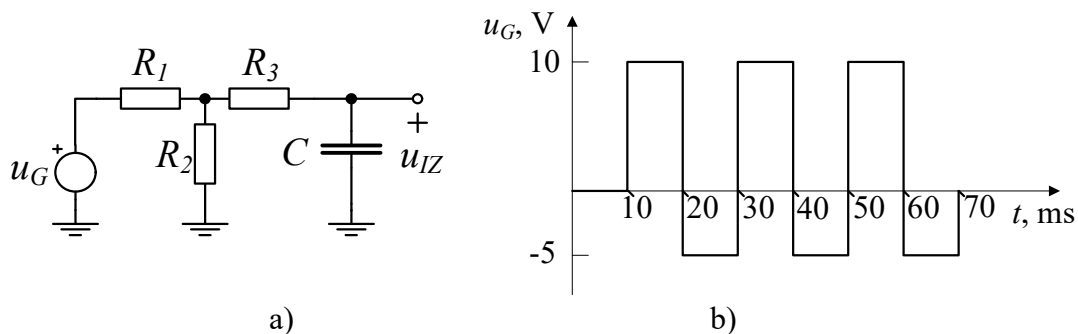


# 1. ISPITNI ROK IZ ELEKTRONIKE 1

## ZADACI

**ZADATAK 1.** Za mrežu na slici a) ulazni napon  $u_G$  zadan je slikom b). Zadano je  $R_2 = 300 \Omega$ ,  $R_3 = 140 \Omega$  i  $C = 5 \mu\text{F}$ . Vrijeme porasta  $t_r$  izlaznog signala  $u_{IZ}$  iznosi  $t_r = 2,2 \text{ ms}$ . U trenutku  $t = 0$  napon na kondenzatoru je  $U_{C0} = 0 \text{ V}$ .

- Izračunati iznos otpornika  $R_1$  (3 boda).
- Izračunati izlazni napon  $u_{IZ}$  na kondenzatoru  $C$  u trenucima  $t = 11 \text{ ms}$ ,  $t = 21 \text{ ms}$  i  $t = 31 \text{ ms}$  (6 bodova).
- Skicirati izlazni napon  $u_{IZ}$  (1 bod).

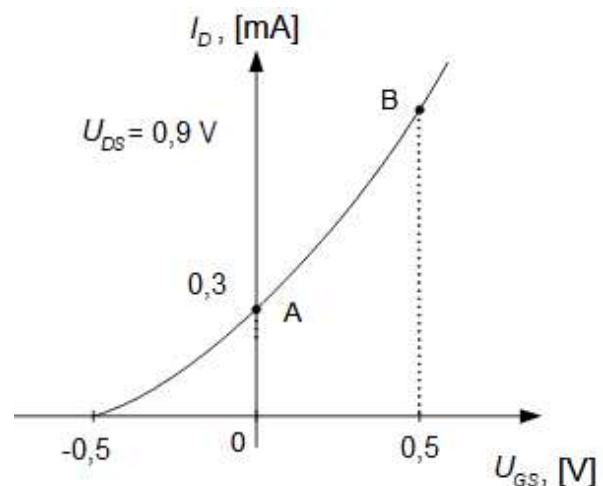


**ZADATAK 2.** Širine  $p$  i  $n$  strane  $pn$  diode iznose  $w_p = 2 \mu\text{m}$  i  $w_n = 1 \mu\text{m}$ . Koncentracije primjesa na  $p$  i  $n$  strani diode iznose  $N_A = 5 \cdot 10^{16} \text{ cm}^{-3}$  i  $N_D = 5 \cdot 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ . Pokretljivosti manjinskih nosilaca su  $1250 \text{ cm}^2/\text{Vs}$  i  $320 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ . Difuzijske duljine nosilaca iznose  $L_p = 30 \mu\text{m}$  i  $L_n = 60 \mu\text{m}$ . Kapacitet osiromašenog područja na sobnoj temperaturi ( $T = 300 \text{ K}$ ) iznosi  $C_B = 1 \text{ nF}$ . Napon na diodi iznosi  $U_{AK} = 0,2 \text{ V}$ . Pretpostaviti  $m = 1$ .

