

## ZAVRŠNI ISPIT IZ ELEKTRONIKE 1

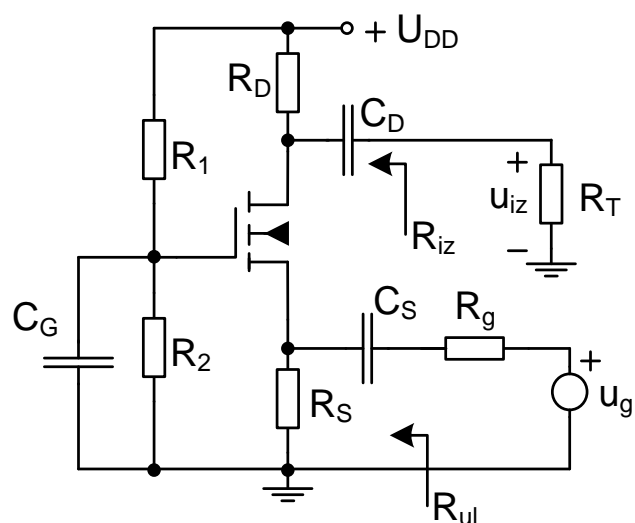
## ZADACI

**ZADATAK 1.** Za pojačalo na slici zadano je:  $U_{DD} = 12 \text{ V}$ ,  $R_g = 500 \Omega$ ,  $R_S = 820 \Omega$ ,  $R_1 = 180 \text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 300 \text{ k}\Omega$ ,  $R_D = 2 \text{ k}\Omega$ ,  $R_T = 4,7 \text{ k}\Omega$ . Parametri  $n$ -kanalnog MOSFET-a su:  $K = 2,25 \text{ mA/V}^2$ ,  $U_{GS0} = 0,5 \text{ V}$  i  $\lambda = 0,0045 \text{ V}^{-1}$ .

- a) Odrediti statičku radnu točku tranzistora ( $I_{DQ}$ ,  $U_{DSQ}$ ,  $U_{GSQ}$ ) te strminu i dinamički otpor u radnoj točki. Pri proračunu statičke radne točke zanemariti porast struje odvoda u području zasićenja. **(3 boda)**

- b) Nacrtati nadomjesnu shemu za dinamičku analizu te izvesti izraz i izračunati naponsko pojačanje  $A_{Vg} = u_{iz}/u_g$ . **(4 boda)**

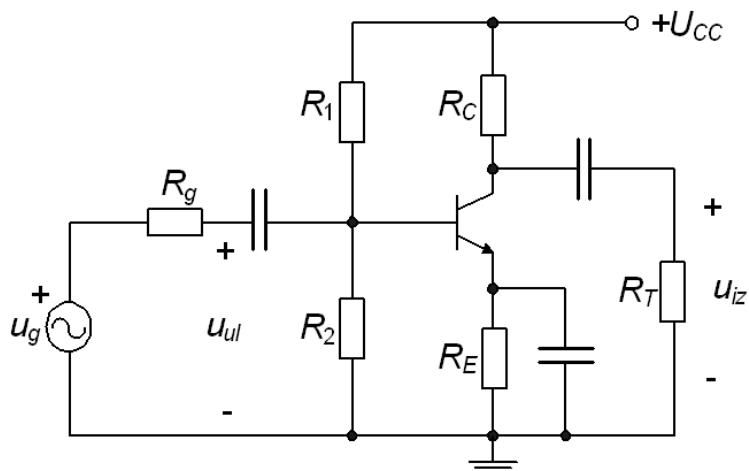
- c) Izvesti izraz i izračunati izlazni otpor  $R_{iz}$ . **(1 bod)**



**ZADATAK 2.** Silicijski  $n$ pn tranzistor ima homogene koncentracije primjesa u emiteru i bazi iznosa  $8 \cdot 10^{17} \text{ cm}^{-3}$  i  $3 \cdot 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ . Pokretljivosti manjinskih nosilaca su  $300 \text{ cm}^2/\text{Vs}$  i  $550 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ . Efektivna širina baze je  $1 \mu\text{m}$ , a emitera  $2 \mu\text{m}$ . Širine baze i emitera su puno manje, a širina kolektora puno veća od difuzijskih duljina manjinskih nosilaca. Vrijeme života elektrona u bazi je  $0,1 \mu\text{s}$ . Površina tranzistora je  $0,2 \text{ mm}^2$ . Naponi na spojevima su  $U_{BE} = 0,6 \text{ V}$  i  $U_{CB} = 3 \text{ V}$ . Pretpostaviti  $T = 300 \text{ K}$  i  $I_{CB0} = 1 \text{ pA}$ .

