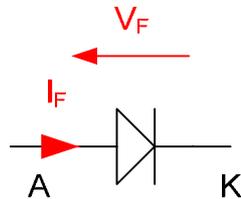


	<h1 style="color: blue;">Thyristor - DIAC - TRIAC</h1>	TSTI

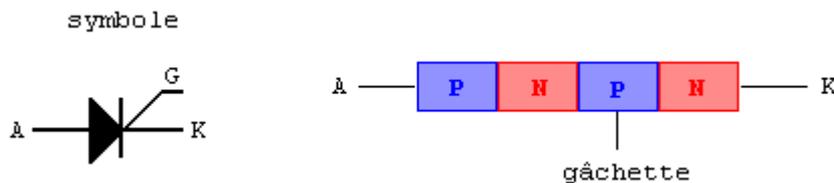
## 1- Le thyristor

Le thyristor est un élément semi-conducteur assez similaire à la diode à jonction, utilisée pour le redressement du courant alternatif. Comme la diode, il **laisse passer le courant électrique dans un seul sens**, de l'anode (A) à la cathode (K).



Cependant, le thyristor possède une troisième électrode: la gâchette (G, en anglais *gate*). Le thyristor ne conduira que si **un courant minimum et positif est fourni à la gâchette**.

On pourrait résumer en disant que le thyristor est **une diode commandée** et plus précisément une **diode de redressement commandée**. En anglais, il est désigné par l'acronyme **SCR**, pour *Silicon Controlled Rectifier* (redresseur commandé au silicium).

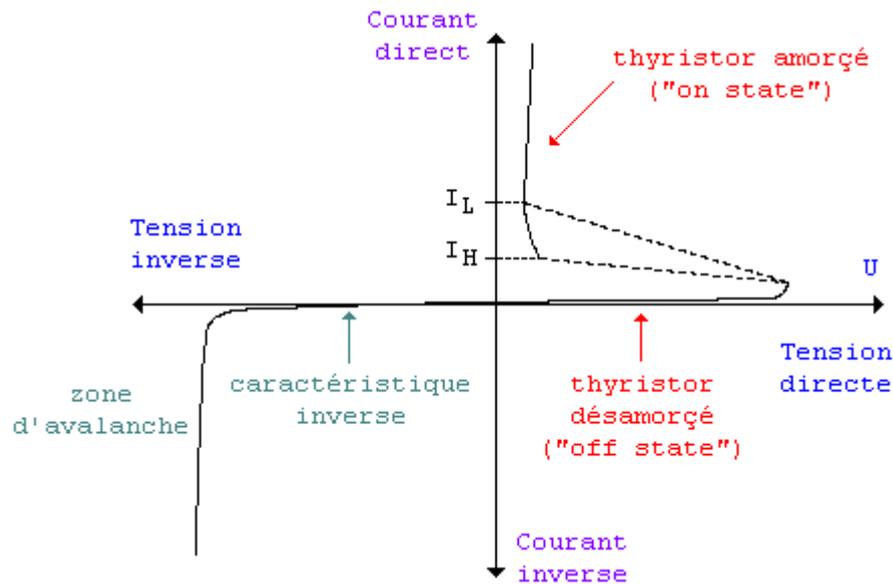


### Constitution et fonctionnement du thyristor

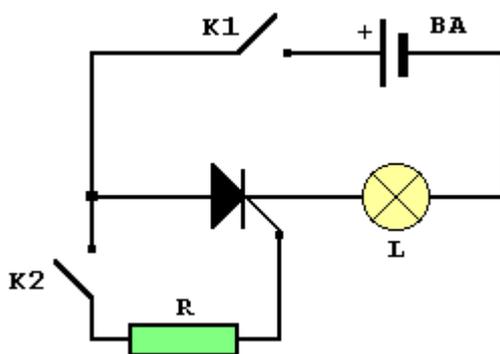
Le thyristor est un semi-conducteur constitué d'un sandwich de quatre couches de silicium, alternativement P et N. Il existe en modèles de faible, moyenne ou forte puissance.

Le thyristor ne conduit que lorsqu'il est "**amorçé**". L'**amorçage**, par le courant de gâchette, peut se faire en courant continu. 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 (on dit en anglais qu'il est *on state*) 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 (on dit en anglais qu'il est *off state*).