- Izračunati širinu osiromašenog područja na  $p$  i  $n$  strani,  $d_{Bp}$  i  $d_{Bn}$ , i ukupnu širinu osiromašenog područja  $d_B$  (3 boda).
- Izračunati površinu  $pn$  spoja  $S$  (1 bod).
- Za koliko se promijeni kapacitet  $C_B$  ako temperatura naraste na  $T = 400 \text{ K}$  (3 boda)?
- Izračunati struju zasićenja  $I_S$  ( $T = 300 \text{ K}$ ) (3 boda).

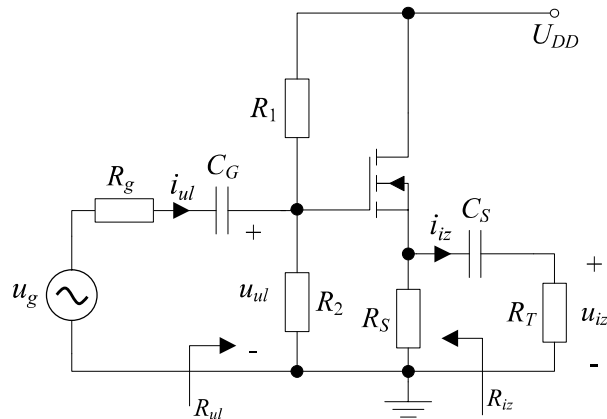
**ZADATAK 3.** Prijenosna karakteristika nekog MOSFET-a prikazana je na slici. Faktor modulacije duljine kanala iznosi  $\lambda = 0,002 \text{ V}^{-1}$ .

- Uz obrazloženje, odrediti tip MOSFET-a ( $n$  ili  $p$  kanalni, obogaćeni ili osiromašeni) (1 bod).
- Odrediti u kojem se području rada nalaze točke A i B (1 bod).
- Odrediti strujni koeficijent  $K$  i struju u točki B,  $I_{DB}$  (4 boda).
- Odrediti dinamičke faktore  $g_m$  i  $r_d$  u točkama A i B (4 boda).



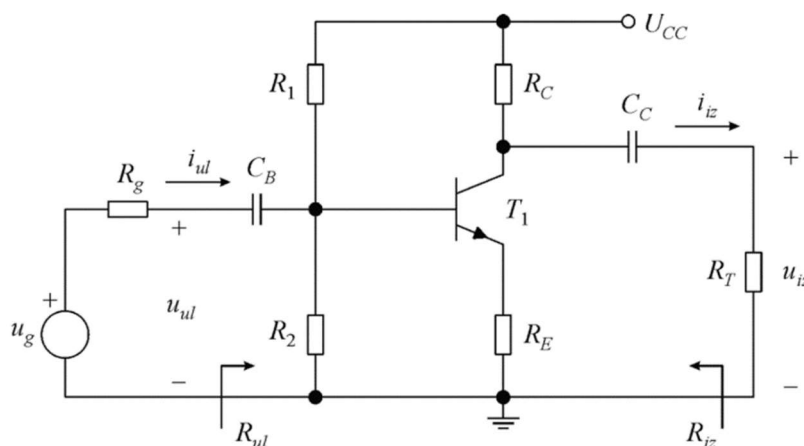
**ZADATAK 4.** Za pojačalo na slici zadano je:  $U_{DD} = 12\text{ V}$ ,  $R_g = 100\text{ k}\Omega$ ,  $R_1 = 2\text{ M}\Omega$ ,  $R_2 = 4\text{ M}\Omega$ ,  $R_T = 10\text{ k}\Omega$ . Napon uvoda tranzistora prema masi u statičkoj radnoj točki iznosi  $U_{SQ} = 4\text{ V}$ . Parametri tranzistora su:  $K = 1\text{ mA/V}^2$ ,  $U_{GS0} = 2\text{ V}$  i  $\lambda = 0,005\text{ V}^{-1}$ .