- a) Skicirati raspodjelu manjinskih nosilaca u tranzistoru (označiti ravnotežne i rubne koncentracije manjinskih nosilaca u E, B i C) **(2 boda)**.
- b) Izračunati sve komponente struja tranzistora i ukupne struje emitera, baze i kolektora (računati s točnosti od  $1 \mu\text{A}$ ) **(5 bodova)**.
- c) Izračunati faktor injekcije, te faktore pojačanja  $\alpha$  i  $\beta$  **(1 bod)**.

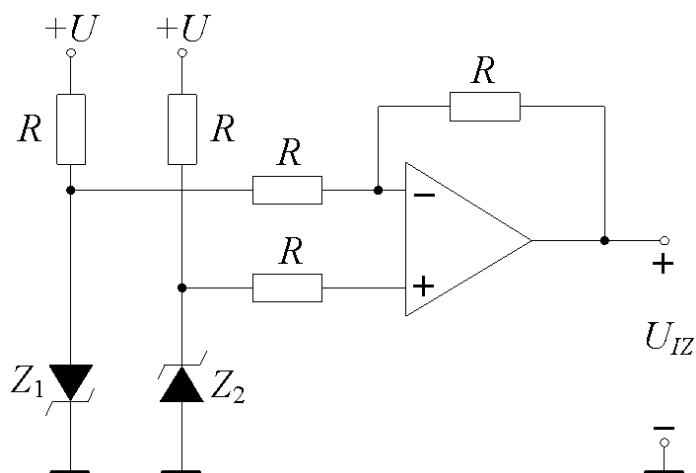
**ZADATAK 3.** Za pojačalo na slici zadani su sljedeći podaci:  $U_{CC} = 12\text{ V}$ ,  $R_g = 500\ \Omega$ ,  $R_1 = 50\text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 20\text{ k}\Omega$ ,  $R_C = 2\text{ k}\Omega$ ,  $R_E = R_T = 1\text{ k}\Omega$ . Zadano je da vrijedi  $\beta \approx h_{fe}$ . Generator signala daje sinusni signal amplitude  $1,5\text{ mV}$ , dok amplituda izmjeničnog signala na bazi iznosi  $1\text{ mV}$ , a na kolektoru  $50\text{ mV}$ . Zanimariti porast struje kolektora u normalnom aktivnom području.  $U_T = 25\text{ mV}$ .



- Nacrtati nadomjesnu shemu pojačala za dinamičku analizu te izvesti izraz za naponsko pojačanje  $A_V = u_{iz}/u_{ul}$  i ulazni otpor  $R_{ul}$ . **(3 boda)**
- Odrediti statičku radnu točku tranzistora, tj. izračunati  $I_{BQ}$ ,  $I_{CQ}$ ,  $U_{CEQ}$ . **(5 bodova)**

**ZADATAK 4.** Za sklop na slici zadano je  $R = 1,5\text{ k}\Omega$ ,  $U = 15\text{ V}$ ,  $U_Z = 6,3\text{ V}$  uz  $I_{Zmin} = 5,7\text{ mA}$ . Ukoliko je dioda  $Z_1$  ili  $Z_2$  propusno polarizirana, pad napona na diodi iznosi  $U_D = 0,7\text{ V}$ . Operacijsko pojačalo je idealno. Naponi napajanja operacijskog pojačala iznose  $U_{CC} = -U_{EE} = 15\text{ V}$ .

