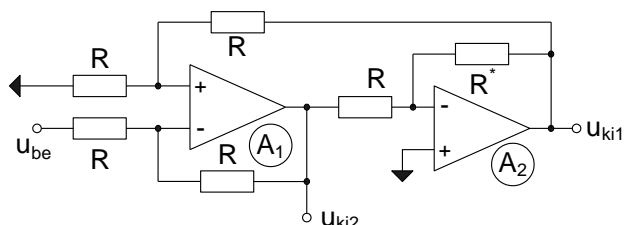


Vizsgapéldák
2009.06.11.

1. Ismertesse az n-csatornás nyitó típusú karakterisztikával rendelkező FET-ek munkapontbeállításával kapcsolatos alábbi fogalmakat (egy telepes munkapontbeállító áramkör gate osztóval kapcsolási rajz, a munkaponti I_{S0} számítása négyzetes karakterisztika esetén ($U_P > 0$ és I_{D00} adott), az elzáródáshoz szükséges drain feszültség minimális értéke, az S_u feszültségstabilitási tényező értéke)!

2. Határozza meg az alábbi kapcsolás paramétereit!



a.) $\frac{u_{ki1}}{u_{be}} = ?$, $R^* = R$, A_1 és A_2 ideális,

b.) $\frac{u_{ki2}}{u_{be}} = ?$, $R^* = R$, A_1 és A_2 ideális,

$A_2(p) = \frac{A_0}{(1 + p/\omega_0)}$, $A_0 = 10^4$, $\omega_0 = 10 \text{ rad/s}$,

c.) $\frac{u_{ki1}}{u_{be}}(p) = ?$, $R^* \rightarrow \infty$, $A_2(p)$, A_1 ideális,

d.) $\frac{u_{ki2}}{u_{be}}(p) = ?$, $R^* \rightarrow \infty$, $A_2(p)$, A_1 ideális

Megoldások:

a.) $u_{ki} = u_{be} \left(-\frac{R}{R} \right) \left(-\frac{R}{R} \right) - \left(1 + \frac{R}{R} \right) \frac{u_{ki1}}{2} = u_{be} - u_{ki1}$, $\rightarrow \frac{u_{ki1}}{u_{be}} = \underline{\underline{0,5}}$;

b.) $u_{ki2} = -u_{ki1}$; $\rightarrow \frac{u_{ki2}}{u_{be}} = \underline{\underline{-0,5}}$;

c.) $u_{ki2} = -u_{be} \frac{R}{R} + u_{ki1} \frac{R}{R+R} \left(1 + \frac{R}{R} \right) = -u_{be} + u_{ki1}$, $u_{ki1} = -A_2 u_{ki2}$,

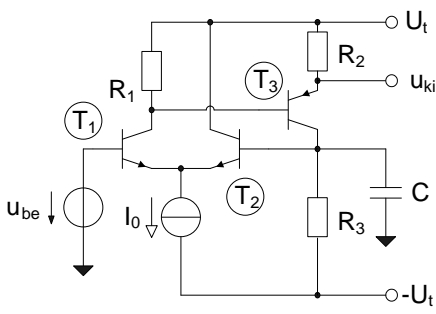
$u_{ki1} = -A_2 u_{ki2} = (-A_2)(-u_{be} + u_{ki1})$, $\rightarrow A_2 u_{be} = u_{ki1}(1 + A_2)$,

$\frac{u_{ki1}}{u_{be}} = \frac{A_2}{1 + A_2}$, $\rightarrow \beta = \underline{1}$, $\rightarrow A_{20} = A_0 = 10^4$ $A_0 \beta = \underline{10^4}$,

$\frac{u_{ki}}{u_{be}} = 1 \cdot \frac{10^4}{1 + 10^4} \cdot \frac{1}{1 + p/\omega_V} \approx \frac{1}{1 + p/\omega_V}$; $\rightarrow \omega_V = (1 + A_{20})\omega_0 = 10^5 \text{ r/s}$;

b.) $\frac{u_{ki2}}{u_{ki1}} = -\frac{1}{A_2}$, $\rightarrow \frac{u_{ki2}}{u_{be}} = \frac{u_{ki1}}{u_{be}} \cdot \frac{u_{ki2}}{u_{ki1}} = -1 \cdot \frac{10^4}{1 + 10^4} \cdot \frac{1}{1 + p/\omega_V} \cdot \frac{1 + p/\omega_0}{A_{20}} \approx 10^{-4} \frac{1 + p/\omega_0}{1 + p/\omega_V}$

3. Számítsa ki az alábbi kapcsolás munkapontját és kisjelű paramétereit!



- T_1, T_2 : n-p-n tranzisztorok, $\beta_1=B_1=\beta_2=B_2=99, U_{BE0}=0,6\text{ V}$
 T_3 : p-n-p tranzisztor, $\beta_3=B_3\rightarrow\infty, U_{EB0}=0,6\text{ V}$,
 $U_t=12\text{ V}, I_0=2\text{ mA}, R_1=6,6/0,99\text{ k}\Omega, R_2=3\text{ k}\Omega$,
 $R_3=6\text{ k}\Omega$,
 a.) $I_{E01}=?$,
 b.) $I_{E03}=?$,
 c.) $\frac{u_{ki}}{u_{be}}=?$, $C\rightarrow\infty$,
 d.) A visszacsatolás típusa, ha $C=0$.

