

# LE TRANSISTOR BIPOLAIRE

## I) PRESENTATION:

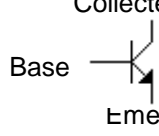

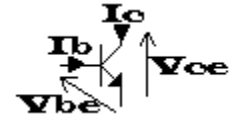
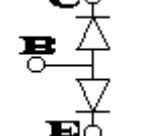
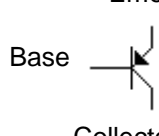
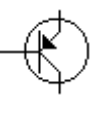
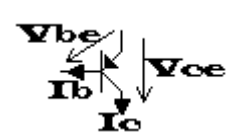
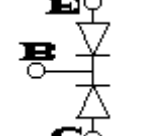
Le transistor amplifie le courant lorsque celui-ci ne fonctionne pas dans le domaine de saturation. L'amplification en courant est obtenue en polarisant une jonction PN en inverse (un champ électrique apparaît et accélère les électrons du collecteur vers l'émetteur).



Il se présente sous différentes formes. Ces formes sont repérées par un type de boîtier : TO3, TO92, TO39, TO220, etc... Ces boîtiers définissent la capacité à dissiper de la puissance et le brochage du transistor.

Les transistors bipolaires sont de 2 types: NPN et PNP:



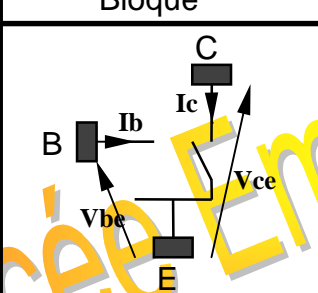
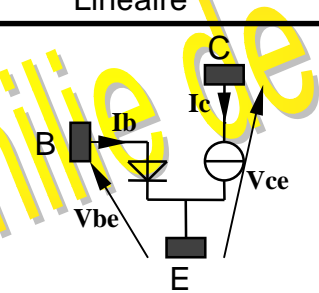
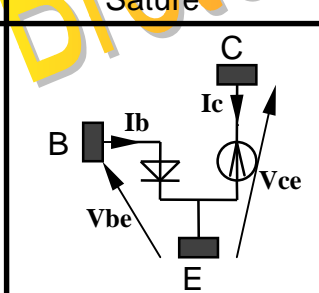
Symbole général	avec collecteur relié au boîtier	Repérage des grandeurs importantes	Modèle équivalent
<p>Collecteur</p>  <p>Base</p> <p>Emetteur</p>			
<p>Emetteur</p>  <p>Base</p> <p>Collecteur</p>			

La jonction base collecteur fonctionne en inverse.

## II) FONCTIONNEMENT ET MODELISATION:

Le fonctionnement complet du transistor bipolaire est déterminé par trois états.



Bloqué	Linéaire	Saturé
		
<p><math>I_b</math> et <math>I_c</math> sont nuls. <math>V_{be}</math> et <math>V_{ce}</math> dépendent de la polarisation du circuit.</p>	<p><math>I_b</math> et <math>V_{ce}</math> dépendent de la polarisation. <math>I_c = \beta \times I_b</math> et <math>V_{be} = 0,6V</math></p>	<p><math>I_b</math> et <math>I_c</math> dépendent de la polarisation. <math>V_{be} = 0,6V</math> et <math>V_{ce} \approx 0V</math></p>

Pour le PNP, les modèles sont identiques. Seul le sens des courants est inversé et les valeurs de tension sont négatives.

# LE TRANSISTOR BIPOLAIRE

## III) LE TRANSISTOR EN COMMUTATION:

Le transistor se comporte donc comme un interrupteur imparfait commandé en courant.

### 1) Le blocage:



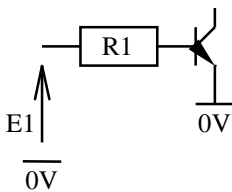
**Condition de blocage:** Pour bloquer un transistor il faut que la jonction base/émetteur soit polarisée en inverse :  $|V_{be}| < 0,6V$ .

**Un critère simplifié :**  
Lorsque le potentiel de base est placé au potentiel d'émetteur ( $V_{be} = 0V$ ) alors le transistor est bloqué.

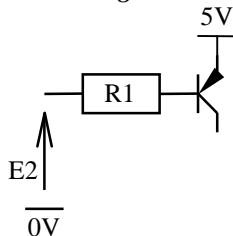
**Applications:** Pour quel(s) montage(s) le transistor est-il bloqué? Justifier.

$R1=10K$   $R2=470$   $E1=10V$   $E2=5V$   $E3=0V$   $E4=5V$   $E5=0V$

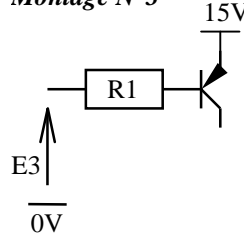
Montage N°1



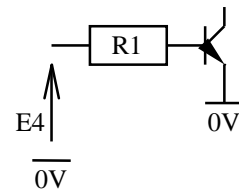
Montage N°2



Montage N°3



Montage N°4



**Montage N°1:** Le potentiel de base est porté au potentiel d'émetteur donc le transistor est bloqué.  $V_{be} = 0V$

**Montage N°2:** Le potentiel de base est porté au potentiel d'émetteur donc le transistor est bloqué.  $V_{be} = 0V$

**Montage N°3:** La jonction Base/Emetteur est polarisée en directe donc le transistor n'est pas bloqué.  $|V_{be}| = 0,6V$

**Montage N°4:** La jonction Base/Emetteur est polarisée en directe donc le transistor n'est pas bloqué.  $V_{be} = 0,6V$

### 2) La saturation:



Lorsque le courant de base devient trop important, le courant  $I_c$  ne peut plus augmenter: ce courant est noté  $I_{csat}$ . La tension aux bornes de la jonction Collecteur/Emetteur atteint une limite minimale (0,2V-0,4V environ) et elle est notée  $V_{cesat}$ .