- Odrediti statičku radnu točku pojačala ( $I_{DQ}$ ,  $U_{GSQ}$ ,  $U_{DSQ}$ ), te vrijednost otpornika  $R_S$ . Provjeriti radi li tranzistor u zasićenju. Pri proračunu statičke radne točke zanemariti porast struje odvoda u području zasićenja (**3 boda**).
- Izračunati dinamičke parametre u statičkoj radnoj točki, te nacrtati nadomjesnu shemu pojačala za dinamičku analizu (**2 boda**).
- Odrediti amplitudu izmjeničnog sinusnog napona  $u_{iz}$ , ako amplituda izmjeničnog sinusnog napona  $u_{ul}$  iznosi  $2\text{ V}$  (**2 boda**).
- Odrediti amplitudu izmjeničnog sinusnog napona  $u_g$  i amplitude izmjeničnih sinusnih struja  $i_{ul}$  i  $i_{iz}$ , uz amplitudu napona  $u_{ul}$  jednaku  $2\text{ V}$  (**3 boda**).



**ZADATAK 5.** Za pojačalo na slici zadani su sljedeći podaci :  $R_1 = 10\text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 3,3\text{ k}\Omega$ ,  $R_E = 180\text{ }\Omega$ ,  $R_C = 680\text{ }\Omega$ ,  $R_T = 1\text{ k}\Omega$ ,  $R_g = 50\text{ }\Omega$ ,  $U_{CC} = 12\text{ V}$ . Parametri *n*p*n* tranzistora su  $\beta \approx h_{fe} = 200$ ,  $U_\gamma = 0,7\text{ V}$ . Naponski ekvivalent temperature  $U_T = 25\text{ mV}$ . Zanimarite porast struje kolektora s naponom  $u_{CE}$  u normalnom aktivnom području.

- Odredite struju  $I_{CQ}$  i napon  $U_{CEQ}$  tranzistora u statičkoj radnoj točki (**2 boda**).
- Nacrtajte nadomjesnu shemu pojačala sa slike za dinamičku analizu. Izračunajte dinamičke parametre tranzistora ( $r_{be}$  i  $g_m$ ). U kakvom je spoju pojačalo na slici i kako nazivamo takvu primjenu  $R_E$  otpornika (**3 boda**)?
- Izvedite izraze i izračunajte naponsko pojačanje  $A_V = u_{iz} / u_{ul}$ , ulazni otpor  $R_{ul}$  i izlazni otpor  $R_{iz}$  pojačala (**3 boda**).
- Odredite signal na izlazu pojačala  $u_{iz}$ , ako je signal na generatoru:  $u_g = 10 \cdot \sin(2\pi \cdot 10^4 t)\text{ mV}$  (**2 boda**).



# ELEKTRONIKA 1

Prvi ispitni rok - 8. 2. 2021.

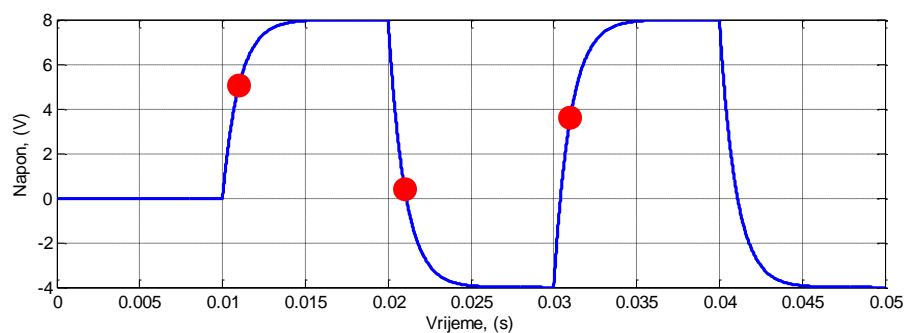
## Rješenja

### ZADACI

1.

- a)  $R_1 = 75 \, \Omega$
- b)  $u_{IZ}(t=11\text{ms}) = 5,05 \, \text{V}$   
 $u_{IZ}(t=21\text{ms}) = 0,41 \, \text{V}$   
 $u_{IZ}(t=31\text{ms}) = 3,59 \, \text{V}$

c)



2.