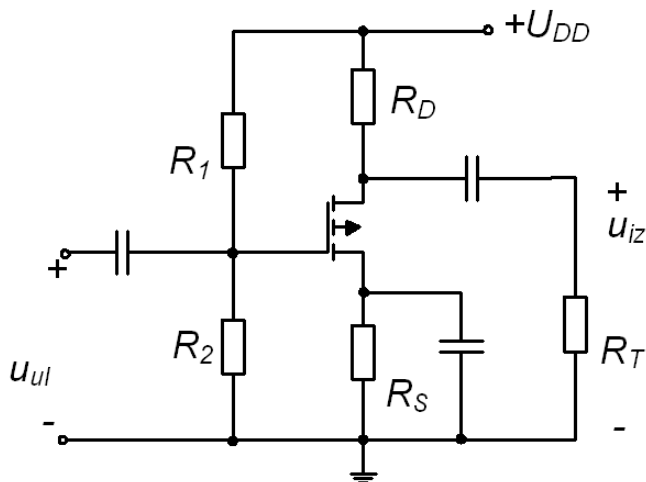
- Da li je struja kroz diodu  $Z_2$  dovoljno velika da bi se osigurao pad napona  $U_Z$  u području proboja. Minimalna potrebna struja kroz diodu jednaka je  $I_{Zmin}$ ? **(2 boda)**
- Kolika je vrijednost izlaznog napona? **(3 boda)**
- Da li operacijsko pojačalo radi kao linearno pojačalo i zašto? **(1 bod)**



## PITANJA

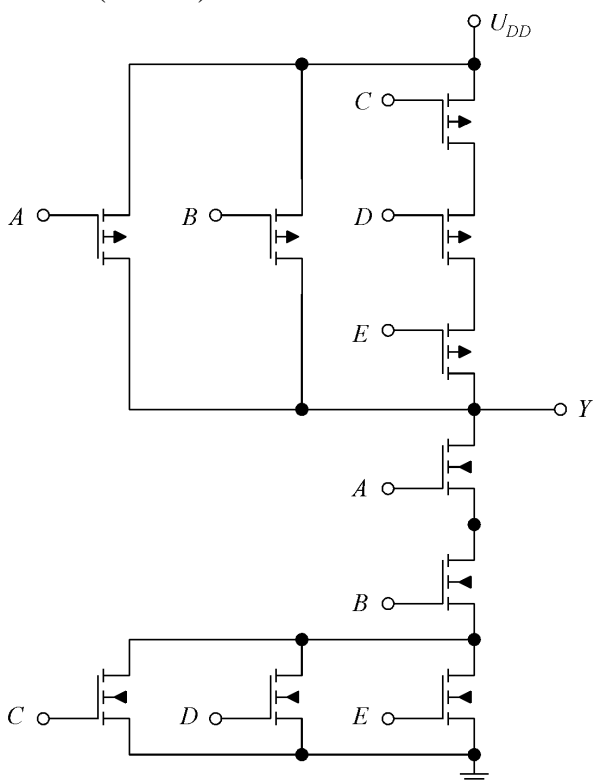
1. Za pojačalo na slici vrijedi: (2 boda)

- a) Pojačalo je u spoju zajedničkog uvoda, radna točka je stabilizirana.
- b) Pojačalo je u spoju zajedničkog odvoda, radna točka nije stabilizirana.
- c) Pojačalo je u spoju zajedničke upravljačke elektrode, radna točka je stabilizirana.
- d) Pojačalo je u spoju zajedničkog uvoda, radna točka nije stabilizirana.
- e) Pojačalo je u spoju zajedničkog odvoda, radna točka je stabilizirana.



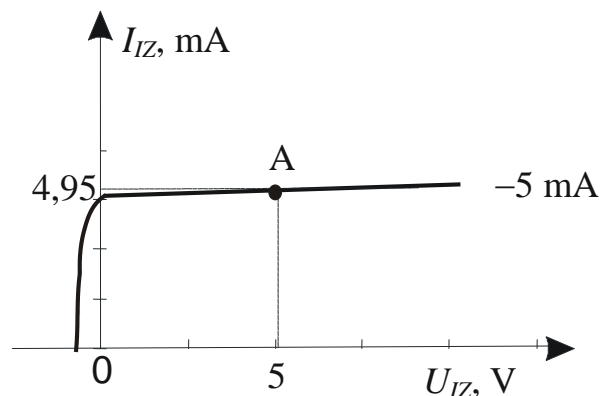
2. Koju logičku funkciju ostvaruje CMOS sklop na slici? (2 boda)

