

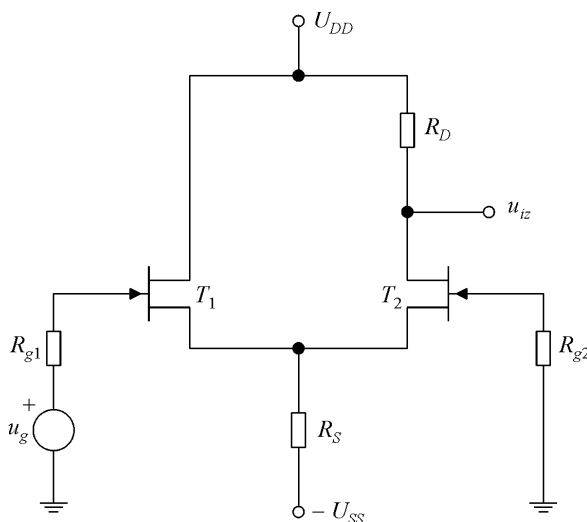
Ljetni ispitni rok iz predmeta "Elektronika 2"

8. 7. 2019.

**Zadatak 1 – 10 bodova**

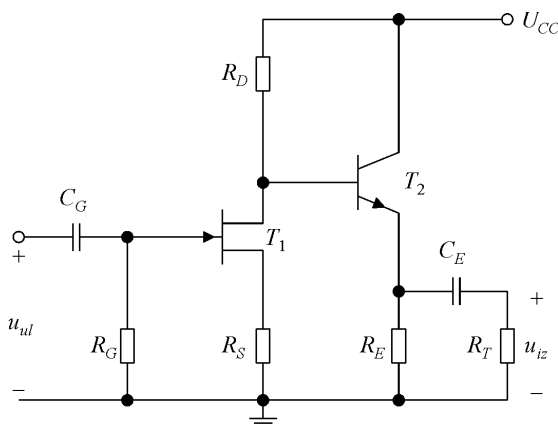
Za diferencijsko pojačalo sa slike zadano je  
 $U_{DD} = U_{SS} = 9\text{ V}$ ,  $R_{g1} = R_{g2} = 1\text{ k}\Omega$ ,  
 $R_D = 2\text{ k}\Omega$  i  $R_S = 5\text{ k}\Omega$ . Tranzistori  $T_1$  i  $T_2$   
 imaju jednake parametre  $I_{DSS} = 2,25\text{ mA}$  i  
 $U_P = -3\text{ V}$ . Zanimariti porast struje odvoda  
 u području zasićenja.

- Izračunati struje  $I_{DQ}$  i napone  $U_{DSQ}$  za oba tranzistora u statičkoj radnoj točki (3 boda).
- Odrediti naponska pojačanja zajedničkog i diferencijskog signala  $A_{Vz} = u_{iz} / u_z$  i  $A_{Vd} = u_{iz} / u_d$ , te faktor potiskivanja  $\rho$  (5 bodova).
- Izračunati izlazni napon ako je napon  $u_e = 200 \sin \omega t\text{ mV}$  (2 boda).



**Zadatak 2 – 10 bodova**

Za pojačalo na slici zadano je  $U_{CC} = 12\text{ V}$ ,  
 $R_G = 50\text{ k}\Omega$ ,  $R_D = 2\text{ k}\Omega$ ,  $R_E = 3\text{ k}\Omega$ ,  
 $R_T = 1\text{ k}\Omega$ ,  $C_G = 100\text{ nF}$  i  $C_E = 1\text{ }\mu\text{F}$ . Parametri  
 tranzistora su  $I_{DSS} = 16\text{ mA}$ ,  $U_P = -2\text{ V}$ ,  
 $\beta \approx h_{fe} = 100$  i  $U_\gamma = 0,7\text{ V}$ . Zanimariti serijski  
 otpor baze  $r_{bb}$ , te poraste struje odvoda s  
 naponom  $u_{DS}$  u području zasićenja i struje  
 kolektora s naponom  $u_{CE}$  u normalnom aktivnom  
 području. Naponski ekvivalent temperature  
 $U_T = 25\text{ mV}$ .



- Odrediti otpor  $R_S$  s kojim će se postići struja  $I_{DQ} = 4\text{ mA}$ , te izračunati struju  $I_{CQ}$  i napone  $U_{DSQ}$  i  $U_{CEQ}$  u statičkoj radnoj točki (2 boda).
- Nacrtati nadomjesnu shemu pojačala za dinamičku niskofrekvencijsku analizu (2 boda).
- Izračunati pojačanje  $A_V = U_{iz} / U_{ul}$  na srednjim frekvencijama (2 boda).
- Izračunati donju graničnu frekvenciju pojačanja  $A_V$  (4 boda).

