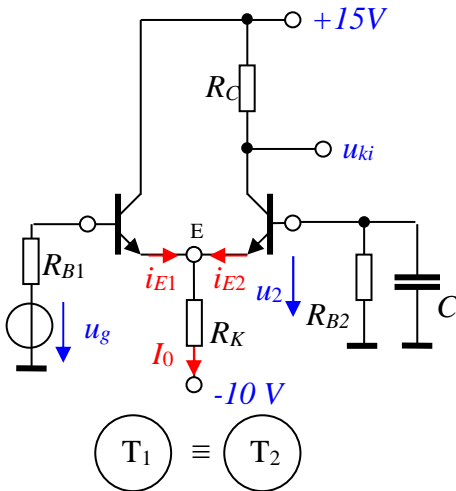


1.) Példa



$T_1 \equiv T_2$: n-p-n tranzisztorok, $\beta_1=B_1= \beta_2=B_2 = 199$,
 $U_{BE0} = 0,6 \text{ V}$
 $I_0 = 2 \text{ mA}$, $C \rightarrow \infty$
 $R_K = 4.7 \text{ k}\Omega$, $R_C = 10 \text{ k}\Omega$, $R_{B1} = R_{B2} = 1 \text{ k}\Omega$

- a.) Mint diff. erősítő: $A_D = ?$, $A_K = ?$, $KME = ?$
- b.) Mint aszimmetrikus erősítő: $\frac{u_{ki}}{u_g} = ?$
- c.) Felső határfrekvencia = ?
 ha : $C_{bc} = 10 \text{ pF}$ $f_a = 300 \text{ MHz}$ és $R_{B1} = 0$

Megoldás:

- a.) $A_D = ?$, $A_K = ?$, $KME = ?$

A kisjelű helyettesítő kép:
 $I_{E01} = I_{E02} = 1 \text{ mA} \rightarrow r_{d1} = r_{d2} = 26 \Omega$

A differenciális módusú erősítés számításánál:

$$u_1 = \frac{u_d}{2} \quad u_2 = -\frac{u_d}{2}$$

Ilyenkor szimmetria okoknál fogva:

$$i_{e2} = -i_{e1}$$

Ezért: $i_K = 0$, így az E pont potenciálja zérus.

Így:

$$i_{e2} = -\frac{u_d/2}{r_{d2}} = -\frac{u_d}{2r_{d2}} \rightarrow u_d = -2r_{d2}i_{e1}$$

$$\text{És: } A_D = \frac{u_{ki}}{u_d} = \frac{-\alpha_2 i_{e2} R_C}{-2r_{d2}i_{e2}} = \frac{\alpha_2 R_C}{2r_{d2}} = \frac{0.995 \cdot 10\,000}{2 \cdot 26} = 191.3$$

A közös módusú erősítés számításánál:

$$u_1 = u_2 = u_K$$

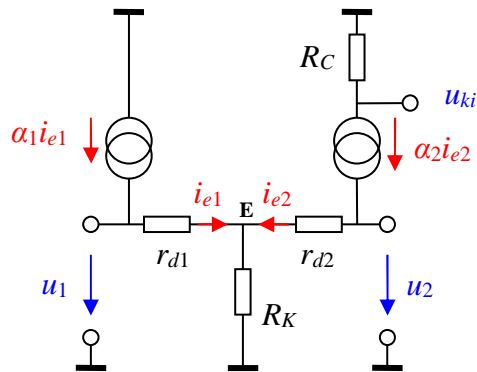
Ilyenkor szimmetria okoknál fogva:

$$i_{e1} = i_{e2}$$

Ezért:

$$A_K = \frac{u_{ki}}{u_K} = \frac{-\alpha_2 R_C i_{e2}}{(r_{d2} + R_K)i_{e2} + R_K i_{e1}} = -\frac{\alpha_2 R_C}{2R_K + r_{d2}} = -\frac{0.995 \cdot 10000}{2 \cdot 4700 + 26} = -1.056$$

$$KME = \left| \frac{A_D}{A_K} \right| = \frac{191.3}{1.056} = 181.2$$



b.) $\frac{u_{ki}}{u_g} = ?$ $R_{be1} = (1 + \beta_1)[r_{d1} + R_K \times r_{d2}] \cong (1 + \beta_1)2r_d = 200 * 52 = 10.4 \text{ k}\Omega$

Esetünkben $u_2 = 0$, ezért $u_d = u_1 - u_2 = u_1$ és $u_K = \frac{u_1 + u_2}{2} = \frac{u_1}{2}$.

