



Licence électrotechnique/Automatique

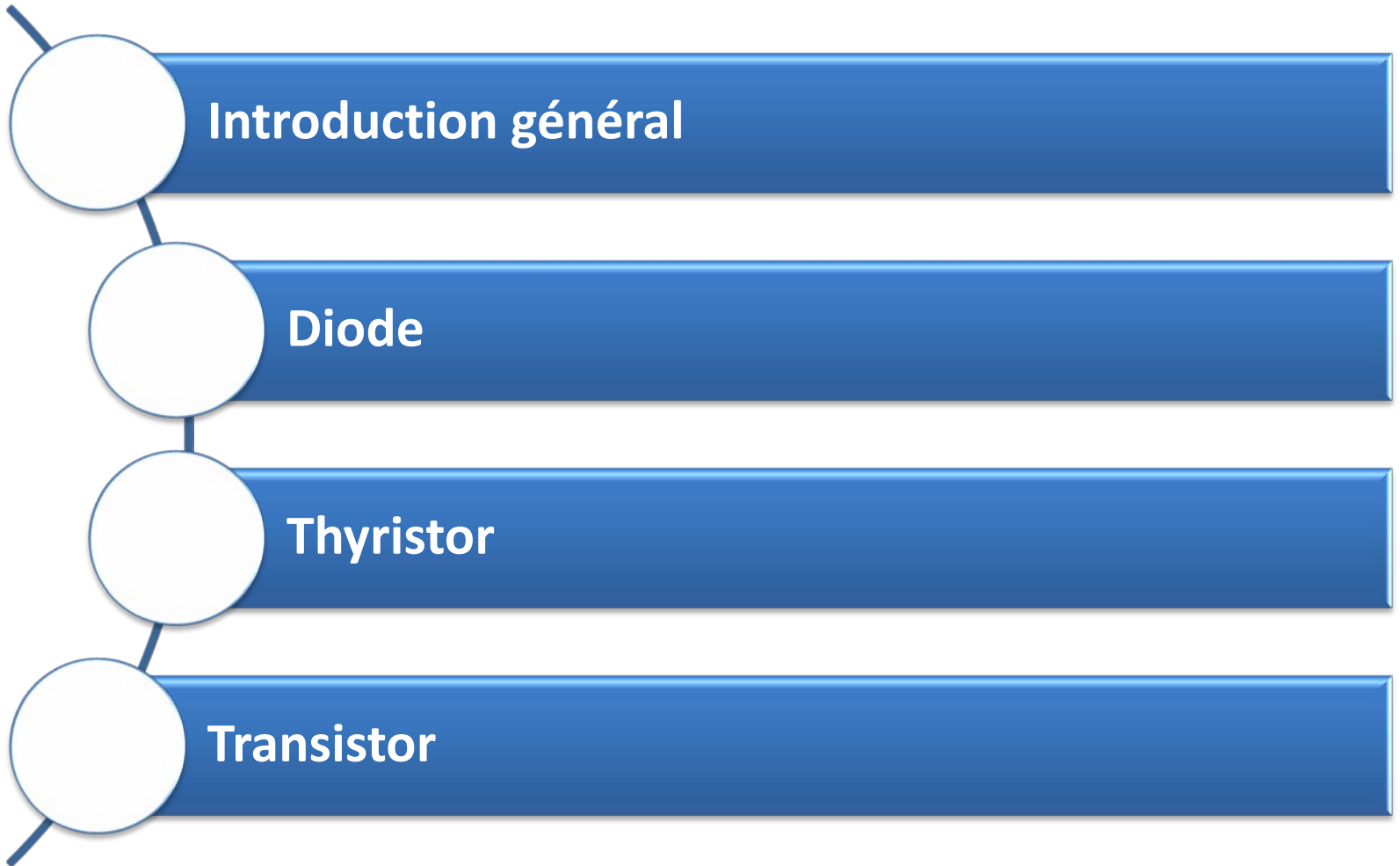
Matière électronique de puissance (ES512/AS512) – 08 octobre 2024

Composants électronique de puissance

Diode, thyristor et transistor

Présenter par :
LOUCIF Mourad
loucif_mourad@live.fr

Plan de la présentation



Introduction général

L'interrupteur idéal (parfait) est un élément sans dissipation d'énergie
(**Pertes = 0**)

- chute de tension nulle à l'état fermé;
- courant de fuite nul à l'état ouvert;
- énergie dissipée nulle en passant d'un état à l'autre : pas de pertes de commutation.

