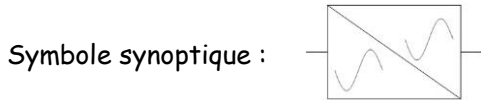


Gradateur

I. Définition et symbole

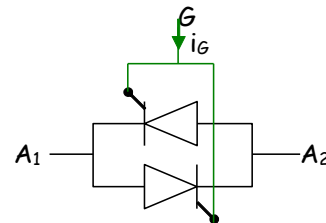
Un gradateur est un convertisseur statique alternatif-alternatif. Il permet de produire une tension alternative de valeur efficace réglable à partir d'une tension alternative. La tension en sortie a même fréquence f que la tension en entrée. Sa valeur efficace est inférieure à celle de la tension d'entrée.



II. Gradateur monophasé

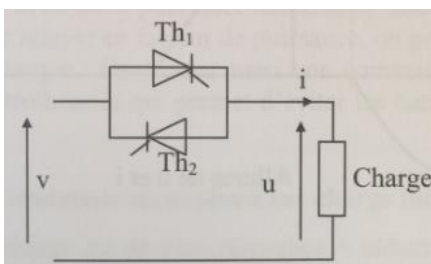
II.1. Structure élémentaire

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 α :**
 $v > 0$ 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 α à π :**
 $V > 0$ et Th_1 a été amorcé. Il conduit. On en déduit $u = v$ et $i = u / R = v / R$

- **de π 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.

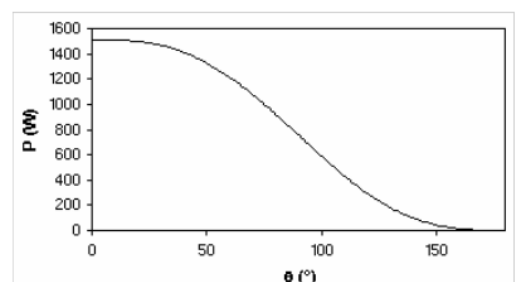
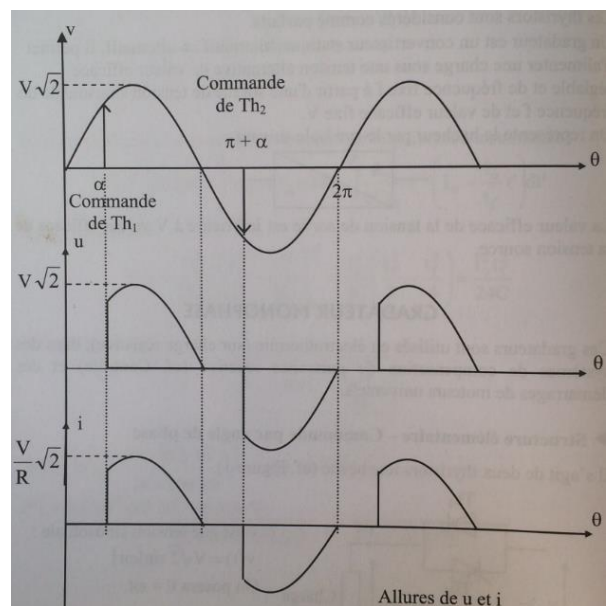
- **de $\pi + \alpha$ à 2π :**
 $v < 0$ et on amorce Th_2 qui conduit. On a donc $u = v$

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 $\varphi = \tan^{-1} \left(\frac{L\omega}{R} \right)$. Il y a donc deux cas possibles : soit $\varphi < \alpha$ soit $\varphi > \alpha$.

