**1. Ismertesse a differenciálerősítő alábbi jellemzőit: nagyjelű $i_{C1} - \Delta u$ karakterisztika, a meredekség szintfüggése ($S(\Delta u)$), az offset feszültség függése a tranzisztorok felületétől, a KME fogalma!**

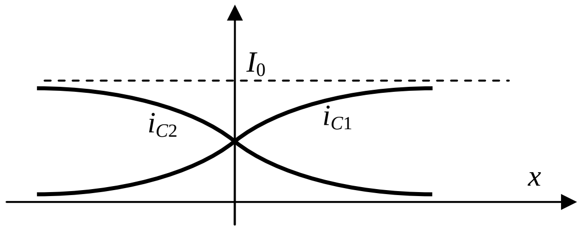
## Megoldás:

**a.)**

$$i_{C1} = \frac{I_0}{2}\left[1 + \tanh\left(\frac{x}{2}\right)\right]$$

$$i_{C2} = \frac{I_0}{2}\left[1 - \tanh\left(\frac{x}{2}\right)\right]$$

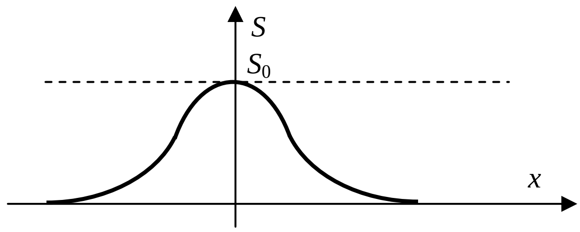
Ahol: $x = \frac{\Delta u}{U_T} = \frac{u_1 - u_2}{U_T}$




**b.)**

$$S = \frac{di_{C1}}{d\Delta u} = S_0 \frac{e^{-x}}{\left(1 + e^{-x}\right)^2}$$

Ahol: $S_0 = \frac{\alpha I_0}{4U_T}$




**c.)**

$$U_{off} = U_T \ln\frac{F_2}{F_1}$$

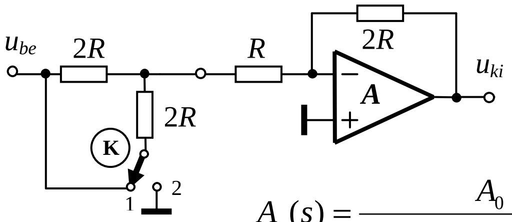
**d.)**

$$KME = \frac{|A_D|}{|A_K|}$$

Ahol: $A_D = \frac{u_{ki}}{u_d}$ és $u_1 = \frac{u_d}{2}, \quad u_2 = -\frac{u_d}{2}$

$A_K = \frac{u_{ki}}{u_K}$ és $u_1 = u_2 = u_K$

**2. Számolja ki az alábbi műveleti erősítős kapcsolás paramétereit!**




$R$ = 100 kΩ

a.) $\frac{u_{ki}}{u_{be}} = ?$, K → 1, A ideális,

b.) $\frac{u_{ki}}{u_{be}} = ?$, K → 2, A ideális,

$$A(s) = \frac{A_0}{(1+s/\omega_1)(1+s/\omega_2)}, A_0 = 2\cdot 10^4, \ \omega_1 = 5\,\text{rad/s}, \ \omega_2 = 5\times 10^4\,\text{rad/s}$$

c.) $\frac{u_{ki}}{u_{be}}(s) = ?$, K → 1, $A(s)$ d.) $\frac{u_{ki}}{u_{be}}(s) = ?$, K → 2, $A(s)$

**Megoldás:**

**a.)** $\frac{u_{ki}}{u_{be}} = ?$, K → 1, A ideális,

A Thevenin helyettesítő kapcsolás paraméterei:

$u_{be}^{*} = u_{be}$, $R_1^{*} = (2R \times 2R) + R = 2R$

$R_2 = 2R$

$$A_{id1} = \frac{u_{ki}}{u_{be}} = -\frac{R_2}{R_1^{*}} = -\frac{2R}{2R} = -1$$

**b.)** $\frac{u_{ki}}{u_{be}} = ?$, K → 2, A ideális,

A Thevenin helyettesítő kapcsolás paraméterei:

$u_{be}^{**} = \frac{u_{be}}{2}$, $R_1^{**} = (2R \times 2R) + R = 2R$

$R_2 = 2R$

$$A_{id2} = \frac{u_{ki}}{u_{be}} = \frac{u_{ki}}{2u_{be}^{**}} = -\frac{1}{2}\frac{R_2}{R_1^{**}} = -\frac{1}{2}$$