Ezzel: $u_{ki} = A_D u_d + A_K u_K = A_D u_1 + A_K \frac{u_1}{2} = \left(A_D + \frac{1}{2} A_K \right) u_1$

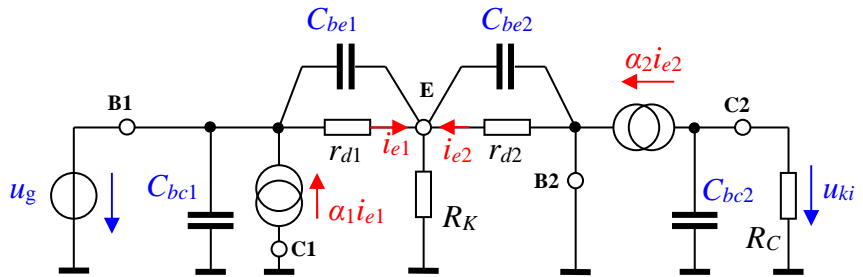
Amiből: $\frac{u_{ki}}{u_g} = \left(A_D + \frac{1}{2} A_K \right) \frac{R_{be1}}{R_{be1} + R_{B1}} = (191.3 - 0.5 * 1.056) \frac{10.4}{11.4} = 174$

d.) Felső határfrekvencia = ? ha : $C_{bc} = 10 \text{ pF}$ $f_\alpha = 300 \text{ MHz}$ és $R_{B1} = 0$

A kisjelű, frekvenciafüggő helyettesítő kép:

Ahol:

$$C_{be} = \frac{1}{\omega_\alpha r_d} = \frac{1}{2\pi f_\alpha r_d} = \frac{1}{2\pi * 3 * 10^8 * 26} = 20.4 \text{ pF}$$

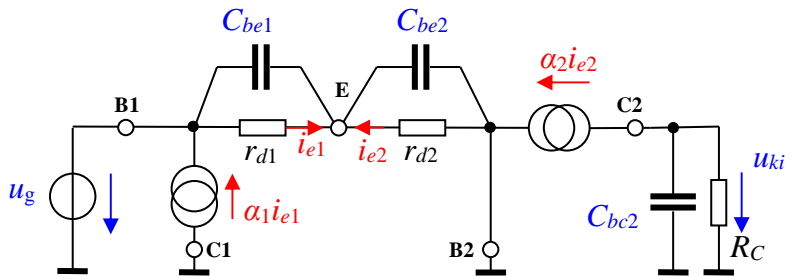


Üzemi frekvenciákon B2 föld potenciálon van. Az u_g feszültséggenerátorral párhuzamosan kapcsolódó C_{bc1} elhagyható.

Az impedancia viszonyok miatt elhagyható az R_K ellenállás is.

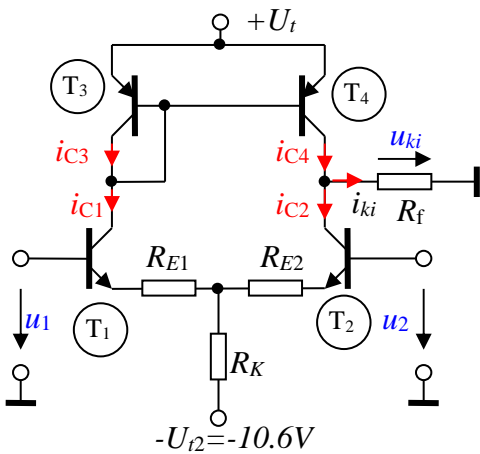
Mivel az r_{d1} r_{d2} ág feszültség-generátorosan van hajtva, és a két RC tag egyforma, ezért:

$$i_{e1} = -i_{e2} = \frac{u_g}{2r_d}$$



Ezzel: $\frac{u_{ki}}{u_g}(s) = A_D \frac{1}{1 + \frac{s}{\omega_p}}$ Ahol: $\omega_p = \frac{1}{C_{bc} R_C} = \frac{1}{10^{-11} 10^4} = 10^7 \text{ rad/sec} \rightarrow 1.59 \text{ MHz}$