- a)  $d_B = 0,38 \, \mu\text{m}$ ,  $d_{Bn} = 0,35 \, \mu\text{m}$ ,  $d_{Bp} = 0,03 \, \mu\text{m}$
- b)  $S = 3,67 \, \text{mm}^2$
- c)  $\Delta C_B = 23 \, \%$
- d)  $I_S = 24,4 \, \text{pA}$

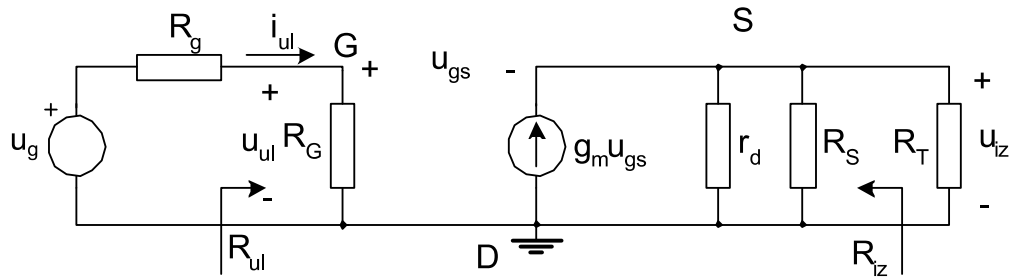
3.

- a)  $n$ -kanalni osiromašeni MOSFET
- b) A – područje zasićenja, B – triodno područje
- c)  $K = 2,4 \, \text{mA/V}^2$ ,  $I_{DB} = 1,2 \, \text{mA}$
- d)  $g_{mA} = 1,2 \, \text{mA/V}$ ,  $r_{dA} = 1,67 \, \text{M}\Omega$ ,  $g_{mB} = 2,16 \, \text{mA/V}$ ,  $r_{dB} = 4,2 \, \text{k}\Omega$

4.

a)  $I_{DQ} = 2 \text{ mA}, U_{GSQ} = 4 \text{ V}, U_{DSQ} = 8 \text{ V}, R_S = 2 \text{ k}\Omega$

b)  $g_m = 2,08 \text{ mA/V}, r_d = 100 \text{ k}\Omega$



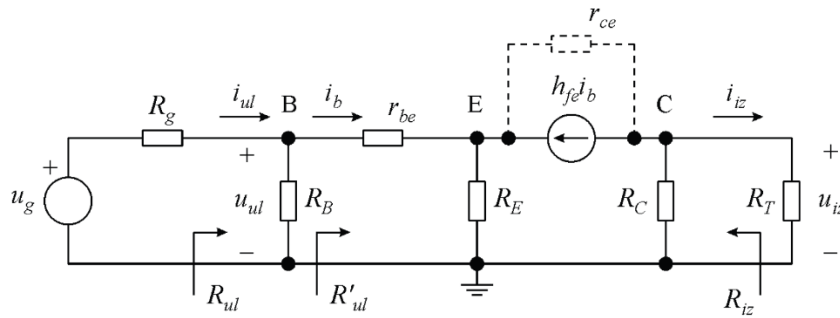
c)  $U_{iz} = 1,54 \text{ V}$

d)  $U_g = 2,15 \text{ V}, I_{ul} = 1,5 \text{ }\mu\text{A}, I_{iz} = 154 \text{ }\mu\text{A}$

5.

a)  $I_{CQ} = 11,8 \text{ mA}, U_{CEQ} = 1,85 \text{ V}$

b)  $g_m = 472 \text{ mA/V}, r_{be} = 424 \text{ }\Omega$



c)  $A_V = -h_{fe} \frac{R_C || R_T}{r_{be} + (1 + h_{fe}) R_E} = -2,21$

$$R'_{ul} = \frac{u_{ul}}{i_b} = r_{be} + (1 + h_{fe}) R_E = 36,6 \text{ k}\Omega$$

$$R_{ul} = R'_{ul} || R_{BB} = 2,32 \text{ k}\Omega$$

$$R_{iz} = R_C = 680 \text{ }\Omega$$

d)  $u_{iz} = -21,6 \cdot \sin(2\pi \cdot 10^4 t) \text{ mV}$