# Bipoláris tranzisztor fizikai helyettesítõ képei

**“Kisjelû” definiciója:**

$\Delta U_{be} << U_T$

**Helyettesítõ kép: fizikai vagy fekete doboz (négypólus)**

$\alpha = -\delta I_C/\delta I_E = -i_c/i_e \qquad \beta = \alpha/(1-\alpha)$

$r_e = \delta U_{BE}/\delta I_E = U_T/I_E$

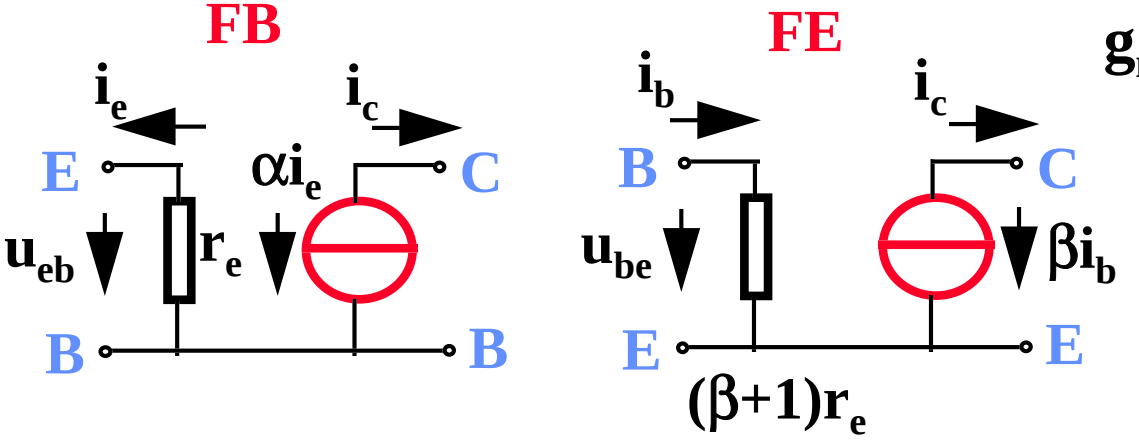
$u_{be} = -r_e\,(\beta+1)\,i_b$

$u_{eb} = -r_e\,i_e \qquad i_c = -\beta\,i_b \qquad i_c = -\alpha\,i_e$

**Kételemes fizikai helyettesítõ képek**

**Meredekség:**

$g_m = \delta I_C/\delta U_{EB} = I_C/U_T = \alpha/r_e$

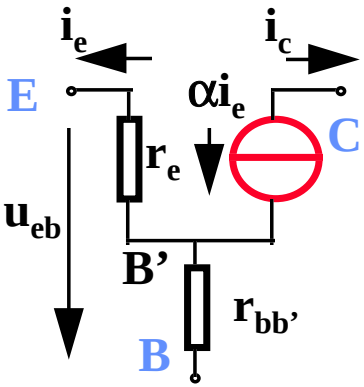



**$g_m$ arányos az árammal, $U_T$ miatt hõfüggõ**

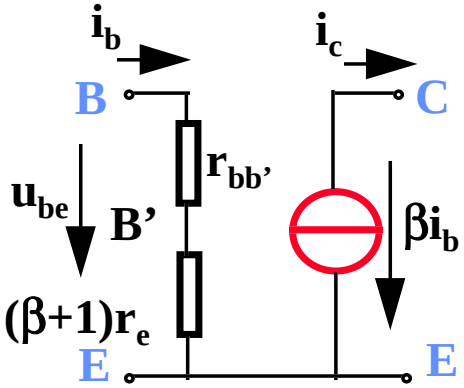
# Bipoláris tranzisztor fizikai helyettesítõ képei

## Háromelemes fizikai helyettesítõ képek

FB:



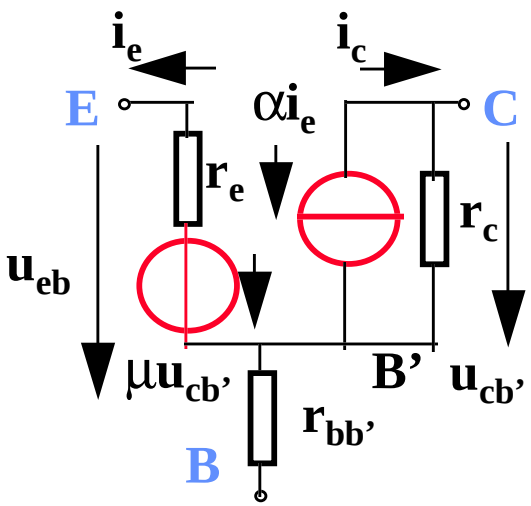

FE:



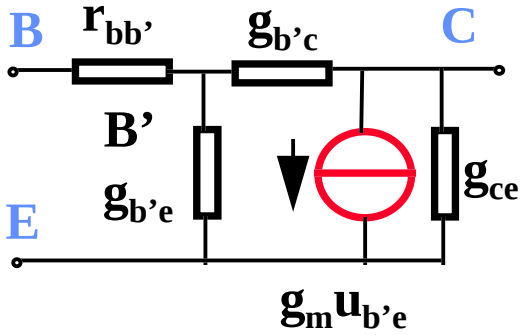

$r_{bb'}$, a bázis pályaellenállás, alacsony frekvencián hatása nem számottevõ

## Ötelemes fizikai helyettesítõ képek

FB:




FE, Giacoletto, hibrid Π




$\mu$, $r_c$, $g_{b'c}$ és $g_{ce}$ az Early hatást veszi figyelembe

$g_{ce} = \mu / r_e$

$g_{b'c} = 1/r_c - \mu/g_{b'e}$

# Bipoláris tranzisztor négypólus helyettesítõ képei

A négypólus helyettesitõ képek függnek a:

- munkaponttól,
- frekvenciától,
- alapkapcsolástól.

A be- és kimeneti paraméterek kombinációjától függõen a négypólus különbözõ mátrixelemekkel irható le.

Bipoláris tranzisztorokra használtak:

- h (hibrid), alacsony frekvencián
- y (admittancia), nagy frekvencián
- S (szórási), mikrohullámon