2.) Példa



$T_1 \equiv T_2$: n-p-n tranzisztorok, $\beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 \rightarrow \infty$,
 $U_{BE0} = 0,6 \text{ V}$
 $T_3 \equiv T_4$: p-n-p tranzisztorok, $\beta_3 = \beta_4 = \beta_1 = \beta_2 \rightarrow \infty$,
 $U_{BE0} = 0,6 \text{ V}$
 $U_t = 15 \text{ V}$, $R_{E2} = 2 \Omega$, $R_K = 4.999 \text{ k}\Omega$,
 $R_f = 13 \text{ k}\Omega$,
 $I_{E01} = I_{E02} = 1 \text{ mA} \rightarrow r_{d1} = r_{d2} = 26 \Omega$

- a.) $A_K = ?$, ha $R_{E1} = 2 \Omega$
- b.) $A_D = ?$, ha $R_{E1} = 2 \Omega$
- c.) $U_{off} = ?$, ha $R_{E1} = 0 \Omega$
- d.) $U_{ki0} = ?$, ha $R_{E1} = 0 \Omega$

Megoldás:

A kapcsolásból adódóan: $i_{C3} = i_{C1} = i_{E1}$ ($\alpha = A = 1$)
 Az áramtükör miatt: $i_{C4} = i_{C3} = i_{C1} = i_{E1}$
 A fogyasztó árama: $i_{ki} = i_{C4} - i_{C2} = i_{E1} - i_{E2}$
 A fogyasztón a feszültség: $u_{ki} = (i_{e1} - i_{e2})R_f$

- a.) $A_K = ?$, ha $R_{E1} = 2 \Omega$

A közös módusú erősítés számításánál:

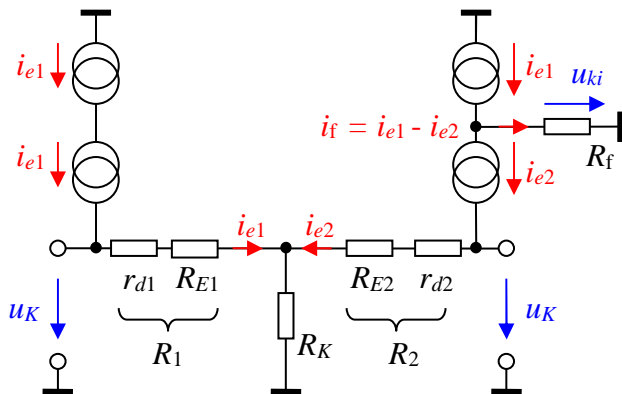
$$u_1 = u_2 = u_K$$

Ilyenkor szimmetria okoknál fogva:

$$i_{e1} = i_{e2}$$

Ezért:

$$A_K = \frac{u_{ki}}{u_K} = \frac{(i_{e1} - i_{e2})R_f}{u_K} = 0$$



- b.) $A_D = ?$, ha $R_{E1} = 2 \Omega$

A differenciális módusú erősítés számításánál:

$$u_1 = \frac{u_d}{2} \quad u_2 = -\frac{u_d}{2}$$

Ilyenkor szimmetria okoknál fogva:

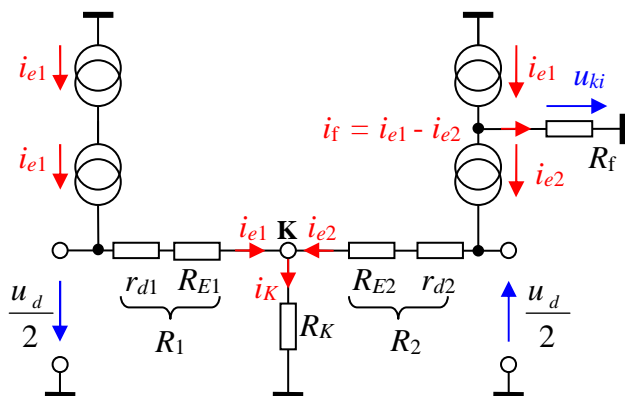
$$i_{e2} = -i_{e1}$$

Ezért: $i_K = 0$, így a K pont potenciálja zérus.

