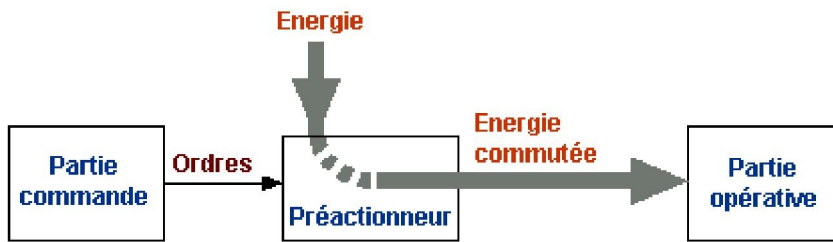
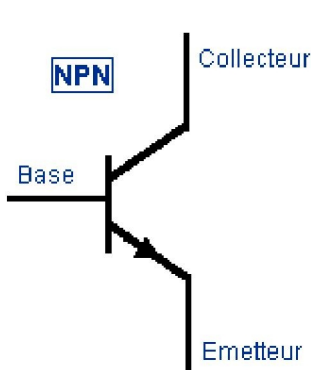


# Le transistor bipolaire NPN en commutation

Le transistor va remplir la même fonction que le relais mais de façon statique (sans pièce mobile)

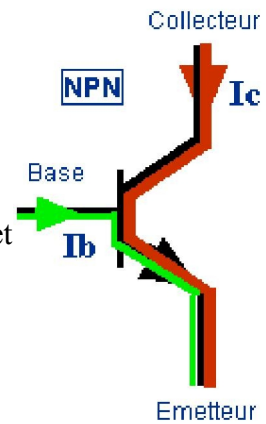


Ici aussi, une faible énergie de commande entraîne le passage d'une énergie plus importante.



Transistor bipolaire de type NPN

Dans le cas d'un transistor bipolaire, c'est un petit courant dans la base ( $I_b$ ) qui permet le passage d'un courant beaucoup plus fort du collecteur vers l'émetteur ( $I_c$ ).



- Un transistor bipolaire peut-être assimilé à un interrupteur commandé.
- Le transistor bipolaire possède 3 broches : **une base, un collecteur et un émetteur.**

**Un transistor bipolaire a deux modes de fonctionnement : le mode linéaire (amplification) et le mode bloqué/saturé.**

Un fonctionnement en interrupteur commandé consiste à « activer » la base, pour qu'elle permette au courant présent dans le collecteur, de s'écouler jusqu'à l'émetteur. Par analogie, si l'on compare le transistor à un robinet entier, le collecteur est l'arrivée d'eau murale, la base est la molette du robinet, et l'émetteur la sortie du robinet.

Pour commander ce transistor, plusieurs paramètres sont importants :

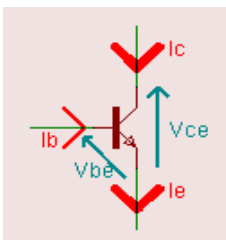
$$(I_b + I_c) = I_e$$

Cette relation signifie que le courant circulant dans la base plus le courant du collecteur, est égal au courant sortant de l'émetteur.

$$I_b * \beta = I_c$$

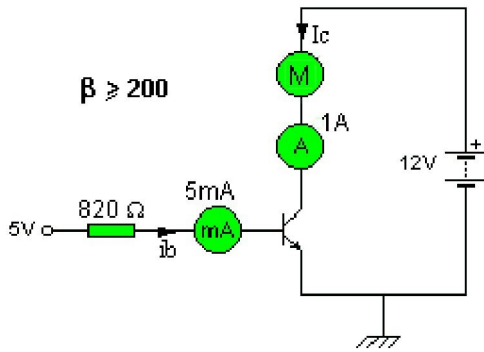
Cette relation signifie que le courant du collecteur est, jusqu'à une certaine limite directement proportionnel au courant présent dans la base. Ce facteur  $\beta$  est appelé gain en courant.