Chaque interrupteur passe par 04 phases :

- 02 phases transitoires : ouverture et fermeture ;
- 02 phases permanentes : blocage et conduction.

Phase d'ouverture

- Temps de retard à l'ouverture ;
- Vitesse de variation du courant (di/dt).

Phase de fermeture

Temps d'établissement ;
Pointe de tension directe ;
Vitesse de variation du courant (di/dt) ;

Phase de blocage

- Tension inverse supportable ;
- Courant de fuite.

Phase de conduction

Courant maximal supportable ;
Chute de tension aux bornes.

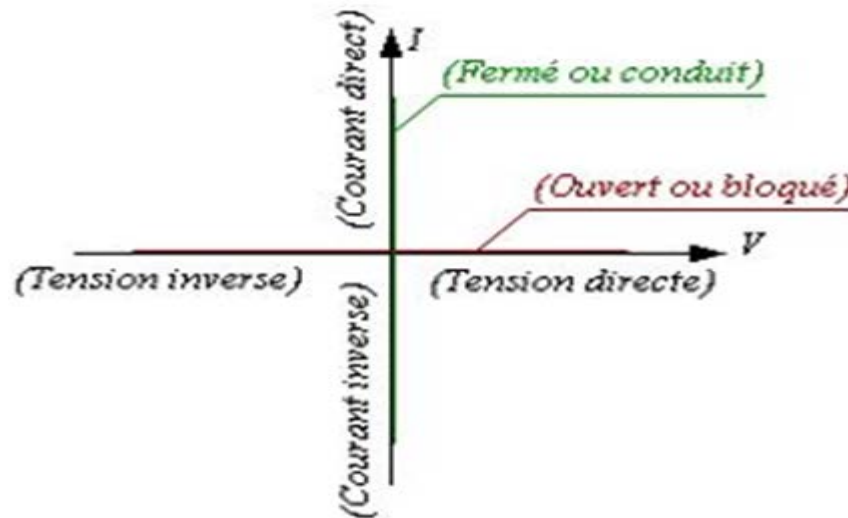
Autre paramètre essentiel qui entre en jeu est la température :

Capacité thermique : température limite ;

Capacité de refroidissement : taille et la forme du radiateur.

Caractéristique idéale d'un interrupteur

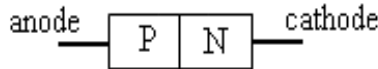
La caractéristique idéale d'un interrupteur permet de déterminer les composants électroniques formant cet interrupteur.



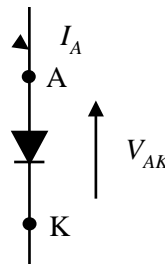
Diode

La diode est un composant semi-conducteur essentiel en électronique, elle est constituée par une jonction **PN**. Elle possède deux bornes, l'anode (**A**) et la cathode (**K**), respectivement reliées aux zones **P** et **N**. Son fonctionnement est assimilable à un dipôle électrique unidirectionnel, donc qui **ne laisse passer le courant que dans un seul sens**.

