

## 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  $\beta$  désigne l'amplification en courant du transistor (aussi appelée  $h_{21}$  ou  $h_{FE}$ ). Aucun transistor ne dispose du même  $\beta$ , 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.

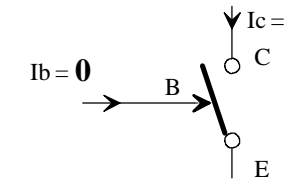
### 2.1- Transistor bloqué : **interrupteur ouvert**

Le transistor est bloqué si :

$$I_b \text{ est nul}$$

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

Le transistor est équivalent à :



### 2.2- Transistor saturé : **interrupteur fermé**

Le transistor est saturé si :

$$I_b > \frac{I_c \text{ max}}{\beta \text{ min}}$$

Le transistor est équivalent à :

$$I_b > I_{bsat \text{ min}}$$

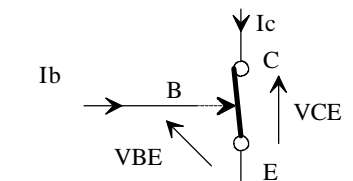
$V_{CE} = V_{CE \text{ sat}} = 0 \text{ V}$  (transistor parfait)  
de 0.1 V à 1 V en réalité.

$$I_c = I_c \text{ max}$$

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

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

$I_b = K \cdot I_{bsat \text{ min}}$  avec  $K$  : 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.

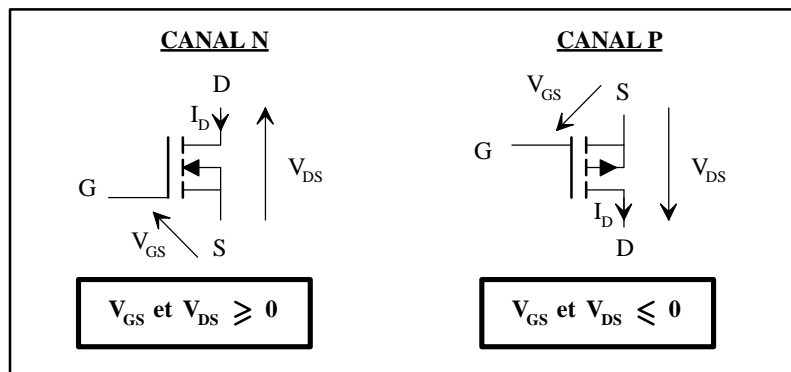
Les transistors FET diffèrent des transistors bipolaires par leur commande : dans un FET la conduction est commandée par un champ électrique produit par une tension appliquée sur la grille. L'avantage est **que cette entrée ne consomme aucun courant**.

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.

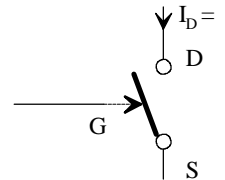
## IV. FONCTIONNEMENT DU TRANSISTOR MOS EN COMMUTATION

### 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  $V_{GS} = \underline{0 V}$



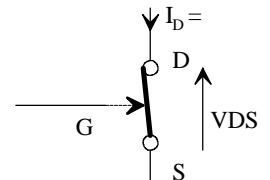
Le transistor est saturé si :  $V_{GS} > V_{GSth} + \frac{I_{D \max}}{g_m}$

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

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

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

$I_D = I_{D \max}$



### 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  $V_{GS} = \underline{0 V}$

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