

A• TRANSISTOR BIPOLAIRE

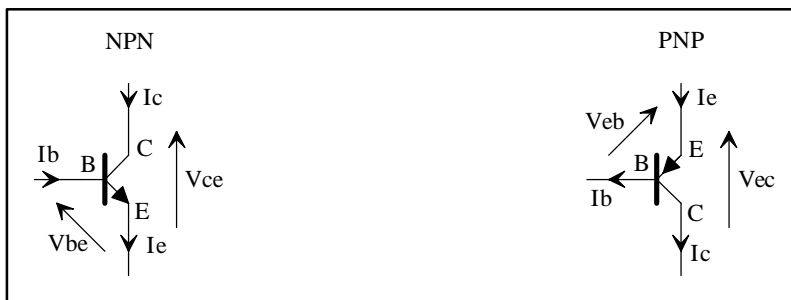
I• PRÉSENTATION

Le transistor est un semi-conducteur contrôlable qui permet deux types de fonctionnement :

- Fonctionnement en régime linéaire (amplificateur de courant).
- Fonctionnement en régime de commutation (bloqué / saturé).

Il existe deux types de transistors bipolaires : les NPN et les PNP. Le transistor est doté de trois broches repérées B, C et E et appelées respectivement : Base, Collecteur et Emetteur.

II• SYMBOLE



III• DÉFINITION DES GRANDEURS CARACTÉRISTIQUES

- I_b : courant de base.
- I_c : courant de collecteur.
- I_e : courant d'émetteur.
- V_{CE} : tension Collecteur Emetteur (V_{EC} pour le transistor PNP).
- V_{BE} : tension Base Emetteur (V_{EB} pour le transistor PNP).

Les tensions et courants repérés sont positifs pour les deux types de transistor.

IV• FONCTIONNEMENT EN RÉGIME LINÉAIRE

Le transistor réalise une **amplification du courant d'entrée I_b** :

$$I_c = \beta \cdot I_b$$

Où β désigne l'amplification en courant du transistor (aussi appelée h_{21} ou h_{FE}). Aucun transistor ne dispose du même β , il se situe dans une plage garantie par le constructeur et est compris entre deux valeurs limites : $\beta_{\min} \leq \beta \leq \beta_{\max}$.

V• FONCTIONNEMENT EN COMMUTATION

Le transistor se comporte comme **un interrupteur** (entre C et E) commandé par la base.

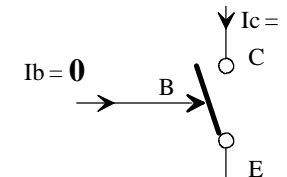
2.1- Transistor bloqué : **interrupteur ouvert**

Le transistor est bloqué si :

I_b est nul

$$\Rightarrow I_c = \underline{0}$$

Le transistor est équivalent à :



2.2- Transistor saturé : **interrupteur fermé**

Le transistor est saturé si :

$$I_b > \frac{I_{c \max}}{\beta_{\min}}$$

Le transistor est équivalent à :

$$I_b > I_{b \text{ sat min}}$$

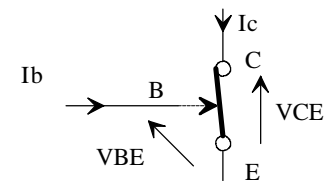
$V_{CE} = V_{CE \text{ sat}} = 0 \text{ V}$ (transistor parfait)
de 0.1 V à 1 V en réalité.

$$I_c = I_{c \max}$$

La valeur minimale de I_b qui garantit la saturation est appelée **$I_{b \text{ sat min}}$** .

Pour obtenir la meilleure saturation possible du transistor, c'est-à-dire pour obtenir une tension $V_{CE \text{ sat}}$ qui soit la plus proche de 0, on choisit généralement pour I_b une valeur telle que :

$$I_b = K \cdot I_{b \text{ sat min}} \quad \text{avec } K : \text{coef. de sursaturation (habituellement choisi entre 2 et 5).}$$



B• TRANSISTOR A EFFET DE CHAMP : FET (FIELD EFFECT TRANSISTOR)

I• PRÉSENTATION

Les transistors à effet de champ sont dotés de trois broches appelées : Grille (G), Drain (D) et Source (S). ils sont capables de fonctionner en régime linéaire ou en commutation.

