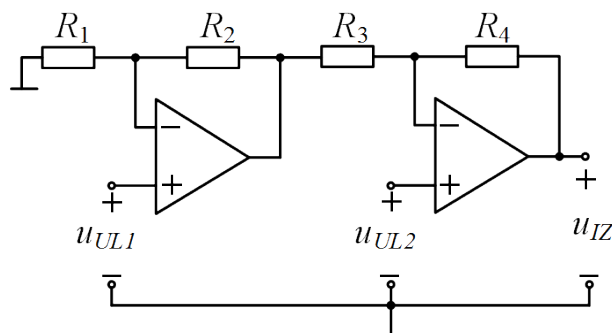
**ZADATAK 3.** Za pojačalo na slici zadani su sljedeći podaci:  $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 4,7 \text{ k}\Omega$ ,  $R_E = 2,2 \text{ k}\Omega$ ,  $R_C = 2,2 \text{ k}\Omega$ ,  $R_T = 2,2 \text{ k}\Omega$ ,  $R_g = 50 \text{ }\Omega$ ,  $U_{CC} = 12 \text{ V}$ . Parametri *npn* tranzistora su  $\beta \approx h_{fe} = 200$ ,  $U_\gamma = 0,7 \text{ V}$ . Zanimariti porast struje kolektora u normalnom aktivnom području. Naponski ekvivalent temperature  $U_T = 25 \text{ mV}$ .



- Odrediti statičku radnu točku ( $U_{CEQ}$ ,  $I_{CQ}$ ), strminu i dinamički otpor u radnoj točki. (2 boda)
- Skicirati statički i dinamički radni pravac, označiti karakteristične točke i odrediti maksimalni hod izlaznog napona  $u_{iz}$ . (3 boda)
- Nacrtati nadomjesnu shemu pojačala za dinamičku analizu te izvesti izraze i izračunati naponsko pojačanje  $A_V = u_{iz}/u_{ul}$  i strujno pojačanje  $A_I = i_{iz}/i_{ul}$  te ulazni otpor  $R_{ul}$ . (3 boda)

**ZADATAK 4.** Shema sklopa s idealnim, simetrično napajanim operacijskim pojačalima je prikazana na slici.

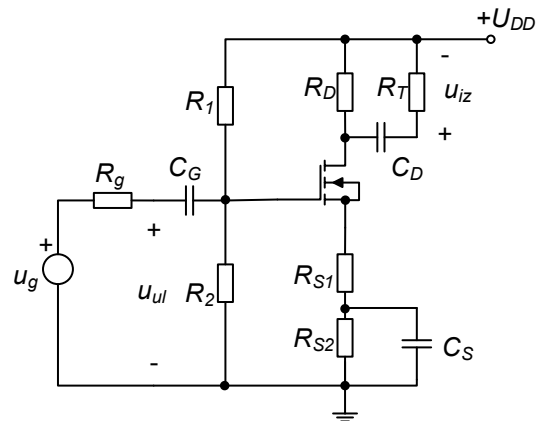
- Izračunati ovisnost izlaznog napona  $u_{IZ}$  o ulaznim naponima  $u_{UL1}$  i  $u_{UL2}$ . (4 boda)
- Izračunati  $u_{UL2}$  za zadane  $R_1 = 1,8 \text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 3,6 \text{ k}\Omega$ ,  $R_3 = 5,4 \text{ k}\Omega$ ,  $R_4 = 7,2 \text{ k}\Omega$ ,  $U_{IZ} = 1 \text{ V}$  te  $U_{UL1} = 0,25 \text{ V}$ . (2 boda)



## PITANJA

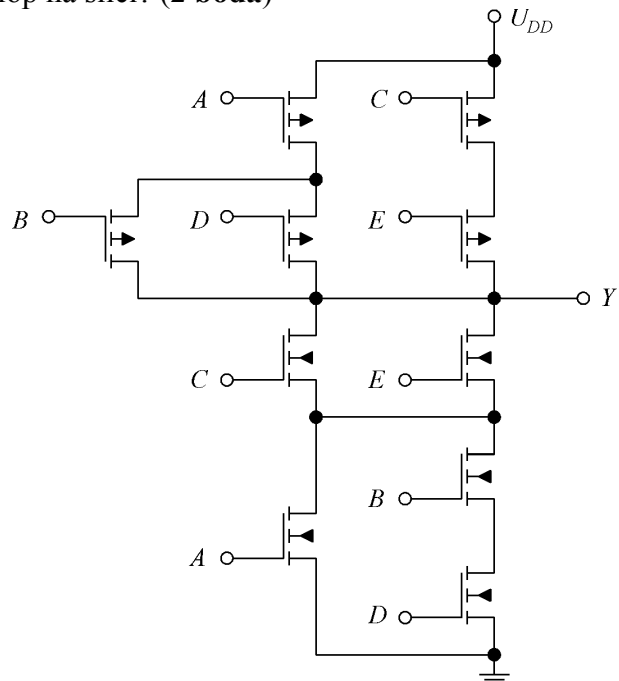
1. Ako se u pojačalu na slici odspoji kondenzator  $C_S$ , za iznos naponskog pojačanja  $|A_V| = |u_{iz}/u_{ul}|$  i struju u statičkoj radnoj točki  $I_{DQ}$  vrijedi: (2 boda)

- a)  $|A_V|$  se smanjuje,  $I_{DQ}$  se smanjuje,
- b)  $|A_V|$  se smanjuje,  $I_{DQ}$  ostaje nepromijenjena,
- c)  $|A_V|$  se povećava,  $I_{DQ}$  se povećava,
- d)  $|A_V|$  se ne mijenja,  $I_{DQ}$  se smanjuje,
- e)  $|A_V|$  se ne mijenja,  $I_{DQ}$  ostaje nepromijenjena.



