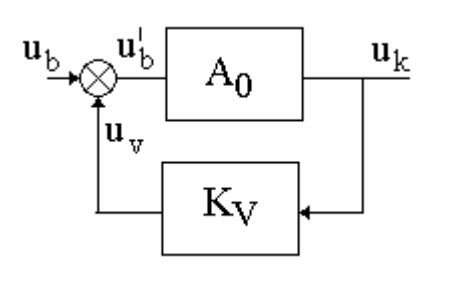
4. Erősítők visszacsatolása

A visszacsatolás során, az A_o erősítő kimentén megjelenő jel meghatározott hányadát egy K_v visszacsatoló áramkörön keresztül visszavezetjük az erősítő bementére. Így az erősítőre a bementi jel és a visszavezetett jel előjeles összege kerül.



A teljes hurokra felírható egyenletek:

$$u_k = A_0 u_b^{'}$$
$$u_v = A_v u_k$$
$$u_b^{'} = u_b + u_v$$

Ebből a visszacsatolt rendszer erősítése meghatározható:

$$u_k = A_0(u_b + u_v) = A_0 u_b + A_0 K_v u_k$$

$$A_v = \frac{u_k}{u_b} = \frac{A_0}{1 - A_0 K_v}$$

Az $H = A_0 K_v$ a felnyitott hurok erősítése, ezért *hurokerősítés* a neve. Általánosságban a mind a feszültségek mind a hurokerősítés komplex mennyiségek.

a.) Ha $H = A_0 K_v < 0$, akkor $A_v < A_0$. Ekkor *negatív visszacsatolás* (NVCS) lép fel.
Ez akkor áll elő, ha A_0 és K_v ellentétes fázisúak.

b.) Ha $H = A_0 K_v > 0$, akkor $A_v > A_0$. Ekkor *pozitív visszacsatolás* (PVCS) lép fel.
Ez akkor áll elő, ha A_0 és K_v azonos fázisúak.

4.1 Erősítők negatív visszacsatolása

Mint az a fentiekben tisztáztuk, *negatív visszacsatolás* akkor jön létre, ha $H = A_0 K_v < 0$.
Ekkor:

$$A_v = \frac{u_k}{u_b} = \frac{A_0}{1 - (-A_0 K_v)} = \frac{A_0}{1 + A_0 K_v}$$

A gyakorlatban rendszerint biztosítható a $H = A_0 K_v << 1$. Ekkor egy nagyon hasznos egyszerűsítési lehetőség áll elő:

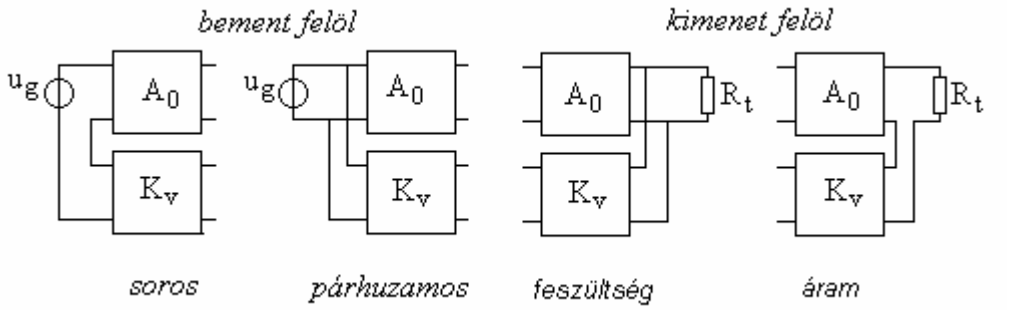
$$A_v = \frac{u_k}{u_b} = \frac{A_0}{1 + A_0 K_v} \cong \frac{1}{K_v}$$

Tehát igen nagy nyílthurkú erősítés esetén a zárthurkú erősítést csak a visszacsatoló ág erősítése határozza meg.
Továbbá (levezetés nélkül): a visszacsatolt erősítő erősítési tényezőjének stabilitása csak a visszacsatoló áramkör stabilitásától függ.

