

ECUE n° 1 : **Electronique Générale**

*Chapitre 7*

**Transistor Bipolaire en Régime Variable: Amplification**

Nombre d'heures/chapitre : 4h

Cours intégré

Système d'évaluation : **Continu**

**OBJECTIFS DE L'ENSEIGNEMENT :**

- Connaître les composants élémentaires de l'électronique et leurs applications dans les fonctions de base
- Prendre en compte les limitations et des caractéristiques d'un composant réel,
- Savoir exploiter un document constructeur.

**CONTENU THEORIQUE :**

En premier lieu en détermine les éléments hybrides du transistor ainsi que son schéma équivalent en dynamique ou pour les petits signaux.

En suite en détermine les quatre critères à accomplir pour chaque étage amplificateur qui sont : le gain en tension, le gain en courant, l'impédance d'entrée et l'impédance de sortie.

En fin en arrange chaque critère avec le type et le mode de polarisation de chaque montage ou bien chaque étage amplificateur.

## Chapitre 7

**TRANSISTOR BIPOLAIRE EN REGIME VARIABLE :****Amplification****1. Introduction :**

Le point de polarisation étant fixé appliquons des petits signaux à variation lente (par rapport aux constantes de temps mises en jeu dans le transistor) à l'entrée et à la sortie du montage. Ces signaux peuvent être appliqués à travers un condensateur de découplage.

**2. Paramètres hybrides en Emetteur commun :**

Sur le réseau des caractéristiques de la figure VII-1, il est précisé, sur les courbes, le placement du point de fonctionnement définie par les coordonnées  $I_{B0}$ ,  $I_{C0}$ ,  $V_{BE0}$ ,  $V_{CE0}$ . Ces courbes sont les représentations graphiques résultant des équations  $i_C = f(v_{CE}, i_B)$  et  $v_{BE} = f(v_{CE}, i_B)$

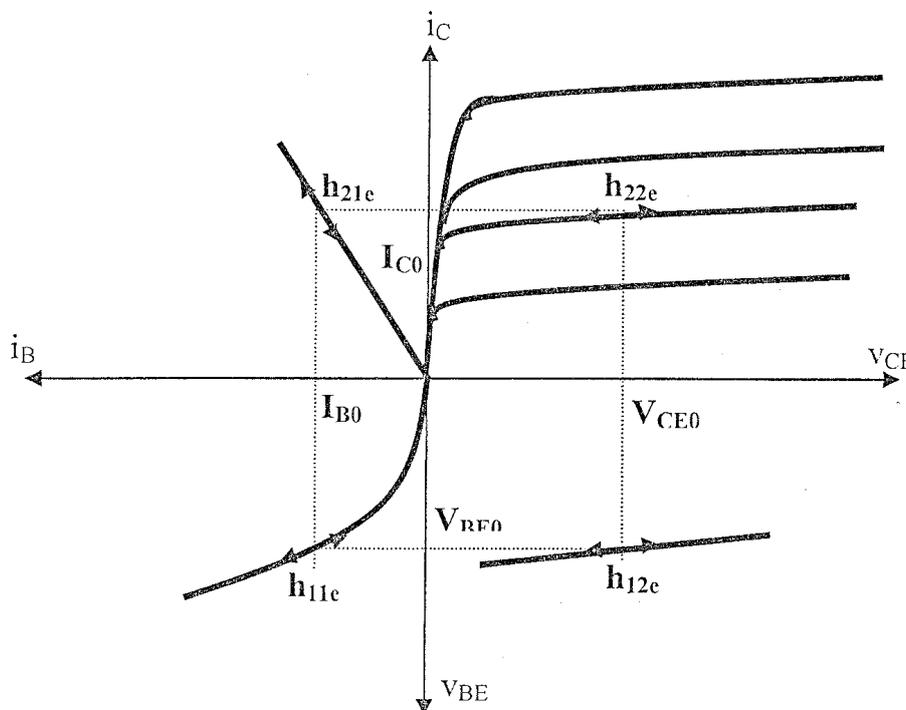


Figure VII-1

Soient  $I_{BO}, I_{CO}, V_{BEO}, V_{CEO}$  les grandeurs de polarisation et  $i_b, i_c, v_{be}, v_{ce}$  les petites variations des grandeurs électriques  $i_B, i_C, v_{BE}, v_{CE}$  autour de leurs valeurs de repos.

Les paramètres les plus souvent rencontrés sont les paramètres hybrides car trois de ces paramètres sont la transposition directe des caractéristiques rencontrées en régime statique:

- gain en courant  $\beta$
- impédance d'entrée
- pente des caractéristiques

Les paramètres petits signaux en émetteur commun sont donnés par :

$$v_{BE} = h_{11e} \cdot i_B + h_{12e} \cdot v_{CE}$$

$$i_C = h_{21e} \cdot i_B + h_{22e} \cdot v_{CE}$$

Leur interprétation graphique est donnée à la figure VII-1.