**c.)** $\frac{u_{ki}}{u_{be}}(s) = ?$, K → 1,

$$\frac{u_{ki}}{u_{be}}(s) = A_{id1}\frac{\beta A(s)}{1+\beta A(s)} = A_{id1}\frac{A_0\beta}{1+A_0\beta}\frac{1}{1+2\zeta\, s/\Omega_0 + (s/\Omega_0)^2}$$

Ahol: $\beta = \frac{R_1^{*}}{R_1^{*} + R_2} = \frac{2R}{2R+2R} = \frac{1}{2}$ $A_0\beta = 10^4$ $\frac{A_0\beta}{1+A_0\beta} \cong 1$

$$\Omega_0 = \sqrt{(1+A_0\beta)\omega_1\omega_2} \cong \sqrt{A_0\beta\omega_1\omega_2} = 5*10^4 \quad rad/\text{sec}$$

$$\zeta \cong \frac{1}{2}\sqrt{\frac{\omega_2}{A_0\beta\omega_1}} = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{5*10^4}{5*10^4}} = \frac{1}{2}$$

**d.)** $\frac{u_{ki}}{u_{be}}(s) = ?$, K → 2,

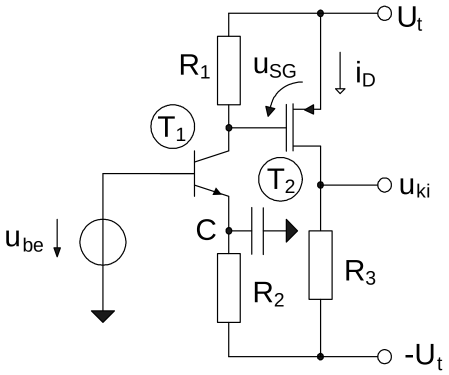
$$\frac{u_{ki}}{u_{be}}(s) = A_{id2}\frac{\beta A(s)}{1+\beta A(s)} = A_{id2}\frac{A_0\beta}{1+A_0\beta}\frac{1}{1+2\zeta\, s/\Omega_0 + (s/\Omega_0)^2}$$

Ahol: $\beta = \frac{R_1^{**}}{R_1^{**} + R_2} = \frac{2R}{2R+2R} = \frac{1}{2}$ $A_0\beta = 10^4$ $\frac{A_0\beta}{1+A_0\beta} \cong 1$

$$\Omega_0 = \sqrt{(1+A_0\beta)\omega_1\omega_2} \cong \sqrt{A_0\beta\omega_1\omega_2} = 5*10^4 \quad rad/\text{sec}$$

$$\zeta \cong \frac{1}{2}\sqrt{\frac{\omega_2}{A_0\beta\omega_1}} = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{5*10^4}{5*10^4}} = \frac{1}{2}$$

**3. Számítsa ki az alábbi kapcsolás munkaponti adatait és kisjelű paramétereit!**




$U_t=15$ V, T1: n-p-n tranzisztor, $\beta=B\to\infty$, $U_{BE0}$=0,6 V,
T2: p csatornás betöltéses MOS FET,

$$i_D=I_{DSS}\left(\frac{u_{SG}-U_P}{U_P}\right)^2,\quad U_P=8\text{ V},\quad I_{DSS}=4\text{ mA},$$

$R_2=7{,}2$ kΩ, $R_1=6$ kΩ, $R_3=4$ kΩ,

**a.)** $I_{E0}$=?, $I_{D0}$=?, **b.)** $S$=?, **c.)** $\frac{u_{ki}}{u_{be}}=?$, ha $r_d$=13 Ω, $S$=0,5mS, $C\to\infty$,

**d.)** $\frac{u_{ki}}{u_{be}}=?$, ha $r_d$=13 Ω, $S$=0,5 mS, $C=0$,

**Megoldás:**

**a.)** $I_{E0}$=?, $I_{D0}$=? $\quad u_{be}=0\quad U_t=U_{BE0}+I_{E0}R_2$

$$I_{E0}=\frac{U_t-U_{BE0}}{R_2}=\frac{14.4}{7.2}=2\ mA$$

$$U_{SG0}=I_{C0}R_1=I_{E0}R_1=2*6=12\ V$$

$$I_{D0}=I_{DSS}\left(\frac{U_{SG0}-U_P}{U_P}\right)^2=\frac{4}{4}=1\ mA$$

**b.)** $S$=?

$$S=\left.\frac{di_D}{du_{SG}}\right|_{i_D=I_{D0}}=2\frac{I_{D0}}{U_{SG0}-U_P}=\frac{2}{4}=0.5\ \ mS$$

