

# Le transistor en commutation

## 1. Fonctionnement du transistor bipolaire

Soit un transistor NPN utilisé dans le montage

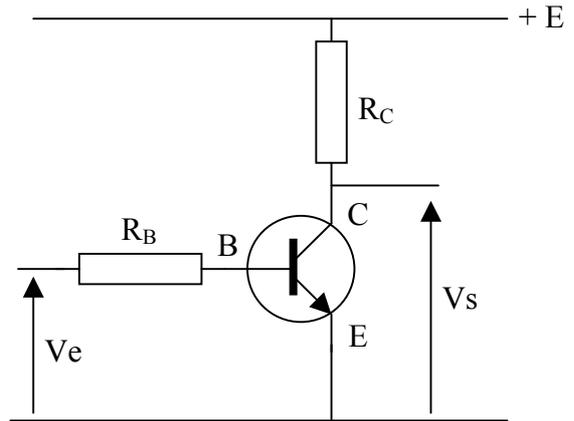
suivant:

- la maille d'entrée donne l'équation de la droite d'attaque du transistor :

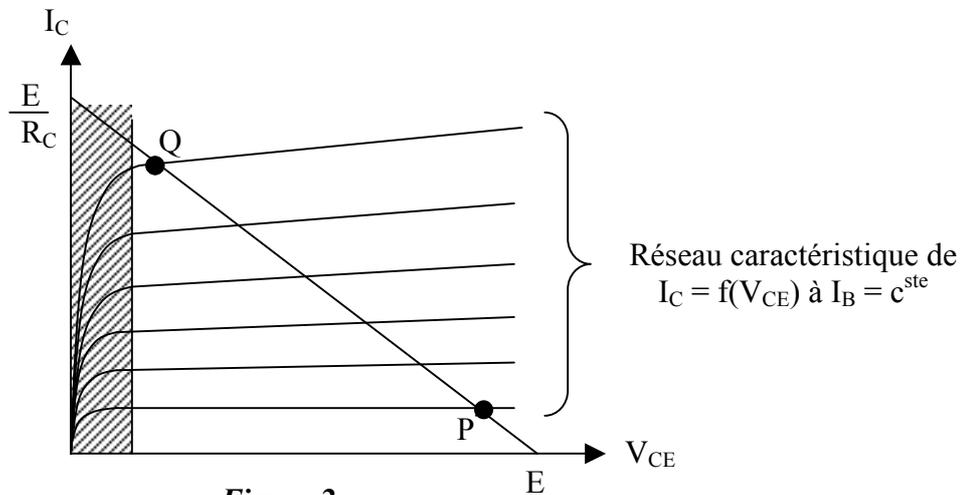
$$V_e = R_B \cdot I_B + V_{BE} \quad (1)$$

- la maille de sortie conduit à l'équation de la droite de charge:

$$E = R_C \cdot I_C + V_{CE} \quad (2)$$



**Figure 1**



**Figure 2**

L'équation (2) donne, en divisant par  $R_C$ , :  $\frac{E}{R_C} = I_C + \frac{V_{CE}}{R_C}$

$$\text{D'où : } I_C = \frac{E}{R_C} - \frac{V_{CE}}{R_C}$$

On suppose  $V_{BE} = C^{ste} = 0,6 \text{ V}$  (transistor au silicium)

Cette équation est celle de la droite de charge qui coupe les axes en deux points:

- pour  $I_C=0$ , on a  $V_{CE} = E$
- pour  $V_{CE} = 0$ , on a  $I_C = \frac{E}{R_C}$

La caractéristique de transfert  $V_s = f(V_e)$  est la suivante :