### 3. Identification des paramètres hybrides en émetteur commun

- $h_{11e} = \left( \frac{v_{BE}}{i_B} \right)_{V_{CE}=0}$  C'est l'impédance d'entrée si la variation de tension de sortie est maintenue nulle. C'est donc la pente de la caractéristique d'entrée au point de polarisation considéré. Nous l'avons déjà calculée dans le chapitre sur les diodes  $h_{11e} = \frac{V_T}{I_B}$  D'où un résultat important : le  $h_{11e}$  est inversement proportionnel au courant de base. (Pour  $T = 300 \text{ °K}$ ,  $V_{T \approx 26mV}$ ).
- $h_{21e} = \left( \frac{i_c}{i_B} \right)_{V_{CE}=0}$  C'est le gain en courant si la variation de tension de sortie est maintenue nulle. Pour un transistor idéal pour lequel l'équation des caractéristiques de sortie est  $I_C = I_{CEO} + \beta I_B$ ,  $h_{21e}$  est équivalent à  $\beta$  (varie entre 20 et plusieurs centaines )

- $$h_{22e} = \left( \frac{i_C}{v_{CE}} \right)_{i_B=0} = \left( \frac{\Delta I_C}{\Delta V_{CE}} \right)_{I_B=I_{B0}}$$
 C'est la pente des caractéristiques ( $h_{22e}$  serait nul si les caractéristiques étaient horizontales). Pour  $I_C = 1mA$ ,  $\frac{1}{h_{22e}}$  vaut quelques dizaines de kilo ohms.
- $$h_{12e} = \left( \frac{v_{BE}}{v_{CE}} \right)_{i_B=0}$$
 C'est le rapport des variations des tensions d'entrée et de sortie. Ce paramètre traduit donc le déplacement de la caractéristique d'entrée lorsque la tension de sortie varie. Typiquement  $h_{12e}$  est de l'ordre de  $10^{-3}$  à  $10^{-4}$

#### 4. Pente du transistor :

Le paramètre reliant le courant de sortie à la tension d'entrée est la pente du transistor Pour  $v_{CE} = 0$

$$v_{BE} = h_{11e} i_B ; i_C = h_{21e} i_B$$

Donc :

$$i_C = \left( \frac{h_{21e}}{h_{11e}} \right) v_{BE}$$

Pente :

$$s = \frac{i_C}{v_{BE}} = \frac{h_{21e}}{h_{11e}} = \frac{\beta}{h_{11e}}$$

Or :

$$I_C = \beta I_B ; h_{11e} = \frac{V_T}{I_B}$$

Donc :

$$s = \frac{I_C}{V_T}$$

D'ou le résultat important la pente d'un transistor est proportionnelle au courant collecteur.

**5. Schéma équivalent simplifié du transistor :**

L'équation de définition des paramètres h :

$$\begin{pmatrix} v_{BE} \\ i_C \end{pmatrix} = (H) \begin{pmatrix} i_B \\ v_{CE} \end{pmatrix}$$

est équivalente au schéma à une source de courant et une source de tension de la figure VII-2

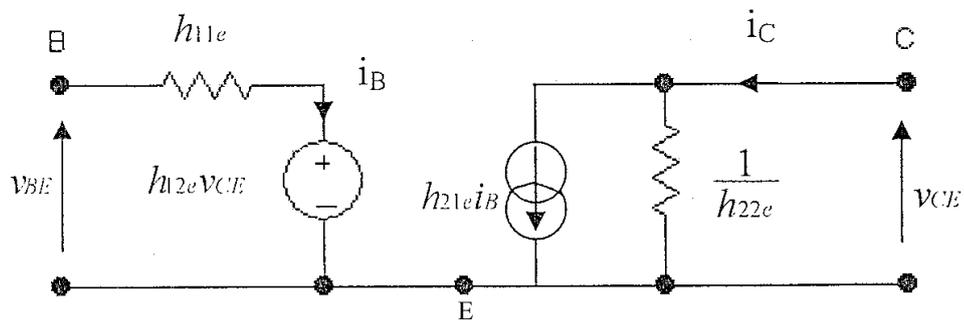


Figure VII-2

Nous avons vu que le paramètre  $h_{12e}$ , est négligeable : soit,

$$h_{12e} v_{CE} \ll h_{11e} i_B$$

On peut remplacer le transistor par une source de courant commandée d'impédance d'entrée  $h_{11e}$

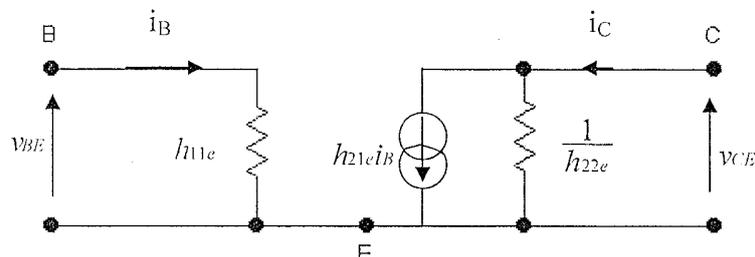


Figure VII-3

**Remarque :**

Si la resistance exterieur connectee entre collecteur et emetteur d'un transistor est faible devant  $\frac{1}{h_{22e}} = h_{22e}^{-1}$ , on pent remplacer le transistor par le schema suivant : Figure VII-4

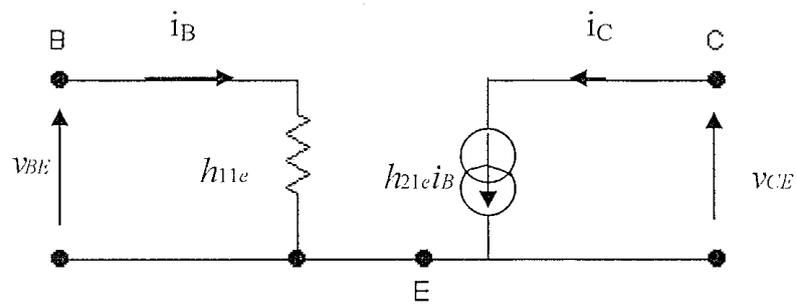


Figure VII-4