Constitution



Symbole

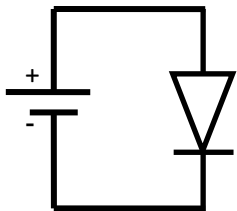


Exemples de diode



Polarisation de la diode

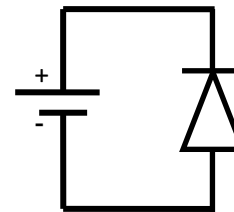
Polarisation directe



Si $V_{AK} > 0$, elle se comporte comme un interrupteur fermé



Polarisation inverse

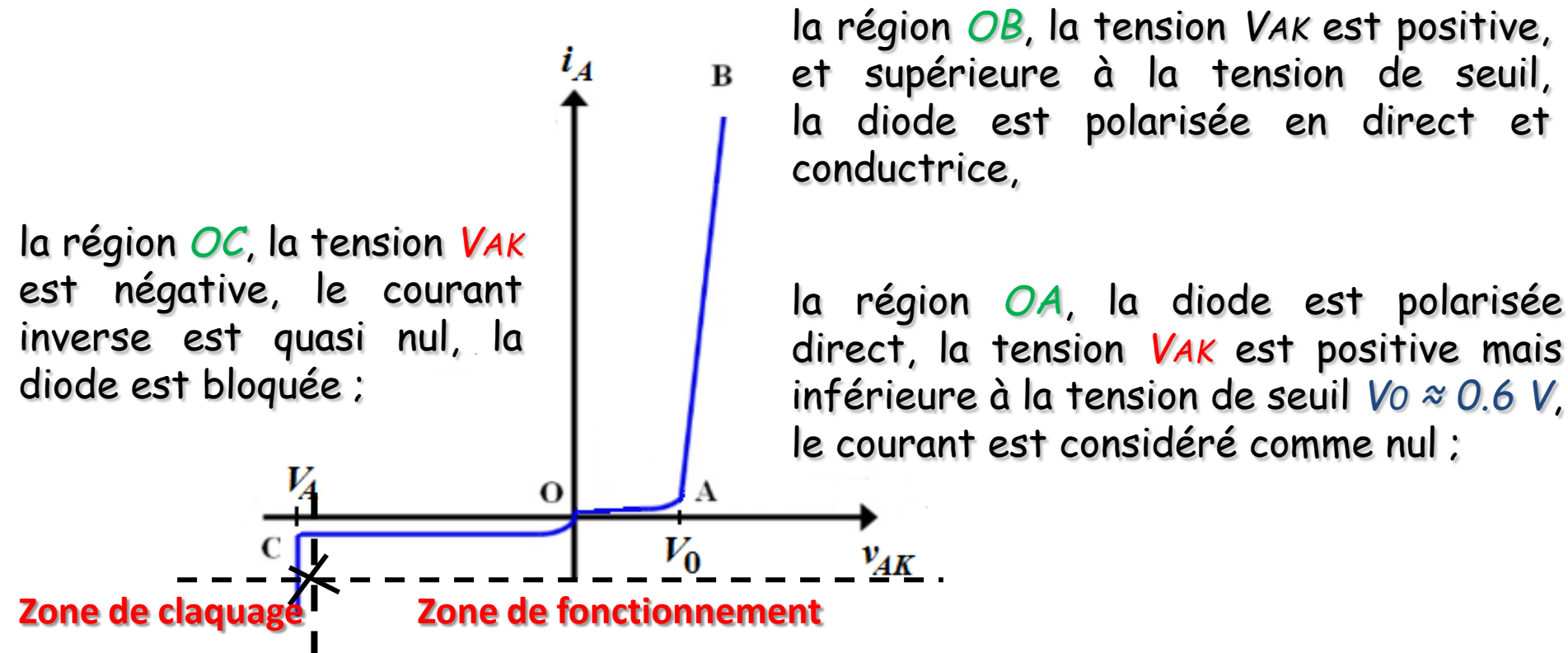


Si $V_{AK} < 0$, elle se comporte comme un interrupteur ouverte



Caractéristique réelle de la diode

Caractéristiques courant tension $I_A = f(V_{AK})$ d'une diode relevée en courant continu



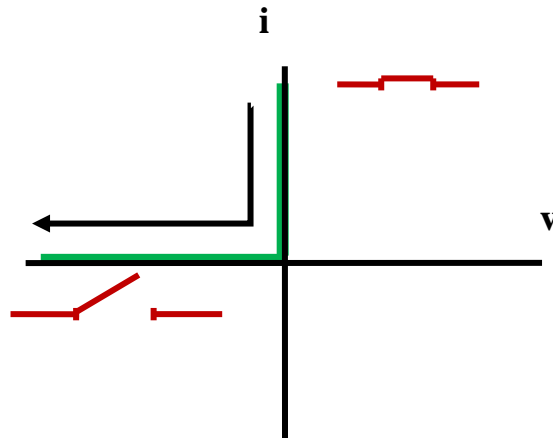
après le point **C**, la tension inverse devient supérieure à V_A , le courant croit brutalement, c'est le phénomène de claquage de la jonction qui est toujours destructif pour le composant