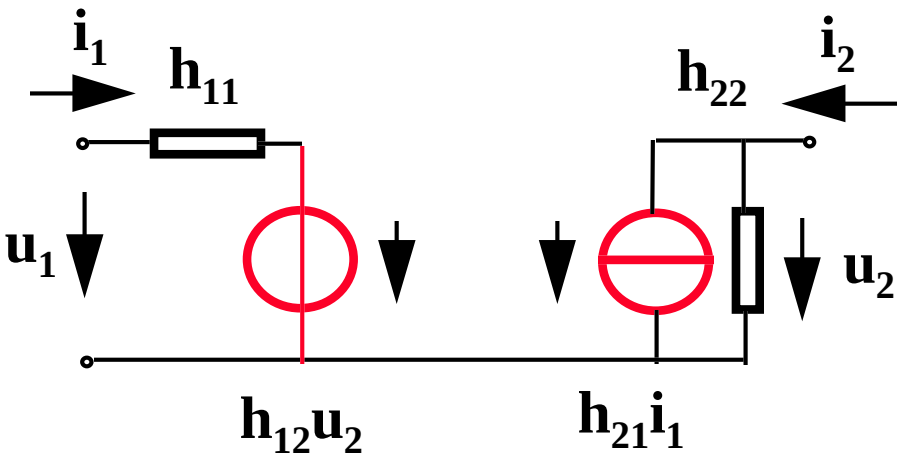

**HIBRID PARAMÉTEREK:**

$$u_1 = h_{11}\, i_1 + h_{12}\, u_2$$

$$i_2 = h_{21}\, i_1 + h_{22}\, u_2$$

# Bipoláris tranzisztor négypólus helyettesitõ képei

## Hibrid paraméteres helyettesítõ kép




$$h_{21b} = \delta I_C / \delta I_E \big|_{U_{CB}=const} = \alpha$$

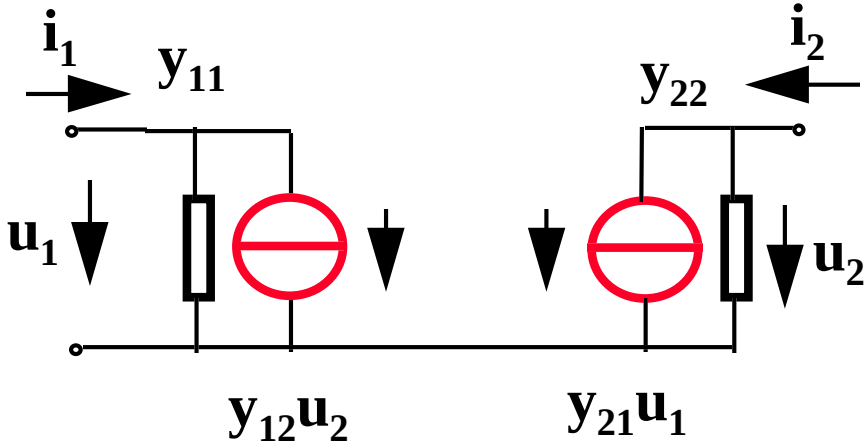
$$h_{21e} = \delta I_C / \delta I_B \big|_{U_{CE}=const} = \beta$$

## ADMITTANCIA PARAMÉTEREK:

$$i_1 = y_{11}\, u_1 + y_{12}\, u_2$$

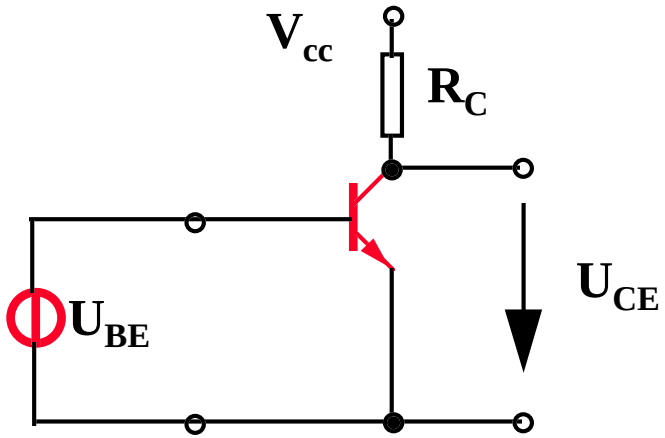
$$i_2 = y_{21}\, u_1 + y_{22}\, u_2$$

## Admittancia paraméteres helyettesítõ kép



# Bipoláris tranzisztor munkapontstabilitása

**A kisjelû lineáris mûködés feltétele egy véges nyugalmi munkapont.**




**A nyugalmi munkapont:**

$$U_{CE0} = V_{cc} - I_{C0} R_C$$

$$I_C = I_{CB0} + \alpha I_E$$

**Feszültség stabilitási tényezõ:**

$$S_{UE} = \delta I_E / \delta U_{BE}$$

**Áram stabilitási tényezõ:**

$$S_{IC} = \delta I_C / \delta I_{CB0}$$

**A kollektoráram hõmérsékletváltozása:**

$$dI_C/dT = (\delta I_C/\delta I_E)(\delta I_E/\delta T) + (\delta I_C/\delta I_{CB0})(\delta I_{CB0}/\delta T) + (\delta I_C/\delta \alpha)(\delta \alpha/\delta T)$$

