

2. Composants actifs de puissance

Dr. Makhloufi. M.T

Rappel sur les composants passifs et actifs :

- **Composants actifs** : définis les composants qui permettent d'augmenter la puissance d'un courant et/ou d'une tension. On peut citer : diode, transistor, thyristor, triac, diac, le transistor à effet de champ (TEC ou FET), le transistor uni jonction ou UJT, circuit intégré
- **Composants passifs** : définis les composants qui ne permettent pas d'augmenter la puissance d'un signal électrique. Cette classification inclue les condensateurs, les résistances fixes ou encore les inductances, ainsi que tout assemblage de ces composants.

2.1. Thyristor SCR

Définition :

Les structures PN des diodes et **NPN** ou **PNP** des transistors bipolaires nous sont déjà familières. Il existe toutefois des éléments semi-conducteurs à structure **PNPN**, qu'on appelle **thyristors**. Le plus connu est le SCR (**Silicon Controlled Rectifier**). On peut dire qu'il s'agit d'un redresseur au silicium commandé par une troisième broche, la gâchette comme le montre la figure .1.

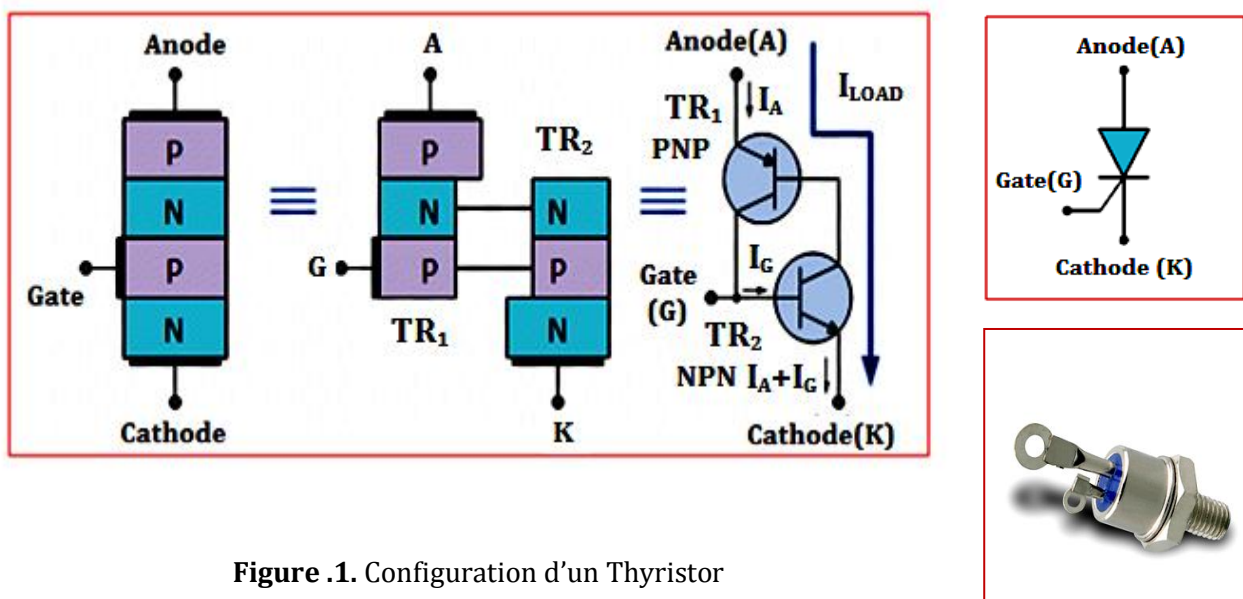


Figure .1. Configuration d'un Thyristor

Le thyristor ne conduira que si un courant minimum et positif est fourni à la gâchette. Autrement dit le thyristor n'est rien d'autre qu'une diode commandée.

2.1. A. Principe de fonctionnement

Le thyristor ne conduit que lorsqu'il est "amorçé". L'amorçage, par le courant de gâchette, peut se faire en courant continu comme le montre la **figure. 2**.