Cas 1 : $\varphi < \alpha$

Analyse :

- de 0 à θ_1 :

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

- de θ_1 à α :

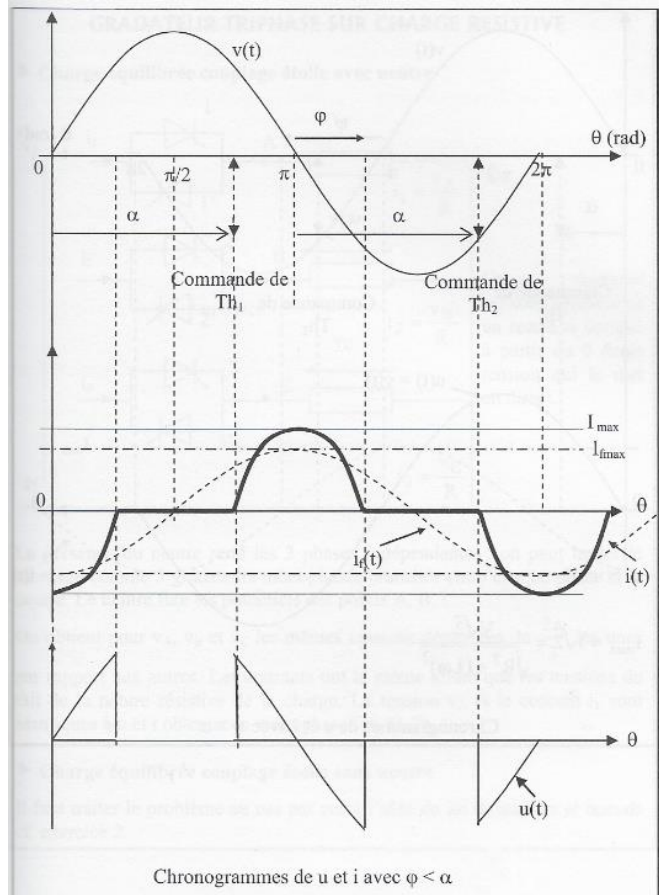
i change de signe et i devient positif. Th_2 se bloque. Comme Th_1 n'est pas amorcé, il est également bloqué. On a donc $u = 0$ et $i = 0$.

- 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 φ vaut au maximum $\pi/2$ pour une inductance pure)

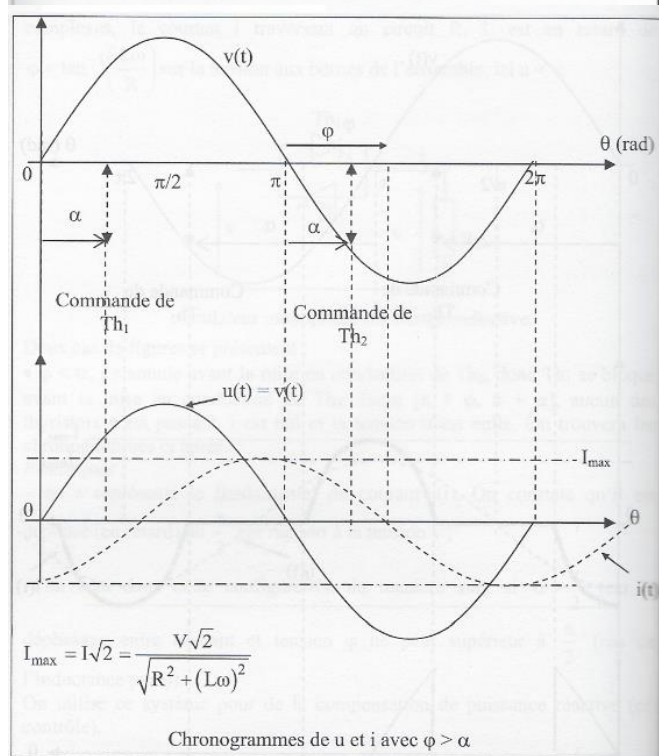
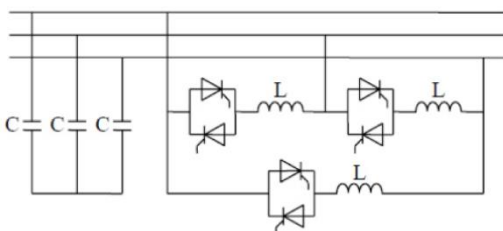
Chronogrammes :



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