Így:

$$i_{e1} = \frac{u_d/2}{r_{d1} + R_{E1}} \rightarrow u_d = 2(r_{d1} + R_{E1})i_{e1}$$

$$\text{És: } A_D = \frac{u_{ki}}{u_d} = \frac{2i_{e1}R_f}{2(r_{d1} + R_{E1})i_{e1}} = \frac{R_f}{r_{d1} + R_{E1}} = \frac{13000}{28} = 464.3$$



c.) $U_{off} = ?$, ha $R_{E1} = 0 \Omega$

Adjunk most a két bemenetre u_1 és u_2 feszültséget úgy, hogy $I_{E01} = I_{E02}$ legyen!

Ez utóbbi feltételből adódóan $U_{BE01} = U_{BE02}$ kell hogy legyen, (a tranzisztorok egyformák)

A bázis-emitter körökre felírható hurok egyenlet:

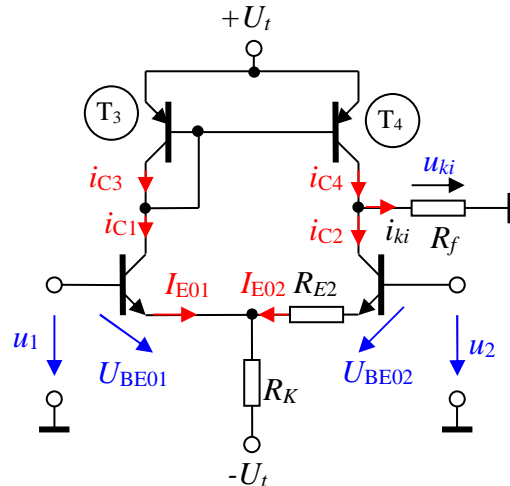
$$u_1 = U_{BE01} - I_{E02} R_{E2} - U_{BE02} + u_2$$

Ebből az offset (*offset*) feszültség (definíciószerűen):

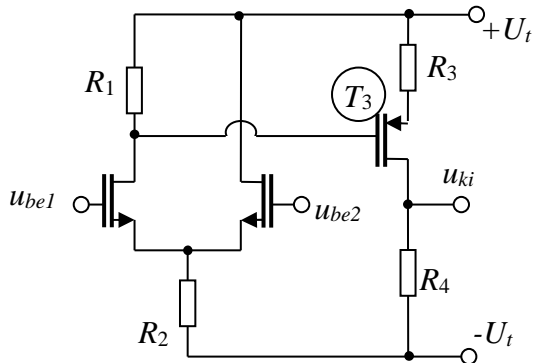
$$U_{off} = u_1 - u_2 \Big|_{I_{E01} = I_{E02}} = -I_{E02} R_{E2} = -2 \text{ mV}$$

d.) A kimeneti hibafeszültség: $U_{ki0} = ?$, ha $R_{E1} = 0 \Omega$

$$U_{ki0} = -A_D U_{off} = 464.3 * 2 = 963 \text{ mV}$$



Gyakorló példa



$T_1 \equiv T_2$, n-csatornás növekményes MOS FET

T_3 , p-csatornás növekményes MOS FET

$U_t = 12 \text{ V}$, $I_{D01} = I_{D02} = I_{D03} = 1 \text{ mA}$,

$S_1 = S_2 = S_3 = 1 \text{ mS}$, $R_1 = 8 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 5 \text{ k}\Omega$,

$R_3 = 6 \text{ k}\Omega$, $R_4 = 12 \text{ k}\Omega$, $R_g = 10 \text{ k}\Omega$

Határozza meg a differenciál erősítő A_D differenciális-
 éa A_K közösmódusú erősítéseit és a KME
 közösmódusú elnyomását!