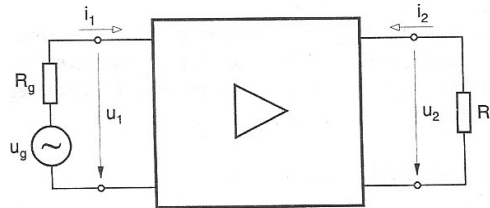


ERŐSÍTŐK

- villamos jelek erősítését végzik
- aktív négy-pólusok
- alapját bipoláris vagy térvezérlésű tranzisztorok vagy műveleti erősítők képezik



- osztályozás: hullámforma szerint:
 - egyenfeszültségű,
 - váltakozó feszültségű: - szélessávú
 - hangolt

- *legfontosabb jellemzői:*

1. feszültségerősítés: $A_u = \frac{U_2}{U_1}$; abszolút érték

$U_2 > U_1$; $A_u > 1$; - erősítő (amplifikátor)

$U_2 = U_1$; $A_u = 1$; - ismétlő (repeater)

$U_2 < U_1$; $A_u < 1$; - csillapító (atenuátor)

- probléma: nincs mértékegysége; amikor nincs erősítés nulla kellene legyen nem 1.

- megoldás: mértékegység bevezetése: *decibel [dB]* $A_{u[dB]} = 20 \lg \frac{U_2}{U_1}$

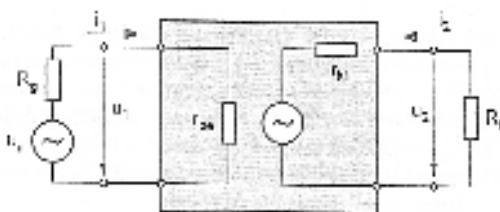
2. áramerősítés: $A_i = \frac{I_2}{I_1}$; decibelben: $A_{i[dB]} = 20 \lg \frac{I_2}{I_1}$

3. teljesítményerősítés: $A_p = \frac{P_2}{P_1} = \frac{U_2 I_2}{U_1 I_1} = A_u A_i$, decibelben: $A_{p[dB]} = 10 \lg \frac{P_2}{P_1}$

4. az erősítés fázisa: φ ; a kimeneti jel fázisviszonya a bemeneti jelhez képest

- páratlan fokozatú erősítőnél a legtöbb esetben: $\varphi = 180^\circ$

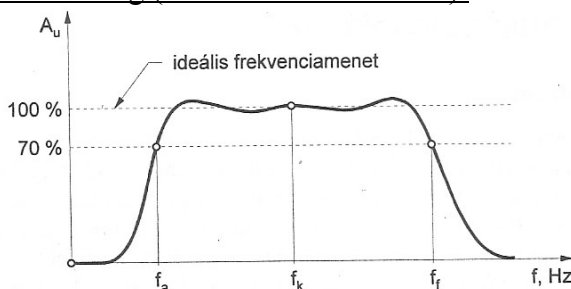
5. bemeneti, kimeneti ellenállás (impedancia):



$r_{be} = \frac{U_1}{I_1}$ - bemeneti ellenállás

$r_{ki} = \frac{U_2}{I_2}$ - kimeneti ellenállás

6. sávszélesség (szélessávú erősítőknél):



$$B = f_f - f_a$$

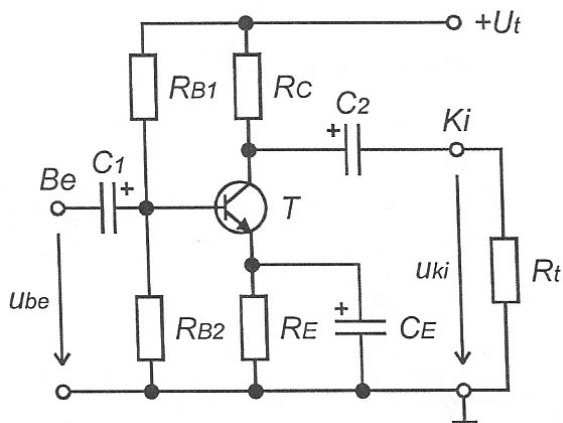
- f_a : - alsó határfrekvencia

- f_f : - felső határfrekvencia

- ahol az erősítés -3dB-el csökken. (0,707)

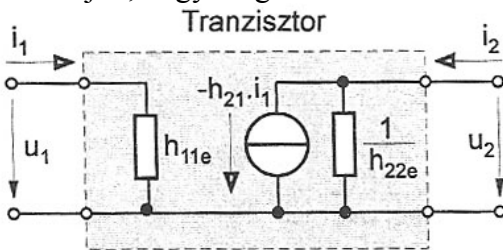
- $f_k = 1 \text{ kHz}$ frekvencián

Bipoláris tranzisztoros erősítőfokozat



- C_1, C_2 – csatoló kondenzátorok; megakadályozzák, hogy a munkapont megváltozzon, ha a bemenetre jelgenerátort kapcsolunk, illetve ha a kimentre terhelést teszünk.
- C_E – emitterhűtő kondenzátor; dinamikus üzemmódban az emittert a testhez kapcsolja.
- R_{B1}, R_{B2}, R_E – munkapont beállító ellenállások (bázisosztó)
- R_C ; kollektor ellenállás (kollektoráram-határoló)