Caractéristique d'un thyristor. Pour le rendre conducteur (*on state*), on doit d'abord lui injecter un courant de gâchette suffisant. Ensuite, tant que le courant dans la charge reste supérieur à  $I_L$  (L pour *latch*, verrou), et même en l'absence de courant de gâchette, le thyristor continue de conduire. Pour le bloquer, le courant dans la charge doit descendre sous une valeur  $I_H$  (H pour *hold*, maintien) pendant un temps suffisant. Comparez la caractéristique du thyristor avec celle d'une [diode](#).



Si on ferme l'interrupteur K1, il ne se passe rien! Pour amorcer le thyristor, il faut envoyer une impulsion de courant dans la gâchette du thyristor en fermant l'interrupteur K2 (K1 restant fermé): la lampe L s'allume. Si maintenant on ouvre K2, la lampe continue de briller. Pour l'éteindre, c'est-à-dire bloquer la conduction, il faut ouvrir K1 de manière à faire chuter la d.d.p. anode-cathode à une valeur nulle ou presque.

A noter que si on inverse les polarités de l'alimentation (BA), le thyristor ne s'amorcera pas: il est en effet polarisé, comme une diode.

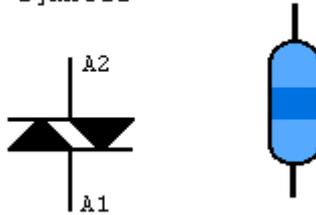
Le thyristor est utilisé en continu ou en alternatif dans les circuits électroniques et électrotechniques de puissance. On y a recours notamment pour faire varier la vitesse des moteurs à courant continu (par exemple, sur certaines locomotives).

## 2- Le diac

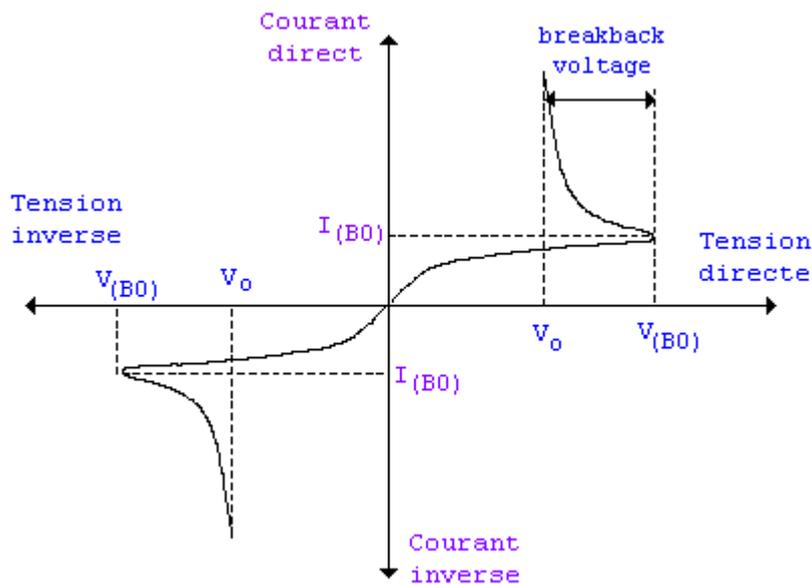
Le diac (**DI**ode **Al**ternating **C**urrent, en anglais) est une diode bidirectionnelle: elle peut être bloquée ou passante dans les deux sens, selon le sens du courant alternatif. Son rôle essentiel est de servir au déclenchement d'un triac.



symbole



Le diac ne conduit pas le courant (à l'exception d'un courant de fuite négligeable) tant que sa tension nominale n'est pas atteinte. Cette tension (*breakover voltage*, en anglais) se situe, suivant le modèle, vers 32 ou 40 V. Lorsque cette tension est atteinte, il se produit un phénomène de conduction en avalanche et la tension de seuil du composant chute aux alentours de 5 V (valeur typique). Le courant qui traverse le diac est alors suffisant pour déclencher un triac.



Caractéristique d'un diac. Le diac bloque les tensions dans les deux sens, jusqu'à ce que sa tension nominale (*breakover Voltage*)  $V_{(BO)}$  soit atteinte. La tension de sortie  $V_o$  chute alors à une valeur bien moindre.

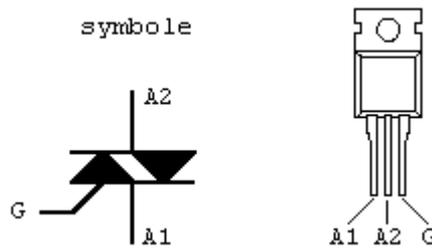
Prix indicatif d'un diac 32 V: environ 0,50 euro.