**Közelítõen:**

$$dI_C/dT = S_{UE}\ 2\ (mV/^oK) + S_{IC}\ I_{CB0}\ e^{0.1\Delta T}$$

# Bipoláris tranzisztor munkapontstabilitása

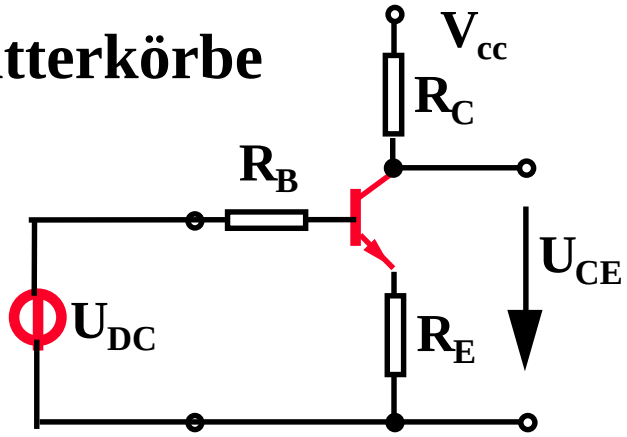
**A feszültség stabilitási tényezõ egyenlõ az emitterkörbe transzformált teljes egyenáramú vezetéssel.**

**Külsõ emitterellenállás nélkül:**

$$S_{UE} = \delta I_E/\delta U_{BE} = I_E/U_T = 1/r_e$$

**Külsõ emitterellenállással:**

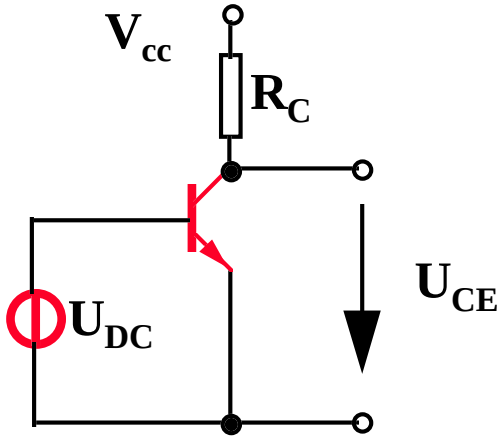
$$S_{UE} = \delta I_E/\delta U_{BE} = 1/\{r_e + R_E + (r_{bb'} + R_B)/(B+1)\}$$