## La valeur de $V_{be}$



Lorsque  $V_{be} = 0$  le transistor est bloqué  $\Rightarrow I_c = I_e = 0$  et  $V_{ce}$  et quelconque positif,  $V_{ce} < V_{ce\_max}$  sinon le transistor grille

Lorsque  $V_{be} = 0,7 \text{ V}$  le transistor est saturé (tension de seuil de la diode base émetteur), **le transistor est passant.** Pour être saturé :  $I_b > I_c/\beta$

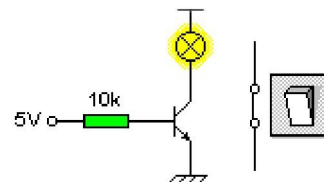
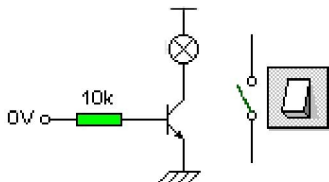


Le courant de base est multiplié par un coefficient  $\beta = I_c / i_b$  ou aussi appelé hFE  
 Dans le cas présent le courant dans le moteur est égal à 200 fois le courant de base.

La résistance de base doit être calculée pour avoir un courant de base suffisant. Quand le transistor est utilisé en commutation, deux cas sont possibles

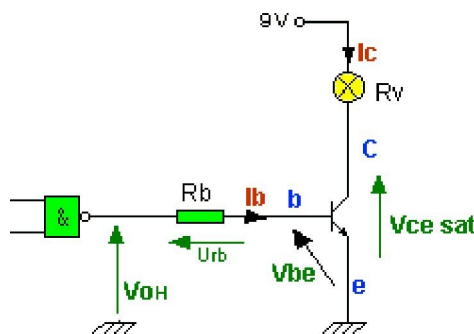
Soit le courant de base est nul et le transistor est bloqué. Il est équivalent à un interrupteur ouvert.

Soit le courant de base est suffisant et le transistor est saturé. Il est équivalent à un interrupteur fermé.



### Calcul de la résistance de base

- $R_v = 50 \Omega$
- $V_{ce\ sat} = 0,2 V$
- $V_{be} = 0,7 V$
- $200 < \beta < 300$
- $V_{OH} = 5 V$



Le point de départ pour le calcul d'une résistance de base  $R_b$  est le courant  $I_c$ .

Ce courant est calculé en fonction de la résistance de la charge et de la tension à ses bornes.

**Attention, la tension  $V_{ce\ sat}$  est proche de 0V mais pas nulle.  $V_{ce\ sat} \approx 0,2 V$**

$$I_c = (V_{cc} - V_{cesat}) / R_v = (9 - 0,2) / 50 = 0,176 A$$

$$I_c = 0,176 A$$

Le courant de base  $I_b$  doit être suffisant pour saturer le transistor :  $I_b > I_c / \beta$   
 Si dans notre cas  $\beta$  est au moins égal à 200 d'après la documentation constructeur, il nous faut :

$$I_{b\_min} = 0,176 / 200 = 0,88 mA$$

On prend un **coefficient de sécurité de  $k=2$**  pour être sûr que le transistor soit bien saturé :

$$I_{b\_sat} = I_{b\_min} \times 2 = 1,76 mA$$

Connaissant  $I_b$ , il est maintenant possible de calculer  $R_b$  avec  $R_b = U_{rb} / I_b$  et  $V_{be} + U_{rb} = V_{oH}$

Rappel :  $V_{be} = V_{be\_sat} = 0.7 \text{ V}$  (diode)

$V_{oH} = 5 \text{ V}$  selon la documentation.

