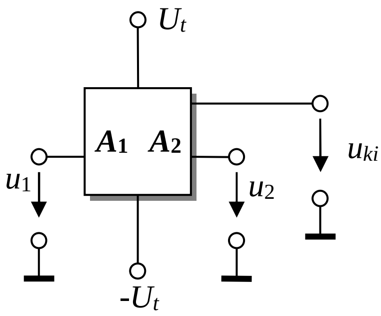
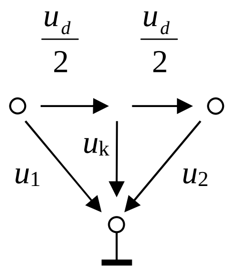
Differenciálerősítők

Két bemenet, egy kimenet:





Közös módusú feszültség:

$$u_k = \frac{u_1 + u_2}{2}$$

Differenciális módusú feszültség:

$$u_d = u_1 - u_2$$

Amiből:

A szuperpozició elve alapján:

$$u_1 = u_k + \frac{u_d}{2} \quad \text{és} \quad u_2 = u_k - \frac{u_d}{2}$$

$$u_{ki} = A_1 u_1 + A_2 u_2 \qquad \rightarrow \qquad u_{ki} = (A_1 + A_2)u_k + \frac{1}{2}(A_1 - A_2)u_d = A_K u_k + A_D u_d$$

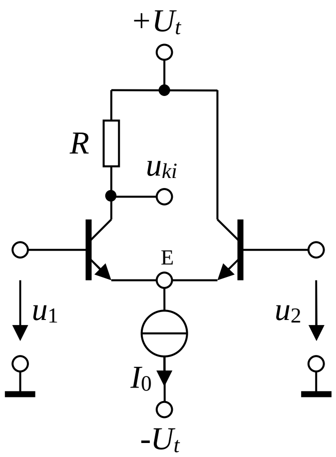
Ahol: $A_K = A_1 + A_2$ Amiből: $A_1 = \frac{1}{2}A_K + A_D$

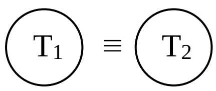
$A_D = \frac{1}{2}(A_1 - A_2)$ $A_2 = \frac{1}{2}A_K - A_D$

Általában az (A_K , A_D) erősítéseket egyszerűbb kiszámítani mint (A_1 , A_2) –t.

Közös módusú elnyomás: $KME = \left|\frac{A_D}{A_K}\right|$

1.) Az alapkapcsolás:

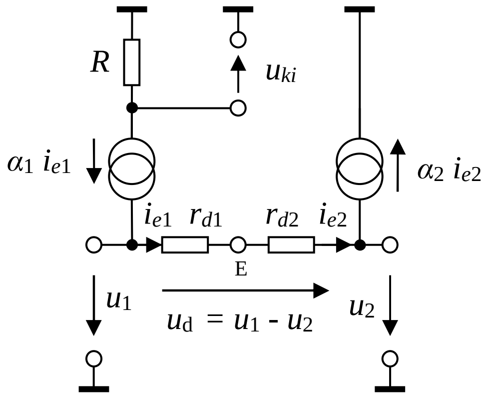




$r_{d1} = r_{d2}$

$\alpha_1 = \alpha_2$

$i_{e1} = i_{e2}$

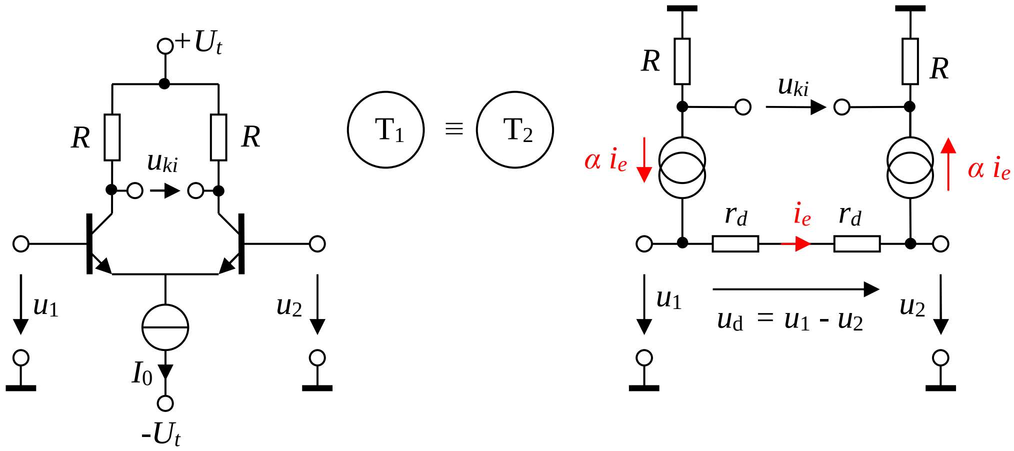


$$A_D = \left.\frac{u_{ki}}{u_d}\right|_{u_K=0} = \frac{-\alpha R i_e}{2 r_d i_e} = -\alpha \frac{R}{2 r_d}$$

$$A_K = \left.\frac{u_{ki}}{u_k}\right|_{u_d=0} = 0$$

$$KME = \infty$$

2.) Szimmetrikus kimenetű diff.er. :

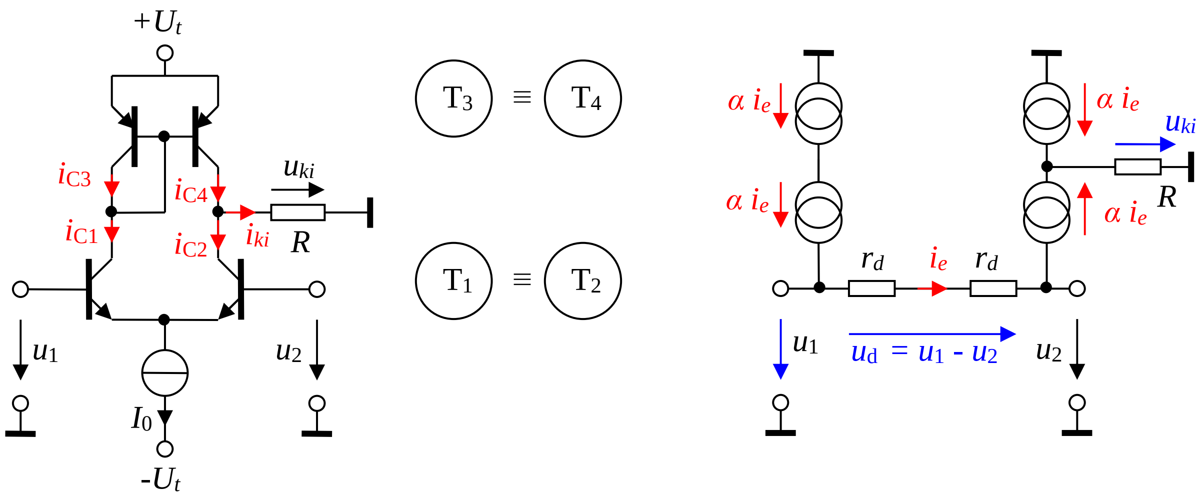


$$A_D = \left.\frac{u_{ki}}{u_d}\right|_{u_K=0} = \frac{-2\alpha R i_e}{2 r_d i_e} = -\alpha \frac{R}{r_d}$$