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



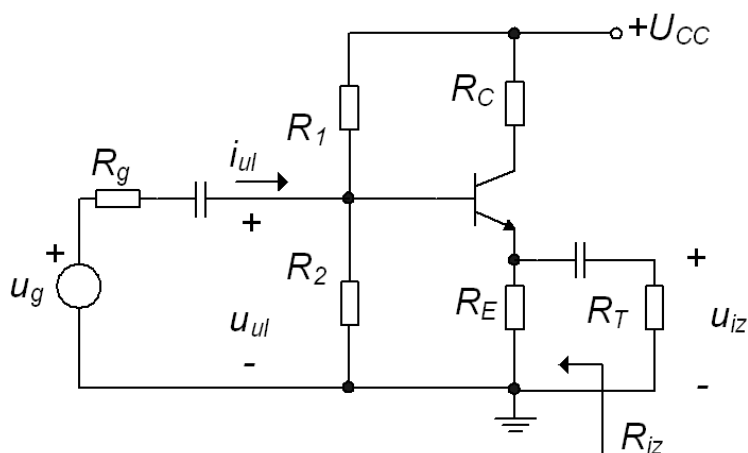
3. Izlazna karakteristika nekog tranzistora prikazana je na slici. Koliki su strmina  $g_m$  i ulazni dinamički otpor  $r_{be}$  u radnoj točki A ako je  $U_T = 25 \text{ mV}$ ? (2 boda)

- a)  $g_m = 198 \text{ mA/V}$ ,  $r_{be} = 5 \Omega$ ,
- b)  $g_m = 200 \text{ mA/V}$ ,  $r_{be} = 50 \Omega$ ,
- c)  $g_m = 198 \text{ mA/V}$ ,  $r_{be} = 500 \Omega$ ,
- d)  $g_m = 2 \text{ mA/V}$ ,  $r_{be} = 50 \Omega$ ,
- e)  $g_m = 200 \text{ mA/V}$ ,  $r_{be} = 5 \text{ k}\Omega$ .



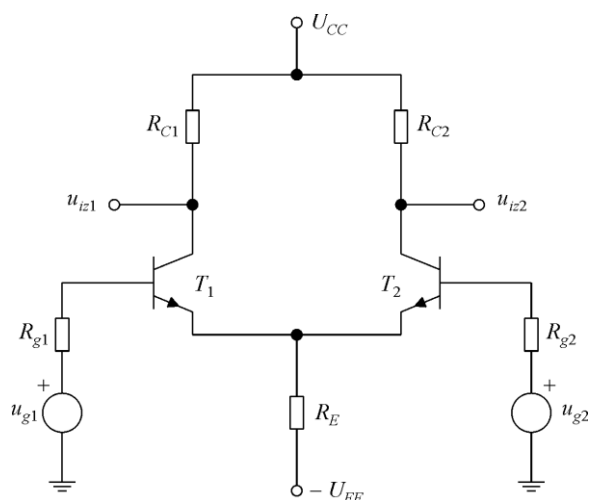
4. Za pojačalo na slici za izlazni otpor  $R_{iz}$  te hod izlaznog napona  $u_{iz}$  vrijedi sljedeća tvrdnja: (2 boda)

- a)  $R_{iz}$  je mali,  $u_{iz}$  ima najveći hod uz  $R_C = 0$ ,
- b)  $R_{iz}$  je veliki,  $u_{iz}$  ima najveći hod uz  $R_C = R_E \parallel R_T$ ,
- c)  $R_{iz}$  je veliki,  $u_{iz}$  ima najveći hod uz  $R_C = 0$ ,
- d)  $R_{iz}$  je mali,  $u_{iz}$  ima najveći hod uz  $R_C = R_E \parallel R_T$ ,
- e)  $R_{iz}$  je mali,  $u_{iz}$  ima najveći hod uz  $R_C = R_T$ .



