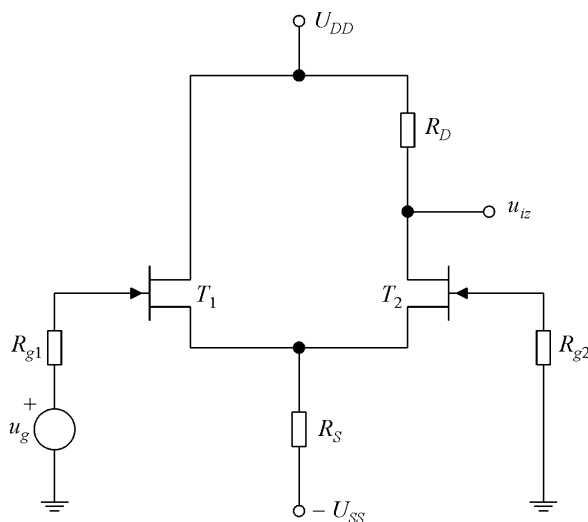


Zimski ispitni rok iz predmeta "Elektronika 2"

14.2.2017.

Zadatak 1 – 10 bodova

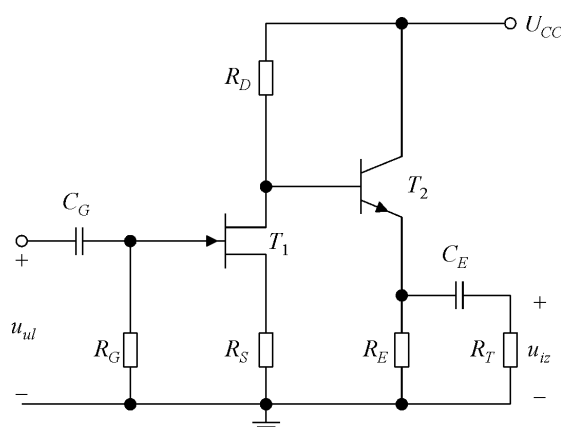
Za diferencijsko pojačalo sa slike zadano je $U_{DD} = U_{SS} = 10 \text{ V}$, $R_{g1} = R_{g2} = 10 \text{ k}\Omega$, $R_D = 2 \text{ k}\Omega$ i $R_S = 6 \text{ k}\Omega$. Tranzistori T_1 i T_2 imaju jednake parametre $I_{DSS} = 9 \text{ mA}$ i $U_P = -3 \text{ V}$. Zanemariti porast struje odvoda 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 ρ (5 bodova).
- Izračunati izlazni napon ako je napon $u_g = 150 \sin \omega t \text{ mV}$ (2 boda).

Zadatak 2 – 10 bodova

Za pojačalo na slici zadano je $U_{CC} = 12 \text{ V}$, $R_G = 20 \text{ k}\Omega$, $R_D = 1,5 \text{ k}\Omega$, $R_E = 4 \text{ k}\Omega$, $R_T = 1 \text{ k}\Omega$, $C_G = 500 \text{ nF}$ i $C_E = 2 \text{ }\mu\text{F}$. Parametri tranzistora su $I_{DSS} = 20 \text{ mA}$, $U_P = -2 \text{ V}$, $\beta \approx h_{fe} = 100$ i $U_\gamma = 0,7 \text{ V}$. Zanemariti 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 iznosi $U_T = 25 \text{ mV}$.



- Odrediti otpor R_S kojim će se postići struja $I_{DQ} = 5 \text{ mA}$ 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:

