# 5. Aszimmetrikus és szimmetrikus erősítők

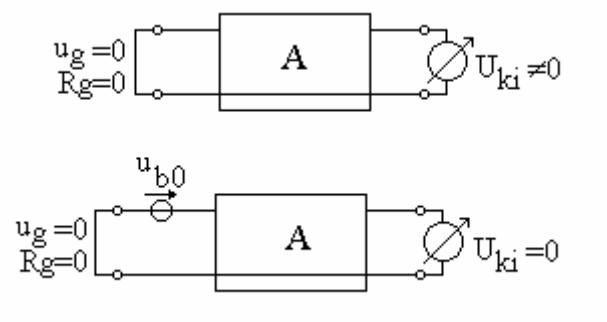
Lineáris feszültségerősítők két csoportba oszthatók az erősítendő frekvencia tartomány szempontjából:

- Váltakozó feszültségű erősítők, amelyek jeltartománya: $f_{aH} \le f_{jel} \le f_{fH}$
- Egyenfeszültségű erősítők, amelyek jeltartománya: $0 \le f_{jel} \le f_{fH}$

Minden olyan erősítő, amelynél a jel útjában - azzal sorban - akárcsak egy kondenzátor is található, a váltakozó erősítők családjába tartozik.

## *5.1 Egyenfeszültségű erősítők nullpont-hibája (offset)*

Ha egy erősítő bementét rövidre zárjuk, akkor a kimenetén a várttal ellentétben nem nulla jelet mérünk.




Ahhoz, hogy a kimenti feszültség valóban nulla legyen, egy segédfeszültséget kell a bementre kapcsolnunk, amely kikompenzálja a hibafeszültséget. Ezt az $u_{b0}$ kompenzáló egyenfeszültséget a *bementre redukált offset feszültségnek* hívják.
Fentiek alapján az $i_{b0}$ offset áram fogalma is bevezethető.

## *5.2 A nullpont vándorlása (drift)*

Az offset a pontos beállítás ellenére, bizonyos hatásokra változik. Például:

- A környezeti hőmérséklet változására

$$u_{d0} = \frac{\Delta u_{b0}}{\Delta T}\Bigg|_{\substack{u_g = 0 \\ R_g = 0 \\ U_{ki} = 0}} \quad \left[\mu V / {}^0C\right]$$

- a tápfeszültség megváltozására

$$u_{d0} = \frac{\Delta u_{b0}}{\Delta U_t}\Bigg|_{\substack{u_g = 0 \\ R_g = 0 \\ U_{ki} = 0}} \quad \left[\mu V / V\right]$$

- az erősítő alkatrészeinek öregedésére

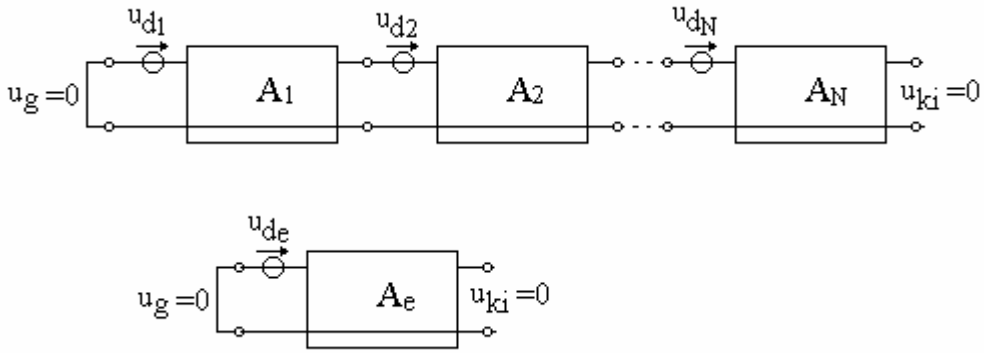
$$u_{d0} = \frac{\Delta u_{b0}}{\Delta t}\Bigg|_{\substack{u_g = 0 \\ R_g = 0 \\ U_{ki} = 0}} \quad [\mu V / év]$$

Fentiek alapján az $i_{d0}$ drift áram fogalma is bevezethető.

### *5.3 Erősítőláncok eredő driftje*

Az erősítőlánc egyes fokozataiban keletkező drift feszültség az erősítőlánc további fokozatain végighaladva felerősödik.

