

LJETNI ISPITNI ROK IZ ELEKTRONIKE 1

ZADATAK 1. Koncentracije primjese na n i p strani silicijske diode iznose $N_D = 5 \cdot 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ i $N_A = 5 \cdot 10^{17} \text{ cm}^{-3}$. Parametri manjinskih nosilaca su $\mu_n = 1200 \text{ cm}^2/\text{Vs}$, $\mu_p = 200 \text{ cm}^2/\text{Vs}$, $\tau_n = 0,5 \text{ } \mu\text{s}$ i $\tau_p = 0,8 \text{ } \mu\text{s}$. Vrijedi: $W_p \gg L_n$ i $W_n \gg L_p$. Površina pn spoja iznosi $S = 2 \text{ mm}^2$. Maksimalno električno polje u osiromašenom području pri naponu diode U_D iznosi: 94 kV/cm . Vrijedi $T = 300 \text{ K}$.

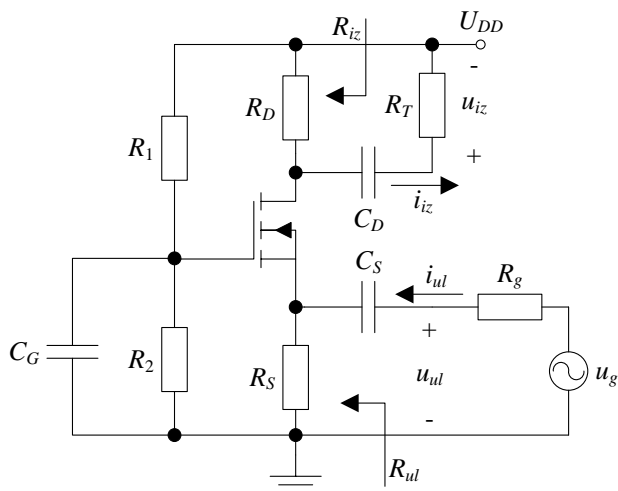
- Izračunati napon U_D , ukupnu širinu osiromašenog područja (d_B) i širine osiromašenih područja na n i p strani (d_{Bn} , d_{Bp}) pri tom naponu (**4 boda**).
- Skicirati raspodjelu električnog polja, te raspodjele manjinskih nosilaca, izračunati i označiti rubne te ravnotežne koncentracije za priključeni napon U_D (**3 boda**).
- Izračunati struju zasićenja diode I_S (**3 boda**).

ZADATAK 2. N -kanalni silicijski MOSFET ima duljinu kanala od $1 \text{ } \mu\text{m}$ i širinu kanala od $2 \text{ } \mu\text{m}$, a kapacitet oksida upravljačke elektrode iznosi $10 \text{ } \mu\text{F/cm}^2$. Pokretljivost nosilaca u kanalu je $300 \text{ cm}^2/\text{Vs}$. Uz napon $U_{GS} = 1 \text{ V}$, strmina iznosi $7,2 \text{ mA/V}$, a faktor naponskog pojačanja $\mu = 1$. $T = 300 \text{ K}$. Zanimariti porast struje odvoda u zasićenju.

- Odrediti područje u kojem se nalazi radna točka (triodno ili zasićenje, obrazložiti) (**1 bod**).
- Izračunati napon U_{DS} u radnoj točki (**3 boda**).
- Izračunati napon praga (**4 boda**).
- Odrediti tip MOSFET-a (obrazložiti) (**1 bod**).
- Izračunati struju odvoda u radnoj točki (**1 bod**).

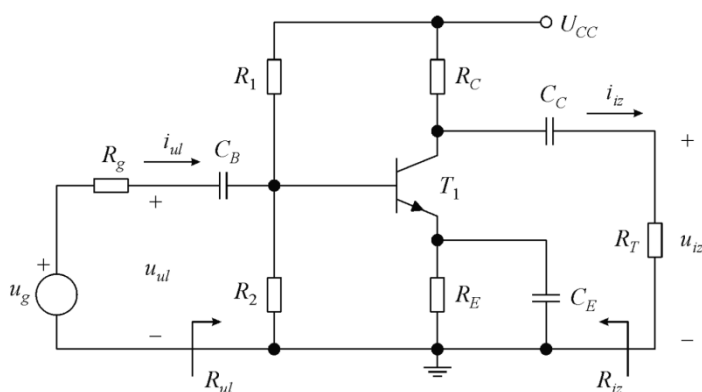
ZADATAK 3. Za pojačalo na slici zadano je: $U_{DD} = 12 \text{ V}$, $R_g = 500 \text{ } \Omega$, $R_1 = 3 \text{ M}\Omega$, $R_2 = 1,8 \text{ M}\Omega$, $R_D = 2 \text{ k}\Omega$, $R_S = 1 \text{ k}\Omega$, $R_T = 4,7 \text{ k}\Omega$. Parametri n -kanalnog MOSFET-a su: $U_{GS0} = 1 \text{ V}$, $K = 2,2 \text{ mA/V}^2$, $\lambda = 0 \text{ V}^{-1}$.

- Odrediti statičku radnu točku (U_{GSQ} , I_{DQ} , U_{DSQ}) te provjeriti radi li tranzistor u zasićenju (**3 boda**).
- Odrediti strminu g_m i dinamički otpor r_d tranzistora u statičkoj radnoj točki (**1 bod**).
- Nacrtati nadomjesnu shemu pojačala za dinamičku analizu te izvesti izraze i izračunati iznose naponskih pojačanja $A_V = u_{iz}/u_{ul}$ i $A_{Vg} = u_{iz}/u_g$, ulaznog otpora $R_{ul} = u_{ul}/i_{ul}$ te izlaznog otpora R_{iz} (**6 bodova**).



ZADATAK 4. Za pojačalo na slici zadani su sljedeći podaci: $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 4,7 \text{ k}\Omega$, $R_E = 820 \Omega$, $R_C = 1,5 \text{ k}\Omega$, $R_T = 1,5 \text{ k}\Omega$, $R_g = 50 \Omega$, $U_{CC} = 12 \text{ V}$. Parametri *npn* tranzistora su $\beta \approx h_{fe} = 100$, $U_\gamma = 0,7 \text{ V}$. Naponski ekvivalent temperature $U_T = 25 \text{ mV}$. Zanemariti porast struje kolektora u normalnom aktivnom području.

- Odrediti statičku radnu točku (U_{CEQ} , I_{CQ}), strminu i ulazni 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 izraz i izračunati iznos naponskog pojačanja $A_{vg} = u_{iz}/u_g$ (**4 boda**).
- Odrediti signal generatora $U_{g,max}$ za koji se dobije maksimalni izlazni signal bez izobličenja (**1 bod**).



ZADATAK 5. Za diferencijsko pojačalo prikazano slikom zadan je iznos otpornika $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$ i valni oblik ulaznih napona u_1 i u_2 . Operacijsko pojačalo je idealno. Odrediti:

- iznos otpornika R_2 da amplituda izlaznog napona bude 3 V_{pp} (**5 bodova**),
- valni oblik izlaznog napona u_{IZ} . Nacrtati u koordinatnom sustavu i označiti osi (**5 bodova**).