### 3 - Le triac

Le **triac** (*TRIode Alternating Current*, en anglais) est un dispositif semi-conducteur à trois électrodes qui autorise la mise en conduction et le blocage des deux alternances d'une tension alternative, en général celle du secteur 230 V. Le triac peut passer d'un état bloqué à un régime conducteur **dans les deux sens** de polarisation, et repasser à l'état bloqué par inversion de tension (passage par le "zéro secteur", *zero crossing* en anglais) ou par diminution de la valeur du courant de maintien.

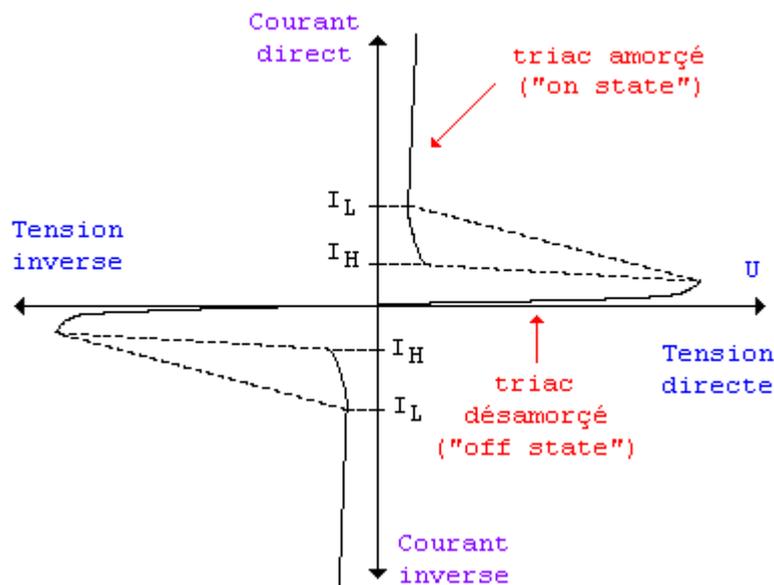


Par analogie on pourrait dire qu'un triac est constitué de deux thyristors montés "tête-bêche" :



Les trois électrodes du triac sont dénommées gâchette (électrode de commande, appelée *gate* en anglais), et A1 et A2 (pour Anodes 1 et 2) ou, en anglais, MT1 et MT2 (*Main Terminals*). Ces deux dernières électrodes assurent la conduction principale.

Le principe de fonctionnement du triac est le suivant: un courant de commande très faible (environ 50 mA) déclenche le triac, qui reste amorcé jusqu'au passage par zéro de la sinusoïdale secteur. La puissance fournie à la charge est maximale lorsque le déclenchement a lieu juste après le passage par zéro de la tension alternative, mais en retardant l'impulsion de déclenchement, on peut faire varier à volonté l'intensité appliquée à la charge.



Le triac est avant tout destiné à piloter des charges raccordées au secteur 230 V, par exemple une ampoule (charge non-inductive) ou un moteur électrique (charge inductive). Il permet de réaliser des gradateurs (variateurs) de lumière, des variateurs de vitesse pour les moteurs des appareils électro-ménagers ou de bricolage; il permet aussi, associé à un capteur (photorésistance...) de commander un dispositif de commutation ou de régulation (chauffage, électrovanne...) par ouverture ou fermeture du circuit. Les applications, on le voit, sont diverses et nombreuses.

**Attention!** Il convient d'insister sur le fait que le triac, même s'il est d'un fonctionnement très sûr, est un composant à manipuler avec de grandes précautions, dans la mesure où il est relié au secteur. Dès qu'un montage est relié au secteur, **pensez sécurité!**

## Fiche technique d'un triac

Voici un extrait de la fiche technique (en anglais, une fois de plus...) d'un modèle de triac très répandu:

**Triac BTA/BTB08-800B** (general purpose AC switching and phase control operation)

Symbol	Parameter	Value	Unit
$V_{DRM}$	Repetitive peak off-state voltage	800	V
$I_{GT}$	Gate trigger current	$T_j = 25\text{ °C}$ 5 to 50	mA
$I_{T(RMS)}$	RMS on-state current (full sine wave)	$T_c = 100\text{ °C}$ 8	A
$I_{TSM}$	Non repetitive surge peak on-state current (full cycle)	$t = 20\text{ ms}$ 80	A
$I_{GM}$	Peak gate current	$T_j = 125\text{ °C}$ 4	A

Ce modèle supporte des tensions pouvant atteindre 800 V. Il est commandé par un courant de gâchette  $I_{GT}$  allant de 5 à 50 mA et il peut délivrer 8 ampères (valeur efficace), voire des pointes (non répétitives) de 80 ampères. Sur le modèle référencé BTA, la languette métallique du boîtier TO-220 est isolée, ce qui n'est pas le cas pour le modèle BTB (la languette métallique est reliée à A2).

