

# Les transistors bipolaires NPN et PNP

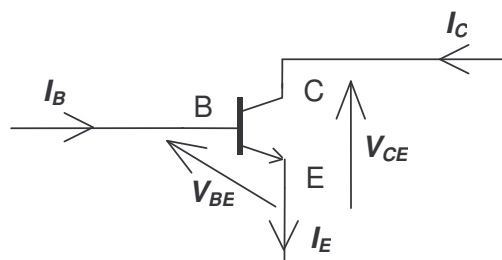
Le transistor est un composant essentiel en électronique, grâce notamment aux technologies de fabrication qui permettent des densités d'intégration (nombre de composants par unité de surface) toujours plus importantes. Sa mise au point est à l'origine de l'essor de la discipline.

Il permet notamment de réaliser deux grandes fonctions de l'électronique : l'amplification et la commutation de signaux (interrupteur électronique). D'autres fonctions plus complexes sont réalisées grâce à des montages à base de transistors.

## 1. Présentation

▪ Il possède 3 électrodes :

- **B : la base**
- **C : le collecteur**
- **E : l'émetteur repéré par la flèche**



Symbole d'un transistor NPN

La flèche de l'émetteur représente le sens réel de circulation du courant dans le transistor.

▪ Le sens de circulation du courant dans ce dernier étant unidirectionnelle, il existe deux types de transistor bipolaire :

**type NPN**



le courant est sortant de l'émetteur

**type PNP**



le courant est entrant dans l'émetteur

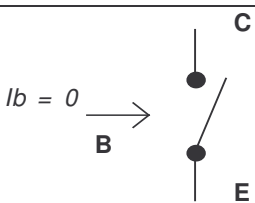
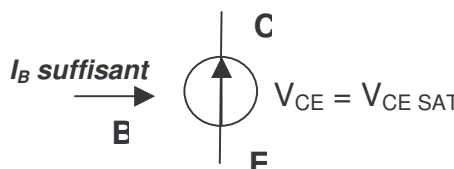
▪ C'est un nœud de courant car :  $I_E = I_C + I_B$

Les courants étant des grandeurs algébriques, on en déduit que pour  $I_E$  entrant,  $I_B$  et  $I_C$  sont sortant, et réciproquement.

# Les transistors bipolaires NPN et PNP

## 2. Comportement souhaité

Utilisé comme interrupteur commandé, on souhaite un comportement :

D'INTERRUPTEUR OUVERT	D'INTERRUPTEUR FERME
<p>→ on parle d'état bloqué, le courant ne circule pas,</p>  <p>Modèle équivalent d'un transistor bloqué</p>	<p>→ on parle d'état saturé, le courant circule.</p>  <p><math>V_{CE} = V_{CE SAT}</math></p>

L'électrode de *BASE* constitue la commande, le *COLLECTEUR* et l'*EMETTEUR* laissent ou non circuler le courant électrique.

**Etat bloqué** : il faut assurer un courant de base nul ( $I_B=0A$ ) ce qui implique  $V_{BE} < V_{BESAT}$  (donné par la documentation constructeur du transistor).

**Etat saturé** : il faut assurer un courant de base suffisant qui dépend :

- de la valeur de la tension  $V_E$  appliquée en entrée (sur la Base),
- de la valeur de la résistance (ou des résistances) de Base qui permettent de fixer le courant.

Lorsque le transistor est saturé, on a  $V_{BE} = V_{BESAT}$ .

LE TRANSISTOR BIPOLAIRE EST UN COMPOSANT COMMANDE EN COURANT.

## 3. Étude quantitative

### 3.1.Étude de l'état bloqué

Quelque soit le type de transistor, l'état bloqué est obtenu pour  $V_{BE} < V_{BESEUIL}$  ou un courant de base nul :

$$I_B=0A$$

### 3.2.Étude de l'état saturé

Le transistor est saturé si le courant de base est suffisant, c'est à dire supérieur au courant

minimum de saturation  $I_{BSAT} = \frac{I_{CRéel}}{\beta_{MIN}}$ . Dans ce cas  $V_{BE} = V_{BESAT}$

$$I_B > \frac{I_{CRéel}}{\beta_{MIN}}$$

$\beta$  : coefficient d'amplification en courant ou gain

# Les transistors bipolaires NPN et PNP

## 4. Critères de choix et limites de fonctionnement

Le transistor bipolaire n'est pas un interrupteur parfait, et présente à ce titre des défauts et limites de fonctionnement qu'il convient de connaître pour un choix adapté aux conditions de mise en œuvre.

PARAMETRE	DESCRIPTION	NPN	PNP
<b>VCEsat</b>	Lorsqu'il est saturé, la tension entre collecteur et émetteur est non nulle, elle vaut <b>VCEsat</b>	$0.1V < V_{CEsat} < 2V$	$-0.1V > V_{CEsat} > -2V$
<b>VCE0</b>	La tension entre VCE ne doit pas excéder une certaine valeur <b>VCE0</b> au-delà de laquelle la jonction C-E est détruite définitivement. (paramètre important à l'instant de la commutation...)	qq dizaines de volts	
<b>VBEsat</b>	Tension à la jonction B-E lors de la saturation voisine d'une tension de seuil de diode.	$V_{BEsat} \approx 0.6 V$	$V_{BEsat} \approx -0.6 V$
<b>ICmax</b>	Lorsqu'il est saturé, le courant de collecteur IC ne doit pas excéder une certaine valeur <b>ICmax</b> au-delà de laquelle la jonction C-E est détruite définitivement.	T. de signal : qq mA T. de puissance : plusieurs A	
<b><math>\beta</math> ou hFE</b>	Coefficient d'amplification en courant ( $\beta$ ) dépend de chaque transistor, il est fonction de IC. Plus ce coefficient est élevé, plus le courant de base nécessaire à sa saturation est faible (à courant IC donné).	T. de signal : $10 < \beta < 500$ T. de puissance : qq 1000	
<b>Ptot</b>	Puissance maximale dissipable par le composant : puissance au-delà de laquelle les jonctions sont détruites définitivement. ( $P_{tot} = V_{CE} \cdot I_C$ )	T. de signal : qq mW T. de puissance : qq W	

## 5. Applications

### 5.1. Les résistances sont données, il faut justifier que le transistor est saturé :

- ✓ Calcul de  $I_{CRéel}$ .
- ✓ Calcul de  $I_{BSAT} = \frac{I_{CRéel}}{\beta_{MIN}}$  ( $\beta_{min}$  : à trouver dans la documentation constructeur)
- ✓ Calcul de  $I_{BRéel}$
- ✓  $I_{BRéel} > I_{BSAT}$  ? **OUI** : le transistor est saturé,  
**NON** : le transistor n'est pas saturé.

### 5.2. Les résistances sont à déterminer afin d'assurer la saturation du transistor

- ✓ Calcul et choix de **Rc** (résistance collecteur) afin d'imposer un courant **Ic** (en fonction du cahier des charges : LED à éclairer, courant d'un moteur, etc...).
- ✓ Calcul de  $I_{CRéel}$ .
- ✓ Calcul de  $I_{BSAT} = \frac{I_{CRéel}}{\beta_{MIN}}$  ( $\beta_{MIN}$  : à trouver dans la documentation constructeur du transistor)
- ✓ Calcul de **RB** (résistance de base du transistor).
- ✓ Choix de **RB** pour obtenir  $I_{BRéel} > I_{BSAT}$ .