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

- a)  $Y = \overline{(A + BD)(C + E)}$
- b)  $Y = A(B + D) + CE$
- c) niti jedan od odgovora
- d)  $Y = \overline{A(B + D) + CE}$
- e)  $Y = (A + BD)(C + E)$

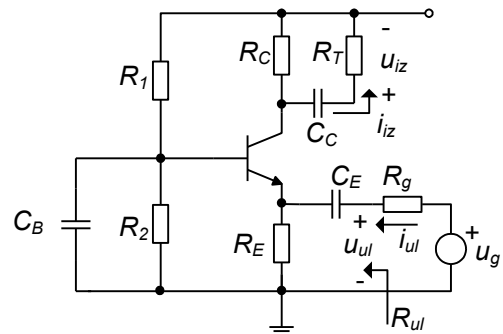


3. Dva bipolarna tranzistora imaju sve tehnološke karakteristike iste, osim širine emitera. Prvi tranzistor ima široki emiter, a drugi tranzistor ima uski emiter. U kakvom su odnosu faktori efikasnosti emitera i bazni transportni faktori kada tranzistori rade u normalnom aktivnom području i priključeni 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)  $\gamma_1 < \gamma_2, \beta_1^* > \beta_2^*$

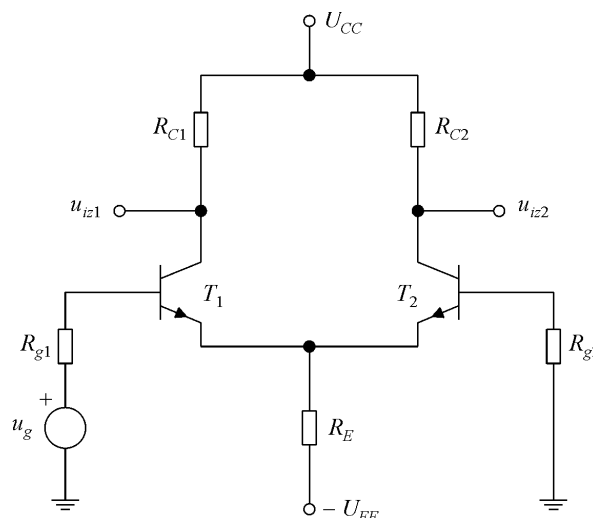
4. Za pojačalo na slici tranzistor ima faktor izmjeničnog strujnog pojačanja  $h_{fe}=100$ . Za iznos strujnog pojačanja  $|A_I|=|i_{iz}/i_{ul}|$  te ulazni otpor pojačala  $R_{ul}$  vrijedi: (2 boda)

- a)  $|A_I| < 1$ ,  $R_{ul}$  je veliki,
- b)  $|A_I|$  je istog reda veličine kao  $h_{fe}$ ,  $R_{ul}$  je mali,
- c)  $|A_I| < 1$ ,  $R_{ul}$  je mali,
- d)  $|A_I|$  je istog reda veličine kao  $h_{fe}$ ,  $R_{ul}$  je veliki,
- e)  $|A_I|$  je istog reda veličine kao  $h_{fe}$ ,  $R_{ul}$  može biti veliki ili mali ovisno o naponskom djelilu  $R_1 \sim R_2$ .



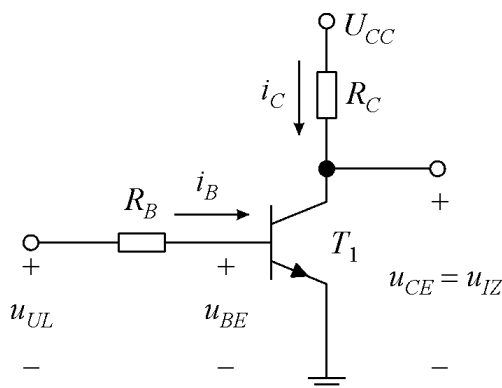
5. U pojačalu na slici napon  $u_g = 8\sin\omega t$  mV. Koliki su zajednički i diferencijski napon pojačala? (2 boda)

- a)  $u_z = 8\sin\omega t$  mV i  $|u_d| = 4\sin\omega t$  mV
- b)  $u_z = 4\sin\omega t$  mV i  $|u_d| = 8\sin\omega t$  mV
- c)  $u_z = 8\sin\omega t$  mV i  $|u_d| = 8\sin\omega t$  mV
- d)  $u_z = 16\sin\omega t$  mV i  $|u_d| = 8\sin\omega t$  mV
- e)  $u_z = 4\sin\omega t$  mV i  $|u_d| = 4\sin\omega t$  mV



6. Koji uvjet mora zadovoljavati  $\beta$  tranzistora T1 da bi osigurao njegov rad u zasićenju. Zadano je  $U_{CC} = 5$  V,  $U_{CEzas} = 0,2$  V,  $U_{BEzas} = 0,8$  V,  $R_B$  može imati vrijednosti od 60 k $\Omega$  do 80 k $\Omega$ ,  $R_C$  može imati vrijednosti od 1 k $\Omega$  do 1,2 k $\Omega$ ,  $u_{UL} = 0$  V u stanju logičke 0, a  $u_{UL} = U_{CC}$  u stanju logičke 1. (2 boda)

- a)  $\beta > 57,14$
- b)  $\beta > 91,42$
- c)  $\beta > 76,19$
- d)  $\beta > 68,57$
- e)  $\beta < 57,14$



7. Koliki je iznos izlaznog napona  $U_{iz}$ ? Operacijsko je idealno, a vrijedi  $U_D = 0,7$  V. (2 boda)

- a) +0,2 V
- b) -0,2 V
- c) +2,1 V
- d) -2,1 V
- e) +1 V