Az erősítő bementére redukált driftek eredője:

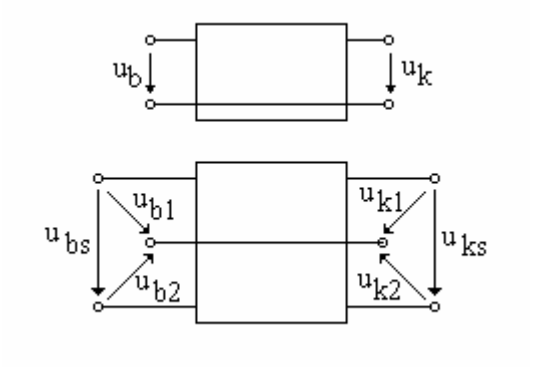



$$u_{de} = U_{d1} + \frac{U_{d2}}{A_1} + \frac{U_{d3}}{A_1 A_2} + \frac{U_{dN}}{\prod_{i=1}^{N-1} A_i}$$

A fenti összefüggés alapján belátható, hogy az offset és a drift szempontjából az erősítő *első fokozata a legkényesebb*, és a legkevésbé az utolsó fokokozat.

## 5.4 Szimmetrikus erősítők

Az offset és drift drasztikus csökkentésének módja szimmetrikus erősítők alkalmazásával jött létre.

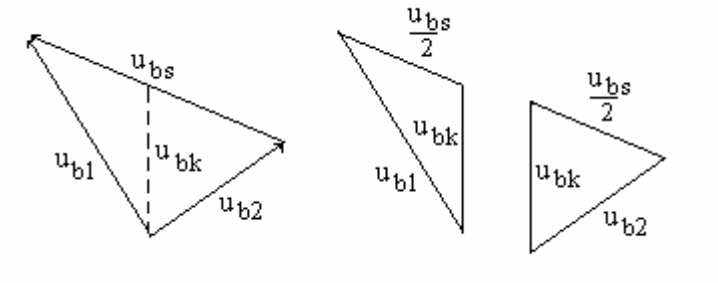



aszimmetrikus erősítő

szimmetrikus erősítő

### 5.4.1 A szimmetrikus erősítő vezérlésének lehetőségei

a.) Általános vezérlés




$$u_{bs} = u_{b1} - u_{b2}$$

$$u_{bk} = \frac{u_{b1} + u_{b2}}{2}$$

ahol:

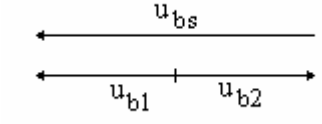
$u_{bk} \Rightarrow$ közös módusú (azonos fázisú) jel

$u_{bs} \Rightarrow$ szimmetrikus módusú (ellenfázisú) jel

$$u_{b1} = u_{bk} + \frac{u_{bs}}{2}$$

$$u_{b2} = u_{bk} - \frac{u_{bs}}{2}$$

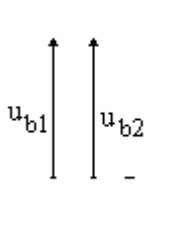
b.) Szimmetrikus vezérlés




$$u_{bk} = 0$$

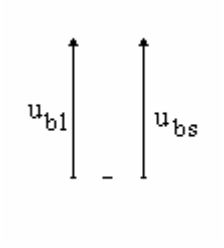
$$u_{b1} = -u_{b2} = \frac{u_{bs}}{2} \Rightarrow u_{bs} = 2u_b$$

c.) Közös vezérlés




$$u_{bk} = u_{b1} = u_{b2} = u_b$$
$$u_{bs} = 0$$

d.) Aszimmetrikus vezérlés




$$u_{b2} = 0$$
$$u_{bs} = u_{b1}$$
$$u_{bk} = \frac{u_{b1}}{2}$$

A fenti összefüggések a kimentekre is felírhatók:

$$u_{k1} = u_{kk} + \frac{u_{ks}}{2}$$
$$u_{k2} = u_{kk} - \frac{u_{ks}}{2}$$

Ebből következik:

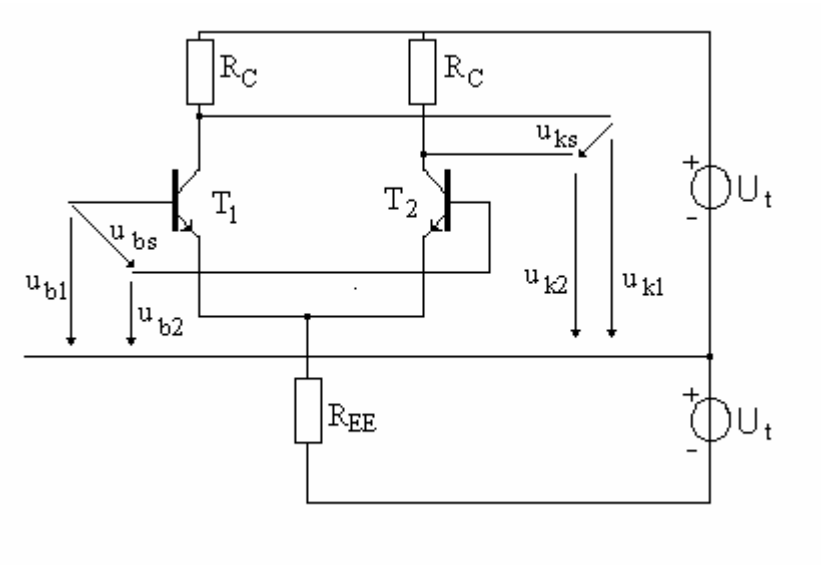
$$A_s = \frac{u_{ks}}{u_{bs}} = \frac{u_{k1} - u_{k2}}{u_{b1} - u_{b2}}$$
$$A_k = \frac{u_{kk}}{u_{bk}} = \frac{\frac{u_{k1} + u_{k2}}{2}}{\frac{u_{b1} + u_{b2}}{2}} = \frac{u_{k1} + u_{k2}}{u_{b1} + u_{b2}}$$

A két erősítés hányadosaként definiálható a közösmódusú elnyomási tényező CMRR[Common Mode Rejection Ratio], amely dB-ben:

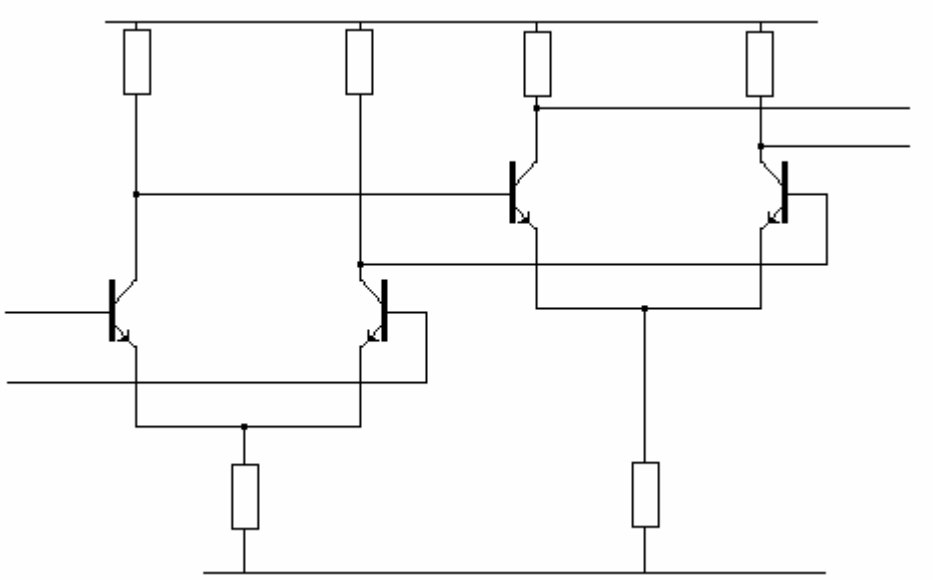
$$CMRR = 20\log\left|\frac{A_s}{A_k}\right| \quad [\text{dB}]$$ Értéke a jó erősítőknél +100 dB körül van.

### *5.4.2 Differenciál erősítő fokozat*

Az integrált gyártástechnológia tette lehetővé, hogy két tranzisztorral szimmetrikus fokozatot készítsenek. A hasznos jel szempontjából célszerű szimmetrikusan vezérelni. Ugyanakkor a drift jellegű zavarok a közös vezérlés miatt kiesnek. Ezzel szükségtelenné válik a csatoló kondenzátorok használata.




A differenciál erősítő fokozatok is láncba kapcsolhatók.



Az így felépülő erősítő fokozat már nulla frekvenciától erősít. Ezért kapta az egyenfeszültségű erősítő nevet.