$$A_K = \left.\frac{u_{ki}}{u_k}\right|_{u_d=0} = 0$$

$$KME = \infty$$

3.) Aszimmetrikus kimenet áramtükörrel



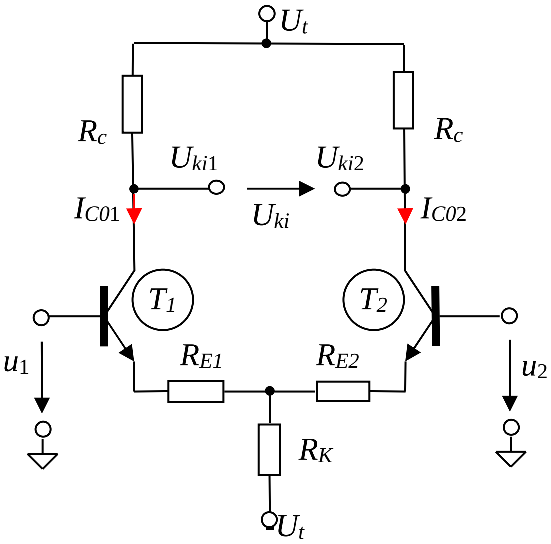
Az alapelv: $i_{C1} \rightarrow i_{C3} \rightarrow i_{C4} \rightarrow i_{ki} = i_{C4} - i_{C2}$ $(\beta_3 = \beta_4 \rightarrow \infty)$

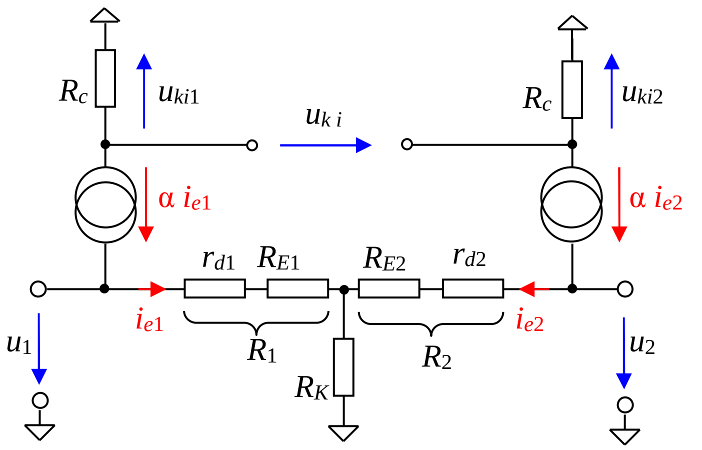
$$A_D = \left.\frac{u_{ki}}{u_d}\right|_{u_K=0} = \frac{2\alpha R i_e}{2 r_d i_e} = \alpha \frac{R}{r_d}$$

$$A_K = \left.\frac{u_{ki}}{u_k}\right|_{u_d=0} = 0$$

$$KME = \infty$$

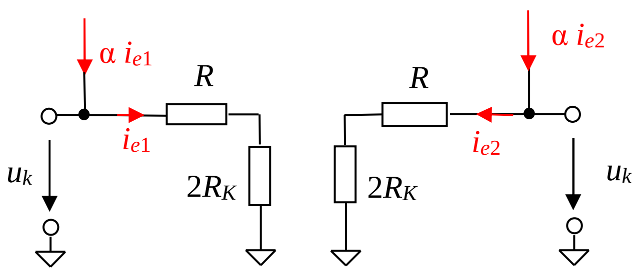
4.) Szimmetrikus kimenet, közös (R_K) emitterellenállással





Legyen a felépítés teljesen szimmetrikus! $R_{E1} = R_{E2} \;\; \rightarrow \;\; R_1 = R_2 \; = R$

A <u>közös módusú</u> helyettesítő kép:



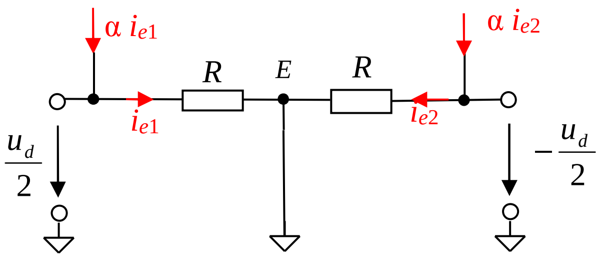
$$i_{e1} = i_{e2} = \frac{u_k}{R + 2R_K}$$