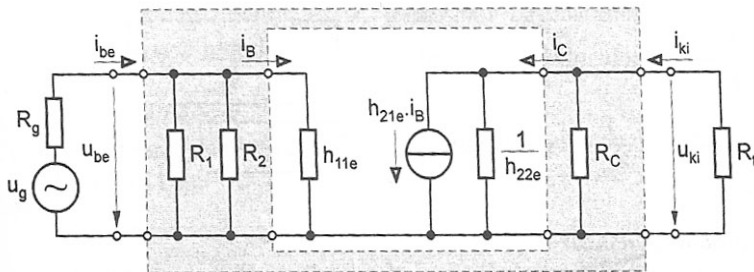
- váltakozó áramú (dinamikus) üzemmódban a tranzisztor egyszerűsített hibrid modellét használjuk, hogy meghatározhassuk az erősítő jellemzőit (A, r_{be}, r_{ki} , stb).



hibrid paraméteres helyettesítő kép

- h_{11e} : - a tranzisztor bementi ellenállása,
- h_{21e} : - a tranzisztor áramerősítési tényezője (β),
- h_{22e} : - a tranzisztor kimentei admittanciája

- behelyettesítve az erősítőbe:



SZABÁLY:

- **minden, ami állandó (pl. táplálási fesz.) a testhez kapcsolódik,**
- **minden kondenzátor rövidzárat jelent.**

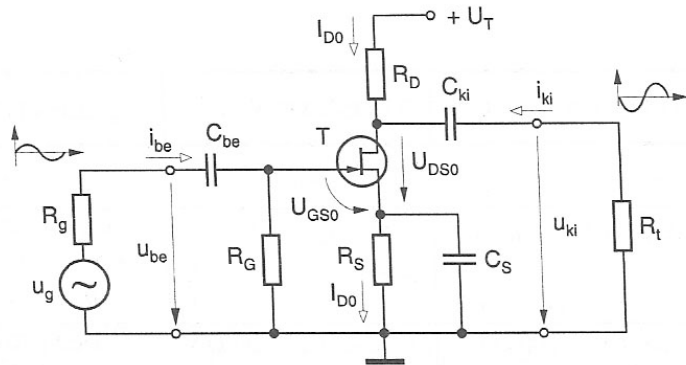
- felírhatóak a következő jellemző értékek:

$$A_u = \frac{u_{ki}}{u_{be}} = \frac{-i_{ki} \left(\frac{1}{h_{22e}} \times R_C \times R_t \right) - h_{21e} i_B \left(\frac{1}{h_{22e}} \times R_C \times R_t \right)}{i_B \cdot h_{11e}} = \frac{h_{21e} \left(\frac{1}{h_{22e}} \times R_C \times R_t \right)}{h_{11e}}$$

$$r_{be} = \frac{u_{be}}{i_{be}} = \frac{i_{be} (R_{B1} \times R_{B2} \times h_{11e})}{i_{be}} = R_{B1} \times R_{B2} \times h_{11e}$$

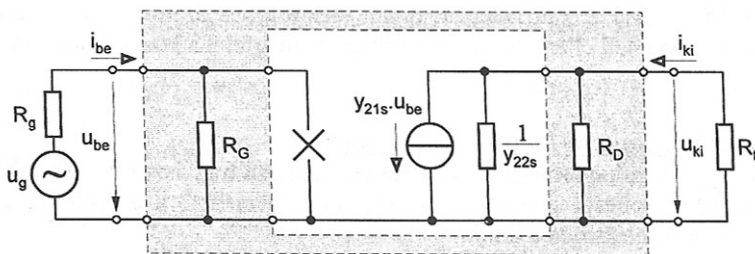
$$r_{ki} = \frac{u_{ki}}{i_{ki}} = \frac{i_{ki} \left(\frac{1}{h_{22e}} \times R_C \right)}{i_{ki}} = \frac{1}{h_{22e}} \times R_C$$

FET tranzisztoros erősítő



- C_{be} , C_{ki} – csatoló kondenzátorok; megakadályozzák, hogy a munkapont megváltozzon, ha a bemenetre jelgenerátort kapcsolunk, illetve ha a kimentre terhelést teszünk.
- C_S – sourcehidegítő kondenzátor; dinamikus üzemmódban a sourcet a testhez kapcsolja.
- R_G , R_S – munkapont beállító ellenállások
- R_D ; - drain ellenállás (draináram-határoló)

- váltakozó áramú (dinamikus) üzemmódban a FET tranzisztor egyszerűsített admittancia modellét használjuk, hogy meghatározzhassuk az erősítő jellemzőit (A , r_{be} , r_{ki} , stb).



- Y_{21s} : - a FET meredeksége (s),
 - Y_{22s} : - a FET kimentési admittanciája.
- (A szabály azonos az előbbivel.)

