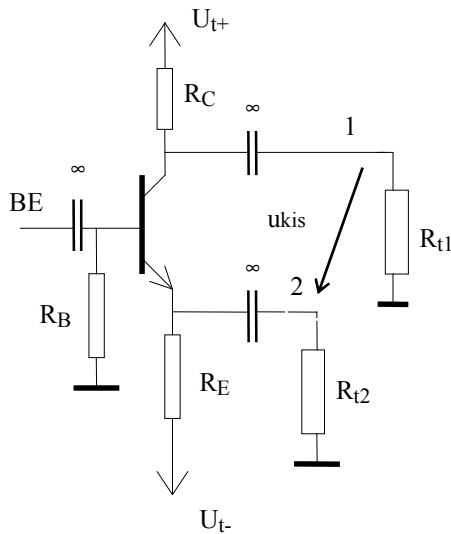


**Fázishasító kapcsolás**



A feszültségerősítés az 1-es kimenet felé a FE-es, a 2-es kimenet felé pedig a FK-os fokozat erősítésének mintájára számítható ki:

$$A_{u1} = -\frac{g_{21}(R_C \times R_{t1})}{1 + g_{21}(R_E \times R_{t2})}$$

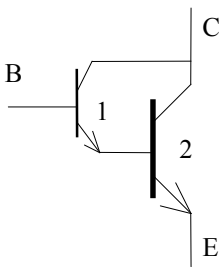
$$A_{u2} = \frac{g_{21}(R_C \times R_{t2})}{1 + g_{21}(R_E \times R_{t2})}$$

Ha  $R_C \times R_{t1} = R_E \times R_{t2}$ , akkor  $A_{u1} = -A_{u2}$ , tehát a kimenetekről jelek azonos amplitúdójú, de ellentétes fázisú jelek vehetők le. Ha  $g_{21}(R_E \times R_{t2}) \gg 1$ ,  $A_{u1} = -1$  és  $A_{u2} = +1$ . Az is lehetséges, hogy a két kimeneti pont között vegyünk le kimeneti feszültséget, pl. differenciálerősítők bemenetének tisztán szimmetrikus jellel való vezérlése céljából. Ekkor a feszültségerősítés:

$$A_{us} = -2.$$

**Tranzisztorpárok**

**Darlington**

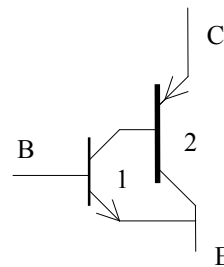


Közelítés:

$$h_{21(1)} = h_{21(2)} = h_{21}$$

$$(B_1 = B_2 = B \text{ és } h_{21} = B)$$

**kompozit (Sziklai)**



Az eredő tranzisztorok paraméterei:

$$h_{21(D)} = h_{21}^2$$

$$h_{11(D)} = h_{11(1)} + h_{21} h_{11(2)} = 2h_{11(1)}$$

$$g_{21(D)} = 0,5g_{21(2)}$$

$$h_{21(c)} = h_{21}^2$$

$$h_{11(c)} = h_{11(1)}$$

$$g_{21(c)} = g_{21(2)}$$

A paraméterek felírásakor feltételeztük, hogy:

- a meghajtott tranzisztor  $h_{21}$ -szer nagyobb munkaponti árammal működik, mint a meghajtó tranzisztor, ezért  $h_{11}$  paramétere  $h_{21}$ -ed része a meghajtó tranzisztorénak;
- az eredő tranzisztor típusa megegyezik a meghajtó tranzisztoréval.

Fizikai modell:

- A Darlington esetében a meghajtó feszültség 50-50 % arányban oszlik meg a BE körök között, ezt magyarázza a 0,5 megjelenését a  $g_{21(D)}$  számításában.

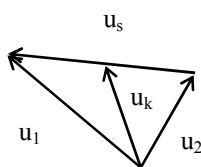
- A kompozit esetén a meghajtott tranzisztor bázisárama  $h_{21}$ -szerese a meghajtó tranzisztor bázisáramának, de a  $h_{11(2)}$ -n folyik át, amely viszont  $h_{21}$ -ed része  $h_{11(1)}$ -nek, vagyis a rajta létrehozott feszültség megegyezik a meghajtó tranzisztor BE feszültségével. Tehát a meghajtó feszültség áttevődik a meghajtott tranzisztor BE körére, ezért nincs 0,5-es szorzó a  $g_{21(c)}$ -ben.