Megoldások:

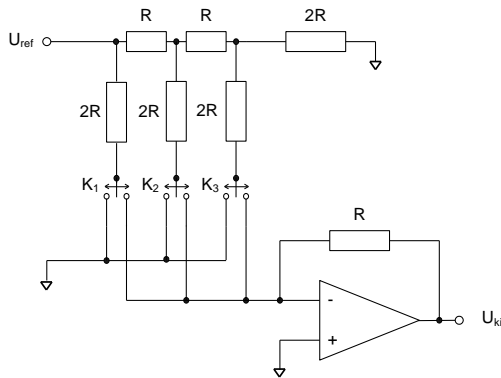
$$a.) I_{E01} = \frac{I_0}{2} = \underline{1\text{ mA}}; \rightarrow r_{d1} = r_{d2} = 26\Omega \rightarrow I_{C01} = I_{E01} \frac{\beta}{\beta+1} = 0,99\text{ mA};$$

$$b.) I_{E03} = \frac{I_{C01}R_1 - U_{EB0}}{R_2} = \frac{0,99 \cdot 6,6 - 0,6}{3} = \underline{2\text{ mA}}; \rightarrow r_{d2} = 13\Omega;$$

$$c.) \frac{U_{ki}}{U_{be}} = \left(-\frac{R_1}{2r_{d1}} \right) \left(\frac{R_2}{R_2 + r_{d2}} \right) = \left(-\frac{6666}{52} \right) \left(\frac{3000}{3013} \right) = -128,2 \cdot 0,995 = \underline{-127,6};$$

d.) A visszacsatolás típusa: Soros-áram

4. Határozza meg az alábbi áramkör paramétereit!



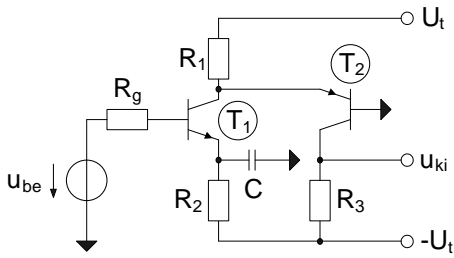
$U_{ref} = 10\text{ V}, \quad R = 1\text{ k}\Omega$

- a.) Milyen áramkör látható az ábrán?
- b.) $U_{ki} = ?$, K_1 a földön, K_2 és K_3 a műveleti erősítő negatív bemenetén, az erősítő ideális
- c.) $U_{ki} = ?$, K_3 a földön, K_1 és K_2 a műveleti erősítő negatív bemenetén, az erősítő ideális
- d.) $U_{ki} = ?$, K_2 és K_3 a földön, K_1 a műveleti erősítő negatív bemenetén, az erősítő offset feszültsége $U_{off} = 1\text{ mV}$

Megoldások:

- a.) *3 bites D/A konverter*
- b.)
$$U_{ki} = -U_{ref} \frac{3}{8}$$
- c.)
$$U_{ki} = -U_{ref} \frac{6}{8}$$
- d.)
$$U_{ki} = -\frac{U_{ref}}{2} + U_{off} \left(1 + \frac{R}{2R} \right) = -\frac{U_{ref}}{2} + 1,5U_{off}$$

5. Határozza meg az alábbi kapcsolás frekvenciafüggő paramétereit!



T₁: n-p-n tranzisztorok, $\beta_1=B_1=99, U_{BE0}=0,6\text{ V}$

T₂: p-n-p tranzisztor, $\beta_2=B_2=99, U_{EB0}=0,6\text{ V}$,

$U_t = 12\text{ V}, R_1 = 11,4/1,99\text{ k}\Omega, R_2 = 11,2\text{ k}\Omega,$

$R_3 = 10\text{ k}\Omega, R_g = 10\text{ k}\Omega,$

a.) $I_{E01} = ?$

b.) $\frac{u_{ki}}{u_{be}} = ?$, $C \rightarrow \infty$, c.) $\frac{u_{ki}}{u_{be}}(p) = ?$, ha $C = 10\text{ }\mu\text{F}$, a pólus és a

zérus értéke ($r_{d1} = r_{d2} = 26\text{ }\Omega$),

d.) $\frac{u_{ki}}{u_{be}}(p) = ?$, ha $C_{bc1} = 2\text{ pF}$, $C_{be1} = 20\text{ pF}$, a T₂ kapacitásait elhanyagoljuk.

