

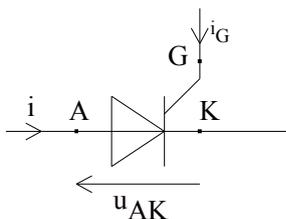
**TP 19 : Etude du thyristor**  
**Redressement avec un transformateur à point milieu**

Les objectifs du TP sont :

- découvrir le thyristor,
- câbler un montage contenant deux thyristors à cathodes communes, avec leurs commandes appropriées.

## I Etude du thyristor

### 1.1 Symbole, description et fonctionnement d'un thyristor (à lire)



Le thyristor possède trois électrodes :

- l'**anode** A,
- la **cathode** K,
- la **gâchette** G.

Les deux premières sont analogues à celles d'une diode et la gâchette permet de commander la **mise en conduction** (ou **amorçage**) du thyristor.

Comme la diode, le thyristor est un composant **unidirectionnel en courant** : le courant ne peut passer que dans le sens anode- cathode, soit  $i \geq 0$ .

**Conditions d'amorçage du thyristor** : pour que le thyristor s'amorce, il faut simultanément les deux conditions :

$$u_{AK} > 0$$

$$i_G > i_{GT}$$

$i_{GT}$  est le **courant d'amorçage**. Il correspond à la valeur minimale du courant  $i_G$  permettant l'amorçage certain du thyristor.

Il faut maintenir la deuxième condition ( $i_G > i_{GT}$ ) jusqu'à ce que le courant  $i > i_L$

$i_L$  s'appelle le **courant d'accrochage** du thyristor.

Une fois amorcé, le thyristor se comporte comme une diode :  $u_{AK} = u_s$  et  $i > 0$

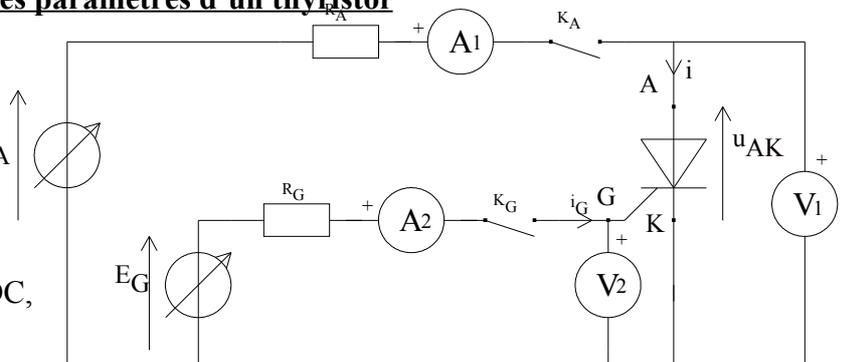
$u_s$  correspond à la **tension de seuil** du thyristor.

**Condition de blocage (ou extinction) du thyristor** : pour que le thyristor se bloque, il faut l'une ou l'autre des conditions suivantes :

- soit parce que  $i$  devient inférieur à  $i_H$  appelé **courant de maintien** du thyristor. On parle alors de **commutation naturelle** du thyristor,
- soit parce qu'on applique une tension  $u_{AK}$  négative pendant une durée  $t_q$  (**temps de désamorçage** du thyristor. Quelques centaines de microsecondes). On parle alors de **commutation forcée**.

### 1.2 Mesures des paramètres d'un thyristor

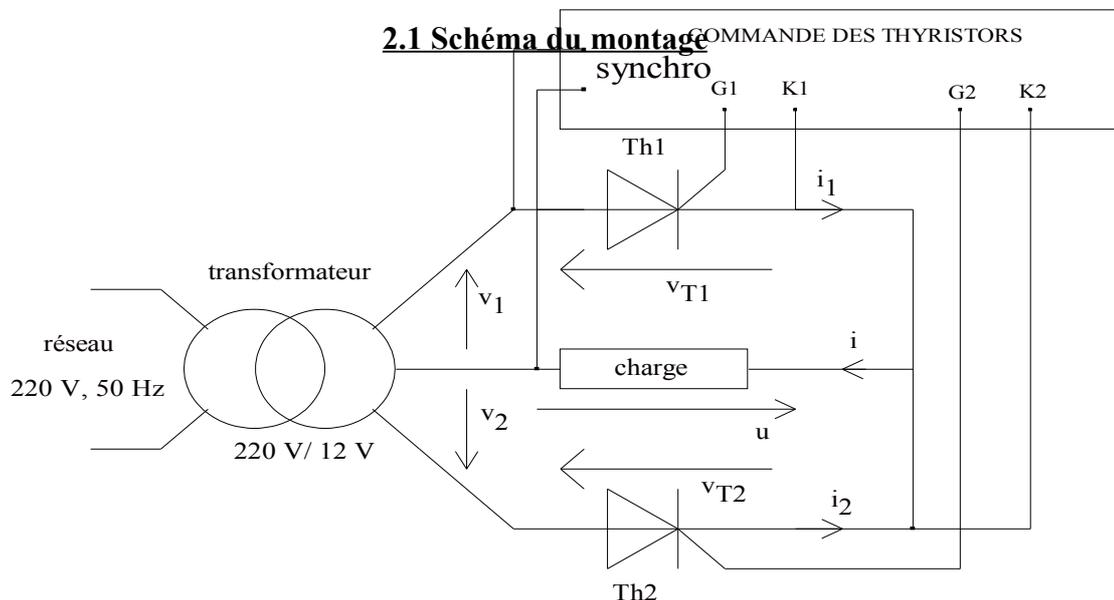
$E_A$  et  $E_G$  : deux alimentations continues réglables,  $R_A = 680 \Omega$ ,  $R_G = 470 \Omega$ ,  
 $K_A$  et  $K_G$  : deux interrupteurs (prenez des  $E_A$  petits fils en guise d'interrupteurs),  
 A1 : ampèremètre magnétoélectrique, en position DC, calibre 30 mA  
 A2 : ampèremètre numérique en position DC, calibre 20 mA,  
 V1 et V2 : deux voltmètres en position DC.