Prix indicatif d'un triac: de 1 à 1,5 euro pièce.

## 4 - Utilisation du triac en gradateur

Pour une utilisation du triac en gradateur, on recourt souvent à un réseau RC, le cas échéant associé à un diac, diode bidirectionnelle permettant d'obtenir un déphasage encore plus important. On fait varier l'intensité dans la charge par l'intermédiaire de la résistance variable.

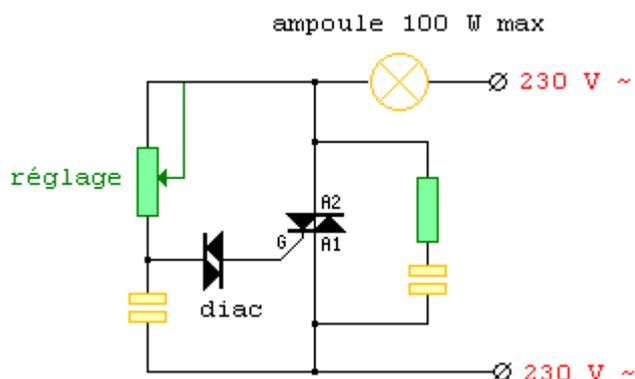


Schéma de principe d'un triac utilisé en gradateur, ici associé à un diac. Le potentiomètre de réglage permet de faire varier l'intensité lumineuse de l'ampoule (100 W maxi).



Deux points importants: dans le cas d'une charge inductive (moteur...), il est nécessaire de rajouter un circuit de protection du triac, en branchant en parallèle une résistance et un condensateur, et un circuit d'antiparasitage, comportant une self accompagnée ou non de condensateurs. De plus, dès que la puissance dépasse 100 W, le triac doit être équipé d'un dissipateur (radiateur).

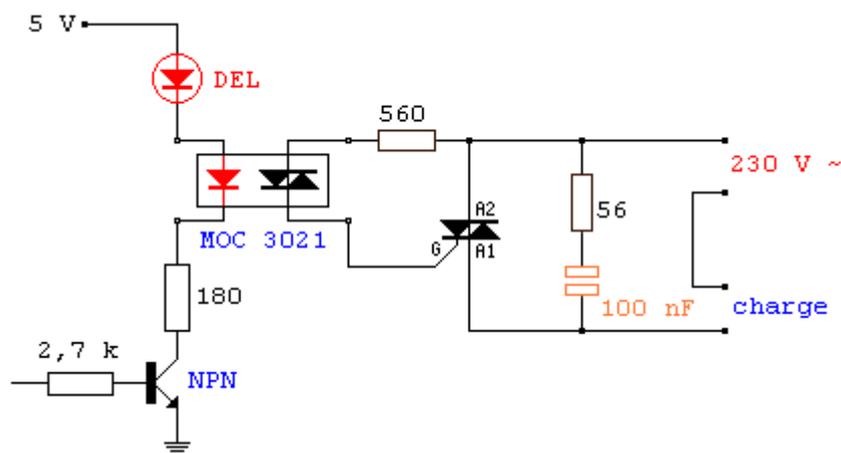
Enfin, il ne faut jamais oublier que le triac **est directement relié au secteur** et qu'il convient par conséquent de prendre à cet égard toutes les précautions utiles, à commencer par une parfaite isolation du montage.

## 5 - Utilisation du triac en commutateur

Pour une utilisation du triac en commutateur, il est préférable de faire appel à un composant spécialisé, l'**opto-triac**, encore appelé photo-coupleur (référence MOC 3041, par exemple), qui est conçu pour cette application et qui dispose en outre de deux avantages appréciables:

une isolation de 7500 V et un courant de commande de l'ordre de 10 mA seulement.

La mise en oeuvre de ce dispositif est des plus simples, puisqu'il suffit d'appliquer un niveau positif basse tension sur la DEL de l'opto-triac, qui commande à son tour le triac. L'opto-triac fait donc figure d'interface, en quelque sorte, entre le circuit de commande et le circuit commandé.



Commande du triac par opto-triac pour une utilisation en commutateur.