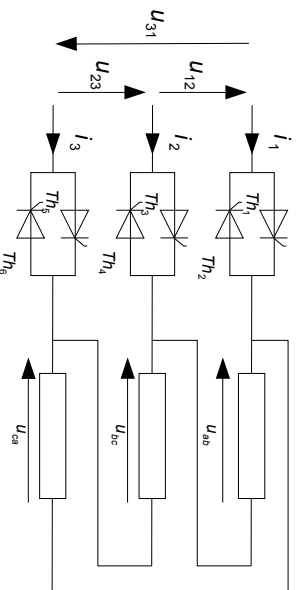


Le gradateur triphasé

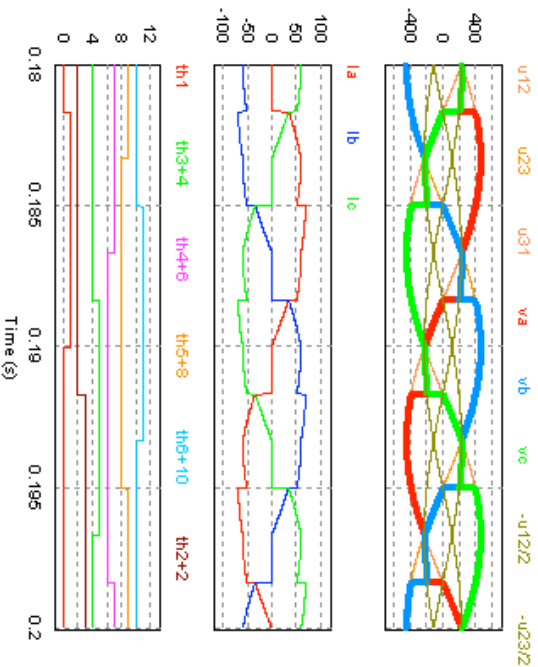
- 1° Comment disposer les interrupteurs
- 2° Trois interrupteurs sur charge étoile
- 3° Trois interrupteurs sur charge triangle
- 4° Interrupteurs avals en triangle
- 5° Montage économique
- 6° Applications

3° Trois interrupteurs sur charge triangle



3° Trois interrupteurs sur charge triangle

a) Observation du fonctionnement :



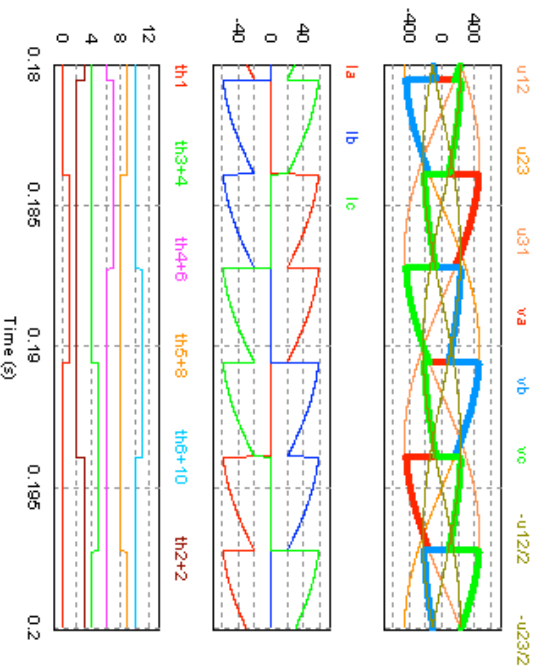
Tensions aux bornes des charges

Les courbes observées ci-contre ont été obtenues avec un retard à l'amorçage de $\alpha_0=30^\circ$. On applique un train d'impulsion de commande I_{oi} ($1/3$ de la période).

Thyristors en conduction

3° Trois interrupteurs sur charge triangle

a) Observation du fonctionnement :



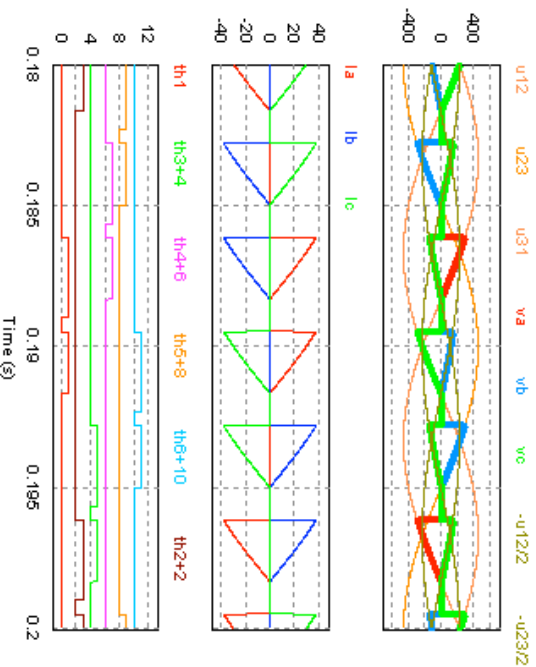
Tensions aux bornes des charges

Les courbes observées ci-contre ont été obtenues avec un retard à l'amorçage de $\alpha_0=70^\circ$. On applique un train d'impulsion de commande I_{oi} ($1/3$ de la période).

