# **Transistor bipolaire**

## **Relations fondamentales**

$$I_c \approx I_o \exp(V_{BE}/V_T)$$
 avec  $V_T = kT/q$ 

K : constante de Boltzman =  $1,38 \cdot 10^{-23}$  Watt.seconde /  $^{\circ}$ K

q : charge de l'électron =  $1.9 \cdot 10^{-19}$  C

T: température absolue en °K

à température ambiante (300°K)  $V_T \approx 25 \text{ mV}$ 

$$\begin{split} & \mathbf{I}_E = \mathbf{I}_C + \mathbf{I}_B \\ & \mathbf{I}_C = \boldsymbol{\beta} \ \mathbf{I}_B \end{split} \qquad \text{si } \boldsymbol{\beta} >> 1 \quad \mathbf{I}_E \approx \mathbf{I}_C \end{split}$$

# **Transconductance (ou pente)**

$$\mathbf{g}_{\mathbf{m}} = \mathbf{I}_{\mathbf{C}}/\mathbf{V}_{\mathbf{T}}$$
 à 300°K  $\mathbf{g}_{\mathbf{m}} \approx 40 \; \mathbf{I}_{\mathbf{C}} \; (\text{mA})$ 

### **Approximation des petits signaux**

On applique une tension base - émetteur de la forme:

$$\mathbf{V}_{\mathbf{BE}}\left(\mathbf{t}\right) = \mathbf{V}_{\mathbf{BE}} + \mathbf{v}_{\mathbf{be}}$$

V<sub>BE</sub>: tension de polarisation (constante)

 $V_{be}$ : signal (variable en fonction du temps)

Si 
$$v_{\text{he}} \ll V_{\text{T}}$$
  $I_{\text{C}}(t) \approx I_{\text{C}} + (I_{\text{C}}/V_{\text{T}})v_{\text{he}}$ 

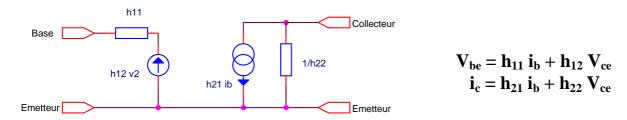
I<sub>C</sub>: Courant de polarisation (constant)

 $i_c = (I_C/V_T)\nu_{be} = g_m \nu_{be}$  : partie signal du courant collecteur

$$i_{\rm c} = \beta i_{\rm b} = \mathbf{g}_{\rm m} \mathbf{v}_{\rm be}$$

L'approximation des petits signaux permet de linéariser le fonctionnement du transistor.

### Schéma équivalent (émetteur commun)

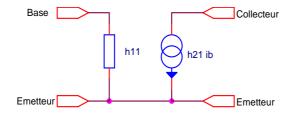


Dans la pratique  $h_{12} \approx 0$  et on néglige souvent  $h_{22}$ 

h<sub>11</sub> est la résistance d'entrée du transistor

 $h_{21} = \beta$  est le gain en courant du transistor

## Schéma équivalent simplifié du transistor



$$V_{be} = h_{11} i_b$$
  
 $i_c = h_{21} i_b = g_m V_{be}$   
 $g_m = h_{21} / h_{11}$ 

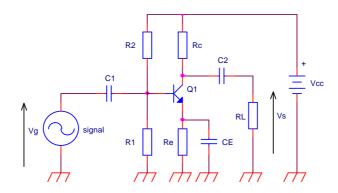
## Schéma équivalent petits signaux d'un circuit

Pour établir le schéma équivalent petits signaux d'un circuit:

- on remplace le transistor par son schéma équivalent,
- on court-circuite toutes les sources de tension continue.

L'application des lois générales de l'électricité permet de calculer les paramètres caractéristiques du circuit.

# Amplificateur en émetteur commun



#### • Gain en tension en petits signaux, moyenne fréquence

L'impédance des condensateurs est très faible à la fréquence considérée.

$$Av = V_S / \, V_g =$$
 -  $\beta \, R_s / h_{11} =$  -  $g_m \, R_S$ 

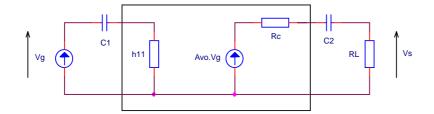
 $R_S = R_C \, / \! / \, R_L$  Le signe - indique que l'amplificateur est déphaseur de  $\pi$ 

• Résistance d'entrée

$$Re = R_B // h_{11}$$
 avec  $R_B = R_1 // R_2$ 

• Schéma équivalent de l'étage amplificateur

L'application du théorème de Thévenin conduit au schéma suivant:

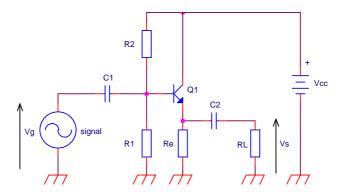


A<sub>V0</sub> est le gain en tension à vide (R<sub>L</sub> débranchée)

$$A_{V0} = -\beta R_C/h_{11} = -g_m R_C$$

Lorsque l'impédance des condensateurs n'est pas négligeable, nous sommes en présence de filtres passe haut à l'entrée et à la sortie. On traite les deux problèmes séparément et on applique le théorème de superposition.

# Amplificateur en collecteur commun (ou émetteur suiveur)



#### Gain en tension en petits signaux, moyenne fréquence

L'impédance des condensateurs est très faible à la fréquence considérée.

$$Av = V_S / V_g \approx g_m R_S / (1 + g_m R_S) \approx 1$$

 $R_S = R_C /\!/ R_L$  Le gain en tension est très voisin de 1

# • Résistance d'entrée

$$\mathbf{Re} = \mathbf{R}_{B} / / (\mathbf{h}_{11} + \beta \mathbf{R}_{S})$$
 avec  $R_{B} = R_{1} / / R_{2}$ 

La résistance d'entrée est grande

#### Résistance de sortie

$$R_0 \approx (R_B//R_G + h_{11})/\beta$$
 avec  $R_G$  résistance interne du générateur

La résistance de sortie d'un amplificateur en collecteur commun est faible.

L'amplificateur en collecteur commun est utilisé comme adaptateur d'impédance.