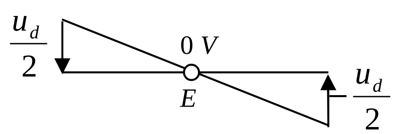
$$u_{ki} = u_{ki1} - u_{ki2} = -\alpha i_{e1} R_{c1} + \alpha i_{e2} R_{c2}$$

Ha $\;\; R_{c1} = R_{c2} \;\; \rightarrow \;\; u_{ki1} = u_{ki2}$

és $\qquad u_{ki} = \; 0 \qquad \rightarrow \qquad A_K = \; 0$

A <u>differenciális módusú</u> helyettesítő kép:





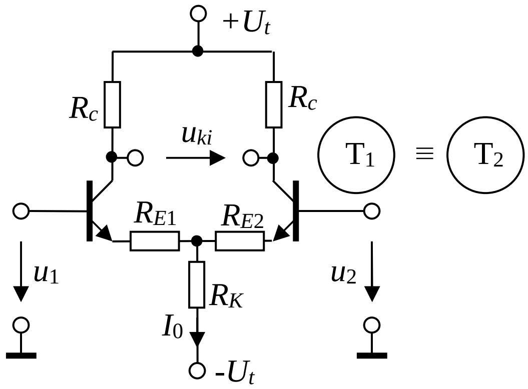
$$i_{e1} = \frac{1}{2}\frac{u_d}{R} \qquad i_{e2} = -\frac{1}{2}\frac{u_d}{R}$$

$$u_{ki} = u_{ki1} - u_{ki2} = -\alpha i_{e1} R_{c1} + \alpha i_{e2} R_{c2} = -2\alpha R_c \frac{1}{2}\frac{u_d}{R}$$

$$A_D = \left.\frac{u_{ki}}{u_d}\right|_{u_K=0} = \frac{-\alpha R_c}{R} = -\frac{\alpha R_c}{r_d + R_E}$$

$$KME = \infty$$

5.) Szimmetrikus kimenet, közös (R_K) emitter ellenállással , áramköri aszimmetriával ($R_{E1} \neq R_{E2}$)



A kisjelű helyettesítő képből
az emitter-kör impedancia mátrixa:

$$\begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_1 + R_K & R_K \\ R_K & R_2 + R_K \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_{e1} \\ i_{e2} \end{bmatrix}$$

Amiből az admittancia matrix:

$$\begin{bmatrix} i_{e1} \\ i_{e2} \end{bmatrix} = \frac{1}{Det} \begin{bmatrix} R_2 + R_K & -R_K \\ -R_K & R_1 + R_K \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \end{bmatrix}$$

Ahol:

$$Det = (R_1 + R_K)(R_2 + R_K) - R_K^2 = R_1 R_2 + R_K (R_1 + R_2) = (R_1 + R_2)(R_K + R_1 \times R_2)$$

és $\quad R_1 = r_{d1} + R_{E1}$, $\quad R_2 = r_{d2} + R_{E2}$

$$u_{ki} = u_{ki1} - u_{ki2} = -\alpha i_{e1} R_c + \alpha i_{e2} R_c = -\frac{\alpha R_c}{Det}\left[(R_2 + 2R_K)u_1 - (R_1 + 2R_K)u_2\right]$$

Közös módusban: $\quad u_1 = u_2 = u_K$

$$u_{ki} = -\alpha \frac{R_C}{Det}\left[R_2 - R_1\right] u_K$$

$$A_K = \frac{u_{ki}}{u_K} = \frac{\alpha R_c}{Det}(R_1 - R_2) = \frac{\alpha R_c (R_1 - R_2)}{(R_1 + R_2)(R_K + R_1 \times R_2)} \cong \frac{R_1 - R_2}{R_1 + R_2} \frac{a R_C}{R_K}$$