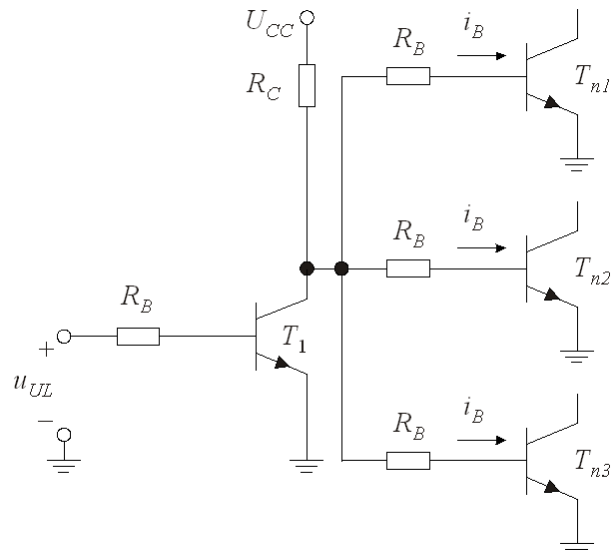
5. Zajednički i diferencijski napon diferencijskog pojačala sa slike su  $u_z = -2 \sin \omega t \text{ mV}$  i  $u_d = +4 \sin \omega t \text{ mV}$ . Koliki su naponi  $u_{g1}$  i  $u_{g2}$ ? (2 boda)

- a)  $u_{g1} = +0 \sin \omega t \text{ mV}$  i  $u_{g2} = +4 \sin \omega t \text{ mV}$
- b)  $u_{g1} = -4 \sin \omega t \text{ mV}$  i  $u_{g2} = +0 \sin \omega t \text{ mV}$
- c)  $u_{g1} = -6 \sin \omega t \text{ mV}$  i  $u_{g2} = +2 \sin \omega t \text{ mV}$
- d)  $u_{g1} = -3 \sin \omega t \text{ mV}$  i  $u_{g2} = +1 \sin \omega t \text{ mV}$
- e)  $u_{g1} = -5 \sin \omega t \text{ mV}$  i  $u_{g2} = +3 \sin \omega t \text{ mV}$



**6.** Invertori s bipolarnim tranzistorima spojeni su prema slici. Kolika je struja baze  $i_B$  tranzistora  $T_{n1}$ ,  $T_{n2}$  i  $T_{n3}$  kada je  $u_{UL} = 0$  V? Koliki je u tom slučaju napon na izlazu invertora s tranzistorom  $T_1$ ? Zadano je  $U_{CC} = 5$  V,  $U_{CEzas} = 0,2$  V,  $U_{BEzas} = 0,8$  V,  $R_C = 3$  k $\Omega$ ,  $R_B = 50$  k $\Omega$ ,  $\beta = 100$ . **(2 boda)**

- $i_B = 71,2 \text{ }\mu\text{A}$ ,  $U_I = 4,36 \text{ V}$
- $i_B = 71,2 \text{ }\mu\text{A}$ ,  $U_I = 4,79 \text{ V}$
- $i_B = 79,2 \text{ }\mu\text{A}$ ,  $U_I = 4,76 \text{ V}$
- $i_B = 79,2 \text{ }\mu\text{A}$ ,  $U_I = 4,28 \text{ V}$
- $i_B = 79,2 \text{ }\mu\text{A}$ ,  $U_I = 5 \text{ V}$



7. Što će se dogoditi sa izlaznim naponom ako se ulazni napon promjeni sa 0 V na 5 V? Zadano je:  $R_1 = 100 \text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 10 \text{ k}\Omega$ ,  $R_3 = 1 \text{ k}\Omega$ ,  $R_4 = 3,3 \text{ k}\Omega$ ,  $U_{Z1} = 3,3 \text{ V}$ ,  $U_{Z2} = 4,7 \text{ V}$ . Dioda nisu idealne.

**(2 boda)**

- Izlazni napon se neće promijeniti.
- Izlazni napon će promijeniti predznak iz pozitivnog u negativni.
- Izlazni napon će promijeniti predznak iz negativnog u pozitivni.
- Izlazni napon će porasti.
- Ne može se reći što će biti sa izlaznim naponom.

