

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:

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

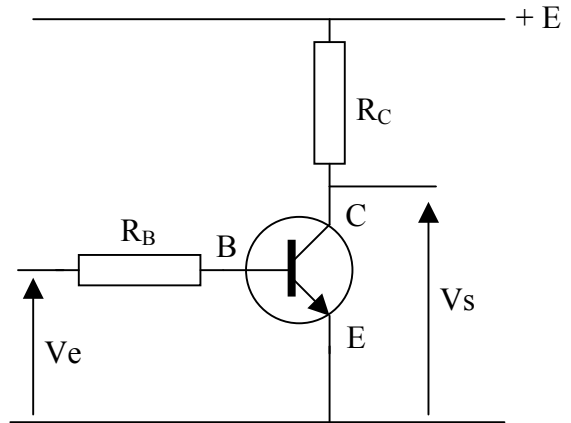


Figure 1

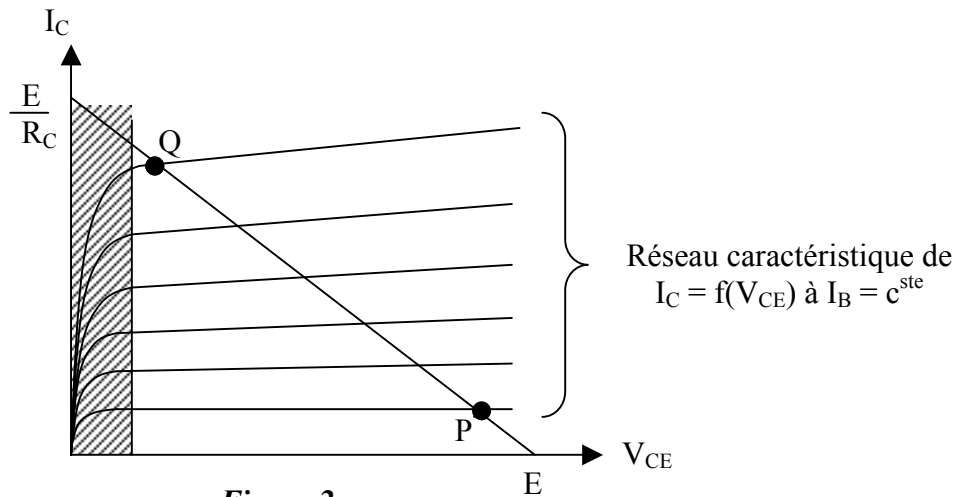


Figure 2

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

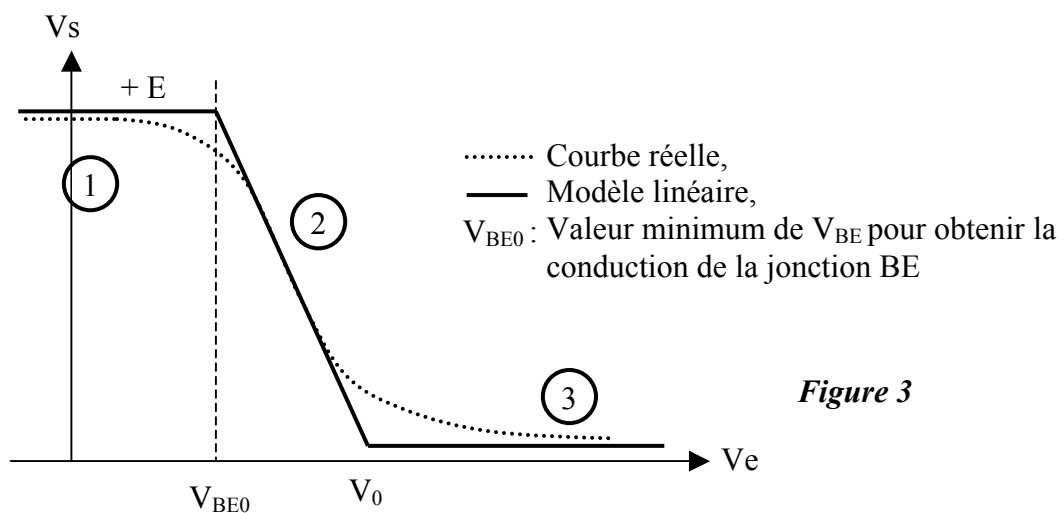
$$\text{D'où : } I_C = \frac{E}{R_C} - \frac{V_{CE}}{R_C}$$

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 :



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_C : 470 Ω (résistance de charge)

K : interrupteur:

Position OUVERTE : 0V (signal logique 0)

Position FERMEE : +9V (signal logique 1)

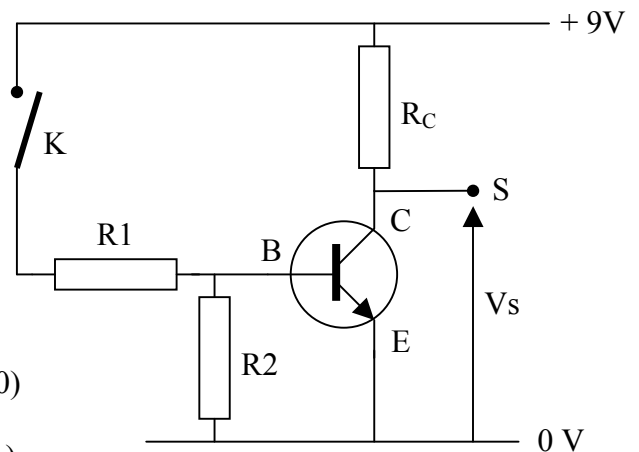


Figure 4

• **1^{er} 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^{ème} 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 ≈ 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)