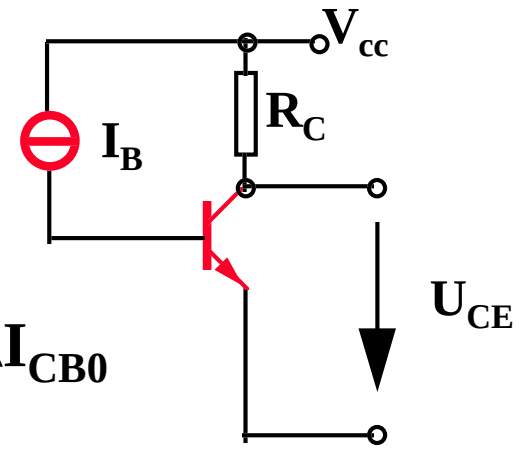



## Áram stabilitási tényezõ:

$$\Delta I_C = \Delta I_{CB0}$$

$$S_{IC} = 1$$

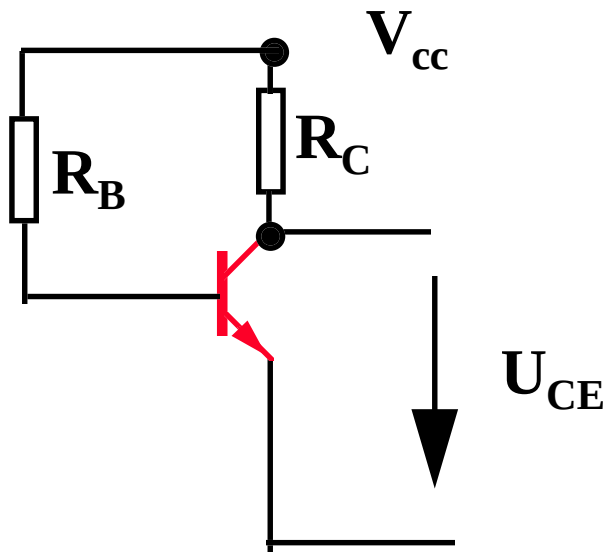



$$\Delta I_C = (B+1)\Delta I_{CB0}$$

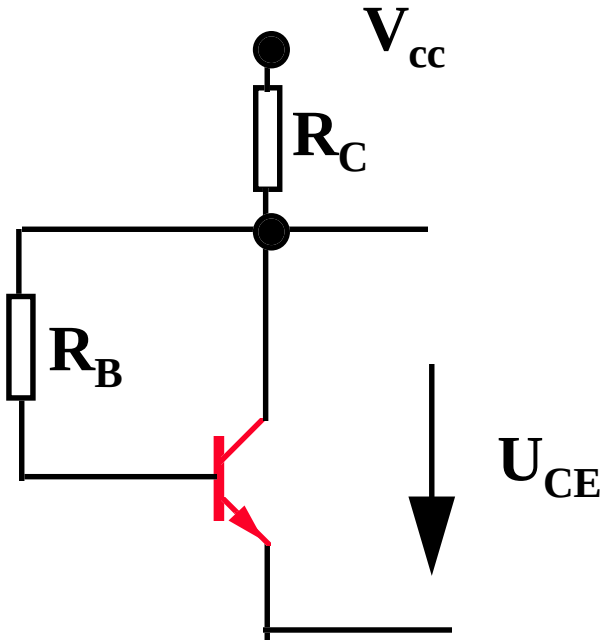
$$S_{IC} = (B+1)$$

# Munkapontbeállitó áramkörök




$I_B = (V_{cc} - U_{BE})/R_B$
$U_{CE} = V_{cc} - I_C R_C$
$I_C = (V_{cc} - U_{BE})\ B/R_B$

**Feszültségstabilitás jó**
**Áramstabilitás rossz**
**Beta stabilitás rossz**



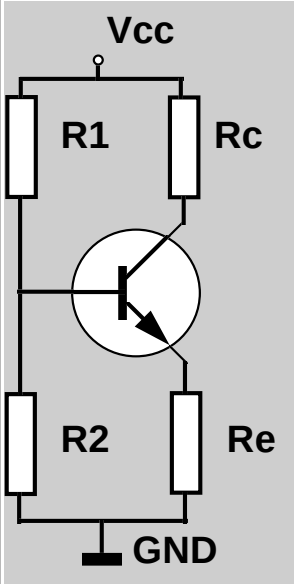

$I_B = (U_{CE} - U_{BE})/R_B$
$U_{CE} = V_{cc} - I_C R_C$
$I_C = BV_{cc}/(R_B + BR_C)$

**Feszültségstabilitás jó**
**Áramstabilitás közepes**
**Beta stabilitás közepes**

# Munkapontbeállitó áramkörök, példa

***Példa:*** **Számoljuk ki az alábbi kapcsolás beállitó elemértékeit, ha 1mA nyugalmi kollektoráramot és $10V_{pp}$ kivezérelhetõséget tételezünk fel. $V_{cc}$ =15V.**

**A szimmetrikus kivezérelhetõségbõl következõen $U_{CEo}$ = 10V, ebbõl $R_C$ = 5 kΩ. Ha a tranzisztor teljesen vezet, $U_{CEsat}$ = 0 közelitéssel a $10V_{pp}$ kivezérelhetõséghez $U_{EF}$ = 5V kell, ebbõl $R_E$ = 2.5 kΩ. $I_{RB}$ = 0.1 $I_C$**




**1 mA áramnál a nyugalmi emitter feszültség 2.5V, $U_{BE}$=0.7V közelítéssel a nyugalmi bázis feszültség 3.2V. Ebbõl R2 = 32 kΩ, R1 = 118 kΩ.**

***Figyelem:*** **más gondolatmenet szükséges, ha az emitter ellenállást kondenzátorral hidaljuk át.**

**Az $S_U$ feszültség stabilitási tényezõ $r_{bb'}$ = 0 és B = 100 feltételezéssel: 0.00036 $\Omega^{-1}$. A nyugalmi munkaponti áram megváltozása 20 °C hõmérsékletváltozásra: 5.6 μA.**