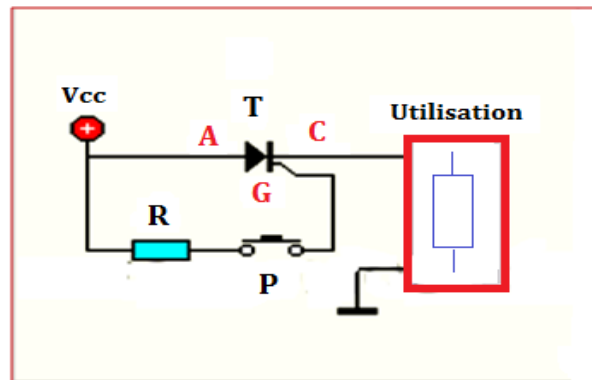


Figure .2. Amorçage résistif d'un thyristor SCR

Il suffit de fermer l'interrupteur de commande pendant un court instant pour obtenir un courant de gâchette de faible valeur. A partir de ce moment le thyristor s'amorce et reste amorcé, même après ouverture de l'interrupteur. Dans la pratique, l'interrupteur est souvent un générateur d'impulsions. On désamorce le thyristor en faisant chuter la tension anode-cathode : dès que le courant descend en dessous du **courant de maintien**, le thyristor ne conduit plus (Bloqué).

2.1. B. Domaines d'utilisation

Variateur de vitesse pour les petits moteurs (Figure.3); par contre pour les applications industrielles :

- ❖ Disjoncteurs différentiels
- ❖ Détecteur de proximité, de fumée....etc.
- ❖ Chargeur de batterie

Ensuite comme protection secondaire alimentation (PC).

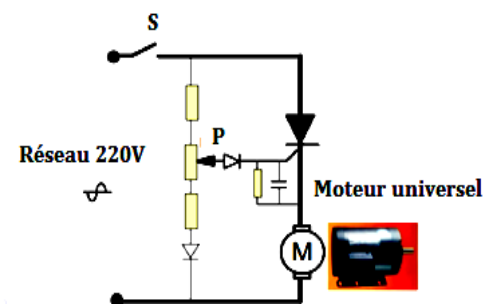


Figure .3. Variateur de vitesse

2.2. Thyristor GTO

2.2. A. Définition:

Le GTO (**G**ate **T**urn **O**ff) est un composant électronique dont la mise en conduction et le blocage sont commandés. Il fait partie des interrupteurs commandés de l'électronique de puissance pour les applications concernant les fortes puissances, avec des tensions (quelques kV) et des forts courants (quelques kA). Le GTO est structurellement semblable à un thyristor, par conséquent pourvu de 3 électrodes :

- l'anode **A**
- la cathode **K**
- l'électrode de commande nommée gâchette **G**.

Il se compose de quatre couches dopées alternativement **P, N, P, N**.

La différence principale avec un thyristor **SCR**, est que la gâchette est fortement interdigitée, c'est-à-dire divisée en un réseau de mini-gâchettes distribuées sur toute la puce, pour permettre une extraction uniforme du courant lors du blocage.

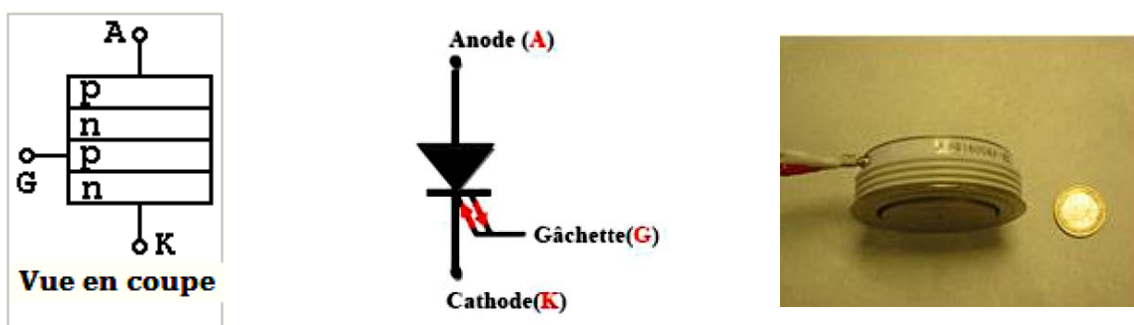


Figure .3. Symbole du thyristor GTO, en boîtier press-pack (calibre 1600A)

Le schéma équivalent du **thyristor GTO** est présenté par la figure suivante :