$$U_{CC} = 12 \text{ V}, R_g = 50 \text{ k}\Omega,$$

$$C_B = 5 \text{ }\mu\text{F}, R_1 = 400 \text{ k}\Omega,$$

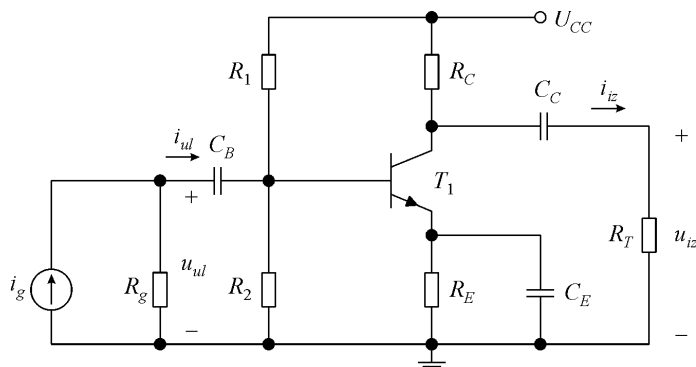
$$R_2 = 200 \text{ k}\Omega, R_C = 2 \text{ k}\Omega,$$

$$R_E = 500 \text{ }\Omega, C_E = 120 \text{ }\mu\text{F},$$

$C_C = 4 \text{ }\mu\text{F}$ i $R_T = 500 \text{ }\Omega$. Parametri tranzistora su $\beta \approx h_{fe} = 100$,

$$U_\gamma = 0,7 \text{ V}, r_{bb'} = 50 \text{ }\Omega,$$

$C_{b'e} = 15 \text{ pF}$ i $C_{b'c} = 1 \text{ pF}$. Zanimariti porast struje kolektora s naponom u_{CE} u normalnom aktivnom području. Naponski ekvivalent temperature iznosi $U_T = 25 \text{ mV}$.

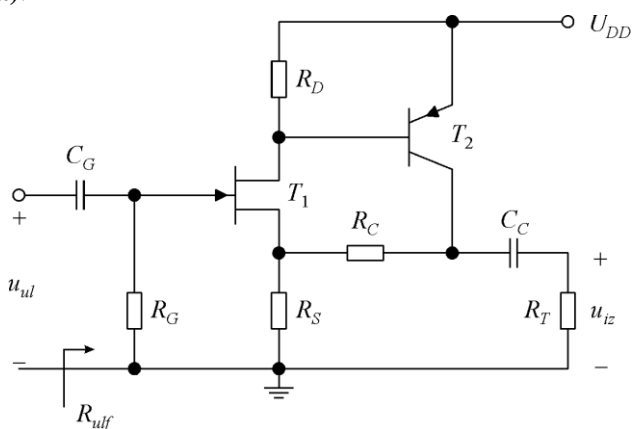


- Izračunati struju I_{CQ} i napon U_{CEQ} tranzistora u statičkoj radnoj točki (2 boda).
- Nacrtati nadomjesnu shemu pojačala za dinamičku visokofrekvencijsku analizu (2 boda).
- Izračunati pojačanje $A_{I_g} = I_{iz}/I_g$ na srednjim frekvencijama (2 boda).
- Izračunati gornju graničnu frekvenciju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

Zadatak 4 – 12 bodova

Za pojačalo na slici zadano je $U_{DD} = 15 \text{ V}$, $R_G = 1 \text{ M}\Omega$, $R_D = 700 \text{ }\Omega$, $R_S = 500 \text{ }\Omega$, $R_C = 5 \text{ k}\Omega$ i $R_T = 6 \text{ k}\Omega$. 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 kolektora s naponom u_{CE} u normalnom aktivnom području i struje odvoda s naponom u_{DS} u području zasićenja. Naponski ekvivalent temperature $U_T = 25 \text{ mV}$.

- Izračunati statičku radnu točku (2 boda).
- Odrediti tip povratne veze i nacrtati A-granu pojačala bez povratne veze za mali signal (2 boda).
- Odrediti pojačanje A-grane (4 boda).
- Odrediti koeficijent povratne veze β (2 boda).
- Odrediti pojačanje $A_{vf} = u_{iz}/u_{ul}$ i ulazni otpor R_{ulf} pojačala s povratnom vezom (2 boda).



Zadatak 5 – 8 bodova

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

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

Grafičkim postupkom crtanjem Bodeovog dijagrama odrediti β_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**, β – **2 boda**, A.O. – **2 boda**)

Popis složenijih formula:

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

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