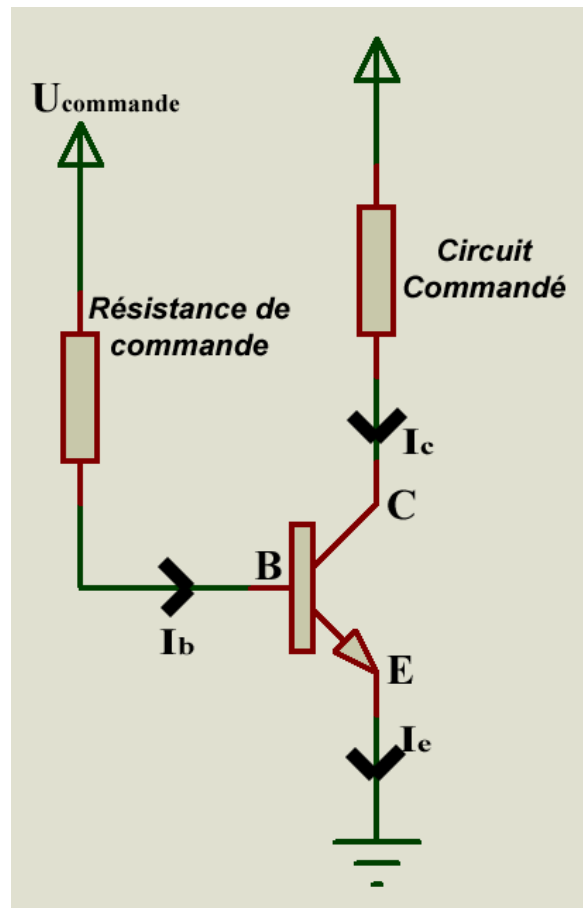
$U_{rb} = V_{oH} - V_{be} = 5 - 0,7 = 4,3 \text{ V}$

$$U_{rb} = 4,3 \text{ V}$$

Nous pouvons calculer  $R_b$  théorique :  $R_b = U_{rb} / I_{b\_sat} = 4,3 / 0,00176 \approx 2443 \Omega$   
 $R_b = 2,4 \text{ k}\Omega$

Nous choisirons  **$R_b = 2,4 \text{ k}\Omega$**  (valeur normalisée)

### En résumé



**Relation mathématique :**

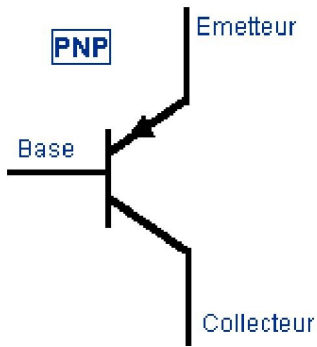
$$R_{min} = \frac{(U_{commande} - U_{chute})}{I_{circuit\ commandé}} \times \text{Gain}$$

**Résistance recommandée =  $R_{min} / K$**

avec “**K**”: coefficient de sécurité (ou de sursaturation) qui est utilisé pour être sûr que le transistor est bien saturé (1,2 à 2) . Souvent la valeur de **k** est égale à 2 (valeur courante).

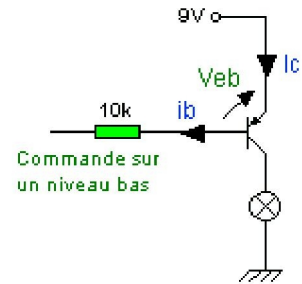
## D'autres transistors courants

### Le transistor bipolaire PNP



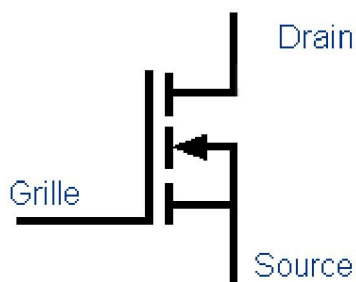
C'est le frère jumeau du transistor NPN

Le courant de base change de sens et  $V_{be}$  est négatif. La charge est maintenant sur le collecteur et la commande se fait sur un niveau bas.



### Le transistor MOS

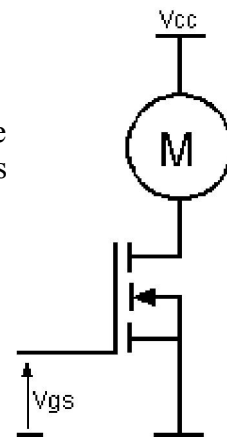
#### MOS canal N



Le courant sur la grille est nul, c'est la tension  $V_{gs}$  qui détermine l'état du transistor.

Le courant étant nul, il est possible de commander un fort courant avec une faible énergie de commande. On utilise souvent des MOS de puissance pour l'alimentation des moteurs à courant continu.

$V_{gs}$  positif  $\Rightarrow$  T saturé  
 $V_{gs}$  nul  $\Rightarrow$  T bloqué



Dans le cas d'un MOS canal P,  $V_{gs}$  doit être négatif pour saturer le transistor