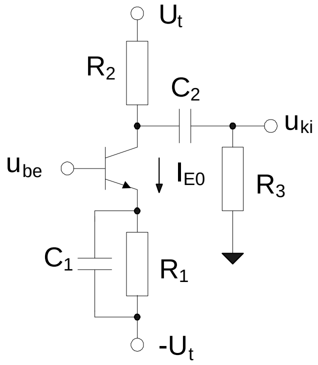
**c.)** $\frac{u_{ki}}{u_{be}}=?$, ha $r_d$=13 Ω, $S$=0,5mS, $C\to\infty$,

$$\frac{u_{ki}}{u_{be}}=\left(-\frac{R_1}{r_d}\right)\left(-\frac{R_3}{1/S}\right)=\frac{R_1}{r_d}SR_3=\frac{6000}{13}4*0.5=\frac{12000}{13}\cong 923$$

**d.)** $\frac{u_{ki}}{u_{be}}=?$, ha $r_d$=13 Ω, $S$=0,5 mS, $C=0$,

$$\frac{u_{ki}}{u_{be}}=\left(-\frac{R_1}{r_d+R_2}\right)\left(-\frac{R_3}{1/S}\right)=\frac{R_1}{r_d}SR_3=\frac{6000}{7213}4*0.5=\frac{12000}{7213}\cong 1.663$$

**4. Határozza meg az alábbi áramkör kivezérelhetőségét!**




$U_t = 15\,\text{V}, \quad U_m = 1\,\text{V}, \quad A = 1, \quad I_{E0} = 1\,\text{mA}$

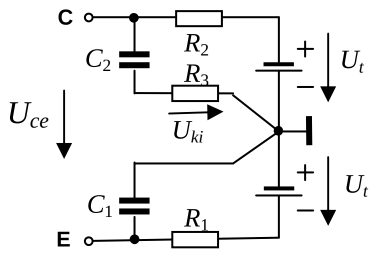
$R_1 = 10\,\text{k}\Omega, \quad R_2 = 10\,\text{k}\Omega, \quad R_3 = 10\,\text{k}\Omega,$

**a.)** $U_{ki}^{+} = ?, \quad C_1 \to \infty, \quad C_2 \to \infty$, nyitóirányú vezérlés

**b.)** $U_{ki}^{-} = ?, \quad C_1 \to \infty, \quad C_2 \to \infty$, záróirányú vezérlés

**c.)** $U_{ki}^{+} = ?, \quad C_1 \to \infty, \quad C_2$ helyett rövidzár van a kapcsolásban, nyitóirányú vezérlés

**d.)** $U_{ki}^{+} = ?, \quad C_1 = 0, \quad C_2 \to \infty$, nyitóirányú vezérlés




**Megoldás:**

**a.)** $U_{ki}^{+} = ?, \quad C_1 \to \infty, \quad C_2 \to \infty$

$$U_t^* = 2U_t = 30\ V$$

$$R_e = R_1 + R_2 = 20\ k\Omega$$

$$U_{CE0} = U_t^* - I_{C0}R_e = 30 - 20 = 10\ V$$

$$U_{ce}^{+} = U_{CE0} - U_m = 10 - 1 = 9\ V$$

$$\boxed{U_{ki}^{+} = U_{ce}^{+} = 9\ V}$$

**b.)** $U_{ki}^{-} = ?, \quad C_1 \to \infty, \quad C_2 \to \infty$

$$R_v = R_2 \times R_3 = 5\ k\Omega$$

$$U_{ce}^{-} = I_{C0}R_v = 1 * 5 = 5\ V$$

$$\boxed{U_{ki}^{-} = U_{ce}^{-} = 5\ V}$$

**c.)** $U_{ki}^{+} = ?, \quad C_1 \to \infty, \quad C_2$ helyett rövidzár van a kapcsolásban,

$$U_t^* = U_t + U_t \frac{R_3}{R_2 + R_3} = 15 + 7.5 = 22.5\ V$$

$$R_e = R_1 + R_2 \times R_3 = 10 + 5 = 15\ k\Omega$$

$$U_{CE0} = U_t^* - I_{C0}R_e = 22.5 - 15 = 7.5\ V$$

$$U_{ce}^{+} = U_{CE0} - U_m = 7.5 - 1 = 6.5\ V$$

$$\boxed{U_{ki}^{+} = U_{ce}^{+} = 6.5\ V}$$

**d.)** $U_{ki}^{+} = ?, \quad C_1 = 0, \quad C_2 \to \infty$

$$U_t^* = 2U_t = 30\ V$$

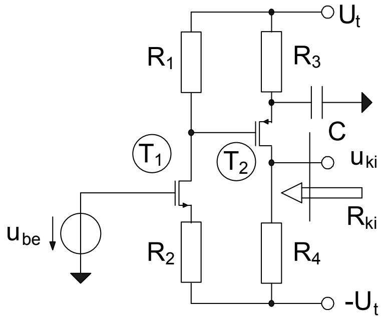
$$R_e = R_1 + R_2 = 10 + 10 = 20\ k\Omega$$