### Zadatak 3 – 10 bodova

Za pojačalo na slici zadano je:

$$U_{CC} = 12 \text{ V}, R_g = 500 \Omega,$$

$$C_B = 1 \mu\text{F}, R_1 = 300 \text{ k}\Omega,$$

$$R_2 = 100 \text{ k}\Omega, R_E = 1,5 \text{ k}\Omega,$$

$$C_E = 80 \mu\text{F}, R_T = 4 \text{ k}\Omega \text{ i } C_T = 5 \text{ pF}.$$

Parametri tranzistora su

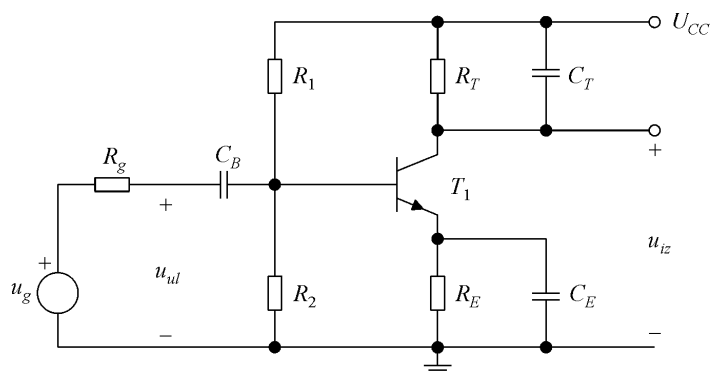
$$\beta \approx h_{fe} = 100, U_\gamma = 0,7 \text{ V},$$

$$r_{bb'} = 100 \Omega, C_{b'e} = 40 \text{ pF} \text{ i}$$

$$C_{b'c} = 2 \text{ pF}. \text{ Zanemariti porast}$$

struje kolektora s naponom  $u_{CE}$  normalnom aktivnom području. Naponski ekvivalent temperature

$$U_T = 25 \text{ mV}.$$



- Izračunati struju  $I_{CQ}$  i napon  $U_{CEQ}$  u statičkoj radnoj točki (2 boda).
- Nacrtati nadomjesnu shemu pojačala za dinamičku visokofrekvencijsku analizu (2 boda).
- Izračunati pojačanje  $A_{V_\sigma} = U_{iz} / U_\sigma$  na srednjim frekvencijama (2 boda).
- Izračunati gornju graničnu frekvenciju pojačanja  $A_{V_g}$  (4 boda).

### Zadatak 4 – 12 bodova

Za pojačalo na slici zadano je  $U_{CC} = 12 \text{ V}$ ,

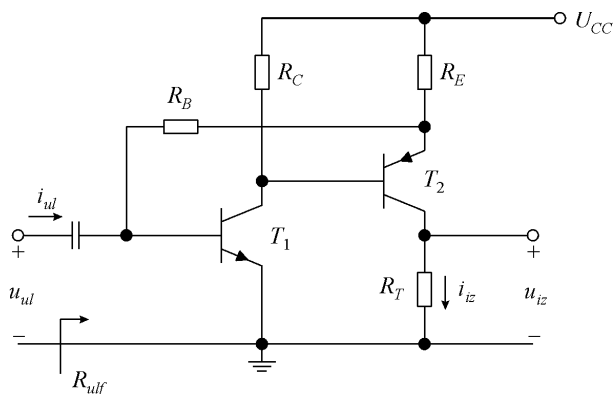
$$R_C = 2,5 \text{ k}\Omega, R_B = 100 \text{ k}\Omega, R_E = 1 \text{ k}\Omega \text{ i}$$

$$R_T = 100 \Omega. \text{ Parametri tranzistora su}$$

$$\beta_1 \approx h_{fe1} = 100, \beta_2 \approx h_{fe2} = 100 \text{ i}$$

$$U_\gamma = 0,7 \text{ V}. \text{ Zanemariti serijski otpor baze}$$

$r_{bb'}$  i porast struja kolektora s naponima  $u_{CE}$  u normalnom aktivnom području. Naponski ekvivalent temperature  $U_T = 25 \text{ mV}$ .



- Izračunati struje  $I_{CQ}$  i napone  $U_{CEQ}$  za oba tranzistora u statičkoj radnoj točki (2 boda).
- Odrediti tip povratne veze i nacrtati  $A$ -granu pojačala za mali signal uzevši u obzir opterećenje  $\beta$ -grane (2 boda).
- Odrediti pojačanje  $A$ -grane (4 boda).
- Odrediti koeficijent povratne veze  $\beta$  (2 boda).
- Odrediti pojačanja  $A_{V_T} = u_{iz}/u_{ul}$  i  $A_{I_T} = i_{iz}/i_{ul}$  (2 boda).

**Zadatak 5 – 8 bodova**

U pojačalu s povratnom vezom prijenosna funkcija osnovnog pojačala i koeficijent povratne veze su

$$A(j\omega) = \frac{-10^4 (1 + j\omega/10^5)}{(1 + j\omega/10^4)(1 + j\omega/10^6)^2}, \quad \beta(j\omega) = \frac{\beta_0}{1 + j\omega/10^6}.$$

Grafičkim postupkom crtanjem Bodeovog dijagrama odrediti  $\beta_0$  uz koje će pojačalo biti stabilno s faznim osiguranjem  $F.O. = 45^\circ$ . Koliko je pri tome amplitudno osiguranje?

Na dijagramima označiti koordinatne osi, a u aproksimiranim karakteristikama upisati nagibe pojedinih odsječaka.

(Bodeov dijagram – 4 boda, određivanje  $\beta$  – 2 boda,  $A.O.$  – 2 boda)

**Popis složenijih formula:**

$$i_D = I_{DSS} \left( 1 - \frac{u_{GS}}{U_P} \right)^2 (1 + \lambda u_{DS})$$

$$i_C = \beta I_B \left( 1 + \frac{u_{CE}}{U_A} \right)$$