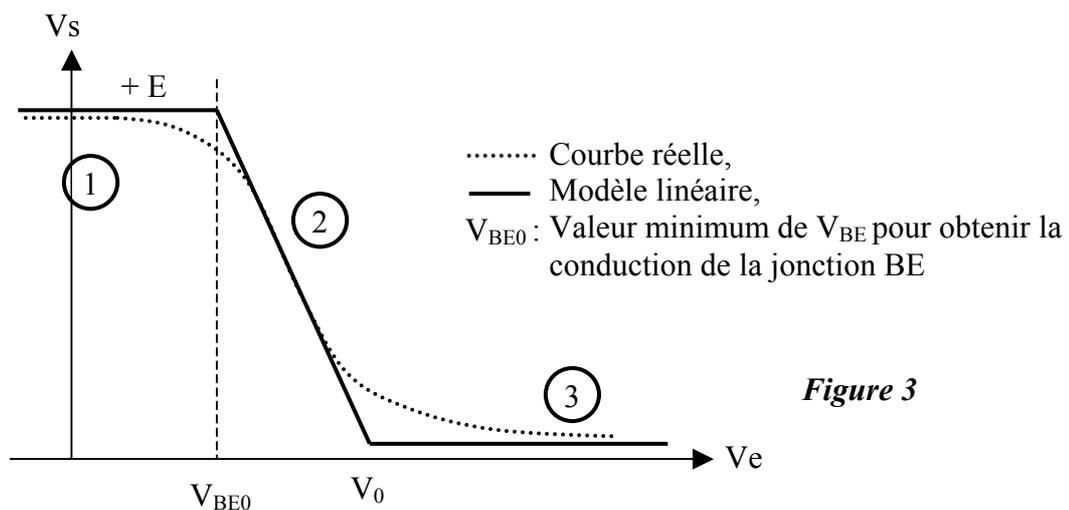


Figure 3

Dans la figure 3, on distingue 3 zones de fonctionnement du transistor :

- **Zone 1 :**  $V_e < V_{BE0}$

La jonction BE est polarisée en inverse ( $I_B = 0$ ) ou en direct mais  $I_B$  est négligeable.

Or  $I_C = \beta \cdot I_B$  donc  $I_C$  est négligeable, ainsi que la chute de tension dans la résistance  $R_C$

D'où :  $V_s = E$       **Le transistor est bloqué**

- **Zone 2:** **jonction BE** polarisée **en direct** et la jonction BC en inverse

$$I_C = \beta \cdot I_B \quad \& \quad V_{BE} = C^{ste}$$

→ Les équations précédentes donnent une variation linéaire de  $V_s$  en fonction de  $V_e$

→ Le transistor fonctionne en amplificateur :  $V_S = E - R_C \cdot I_C = E - R_C \cdot \beta \left( \frac{V_e - V_{BE}}{R_B} \right)$

• **Zone 3:**  $V_e \uparrow$  &  $V_s \downarrow$

Si  $V_e > V_0$  alors la jonction BC devient passante:

⇒ ce qui a pour effet de rendre pratiquement nulle la résistance entre l'émetteur et le collecteur

Il en résulte que  $V_{BE} \approx V_{BC}$

D'où :  $V_S = V_{CE} = V_{BC} - V_{BE} \approx 0$  **Le transistor est saturé**

## 2. Application : le transistor en commutation

T: Transistor : 2N2219

R1 : 2,2 kΩ (résistance d'entrée)

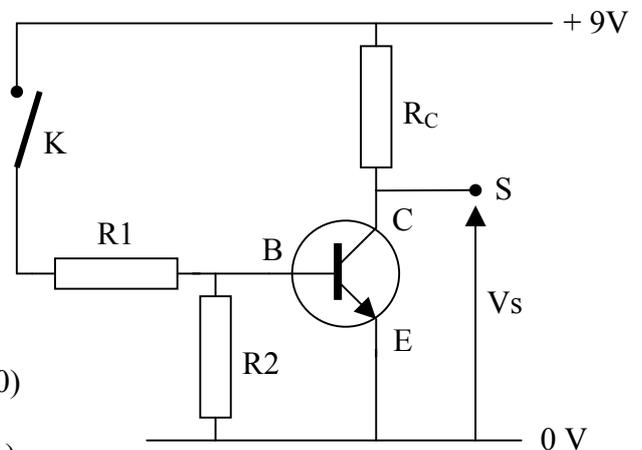
R2 : 150 Ω (résistance de base )

R<sub>C</sub> : 470 Ω (résistance de charge )

K : interrupteur:

Position OUVERTE : 0V (signal logique 0)

Position FERMEE : +9V (signal logique 1)



**Figure 4**

• **1<sup>er</sup> Cas : K ouvert (Niveau logique 0 sur l'entrée)**

- Le transistor est bloqué ( $V_B \approx V_E = 0$ )
- La résistance Collecteur-Emetteur  $\gg R_C$
- Aucun courant ne circule dans le circuit

- $V_S = +9\text{ V}$
- **niveau logique S = 1**

• **2<sup>ème</sup> cas : K fermé (Niveau logique 1 sur l'entrée)**

- pont diviseur à l'entrée  $\Rightarrow V_B = 0,57\text{ V}$
- la résistance Collecteur-Emetteur  $\approx 0$
- Seule la résistance  $R_C$  limite le courant dans le circuit
- $V_S \approx 0\text{ V}$
- **niveau logique S = 0**

Lorsque l'interrupteur K est ouvert (niveau logique 0 en entrée) , la sortie S est au niveau logique 1. Inversement, lorsque K est fermé, (niveau logique 1), la sortie S est au niveau logique 0. Ce qui se traduit par la table de vérité suivante :

K	S
0	1
1	0

Ce qui correspond à la fonction **NON** :  $S = \overline{K}$

Les points de fonctionnement du transistor (figure 2) sont alors:

- K ouvert :  $I_B = 0$  (point P)
- K fermé :  $I_B$  maxi (point Q)