

Pisni Izpit 28.1.2015

Ime in priimek: _____

Vpisna številka: _____

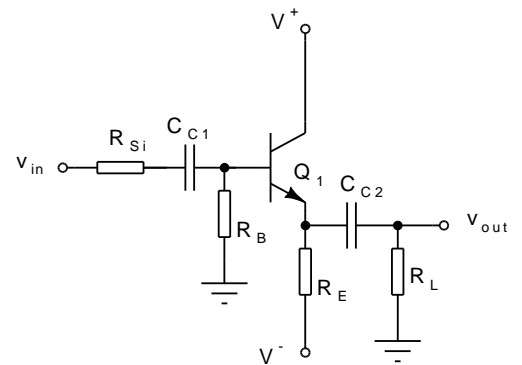
Naloga 1

Skicirajte splošni 2-vhodni diferenčni ojačevalnik (odštevalnik) s pomočjo idealnega operacijskega ojačevalnika. Določite vrednosti uporov, da bo izhodna napetost vezja enaka $v_o = -15v_a + 4v_b$. Upori naj bodo čim manjši, vendar omejeni navzdol na $10k\Omega$.

Naloga 2

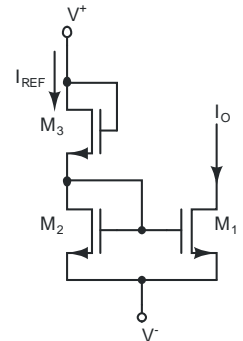
Izračunajte delovni tok tranzistorja. Določite malo-signalne parametre vezja in skicirajte nadomestno vezje za majhne izmenične signale pri srednjih frekvencah. Izračunajte napetostno ojačenje.

$$V^+ = 9V, V^- = -9V, R_{Si} = 2k\Omega, R_E = 4k\Omega, R_L = 10k\Omega, R_B = 50k\Omega, V_{BE(on)} = 0.7V, \beta = 180, V_A = 100V, C_{C1}, C_{C2} \rightarrow \infty$$

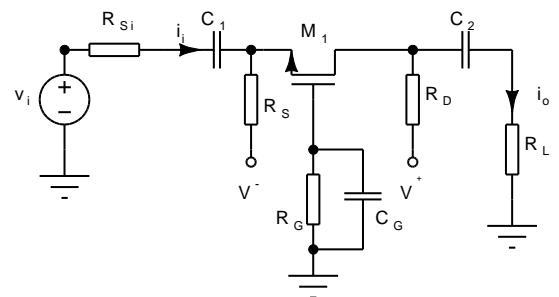
**Naloga 3**

Za tokovni vir na sliki določite referenčni (I_{REF}) in izhodni (I_o) tok.

$$V^+ = 3V, V^- = -3V, k'_n = 120 \frac{\mu A}{V^2}, V_{TN} = 1.4V, \left(\frac{W}{L}\right)_1 = 5, \left(\frac{W}{L}\right)_2 = 9, \left(\frac{W}{L}\right)_3 = 5$$

**Naloga 4**

Za ojačevalnik na shemi določite vrednosti elementov, da bo v delovni točki $I_{DQ} = 1mA$. Napetostno ojačenje za majhne signale pri srednjih frekvencah naj bo $A_v = 5$. Kako velik mora biti C_1 , da bo spodnja frekvenčna meja pri $f_{L,C1} = 20Hz$ (predpostavite, da sta C_G in C_2 zelo velika).



$$V^+ = 5V, V^- = -5V, K_n = 1 \frac{mA}{V^2}, V_{TN} = 1.2V, \lambda = 0, R_{Si} = 100\Omega, R_G = 50k\Omega, R_L = 10k\Omega.$$

Osnovne enačbe:**MOS****NMOS**Nasičenje: $v_{DS} > v_{DS}(sat) = v_{GS} - V_{TN}$

$$i_D = K_n (v_{GS} - V_{TN})^2 (1 + \lambda v_{DS})$$

Triodno področje: $v_{DS} < v_{DS}(sat)$

$$i_D = K_n [2(v_{GS} - V_{TN})v_{DS} - v_{DS}^2]$$

$$K_n = \frac{1}{2} k'_n \frac{W}{L} = \frac{1}{2} \mu_n C_{ox} \frac{W}{L} = \frac{1}{2} \mu_n \frac{\epsilon_{ox} W}{t_{ox} L}$$

PMOSNasičenje: $v_{SD} > v_{SD}(sat) = v_{SG} + V_{TP}$

$$i_D = K_p (v_{SG} + V_{TP})^2 (1 + \lambda v_{SD})$$

Triodno področje: $v_{SD} < v_{SD}(sat)$

$$i_D = K_p [2(v_{SG} + V_{TP})v_{SD} - v_{SD}^2]$$

$$K_p = \frac{1}{2} k'_p \frac{W}{L} = \frac{1}{2} \mu_p C_{ox} \frac{W}{L} = \frac{1}{2} \mu_p \frac{\epsilon_{ox} W}{t_{ox} L}$$

Malosignalni parametri:

$$r_o \cong \frac{1}{\lambda I_{DQ}} = \frac{V_A}{I_{DQ}}, \quad g_m = 2\sqrt{K_n |p| I_{DQ}}$$

BJT**NPN**

Aktivno področje:

$$i_C = I_S e^{v_{BE}/V_T} \left(1 + \frac{v_{CE}}{V_A}\right)$$

$$\beta = \frac{\alpha}{1 - \alpha}, \quad g_m r_\pi = \beta$$

PNP

Aktivno področje:

$$i_C = I_S e^{v_{EB}/V_T} \left(1 + \frac{v_{EC}}{V_A}\right)$$

Malosignalni parametri:

$$r_o \cong \frac{V_A}{I_{CQ}}, \quad r_\pi = \frac{V_T}{I_{BQ}} = \frac{\beta V_T}{I_{CQ}}, \quad g_m = \frac{I_{CQ}}{V_T}$$

 $V_T = 26\text{mV} = \text{konst.}$ **Kvadratna enačba:**

$$ax^2 + bx + c = 0$$

$$D = b^2 - 4ac$$

$$x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{D}}{2a}$$