Mindkét esetben a meghajtó tranzisztorok kollektor-, illetve emitter-áramának megváltozása elhanyagolható az eredő tranzisztorok kollektor-, illetve emitter-áramában.

## 4. fejezet

### DIFFERENCIÁLÉRŐSÍTŐK

#### Bevezetés: két feszültség szimmetrikus és közös összetevője



A szimmetrikus összetevő:  $u_s = u_1 - u_2$

A közös összetevő:  $u_k = \frac{u_1 + u_2}{2}$

Ezekkel:  $u_1 = u_k + \frac{u_s}{2}$

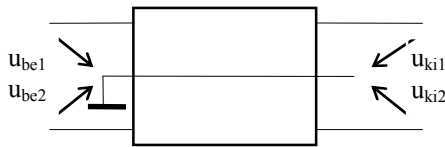
$u_2 = u_k - \frac{u_s}{2}$

(Megjegyzés: e definíciók egyenfeszültségekre is érvényesek.)

A lineáris differenciálerősítők kimeneti szimmetrikus és közös feszültség-összetevőit a bemeneti szimmetrikus és közös összetevőkből lineáris egyenletrendszerrel számíthatjuk ki:

$$u_{kis} = A_{uss} u_{bes} + A_{usk} u_{bek}$$

$$u_{kik} = A_{uks} u_{bes} + A_{ukk} u_{bek}$$



A cél: minél nagyobb  $A_{uss}$  megvalósítása.

Az erre jellemző minőségi jellemzők:

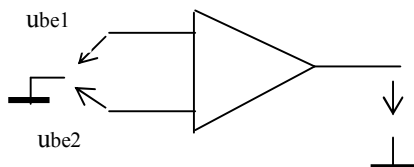
- diszkriminációs tényező

$$D = \frac{A_{uss}}{A_{ukk}}$$

- közösjel-elnyomási tényező (CMRR = Common Mode Rejection Ratio)

$$E_k = CMRR = \frac{A_{uss}}{A_{usk}}$$

Aszimmetrikus kimenetű szimmetrikus erősítő (szimmetrikus bemenetű, aszimmetrikus kimenetű):

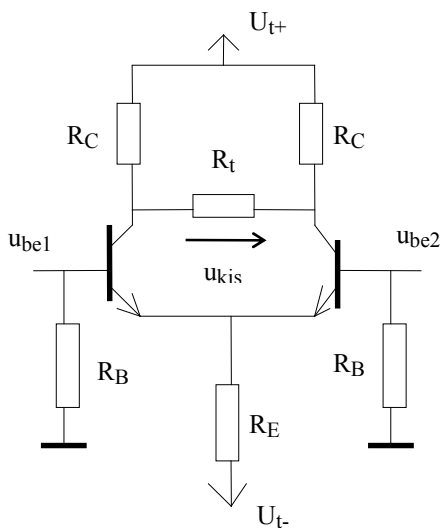


$$u_{ki} = A_{us} u_{bes} + A_{uk} u_{bek}$$

Itt csak közösjel-elnyomási tényező definiálható:

$$E_k = CMRR = \frac{A_{us}}{A_{uk}}$$

**A differenciálerősítő alapkapsolása**

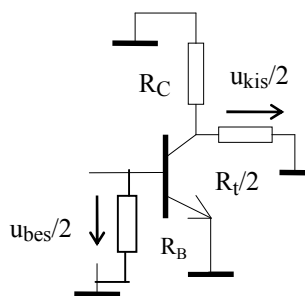


a) *Tiszta szimmetrikus vezérlés esetén* ( $u_{bek} = 0$  és  $u_{be1} = -u_{be2}$ )

A tranzisztorok egyforma nagy, de ellentétes fázisú kollektoráram-változásai kioltják egymást az RE ellenálláson, ezért a közös emitter-pont potenciálja nem változik, ez a pont ún. virtuális földpont. A szimmetria következtében a terhelő ellenállás villamos középpontjának sem változik a potenciálja, tehát ez is virtuális földpont. Az egyik tranzisztor szemszögéből nézve a váltakozó-áramú helyzet a következő:

Eszerint a szimmetrikus-szimmetrikus erősítést az FE erősítő erősítésformulájával írhatjuk fel ( $g_{22} \cong 0$ ):

$$A_{uss} = -g_{21} \left( R_C \times \frac{R_t}{2} \right)$$



A szimmetria következtében a szimmetrikus bemenet nem idéz elő aszimmetrikus kimenetet:

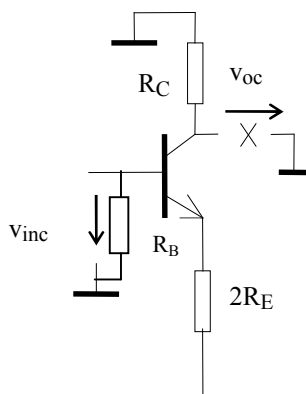
$$A_{uks} = 0$$

A szimmetrikus bemeneti ellenállás:  $R_{bes} = 2(R_B \times h_{11})$ .

A szimmetrikus kimeneti ellenállás:  $R_{kis} = 2R_C$

b) *Tiszta közös vezérlés:* ( $u_{bes} = 0$ ,  $u_{be1} = u_{be2} = u_{bek}$ )

Most az egyforma kollektoráram-változások összeadódva folynak át az RE ellenálláson, ezért az egyik tranzisztor szemszögéből nézve olyan a helyzet, mintha az RE ellenállás kétszerese okozna (soros, áram-) visszacsatolást. A szimmetria következtében a kollektor-pontok ekvipotenciálisak maradnak, ezért nem folyik áram az Rt ellenálláson, mintha szakadásterhelés volna. Ezért a váltakozó-áramú helyettesítő-kép most:



A közös kimeneti jelre vonatkozó feszültségerősítést az emitter-köri visszacsatolással rendelkező FE fokozat erősítésformulájával számíthatjuk ki:

$$A_{ukk} = -\frac{g_{21} R_C}{1 + g_{21} 2R_E}$$

A szimmetria következtében szimmetrikus kimeneti jel nem keletkezik, tehát:

$$A_{usk} = 0.$$

$$A \text{ közös bemeneti ellenállás: } R_{bek} = \frac{1}{2} \left( R_B \times \left[ \frac{1}{g_{11}} (1 + g_{21} 2R_E) \right] \right)$$

A kimeneti ellenállás (amelyet az egyik kimeneti ponton benézve látunk):

$$R_{kik} = R_C$$

A minőségi jellemzők:

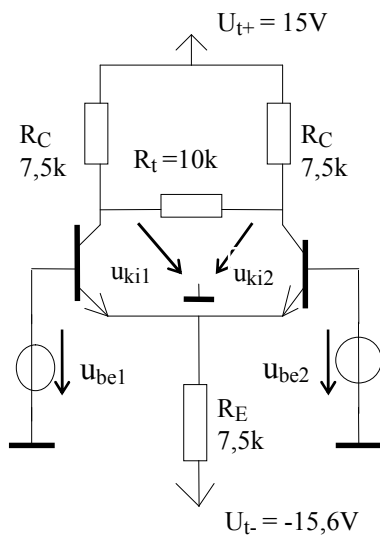
$$D = (1 + g_{21} 2R_E) \left( \frac{R_C \times \frac{R_t}{2}}{R_C} \right)$$

$$CMRR = \infty$$

**Szám példa (gyakorlat):**

**Adott:**  $u_{be1} = 1,005 \text{ V}$  és  $u_{be2} = 0,995 \text{ V}$

Mekkorák a kimeneti feszültségek ( $u_{ki1}$  és  $u_{ki2}$ )?



**a) A munkapont:**  $I_{C0} = 1 \text{ mA}$ ,  $U_{CE0} = 8,1 \text{ V}$ .

$U_{C0} = 7.5 \text{ V}$  (a kollektor-potenciálok)

Ehhez

$$g_{21} = 38 \text{ mS.}$$

**b) A bemeneti feszültségek összetevői:**

$$u_{bes} = 0,01 \text{ V}$$

$$u_{bek} = 1 \text{ V}$$

**c) Az erősítések ( $g_{22} = 0$ ):**

$$A_{uss} = -g_{21} \left( R_C \times \frac{R_t}{2} \right) = -114$$

Ezzel:  $u_{kis} = -1,14 \text{ V}$

$$A_{ukk} \cong -\frac{R_C}{2R_E} = -0.5$$

Ezzel:  $u_{kik} = -0,5 \text{ V}$

**d) A kimeneti feszültségek:**

- A kollektor-potenciálok megváltozása:

$$u_{ki1} = -0.5 \times 1,14 - 0,5 = -1,07 \text{ V}$$

$$u_{ki2} = +0.5 \times 1,14 - 0,5 = 0,07 \text{ V}$$

- A kimeneti pontok és a föld között mérhető feszültségek:

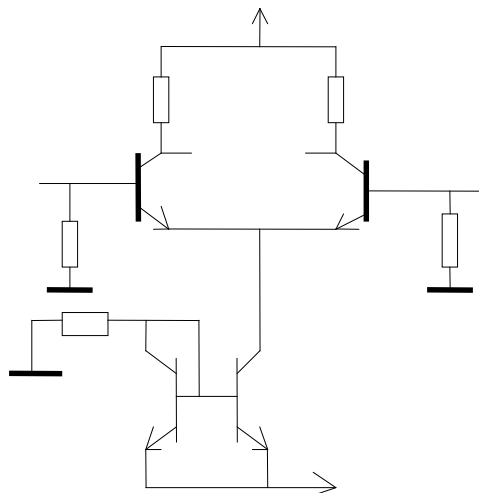
$$U_{ki1} = 7,5 - 0.5 \times 1,14 - 0,5 = 6,43 \text{ V} \quad (U_{C0} + 0.5u_{kis} + u_{kik})$$

$$U_{ki2} = 7,5 + 0.5 \times 1,14 - 0,5 = 7,57 \text{ V} \quad (U_{C0} - 0.5u_{kis} + u_{kik})$$

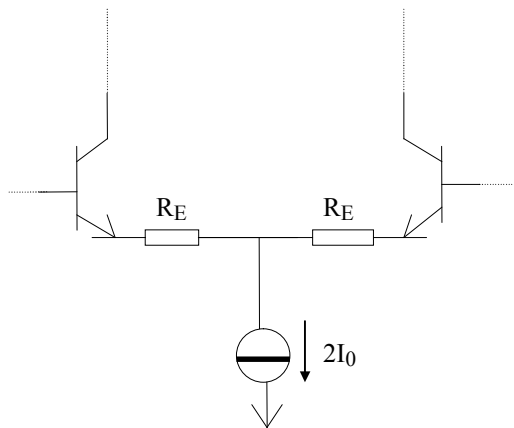
**Kapcsolási változatok**

**a) A nagy D (és  $E_k$ ) érdekében nagy  $R_E$  megvalósítása**

A megoldás hasonló, az FK erősítőnél az erősítés 1-hez való közelítése érdekében alkalmazott megoldáshoz („aktív  $R_E$ ”).

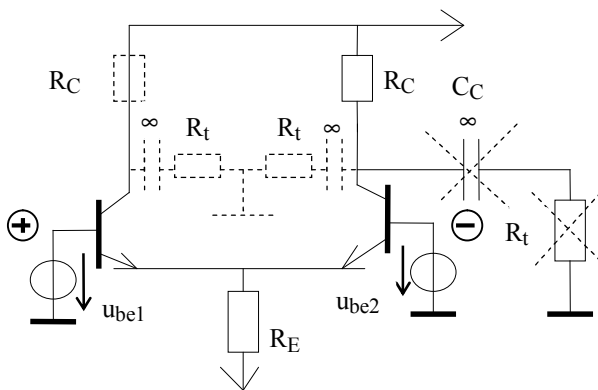


**b) Emitter-köri visszacsatolás az erősítés stabilizálása érdekében**



Itt: 
$$g_{21}^* = \frac{g_{21}}{1 + g_{21} R_E}$$

**c) Differenciálerősítő aszimmetrikus kimenettel**



Az elrendezés visszavezethető az alapkapcsolásra (lásd a szaggatott vonallal felrajzolt részeket):

Így:  $u_{ki} = A_{us} u_{bes} + A_{uk} u_{bek}$ , ahol ( $g_{22} = 0$  esetén):

$$A_{us} = -0.5 A_{uss} = -0.5 g_{21} (R_C \times R_t)$$

$$A_{uk} = A_{ukk} = -\frac{g_{21} (R_C \times R_t)}{1 + 2g_{21} R_E}$$

Bevezethető a nem invertáló ( $u_{be1}$ ) és az invertáló ( $u_{be2}$ ) bemenet fogalma.