

Gradateur

I. Définition et symbole

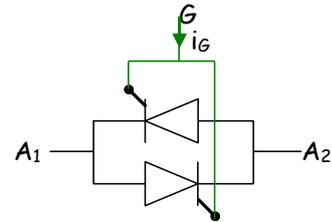
Un gradateur est un convertisseur statique alternatif-alternatif. Il permet de produire une tension alternative de valeur efficace réglable à partir d'une tension alternative. La tension en sortie a même fréquence  $f$  que la tension en entrée. Sa valeur efficace est inférieure à celle de la tension d'entrée.



II. Gradateur monophasé

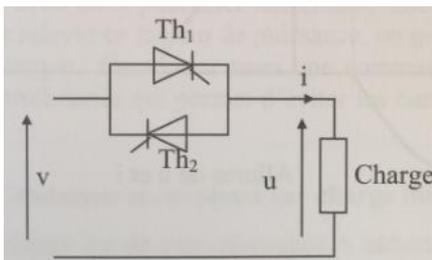
II.1. Structure élémentaire

Un gradateur est constitué de deux thyristors montés tête bêche. Les deux thyristors sont commandés de manière symétrique.



II.2. Débit sur une charge résistive

Montage et analyse:



- **de 0 à  $\alpha$ :**  
 $v > 0$  donc seul  $Th_1$  peut-être amorcé ( $Th_2$  est donc bloqué). Comme il ne l'est pas,  $Th_1$  est bloqué. Ainsi  $i = 0$  et  $u = 0$

- **de  $\alpha$  à  $\pi$ :**  
 $V > 0$  et  $Th_1$  a été amorcé. Il conduit. On en déduit  $u = v$  et  $i = u / R = v / R$

- **de  $\pi$  à  $\pi + \alpha$ :**  
Le courant  $i$  s'annule donc  $Th_1$  se bloque. Comme  $v < 0$ , seul  $Th_2$  peut-être amorcé. Comme il ne l'est pas, il reste bloqué.

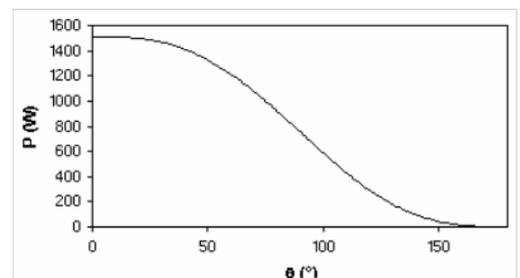
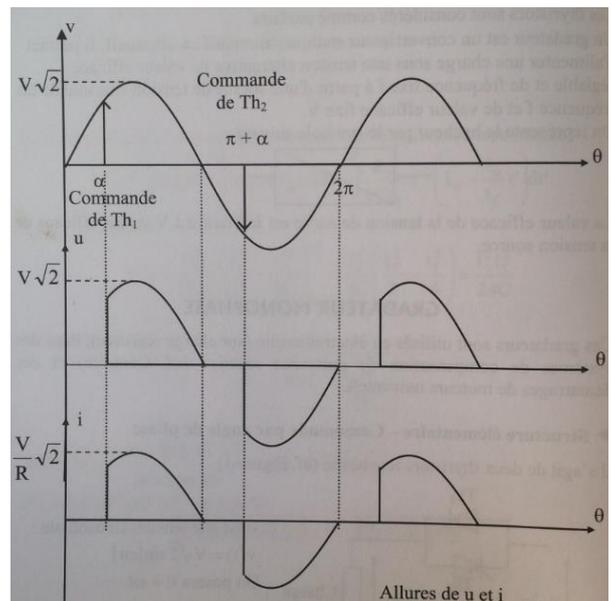
- **de  $\pi + \alpha$  à  $2\pi$ :**  
 $v < 0$  et on amorce  $Th_2$  qui conduit. On a donc  $u = v$

On montre que la valeur efficace de  $u$  est  $U = V \sqrt{1 - \frac{\alpha}{\pi} + \frac{\sin 2\alpha}{2\pi}}$  où  $V$  représente la valeur efficace de  $v$ .

On en déduit la valeur efficace de  $i$  ( $I = \frac{U}{R}$ ) et la puissance consommée par la charge  $p = U \times I$ .

Exemple d'application : commande de chauffage d'un radiateur

Chronogrammes :



### II.3. Débit sur une charge inductive

On reprend le montage du II.2 mais on remplace la charge résistive par une charge inductive (inductance + résistance). La présence de l'inductance retarde l'annulation du courant et donc le blocage des thyristors par rapport à l'annulation de la tension d'alimentation  $v$ .

En régime sinusoïdal, le retard du courant  $i$  sur la tension  $v$  est  $\varphi = \tan^{-1}(\frac{L\omega}{R})$ . Il y a donc deux cas possibles : soit  $\varphi < \alpha$  soit  $\varphi > \alpha$ .

#### Cas 1 : $\varphi < \alpha$

##### Analyse :

- de 0 à  $\theta_1$  :

$i < 0$  : le thyristor  $Th_2$  conduit ( $Th_1$  bloqué) donc  $u = v$ .