Caractéristique idéal de la diode

Si la diode est considérée idéale, alors :

en polarisation directe, c'est-à-dire si $V_{AK} > 0$ (potentiel anode $>$ potentiel cathode), elle se comporte alors comme un interrupteur fermé ($V_{Ak}=0$ et $I_A \neq 0$);

en polarisation inverse ($V_{AK} < 0$), elle est équivalente à un interrupteur ouvert ($I_A = 0$).



Chaque diode a ses caractéristiques propres données par les catalogues constructeurs.

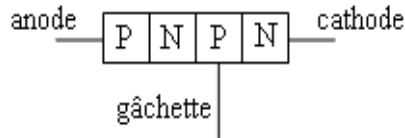
Les principales étant :

- Courant direct maximum (valeur moyenne),
- Courant direct de crête répétitif,
- Courant direct de crête répétitif maximum non répétitif,
- Tension inverse maximum de crête répétitive.

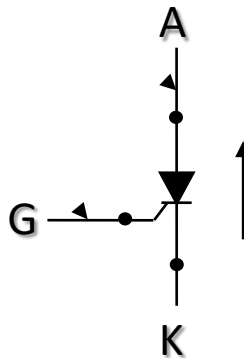
Thyristor

Le thyristor est un composant de puissance utilisé en électronique de puissance. Il est constitué par des jonction **PNPN**. Elles possède trois bornes, l'anode (**A**), le cathode (**K**) et la gâchette (**G**). C'est un interrupteur statique unidirectionnel, autrement dit le courant ne peut le parcourir uniquement dans un seul sens.

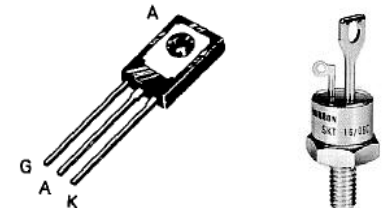
Constitution d'un thyristor



Symbole



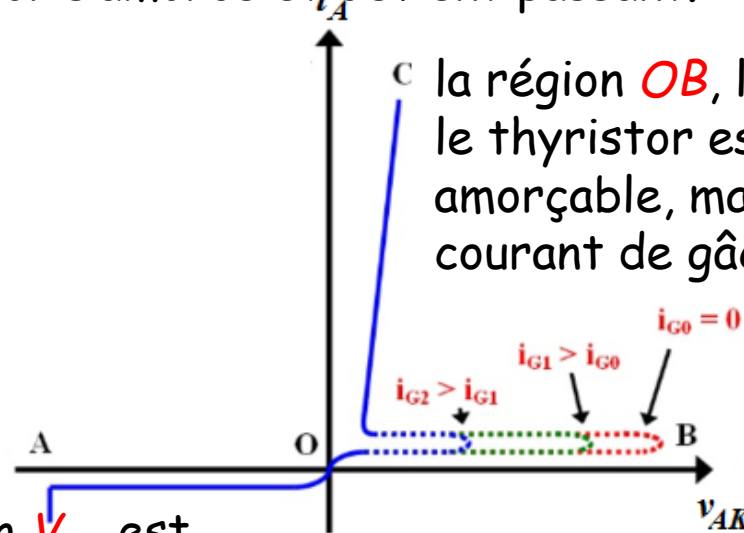
Exemples de thyristors



Caractéristique réelle de thyristor

Caractéristiques courant tension $I_A = f(V_{AK})$ d'un thyristor relevée en courant continu

la région **OC**, après l'envoi d'une impulsion, alors que V_{AK} est positive, le thyristor s'amorce et devient passant.



la région **OB**, la tension V_{AK} est positive, le thyristor est polarisé en directe, donc amorçable, mais n'ayant pas reçu de courant de gâchette il reste bloqué

la région **OA**, la tension V_{AK} est négative, le thyristor est polarisé en inverse, il est bloqué ;

On remarque qu'en l'absence d'impulsion de gâchette, si la tension V_{AK} directe est suffisante, l'amorçage spontané peut se produire. D'autre part, selon l'importance du courant de gâchette la valeur de la tension directe pour laquelle se produit le déclenchement est différente.

