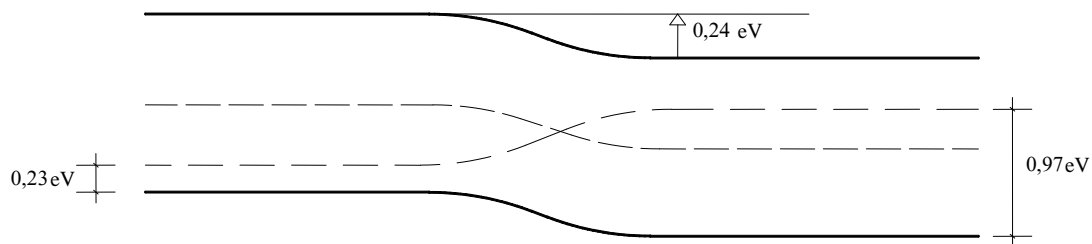


## 1. ISPITNI ROK IZ ELEKTRONIKE 1

**ZADATAK 1.** Energetski dijagram silicijske  $pn$  diode prikazan je na slici. Parametri manjinskih nosilaca su  $\mu_n = 850 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ ,  $\mu_p = 280 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ ,  $\tau_n = 0,5 \mu\text{s}$  i  $\tau_p = 0,8 \mu\text{s}$ . Širine strana iznose  $w_n = 2 \mu\text{m}$  i  $w_p = 5 \mu\text{m}$ , a površina  $pn$  spoja je  $S = 1 \text{ mm}^2$ . Pretpostaviti  $m = 1$  i  $T = 300 \text{ K}$ .



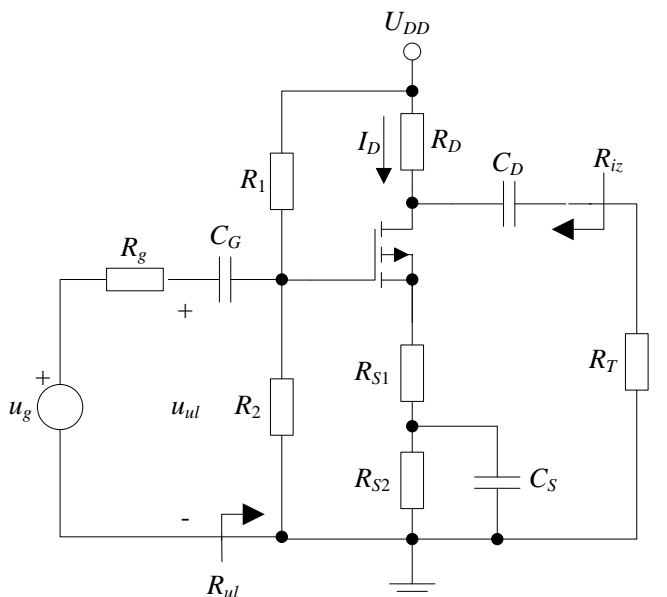
- Odrediti koncentracije većinskih nosilaca i kontaktni potencijal (**2 boda**).
- Odrediti ravnotežne i rubne koncentracije manjinskih nosilaca (**3 boda**).
- Izračunati struju koja protječe kroz diodu (**2 boda**).
- Skicirati raspodjele manjinskih nosilaca na  $p$  i  $n$  strani diode. Potrebno je označiti sve rubne i ravnotežne koncentracije (**3 boda**).

**ZADATAK 2.** Za silicijski MOSFET poznate su dvije točke (A i B) koje leže na istoj prijenosnoj karakteristici. Jedna od točaka nalazi se u triodnom području, a druga u području zasićenja. Poznati su slijedeći podaci:  $U_{GSA} = -0,5 \text{ V}$ ,  $U_{DSA} = 1 \text{ V}$ ,  $I_{DA} = 0,25 \text{ mA}$ ,  $U_{GSB} = 2 \text{ V}$ ,  $I_{DB} = 5 \text{ mA}$ . Zanemariti porast struje odvoda u području zasićenja ( $\lambda = 0$ ).

- Odrediti tip MOSFET-a ( $n$ - ili  $p$ -kanalni, obogaćeni ili osiromašeni) i tip nosilaca u kanalu (**1,5 bod**).
- Odrediti područje rada tranzistora u točkama A i B (**1 bod**).
- Odrediti napon praga  $U_{GS0}$  i strujni koeficijent  $K$  (**4 boda**).
- Točka C leži na istoj izlaznoj karakteristici kao i točka B, te vrijedi  $U_{DSC} = 3 \text{ V}$ . Odrediti područje rada tranzistora i struju odvoda  $I_{DC}$  u točki C (**1,5 bod**).
- Debljina oksida MOS strukture iznosi  $t_{ox} = 15 \text{ nm}$ , pokretljivost nosilaca u kanalu je  $\mu = 300 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ , a širina kanala iznosi  $10 \mu\text{m}$ . Odrediti duljinu kanala MOSFET-a (**2 boda**).

