

Electronique II

Dylan Bourgeois

MT BA4

1 Introductions

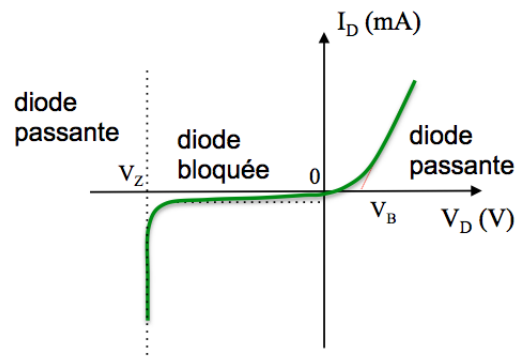
Cours d'électronique II, donné par Mme Lacour.

2 Polarisation et Jonction PN

2.1 ...

A compléter avec les notes.

2.2 Diode Zener



2.3 A retenir

La polarisation d'une jonction PN modifie la distribution des charges à la surface:

- **Polarisation directe** : les porteurs minoritaires sont injectés dans les "zones neutres"
- **Polarisation inverse** : les porteurs minoritaires sont arrachés dans les "zones neutres"

Caractéristique $I(V)$ de la diode PN :

$$I_D \approx I_s \exp\left(\frac{qV_D}{nkT}\right)$$

Paramètres essentiels : $V_B, -I_s, r_d$

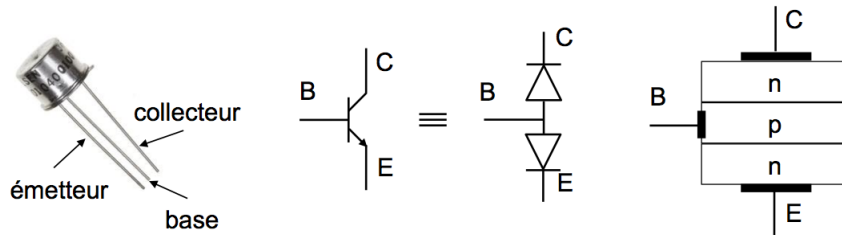
3 Le transistor bipolaire

3.1 Structure du transistor

3.1.1 Le transistor

Polarité indiquée par la flèche (= direction du courant I_E) Comporte trois électrodes :

- **Base** : électrode de commande.
- **Collecteur** : Relié au \oplus de l'alimentation.
- **Émetteur** : draine les courants de base et de collecteur.



3.1.2 Transistor NPN

régime	jonction BE	jonction CB
bloqué	Inverse $V_{BE} < 0$	Inverse $V_{CB} > 0$
normal	Direct $V_{BE} > 0$	Inverse $V_{CB} > 0$
saturé	Direct $V_{BE} > 0$	direct $V_{CB} < 0$

• **Etats de fonctionnement :**

- **Fonctionnement normal** : La "diode" BE est polarisée en mode direct, donc $V_{BE} > 0$. Les courants de diffusion sont des porteurs majoritaires : Trous de $B \rightarrow E$, e^- de $E \rightarrow B$. La "diode" BC est polarisée en mode inverse, donc $V_{BC} < 0$. Les courants de diffusion sont des porteurs minoritaires : e^- de $B \rightarrow C$. Au final, une large portion d' e^- se déplacent de $E \rightarrow C$, et un faible courant de trous se déplacent de $B \rightarrow E$.

3.1.3 Les courants I_B, I_E, I_C

Courant de collecteur (**NB** : ne dépend que de V_{BE}) :

$$I_C = I_S \exp\left(\frac{V_{BE}}{U_T} - 1\right)$$

Courant de base (avec β le gain en courant, $50 < \beta < 200$) :

$$I_B = \frac{I_C}{\beta}$$

Courant d'émetteur :

$$I_E = \left(\frac{1}{\beta} + 1\right) I_S \exp\left(\frac{V_{BE}}{U_T} - 1\right)$$