L'amorçage

Pour amorcer un thyristor il faut donc satisfaire deux conditions :

1. $V_{AK} > 0$, mais en réalité la tension anode-cathode doit être supérieure au seuil de tension du thyristor soit **1 Volt** environ ;
2. $i_G > 0$, mais en pratique le courant de gâchette i_G doit être supérieur à un courant minimum $i_{G\ min}$, appelé courant de maintien i_H .

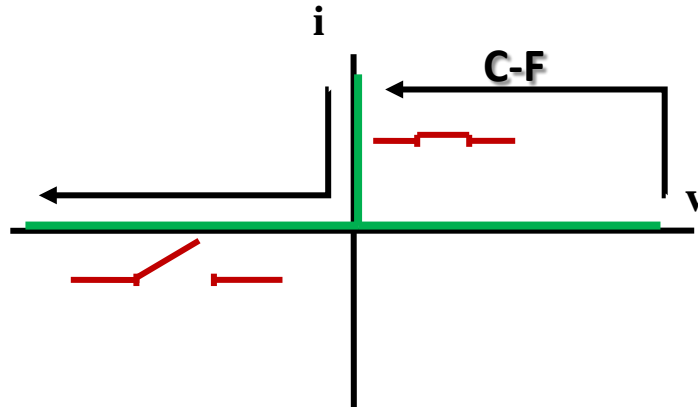
Quand un thyristor est passant, la suppression du courant de gâchette ne modifie plus son état.

Donc, pour rendre passant un thyristor, il suffira qu'il soit polarisé en direct et qu'une impulsion de gâchette viennent l'amorcer.

Le blocage

En pratique, le blocage est obtenu en annulant la tension V_{AK} ou en la rendant négative. Toutefois si l'intensité du courant qui traverse le thyristor de l'anode vers la cathode devient inférieure à l'intensité du courant de maintien, le thyristor se bloque.

Caractéristique idéal d'un thyristor



Chaque thyristor a ses caractéristiques propres données par les catalogues constructeurs.

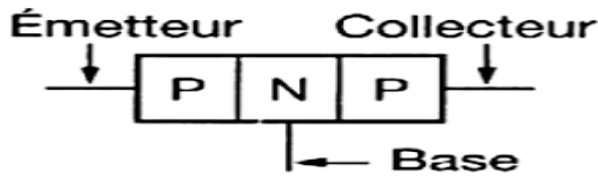
Les principales étant :

- l'intensité maximum en sens passant,
- la tension maximum en sens bloqué,
- le courant de gâchette nécessaire pour amorcer le thyristor.

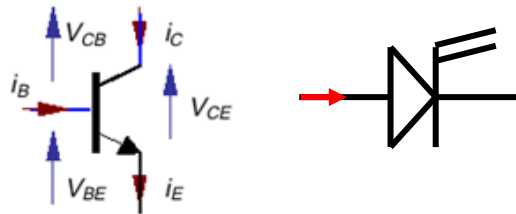
Transistor

Le transistor est un composant semi-conducteur essentiel en électronique, il est constitué par deux jonctions **PNP**. il possède trois bornes, l'émetteur (**E**), base (**B**) et le collecteur (**C**). Le transistor est un composant commandé à l'ouverture et à la fermeture.