Megoldások:

$$a.) I_{E01} = \frac{|-U_t| - U_{BE01}}{R_2 + \frac{R_g}{\beta+1}} = \frac{12-0,6}{11,2 + \frac{10}{100}} = \frac{11,4}{11,3} = \underline{\underline{1,008\text{ mA}}}; \quad \rightarrow r_{d1} = 25,8 \cong \underline{\underline{26\text{ }\Omega}};$$

$$\rightarrow I_{C01} = I_{E01} \frac{\beta}{\beta+1} = \underline{\underline{0,99\text{ mA}}};$$

$$I_{R1} = \frac{|+U_t| - U_{BE02}}{R_1} = \frac{12-0,6}{11,4} = \frac{11,4 \cdot 1,99}{11,4} = \underline{\underline{1,99\text{ mA}}};$$

$$I_{E02} = I_{R1} - I_{C1} = \underline{\underline{1\text{ mA}}}; \quad \rightarrow r_{d2} = 26\text{ }\Omega;$$

$$b.1) \frac{U_{ki}}{U_{be}} = - \frac{(1+\beta)r_{d1}}{((1+\beta)r_{d1}) + R_g} \cdot \frac{1}{r_{d1}} \cdot \alpha_1 \cdot \frac{R_1}{R_1 + r_{d2}} \cdot \alpha_2 \cdot R_3 \approx \frac{(1+\beta)r_{d1}}{((1+\beta)r_{d1}) + R_g} \cdot \frac{R_3}{r_{d1}} \approx 0,206 \cdot 384,6 \cong \underline{\underline{-79,3}};$$

vagy

$$b.2) \frac{U_{ki}}{U_{be}} \cong - \frac{r_{d1}}{r_{d1} + \frac{R_g}{1+\beta}} \cdot \frac{1}{r_{d1}} \cdot \alpha_1 \cdot \frac{R_1}{R_1 + r_{d2}} \cdot \alpha_2 \cdot R_3 \approx \frac{r_{d1}}{r_{d1} + \frac{R_g}{1+\beta}} \cdot \frac{R_3}{r_{d1}} \approx \frac{R_3}{r_{d1} + \frac{R_g}{1+\beta}} = \frac{10000}{126} = \underline{\underline{-79,3}};$$

c.) a b.2 egyenletbe az $r_{d1} \rightarrow \left(r_{d1} + \frac{R_g}{1+\beta}\right) = r_{d1}^*$ helyettesítéssel

$$\frac{U_{ki}}{U_{be}}(p) = A_u(p) = \frac{r_d^*}{r_{d1}^* + \left(R_2 \times \frac{1}{pC}\right)} \cdot \frac{1}{r_{d1}^*} \cdot \alpha_1 \cdot \frac{R_1}{R_1 + r_{d2}} \cdot \alpha_2 \cdot R_3 \approx \frac{1}{r_{d1}^* + \left(R_2 \times \frac{1}{pC}\right)} R_3 =$$

$$= \frac{1 + pCR_2}{\left(R_2 + r_{d1}^*\right) \cdot \left(1 + pC \left[R_2 \times r_{d1}^*\right]\right)} R_3$$

$$\omega_z = \frac{1}{R_2 C} = \frac{1}{11,2 \cdot 10^3 \cdot 10^{-5}} = \underline{\underline{8,2\text{ rad/sec}}}; \quad \omega_p = \frac{1}{\left(R_2 + r_{d1}^*\right) \cdot C} = \frac{1}{(11,2 \times 0,026) \cdot 10^{-5}} \approx \underline{\underline{7692\text{ rad/sec}}}$$

$$d.) \frac{U_{ki}}{U_{be}}(p) = \frac{(1+\beta_1)r_{d1}}{(1+\beta_1)r_{d1} + R_g} \cdot \frac{1}{1 + pR^*C^*} \cdot \frac{1}{r_{d1}} \cdot \alpha_1 \cdot \frac{R_1}{R_1 + r_{d2}} \cdot \alpha_2 \cdot R_3 \approx$$

$$\approx \frac{(1+\beta)r_{d1}}{((1+\beta)r_{d1}) + R_g} \cdot \frac{R_3}{r_{d1}} \approx \frac{(1+\beta)r_{d1}}{(1+\beta)r_{d1} + R_g} \cdot \frac{1}{1 + pR^*C^*} \cdot \frac{R_3}{r_{d1}}$$

ahol $R^* = R_g \times (1+\beta)r_{d1} = 2,06\text{ k}\Omega$, $C^* = C_{be} + C_{bc} \left(1 - A_u^*\right) = 20 + 4 = 24\text{ pF}$, $A_u^* = -\alpha_1 \frac{R_1 \times r_{d2}}{r_{d1}} \cong -1$,

$$\omega_p = \frac{1}{R_g^* \cdot C^*} = \frac{1}{2,06 \cdot 10^3 \cdot 2,4 \cdot 10^{-11}} = \underline{\underline{0,202 \cdot 10^9\text{ r/s}}};$$