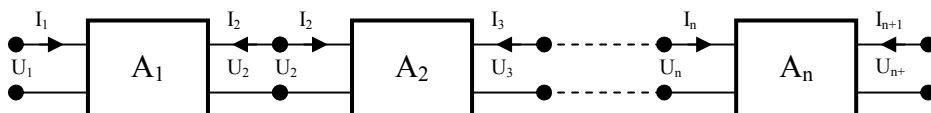
- felírhatóak a következő jellemző értékek:

$$A_u = \frac{u_{ki}}{u_{be}} = \frac{-i_{ki} \left(\frac{1}{Y_{22s}} \times R_D \times R_t \right) - Y_{21s} u_{be} \left(\frac{1}{Y_{22s}} \times R_D \times R_t \right)}{u_{be}} = -Y_{21s} \left(\frac{1}{Y_{22s}} \times R_D \times R_t \right)$$

$$r_{be} = \frac{u_{be}}{i_{be}} = R_G$$

$$r_{ki} = \frac{u_{ki}}{i_{ki}} = \frac{i_{ki} \left(\frac{1}{Y_{22s}} \times R_D \right)}{i_{ki}} = \frac{1}{Y_{22s}} \times R_D$$

Többfokozatú erősítők



- jellemző értékek: - feszültségerősítés

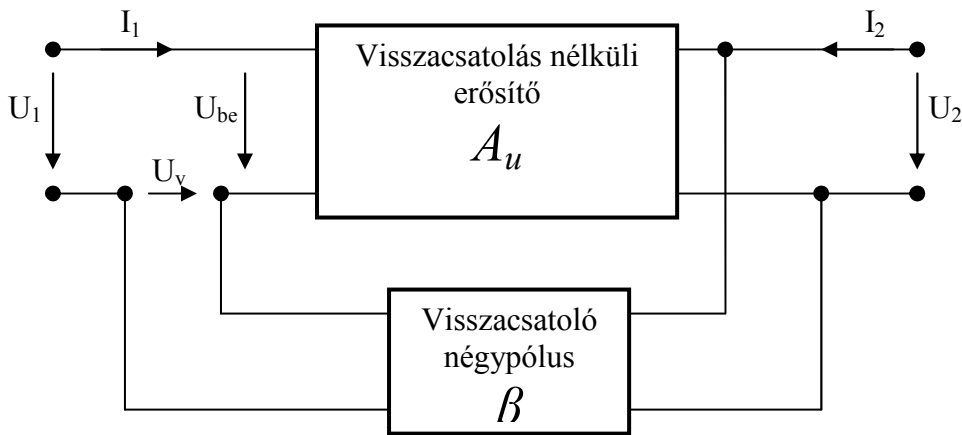
$$A_u = \frac{U_{n+1}}{U_1} = \frac{U_n A_n}{U_1} = \frac{U_{n-1} A_{n-1} A_n}{U_1} = \dots = A_1 \cdot A_2 \cdot \dots \cdot A_n$$

- az abszolút erősítések összeszorzódnak
- decibelben: $A_{u[dB]} = A_{1u[dB]} + A_{2u[dB]} + \dots + A_{nu[dB]}$
- az erősítések összeadódnak.
- bementi, kimeneti ellenállás:

$$r_{be} = \frac{U_1}{I_1}$$

$$r_{ki} = \frac{U_{n+1}}{I_{n+1}}$$

Visszacsatolt erősítők



$$A_u = \frac{U_2}{U_{be}} \quad - \text{ visszacsatolás nélküli erősítés (nyílt hurkú erősítés)}$$

$$A_{uv} = \frac{U_2}{U_1} \quad - \text{ erősítés visszacsatolással}$$

$$\beta = \frac{U_v}{U_2} \quad - \text{ visszacsatolási tényező } (\beta \leq 1)$$

- az erősítés kiszámítása:

$$A_{uv} = \frac{U_2}{U_1} = \frac{A_u \cdot U_{be}}{U_{be} - U_v} = \frac{A_u \cdot U_{be}}{U_{be} - \beta \cdot U_2} = \frac{A_u \cdot U_{be}}{U_{be} \left(1 - \beta \cdot \frac{U_2}{U_{be}}\right)} = \frac{A_u}{1 - \beta \cdot A_u}$$

- βA_u – nyílthurkú erősítés
- $\beta > 0$; $\rightarrow A_{uv} > A_u$; - pozitív visszacsatolás (erősítőnél nem használható)
- $\beta < 0$; $\rightarrow A_{uv} < A_u$; - negatív visszacsatolás

$$\text{- ha } \beta A_u \gg 1 \rightarrow A_{uv} = -\frac{1}{\beta}$$

- hátrány: - csökken az erősítés
- előnyök: - stabilá válik az erősítő (nem gerjed)
 - az erősítés függetlenné válik az aktív elem (elemek) jellemzőitől. (csak β -tól függ)
 -- növelhető a bemeneti ellenállás
 - csökkenthető a kimeneti ellenállás
 - nő a sávszélesség

Feladat: $A_u = 100dB$; $\beta = -10dB$. $A_{uv} = ?$; $A_{uv[dB]} = ?$