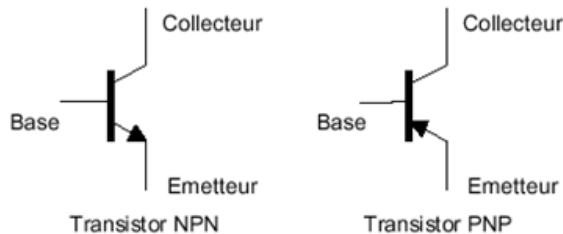
Constitution d'un transistor



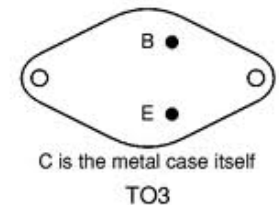
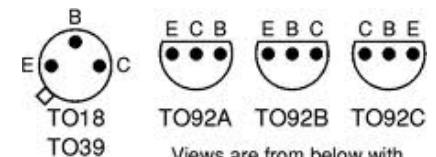
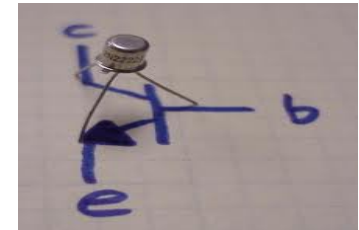
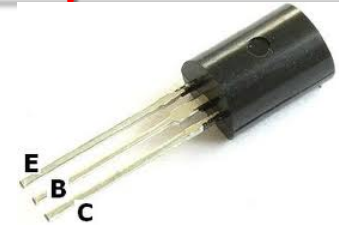
Symbole



