

## Završni ispit iz predmeta "Elektronika 2"

08.02.2018.

### Zadatak 1 – 8 bodova

Za pojačalo na slici zadano je:

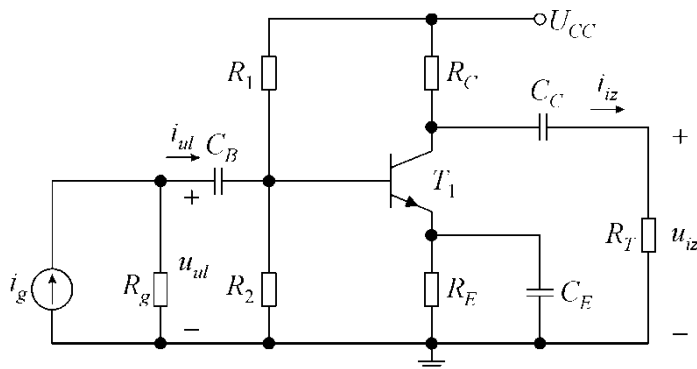
$U_{CC} = 12 \text{ V}$ ,  $R_g = 10 \text{ k}\Omega$ ,  
 $C_B = 4 \text{ }\mu\text{F}$ ,  $R_1 = 300 \text{ k}\Omega$ ,  
 $R_2 = 200 \text{ k}\Omega$ ,  $R_C = 2 \text{ k}\Omega$ ,  
 $R_E = 2,5 \text{ k}\Omega$ ,  $C_E = 100 \text{ }\mu\text{F}$ ,  
 $C_C = 3 \text{ }\mu\text{F}$  i  $R_T = 500 \text{ }\Omega$ .

Parametri tranzistora su

$\beta \approx h_{fe} = 100$ ,  $U_\gamma = 0,7 \text{ V}$ ,  
 $r_{bb'} = 100 \text{ }\Omega$ ,  $C_{b'e} = 30 \text{ pF}$  i

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

struje kolektora s naponom  $u_{CE}$  normalnom aktivnom području. Naponski ekvivalent temperature  $U_T = 25 \text{ mV}$ .



- Izračunati struju  $I_{CQ}$  i napon  $U_{CEQ}$  tranzistora u statičkoj radnoj točki (2 boda).
- Nacrtati nadomjesnu shemu pojačala za dinamičku visokofrekvencijsku analizu (1 bod).
- Izračunati pojačanje  $A_{I_g} = I_{iz}/I_g$  na srednjim frekvencijama (2 boda).
- Izračunati gornju graničnu frekvenciju pojačanja  $A_{I_g}$  (3 boda).

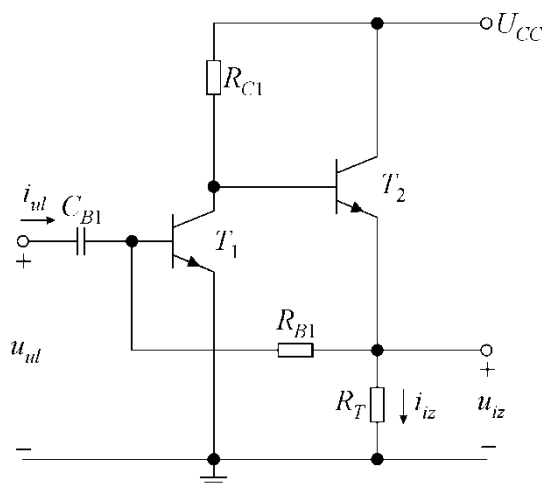
### Zadatak 2 – 8 bodova

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

$R_{C1} = 5 \text{ k}\Omega$ ,  $R_{B1} = 80 \text{ k}\Omega$  i  $R_T = 2 \text{ k}\Omega$ .

Parametri tranzistora su  $\beta \approx h_{fe} = 100$  i  $U_\gamma = 0,7 \text{ V}$ . Zanimariti serijski otpor baze  $r_{bb'}$  i

porast struje kolektora s naponom  $u_{CE}$  u normalnom aktivnom području. Naponski ekvivalent temperature  $U_T = 25 \text{ mV}$ .



- Izračunati statičku radnu točku za oba tranzistora (2 boda).
- Odrediti tip povratne veze i nacrtati A-granu pojačala bez povratne veze za mali signal (1 bod).
- Odrediti pojačanje A-grane (2 boda).
- Odrediti koeficijent povratne veze  $\beta$  (1 bod).
- Odrediti pojačanja  $A_{Vf} = u_{iz}/u_{ul}$  i  $A_{If} = i_{iz}/i_{ul}$  (2 boda).

### Zadatak 3 – 7 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  $\beta_0$  uz koje će pojačalo biti stabilno s faznim osiguranjem  $F.O. = 45^\circ$ . Koliko je pri tome amplitudno osiguranje  $A.O.$ ?

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

(Bodeov dijagram – 4 boda, određivanje  $\beta_0$  – 2 boda,  $A.O.$  – 1 bod)

### Zadatak 4 – 7 bodova

Za pojačalo na slici napon napajanja  $U_{DD} = 3,5 \text{ V}$ .

Parametri tranzistora su  $K'_n = 300 \mu\text{A/V}^2$ ,

$K'_p = -100 \mu\text{A/V}^2$ ,  $U_{GS0n} = -U_{GS0p} = 0,7 \text{ V}$ ,

$\lambda_n = 0,02 \text{ V}^{-1}$  i  $\lambda_p = -0,01 \text{ V}^{-1}$ . Dimenzije kanala

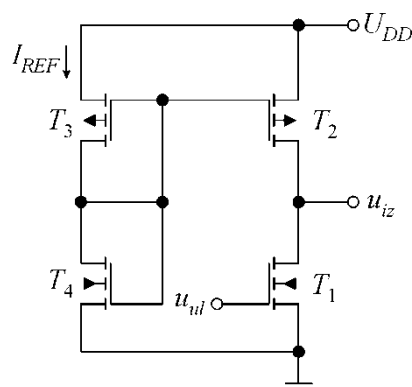
tranzistora  $T_1$  su  $W_1/L_1 = 4$ , a tranzistora  $T_2$  i  $T_3$  su

$W_2/L_2 = W_3/L_3 = 12$ .

- a) Kolike moraju biti statičke struje tranzistora da se postigne naponsko pojačanje pojačala

$A_V = u_{iz} / u_{ul} = -300$ ? Pri izračunavanju statičkih struja zanemariti modulacije dužina kanala. (4 boda).

- b) Odrediti omjer širine i dužine kanala  $W/L$  tranzistora  $T_4$  koji će osigurati te struje. (3 boda).



### Popis složenijih formula:

$$i_D = \frac{K}{2} (u_{GS} - U_{GS0})^2 (1 + \lambda u_{DS}) = \frac{K'}{2} \frac{W}{L} (u_{GS} - U_{GS0})^2 (1 + \lambda u_{DS})$$