$$U_{CE0} = U_t^* - I_{C0}R_e = 30 - 20 = 10\ V$$

$$U_{ce}^{+} = U_{CE0} - U_m = 10 - 1 = 9\ V$$

$$\boxed{U_{ki}^{+} = U_{ce}^{+} \frac{R_2 \times R_3}{R_1 + R_2 \times R_3} = 9\frac{5}{15} = 3\ V}$$

**5. Határozza meg az alábbi kapcsolás frekvenciafüggő paramétereit!**




$T_1$: n-csatornás MOS FET, $S_1$ = 1mS,

$T_2$: p-csatornás MOS FET, $S_2$ = 1mS,

$U_t$ = 10 V, $R_1$ = 10 kΩ, $R_2$ = 4 kΩ,

$R_3$ = 4 kΩ, $R_4$ = 10 kΩ,

**a.)** $\frac{u_{ki}}{u_{be}} = ?,\ C \to \infty,$ **b.)** $\frac{u_{ki}}{u_{be}}(s) = ?,$ ha

$C$ = 10 μF, a pólus és a zérus értéke,

**c.)** Az átviteli függvény Bode-diagramja?,

**d.)** $R_{ki}$ = ?.

**Megoldás:**

**a.)** $\frac{u_{ki}}{u_{be}} = ?,\ C \to \infty,$

$$A_\infty = \left(-\frac{R_1}{R_2 + 1/S_1}\right)\left(-\frac{R_4}{1/S_2}\right) = \frac{S_1R_1}{1+S_1R_2} S_2R_4 = \frac{10}{1+4}10 \boxed{= 20}$$

$$\frac{u_{ki}}{u_{be}} = ?,\ C = 0, \quad A_0 = \left(-\frac{R_1}{R_2 + 1/S_1}\right)\left(-\frac{R_4}{R_3 + 1/S_2}\right) = \frac{S_1R_1}{1+S_1R_2}\frac{S_2R_4}{1+S_2R_3} = \frac{10}{1+4}\frac{10}{1+4} \boxed{= 4}$$

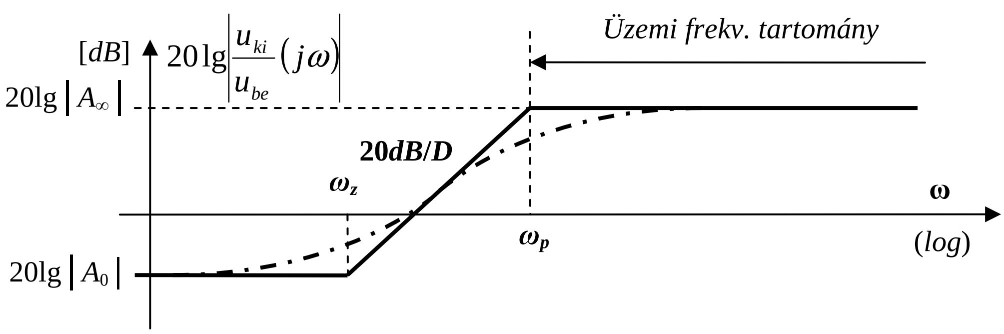
**b.)** $\frac{u_{ki}}{u_{be}}(s) = ?,$ ha $C$ = 10 μF, a pólus és a zérus értéke,

$$\boxed{A(s) = \frac{u_{ki}}{u_{be}}(s) = A_0 \frac{1 + s/\omega_z}{1 + 1/\omega_p}} \qquad A_\infty = \lim_{\omega\to\infty} A(j\omega) = A_0 \frac{\omega_p}{\omega_0}$$

Ahol: $$\omega_z = \frac{1}{CR_3} = \frac{1}{4*10^3*10*10^{-6}} = \frac{10^2}{4} \boxed{= 25 \quad rad/\sec}$$

$$\omega_p = \omega_z \frac{A_\infty}{A_0} = 25\frac{20}{4} \boxed{= 125 \quad rad/\sec}$$

**c.)** Az átviteli függvény Bode-diagramja:




**d.)** $R_{ki}$ = ?.

$$\boxed{R_{ki} = R_4 = 10 \ k\Omega}$$