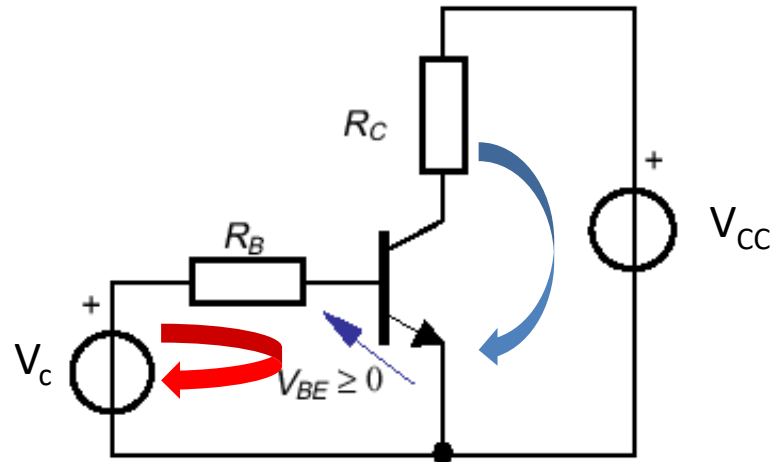
Types de transistor



Exemples de transistors



Caractéristique de transistor



Maille de commande

Maille de charge

$$V_c = R_B \cdot I_B + V_{BE}$$

$$V_{cc} = V_{CE} + R_c \cdot I_c$$

$$I_C = \beta \cdot I_B$$



Dans les datasheets, on trouve la valeur de coefficient d'amplification β

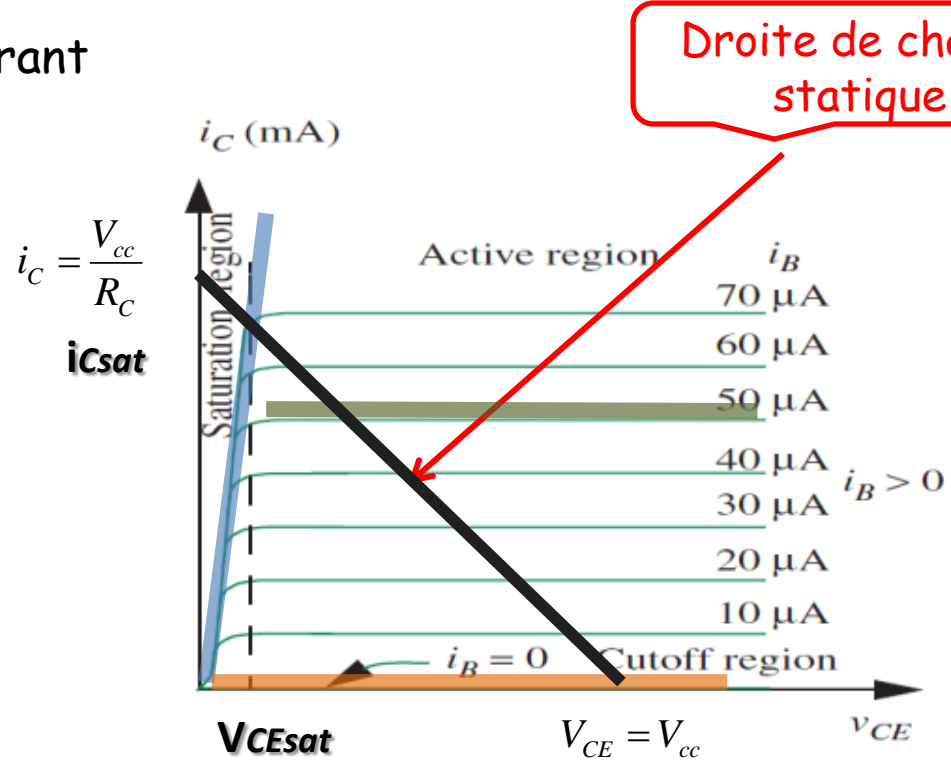
Caractéristique de sortie

3 modes de fonctionnement possibles suivant le point de fonctionnement

- **Saturation**: interrupteur fermé
- **Linéaire**: une source de courant
- **Bloqué**: interrupteur ouvert

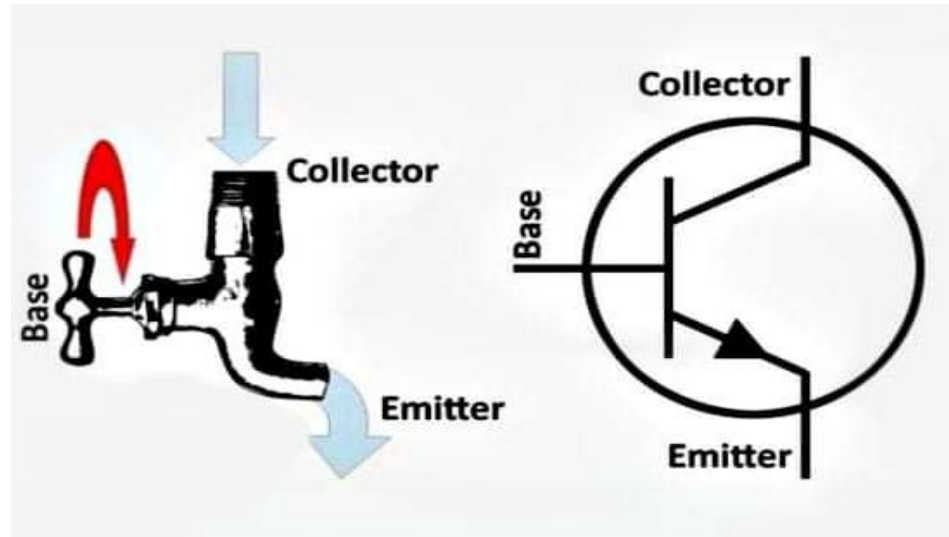
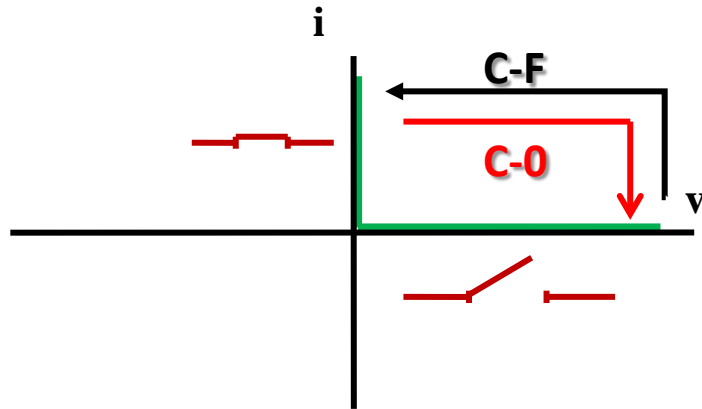
$$V_{cc} = V_{CE} + R_c \cdot I_c$$

$$i_c = \frac{V_{CC} - V_{CE}}{R_C}$$



$i_B = 0 \quad V_{CE} \neq 0 \quad \Rightarrow \text{Transistor bloqué}$
 $i_B > I_{csat}, V_{CE} = 0 \quad \Rightarrow \text{Transistor passant}$

Caractéristique idéal d'un transistor



Merci pour votre attention