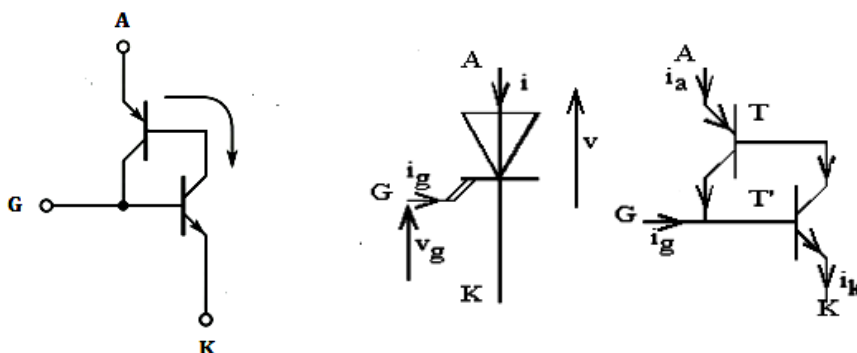


Figure .4. Schéma équivalent du thyristor GTO

Le thyristor GTO est réversible en tension et supporte des tensions V_{AK} aussi bien positives que négatives lorsqu'il est bloqué. Il n'est pas réversible en courant et ne permet que des courants I_{AK} positifs, c'est-à-dire dans le sens anode-cathode, à l'état passant.

Remarque

Le symbole comprend deux gâchettes, une pour la fermeture de l'interrupteur et une pour l'ouverture. Dans la réalité, la même gâchette sert à injecter le courant gâchette cathode pour commander la fermeture de l'interrupteur et à extraire un courant gâchette cathode pour ouvrir l'interrupteur.

2.2. B. Principe de fonctionnement :

Commande de gâchette : Le bon fonctionnement de ce composant dépend énormément de sa commande de gâchette qui est très complexe :

La commande de l'amorçage doit être énergique : l'impulsion de courant i_g doit avoir un front raide et une amplitude atteignant 2 à 5 fois la valeur d' $i_{g\text{ mini}}$ pour $V_{AK} > 0$

$$i_g > (I_g)_{\text{min}} (- \text{ quelques \% de } I_{AK}) > 0 \text{ pendant } t > (t_g)_{\text{min}} (\sim \mu\text{s})$$

Ensuite pendant la conduction la gâchette doit être **alimentée** de façon permanente par un courant i_g noté $I_{g\text{ ON}}$. Ce courant permet de réduire la chute de tension directe à l'état passant $V_{d\text{ ON}}$ aux bornes du thyristor.

L'extinction du GTO se fait par extraction de charges par la gâchette. L'application d'une **tension négative** V_{gk} fait apparaître un courant de gâchette négatif $< I_{gr}$ (reverse), le GTO se bloque. Le courant inverse doit pouvoir atteindre des valeurs importantes $I_g < 0$ (\sim égal à $-I_{AK}/10$ à $-I_{AK}/5$) pendant un temps t_{inv} ($\sim 10 \mu\text{s}$).

Conclusion

➤ **L'état passant (ON) :**

Pour mettre en conduction un GTO, il faut injecter un courant de quelques ampères dans la gâchette. Une fois la conduction amorcée, elle se maintient.

➤ **L'état bloqué (OFF) :**

Pour bloquer un GTO, il faut détourner la quasi-totalité du courant d'anode dans la gâchette, afin d'annuler le courant de base du transistor côté cathode et de bloquer ce dernier.

En pratique on applique une tension négative sur la gâchette pour détourner le courant donc **L'extraction d'un courant de gâchette négatif permet le blocage du GTO.**

Exemple :

Thyristor GTO de 1000V, 100A pour $I_{AK} = 100 \text{ A}$

Amorçage: $I_g \sim 1 \text{ A} > 0$

Blocage: $I_g \sim -20 \text{ A} < 0$

En résumé : **à l'amorçage : source de courant, au blocage : source de tension**

Remarque :

Le GTO est un interrupteur commandé dont l'utilisation est limitée au contrôle de charges de très forte puissance, au moins 10 kW, sous tension élevée, au moins 800 V. Sa fréquence de fonctionnement est limitée à environ 50 kHz.