3.1.4 Autres modes de fonctionnement

- **Bloqué :**

Les deux jonctions BE et BC sont en mode inverse. Aucun courant ne circule. Le collecteur est isolé de l'émetteur (circuit ouvert) ($V_{CE} \rightarrow V_{CC}$)

$$i_B = i_C = i_E = 0$$

- **Saturé :**

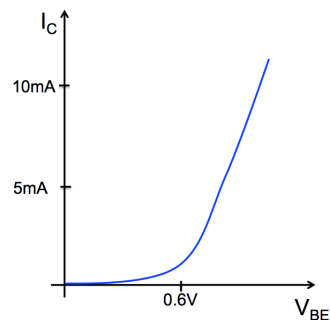
Les deux jonctions BE et BC sont en mode direct : $V_{BE} \sim 0.7V$ et $V_{BC} \sim 0.7V$. Diminution de $V_{CE} \rightarrow V_{CE,sat} \sim 0.2 - 0.3V$. Augmentation du courant de base i_B jusqu'à $i_{B,sat} > \frac{i_{C,sat}}{\beta}$.

3.1.5 A retenir

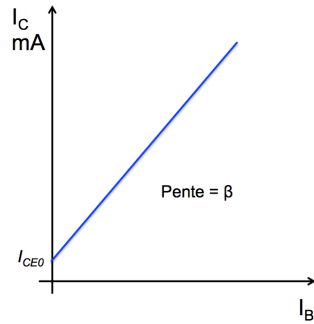
En mode normal, les courants sont proportionnels entre-eux et au facteur $\exp\left(\frac{V_{BE}}{U_T}\right)$. De plus V_{BE} contrôle I_C (effet transistor). Ce dernier est indépendant de V_{BC} (isolation), mais est contrôlé via I_B .

3.2 Caractéristiques I(V)

3.2.1 $I_C = f(V_{BE})$



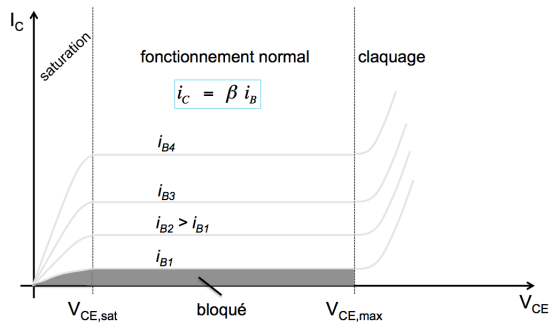
3.2.2 $I_C = f(I_B)$



Générateur de courant commandé par un courant. I_{CE0} est le courant de fuite.

$5 < \beta < 80$: transistors de puissance $100 < \beta < 500$: transistors de signal

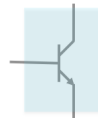
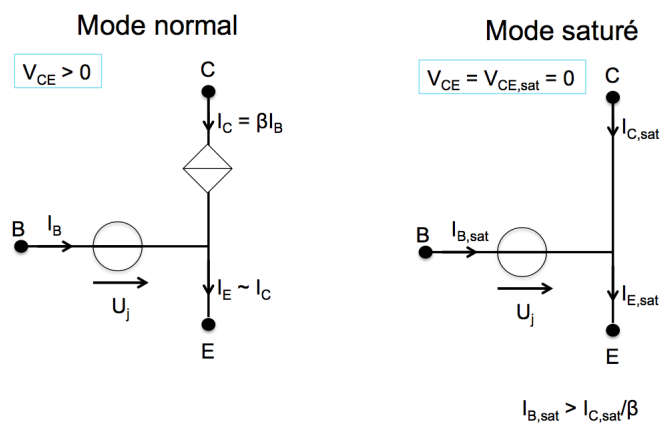
3.2.3 $I_C = f(V_{CE})$



3.2.4 Modèle grands signaux

- **Blocage** $V_{BE} < U_j$, $I_C = 0A$
- **Normal**
 - $V_{BE} = U_j$, $V_{BC} < U_j$ donc $V_{CE} = V_{CB} + V_{BE} > 0$
 - $I_C = \beta I_B$
 - $I_E = (1 + \beta)I_B \sim I_C$
- **Saturation**
 - $V_{BE} = V_{BC} = U_j$ donc $V_{CE} = V_{CE,sat} \sim 0V$
 - $I_B = I_{B,sat} > \frac{I_{C,sat}}{\beta}$

3.2.5 Schémas équivalents



3.3 Montage inverseur

$$V_X = V_{CC} - R_C i_C$$