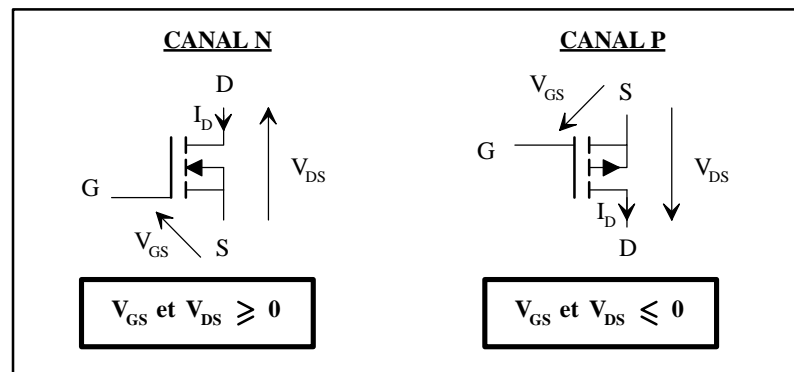
Les transistors FET diffèrent des transistors bipolaires par leur commande : dans un FET la conduction est commandée par un champ électrique produit par une tension appliquée sur la grille. L'avantage est **que cette entrée ne consomme aucun courant**.

On distingue plusieurs types de transistors FET :

- Les J-FET (utilisés en fonctionnement linéaire).
- Les MOSFET (aussi appelés MOS) surtout utilisés en commutation de puissance (équivalents à des interrupteurs).

Seuls sont abordés dans la suite du cours les transistors MOSFET à enrichissement (enhancement) qui sont d'usage le plus courant.

II• SYMBOLE DES TRANSISTORS MOSFET A ENRICHISSEMENT



III• DÉFINITION DES GRANDEURS CARACTÉRISTIQUES

Les transistors sont dotés d'un **canal** N ou P par lequel est assuré le passage du courant entre Drain et Source.

La commande du transistor est réalisée par la tension V_{GS} . La valeur de la tension V_{GS} qui assure le blocage du transistor est appelée V_{GSth} ou V_T .

A l'état saturé, le transistor se comporte comme une résistance entre Drain et Source. Cette résistance est nommée R_{DSon} et présente généralement une très faible valeur.

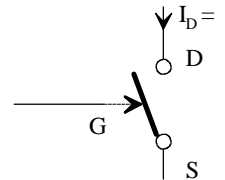
IV• FONCTIONNEMENT DU TRANSISTOR MOS EN COMMUTATION

1• TRANSISTOR MOS CANAL N

Le transistor se comporte comme **un interrupteur** (entre D et S) commandé par une tension V_{GS} positive ou nulle :

Le transistor est bloqué si : $V_{GS} < V_{GSth}$ (avec V_{GSth} positive)

En général, on prendra $V_{GS} = \underline{0\text{ V}}$



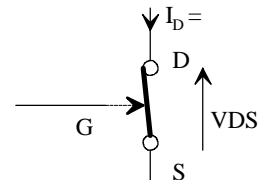
Le transistor est saturé si : $V_{GS} > V_{GSth} + \frac{I_{D\text{ max}}}{g_m}$

Où g_m désigne la transconductance; exprimée en Siemens (S).

En général, on prendra $V_{GS} = \underline{+V_{CC}}$

$V_{DS} = V_{DS\text{ sat}} = 0\text{ V}$

$I_D = I_{D\text{ max}}$



2• TRANSISTOR MOS CANAL P

La tension de commande V_{GS} est négative ou nulle. (La tension V_{GSth} est négative).

Le transistor est bloqué si : $V_{GS} > V_{GSth}$ on prendra $V_{GS} = \underline{0\text{ V}}$

Le transistor est saturé si : $V_{GS} < V_{GSth} - \frac{I_{D\text{ max}}}{g_m}$ on prendra $V_{GS} = \underline{-V_{CC}}$