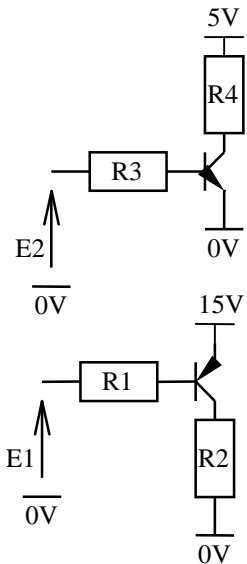
#### **Condition de saturation:**

Pour saturer un transistor il faut vérifier la relation suivante:

$$\beta_{min} \times I_b > I_{csat}$$

**Application:**  $E1=5V$   $R1=12K$   $R2=82$   $100 < \beta < 300$   $V_{be}=-0,7V$   $V_{cesat}=-0,3V$   
 $E2=5V$   $R3=68K$   $R4=1,2K$   $100 < \beta < 300$   $V_{be}=0,5V$   $V_{cesat}=0,2V$

# LE TRANSISTOR BIPOLAIRE

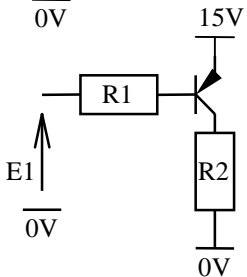


$$I_b = (5 - V_{be}) / R_3 = 66,2 \mu A$$

$$I_c = (5 - V_{cesat}) / R_4 = 4 \text{ mA}$$

$$\beta_{min} \times I_b = 6,32 \text{ mA}$$

La relation est vérifiée, donc le transistor est saturé



$$I_b = (15 + V_{be} - E_1) / R_1 = 775 \mu A$$

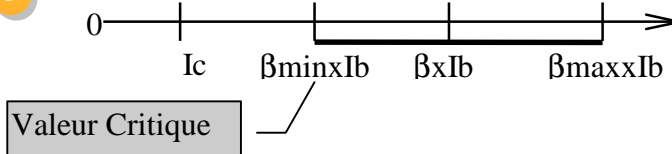
$$I_c = (15 + V_{cesat}) / R_2 = 179 \text{ mA}$$

$$\beta_{min} \times I_b = 77,5 \text{ mA}$$

La relation n'est pas vérifiée, donc le transistor n'est pas saturé (il fonctionne en linéaire  $\implies I_c = \beta \times I_b$ )

## a) Justification de $\beta_{min}$ :

Quel que soit le transistor il faut assurer la saturation du transistor. Or le constructeur ne garantit pas une valeur particulière de l'amplification en courant de ces transistors; il indique un encadrement de  $\beta$  (ou H21). Il faut donc assurer que: quel que soit la valeur du  $\beta$  du transistor la relation  $\beta \times I_b > I_c$  soit toujours vérifiée.



## b) vérification de la saturation:



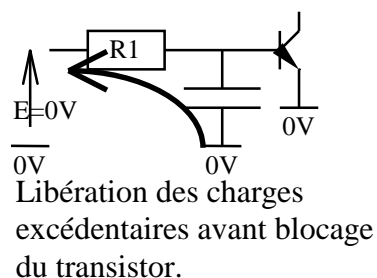
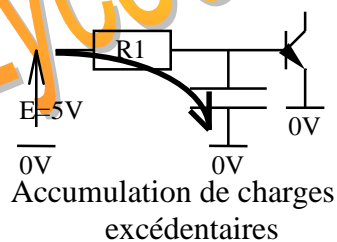
- Vérifier que le transistor n'est pas bloqué
- Calculer  $I_{csat}$  et  $I_b$  à l'aide de la loi d'ohm
- Contrôler la condition de saturation

## c) Coefficient de sursaturation:

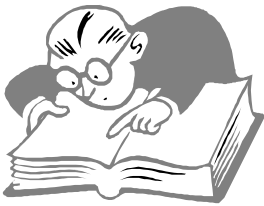


le coefficient de sursaturation permet de quantifier la saturation du transistor  $\rightarrow K_s = (\beta_{min} \times I_b) / I_{csat}$

Plus  $K_s$  est élevé et plus le temps de passage de l'état bloqué à saturé est faible. Mais par contre le passage de l'état saturé à bloqué est long.



# LE TRANSISTOR BIPOLAIRE



## IV)SYNTHESE:

Le mode opératoire déterminant le fonctionnement du transistor peut-être résumé sous forme algorithmique.

Hypothèse : le transistor est saturé  $\rightarrow V_{ce} = V_{cesat}$