- de  $\theta_1$  à  $\alpha$  :

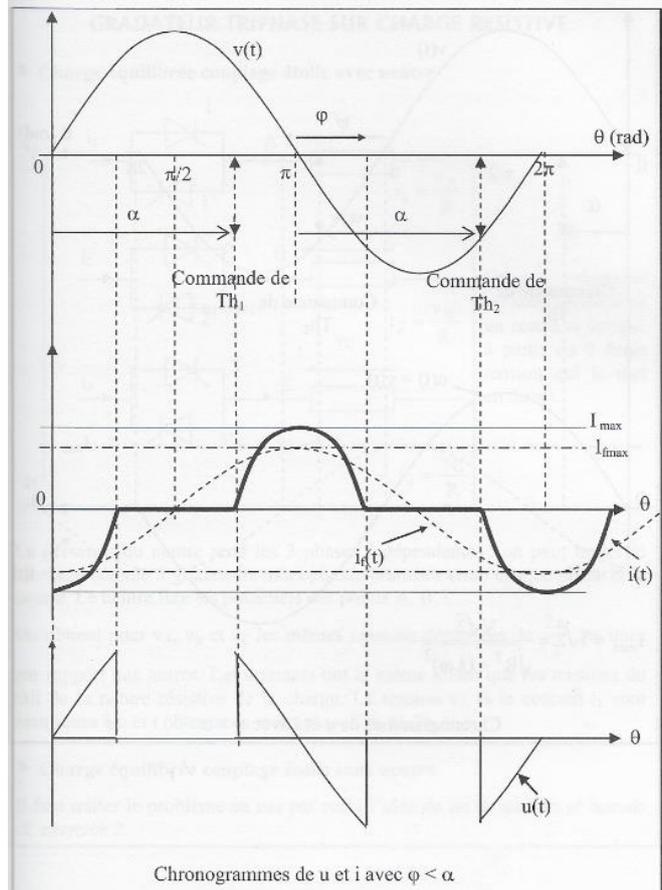
$i$  change de signe et  $i$  devient positif.  $Th_2$  se bloque. Comme  $Th_1$  n'est pas amorcé, il est également bloqué. On a donc  $u = 0$  et  $i = 0$ .

- pour  $\theta = \alpha$  :

$v > 0$  et  $Th_1$  est amorcé : il conduit et  $u = v$

Remarque : - on sera dans cette configuration de manière certaine si  $\alpha > \pi/2$  (car  $\varphi$  vaut au maximum  $\pi/2$  pour une inductance pure)

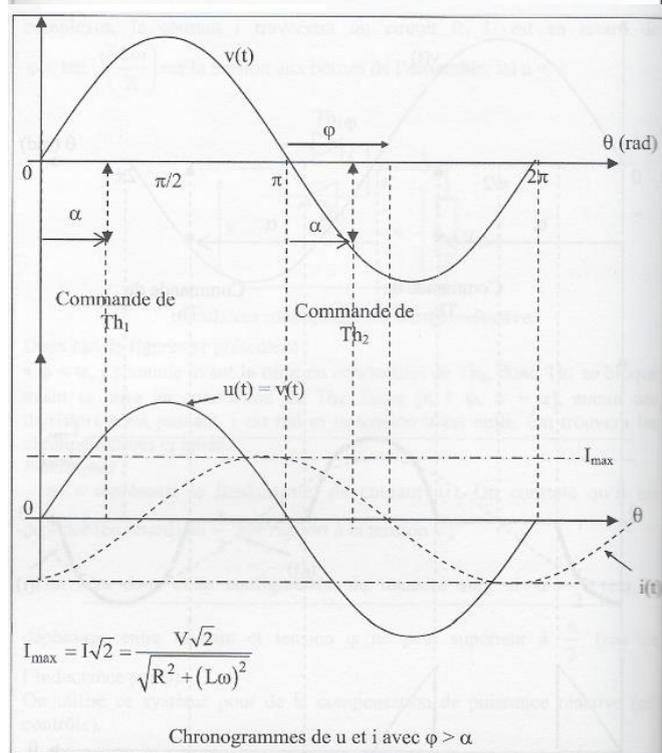
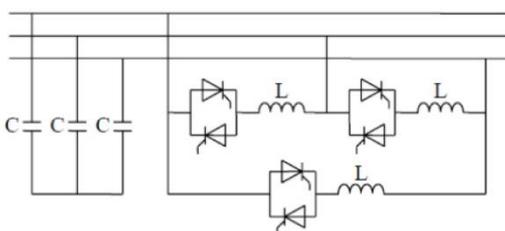
##### Chronogrammes :



#### Cas 2 : $\varphi > \alpha$

Dans ce cas, le courant ne s'annule pas avant la mise en conduction du deuxième thyristor. Le premier thyristor ne se bloque que lors de la mise en conduction du deuxième. Les deux thyristors seront donc en conduction tour à tour et  $u = v$ .

Exemple d'application : redressement du facteur de puissance



en