$$\frac{\Delta A_v}{A_v} \cong \frac{\Delta K_v}{K_v}$$

4.2 Erősítők negatív visszacsatolásának lehetőségei

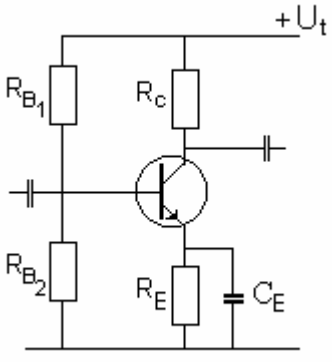
A visszacsatolás kivitelezésének négy módja lehetséges:



A részletek ismertetése nélkül jegyezzük meg, hogy a visszacsatolások mindegyike hat az erősítő erősítésére, be- és kimeneti ellenállására (növelve, vagy csökkentve azt).

4.3 Közös-emitteres tranzisztoros erősítő fokozat soros-áram visszacsatolása

Vizsgáljuk meg a visszacsatolások lehetőségei közül a leggyakrabban előforduló esetet.

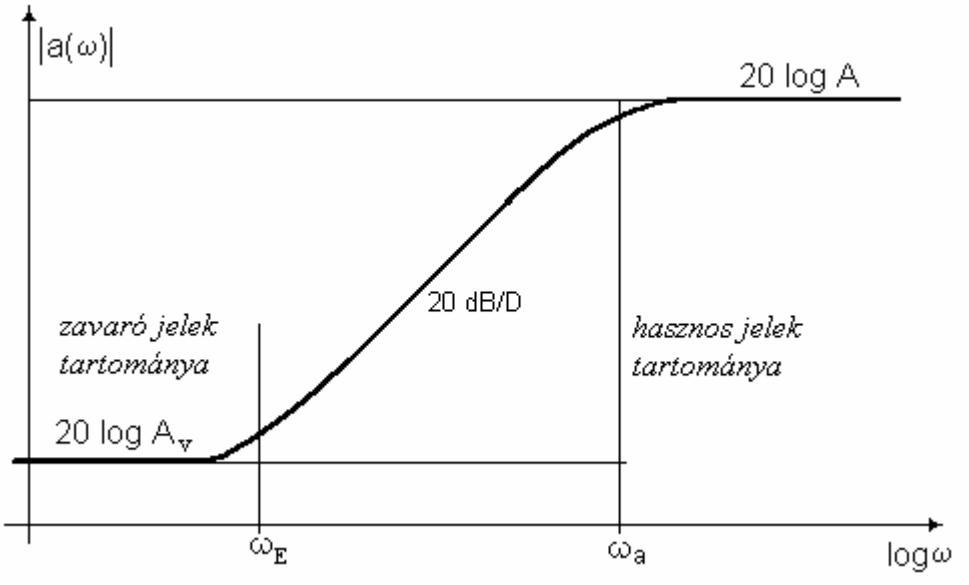


Az emitter körben elhelyezett R_E emitter-ellenállás soros-áram visszacsatolást valósít meg.

a.) A NVCS miatt jelentősen lecsökken az erősítő teljes frekvencia tartományában.
b.) Az erősítés csökkenése csak a nulla frekvencia közelében jelentkező offset és drift jellegű zavarokra előnyős, mert azok így nem erősödnek fel.
c.) A hasznos – nem nulla frekvenciás jelekre – megmarad a visszacsatolás nélküli, nagyobb erősítés, ha számukra az R_E-t megkerülő utat biztosítunk egy C_E kondenzátoron keresztül.

Az alábbi Bode-diagram ezt a kétféle erősítést mutatja be.

A visszacsatolás előnyös hatása a $\omega_E = \frac{1}{R_E C_E}$ frekvenciától nulla frekvenciáig érvényesül.



Az is belátható, hogy az emitter kondenzátor a csatoló kondenzátorhoz hasonlóan az alacsony frekvenciákon hat, de az egyenfeszültséget nem szűri ki.