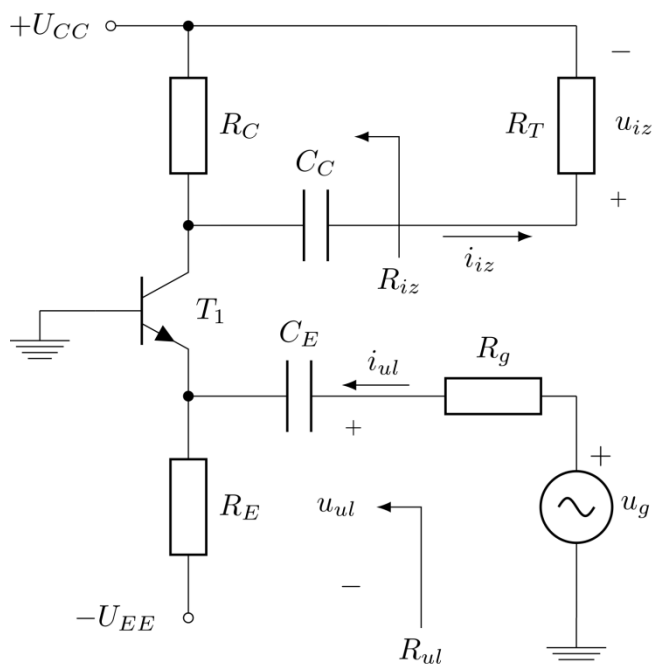
**ZADATAK 3.** Za pojačalo na slici zadano je:  $U_{DD} = -12 \text{ V}$ ,  $R_g = 500 \Omega$ ,  $R_1 = 4,3 \text{ M}\Omega$ ,  $R_2 = 2,2 \text{ M}\Omega$ ,  $R_D = 2 \text{ k}\Omega$ ,  $R_{S2} = 200 \Omega$ ,  $R_T = 4,7 \text{ k}\Omega$ . Parametri  $p$ -kanalnog MOSFET-a su:  $K = -2 \text{ mA/V}^2$ ,  $U_{GS0} = -1,5 \text{ V}$  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 (**2 boda**).
- Nacrtati nadomjesnu shemu za dinamičku analizu te izvesti izraz i izračunati naponsko pojačanje  $A_V = u_{iz}/u_{ul}$ , strminsko pojačanje  $G_M = i_{iz}/u_{ul}$ , ulazni otpor  $R_{ul}$  te izlazni otpor  $R_{iz}$  (**8 bodova**).



**ZADATAK 4.** Za pojačalo na slici zadani su sljedeći podaci:  $U_{CC} = U_{EE} = 10 \text{ V}$ ,  $R_g = 1 \text{ k}\Omega$ ,  $R_C = 3 \text{ k}\Omega$ ,  $R_E = 3,6 \text{ k}\Omega$  i  $R_T = 3 \text{ k}\Omega$ . Vrijedi:  $\beta \approx h_{fe} \gg 1$ ,  $U_\gamma = 0,7 \text{ V}$ ,  $U_T = 25 \text{ mV}$ . Zanimariti porast struje kolektora u normalnom aktivnom području.

- Odredite statičku radnu točku ( $I_{CQ}$ ,  $U_{CEQ}$ ) i izračunajte strminu  $g_m$  tranzistora  $T_1$  (**2 boda**).
- Nacrtajte nadomjesnu shemu pojačala za dinamičku analizu (**2 boda**).
- Izvedite izraze i izračunajte naponsko pojačanje  $A_V = u_{iz}/u_{ul}$  i ulazni otpor  $R_{ul} = u_{ul}/i_{ul}$  (**3 boda**).
- Izvedite izraze i izračunajte naponsko pojačanje u odnosu na generator  $A_{Vg} = u_{iz}/u_g$ , strujno pojačanje  $A_I = i_{iz}/i_{ul}$  i izlazni otpor  $R_{iz} = u_{iz}/i_{iz}$  (**3 boda**).



**ZADATAK 5.** Za zadani sklop izračunati iznos napona  $u_{IZ}$  ako ulazni naponi iznose  $u_{UL1} = 1\text{ V}$  i  $u_{UL2} = 2\text{ V}$ . Otpornici su iznosa  $R_1 = 1\text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = R_8 = 4,7\text{ k}\Omega$ ,  $R_3 = R_4 = 10\text{ k}\Omega$ ,  $R_5 = 22\text{ k}\Omega$ ,  $R_6 = 33\text{ k}\Omega$  i  $R_7 = 560\text{ }\Omega$ . Operacijska pojačala su idealna (**10 bodova**).