1- **Précisez** quels courants et quelles tensions mesurent chacun des appareils.

- 2- **Réalisez** le montage (hors tension et interrupteurs ouverts), et **appelez** votre professeur (**1<sup>er</sup> appel**).
- 3- 1<sup>ère</sup> expérience :
- **réglez**  $E_A$  à 15 V,  $E_G$  à 0 V. **Fermez**  $K_A$  et **laissez** ouvert  $K_G$ .
  - **mesurez** les deux tensions et les deux courants.
  - Le thyristor **est-il** amorcé ? **Comment** se comporte-t-il alors entre l'anode et la cathode ?
- 4- 2<sup>ème</sup> expérience :
- **laissez**  $E_A$  à 15 V,  $E_G$  à 0 V et  $K_A$  fermé. **Fermez**  $K_G$ .
  - Augmentez progressivement  $E_G$  jusqu'à ce que le thyristor s'amorce (c'est-à-dire jusqu'à ce que  $i$  croisse d'un coup).
  - **mesurez** la valeur minimale de  $i_G$ , notée  $i_{GT}$ , provoquant l'amorçage certain (pour cela, vous ferez cinq mesures de  $i_G$  et prendrez la valeur la plus grande).
  - **Mesurez** la tension  $u_{AK}$ . A quoi correspond cette valeur ?
  - **Mesurez** la tension  $u_{GK}$ . Elle correspond à la valeur notée  $V_{GT}$  dans les documentations constructeur.
- 5- 3<sup>ème</sup> expérience : le thyristor est amorcé avec l'expérience précédente. **Ouvrez**  $K_G$ .
- **mesurez** les deux tensions et les deux courants.
  - **Comment** se comporte le thyristor, lorsqu'il est passant, vu entre son anode et sa cathode ?
- 6- 4<sup>ème</sup> expérience : le thyristor est passant avec l'expérience précédente ( $K_G$  est ouvert,  $K_A$  est fermé)
- **Diminuez** progressivement  $E_A$  jusqu'au désamorçage du thyristor ( $i$  passe brusquement à zéro).
  - **Notez** la valeur de  $i_A$  juste avant le désamorçage (refaites l'expérience au besoin). A quoi correspond cette valeur ?
- 7- **Concevez** et réalisez une expérience permettant de mesurer le courant d'accrochage du thyristor.

## II Redressement commandé avec un transformateur à point milieu



1- **Indiquez** sur un schéma les branchements de l'oscilloscope à réaliser pour visualiser  $v_1(t)$ ,  $u(t)$ ,  $v_{T1}(t)$ ,  $i_1(t)$  et  $i(t)$  (utilisez une sonde pour les courants. Placez les tensions sur la voie 1, les courants sur la voie 2.).

2- **Placez** également sur ce schéma l'appareil permettant de mesurer  $\langle u \rangle$ , la valeur moyenne de la tension aux bornes de la charge. Vous préciserez le type d'appareil, ainsi que sa position.

## 2.2 Débit sur charge résistive

La charge est un rhéostat de  $33 \Omega$  réglé au maximum.

**Bien prendre  $v_1$  comme tension de synchronisation** si l'on veut que les thyristors s'amorcent.

En effet, la commande des thyristors génère des impulsions sur les gâchettes :

- avec un retard  $t_1$  par rapport au passage par 0 en croissant de la tension  $v_1$  pour  $Th_1$  ;
- avec un retard  $t_2 = t_1 + T/2$  par rapport au passage par 0 en croissant de la tension  $v_1$  pour  $Th_2$ .

**La mise sous tension se fait dans l'ordre : puissance, puis commande.**

**La mise hors tension se fait dans l'ordre inverse.**

1- **Réalisez** le montage (hors tension évidemment), et **appelez** votre professeur (**2<sup>ème</sup> appel**).

2- **Relevez**, pour  $t_1 \approx 4$  ms , les oscillogrammes sur une période de  $v_1(t)$ ,  $u(t)$ ,  $v_{Th1}(t)$ ,  $i_1(t)$  et  $i(t)$  **en synchronisant l'oscilloscope sur un front montant du réseau** (réglages du déclenchement de l'oscilloscope : mode LINE ( $\sim$ ) et front montant).

3- **Indiquez** en bas de la feuille d'oscillogramme les intervalles de conduction et de blocage de chaque thyristor.

4- **Mesurez**  $\langle u \rangle$  pour différentes valeurs de  $t_1$  variant de 0 à 10 ms (complétez le tableau du document réponse).

5- **Tracez**  $\langle u \rangle = f(\alpha)$ , où  $\alpha = \omega t_1$  , est l'angle de retard à l'amorçage et  $\omega$  la pulsation de  $v(t)$ .

Vous exprimerez  $\alpha$  en degré.

### DOCUMENT REponse

	$t_1$ (ms)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
mesures	$\langle u \rangle$ (V)											
calculs	$\alpha = \omega t_1$ (rad)											
	$\alpha$ (°)											

Remarque : la mesure de  $\alpha$  peut aussi s'effectuer expérimentalement avec la méthode dite des neuf carreaux.