Differenciális módusban: $\quad u_1 = \frac{u_d}{2} \qquad u_2 = -\frac{u_d}{2}$

$$u_{ki} = -\alpha \frac{R_C}{Det}\left[R_1 + R_2 + 4R_K\right] \frac{u_d}{2}$$

$$A_D = \frac{u_{ki}}{u_d} = -\frac{\alpha R_c}{Det} \frac{(R_2 + R_1 + 4R_K)}{2} = -\frac{\alpha R_c}{2(R_1 + R_2)} \frac{4R_K}{R_K} \frac{1 + \frac{R_1 + R_2}{4R_K}}{1 + \frac{R_1 \times R_2}{R_K}} \cong -\frac{2\alpha R_c}{(R_1 + R_2)}$$

$$KME = \left|\frac{A_D}{A_K}\right| = \frac{2R_K}{|R_1 - R_2|}$$

Ha $R_{E1} = R_{E2}$ és $r_{d1} = r_{d2}$ akkor $R_1 = R_2 = R$ (visszakapjuk az előző eredményt)

$$A_D = -\frac{\alpha R_c}{r_d + R_E}$$

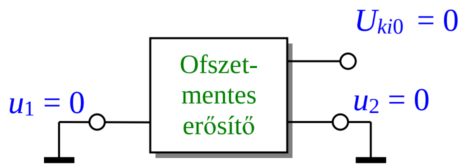
U_{BE01}

$i_{e1} = i_{e2}$

6.) Az ofszet (offset) feszültség

6.1.) Tökéletesen szimmetrikus áramkör esetében:

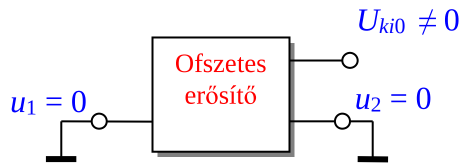
ha: $u_1 = u_2 = 0$ akkor: $U_{ki0} = 0$



6.2.) Aszimmetrikus áramkör esetében:

ha: $u_1 = u_2 = 0$ akkor: $U_{ki0} \neq 0$

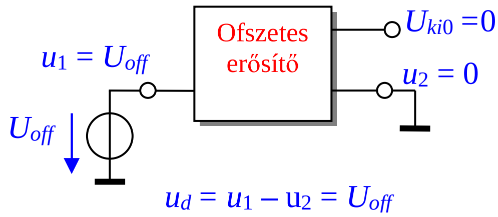
(kimeneti ofszet fesz.: $U_{ki0} = U_{kioff} \neq 0$)



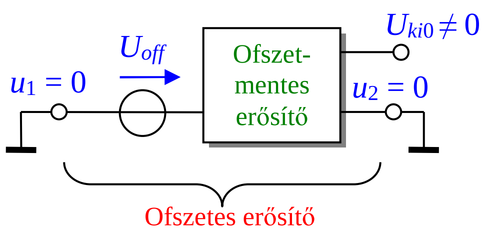
6.3.) Aszimmetrikus áramkör esetében:
a kimeneti feszültséget zérussá tehetjük egy külső (bemeneti) U_{off} egyenfeszültség alkalmazásával:

ha: $u_1 = U_{off}$ $u_2 = 0$

$u_d = u_1 - u_2 = U_{off}$

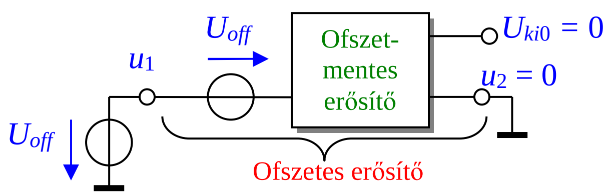


6.4.) Aszimmetrikus áramkör leutánozható egy ofszet mentes erősítővel és egy külső feszültség forrással:



$$\boxed{U_{ki0} = -A_D\, u_d = -A_D\, U_{off} = U_{kioff}}$$

6.5.) Az aszimmetrikus áramkör kimenő feszültsége lenullázható egy újabb feszültség generátorral:



6.6.) Ha a differenciál erősítő *kapcsolása következtében* még tökéletes szimmetria esetében sem zérus a kimenő feszültség (vezérlés mentes esetben), akkor csak az $i_{C1} = i_{C2}$ feltétel beállításához szükséges $U_{off} = u_1 - u_2$ feszültség meghatározása a feladat.