Thyristors en conduction

3° Trois interrupteurs sur charge triangle

a) Observation du fonctionnement :



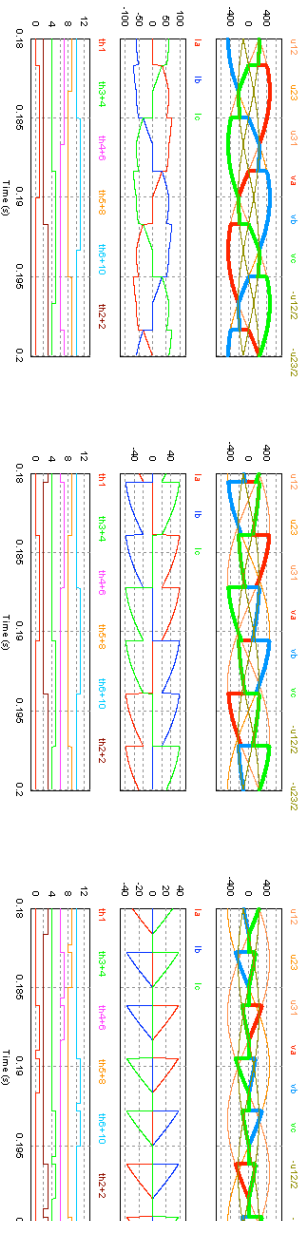
Tensions aux bornes des charges

Les courbes observées ci-contre ont été obtenues avec un retard à l'amorçage de $\alpha_0=110^\circ$. On applique un train d'impulsion de commande $\text{ion} (1/3 \text{ de la période})$.

Thyristors en conduction

3° Trois interrupteurs sur charge triangle

a) Observation du fonctionnement :



Retard à l'amorçage
entre 0 et 60°

Fonctionnement en **mode 1**

Retard à l'amorçage
entre 60° et 90°

Fonctionnement en **mode 2**

Retard à l'amorçage
entre 90° et 150°

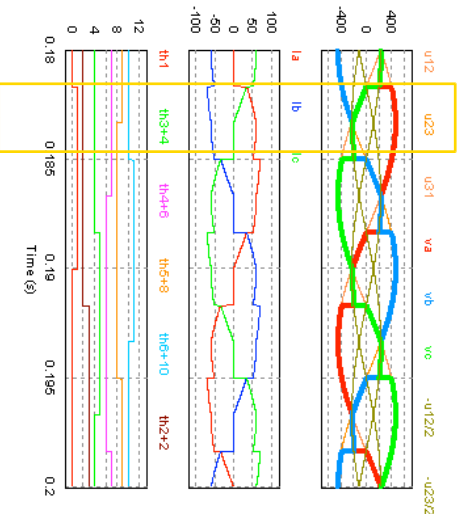
Fonctionnement en **mode 3**

Pour s'assurer du bon fonctionnement, surtout en mode 3, les trains d'impulsions de commande des thyristors doivent être sensiblement d'une durée d'un tiers de période. En effet, On peut voir qu'il est possible que le courant s'arrête puis reprenne un peu plus tard.

3° Trois interrupteurs sur charge triangle

b) Description des séquences de fonctionnement :

Fonctionnement en **mode 1** (α_0 compris entre 0° et 60°)



Comme pour le mode 1, on retrouve une répétition tous les 120° une symétrie par phase décalée de 180° .

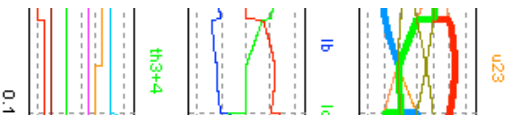
On va donc également étudier le fonctionnement sur 1/6 de période.

Le plus simple est de faire cette étude de α_0 à $\alpha_0 + 60^\circ$.

3° Trois interrupteurs sur charge triangle

b) Description des séquences de fonctionnement :

Fonctionnement en **mode 1**



Sur l'intervalle restant, on peut compter deux séquences de fonctionnement.

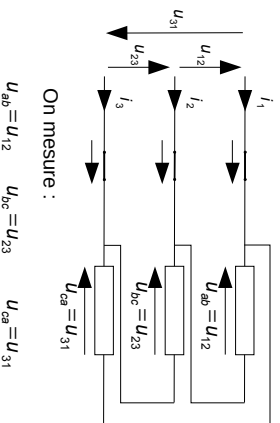
De α_0 à 60°

Avant l'instant α_0 Th4 et Th5 conduisaient.

A l'instant α_0 on commande le thyristors Th1

Comme sa tension est alors positive, il s'amorce.

Les deux autres thyristors en conduction ne sont pas affecté par ce changement



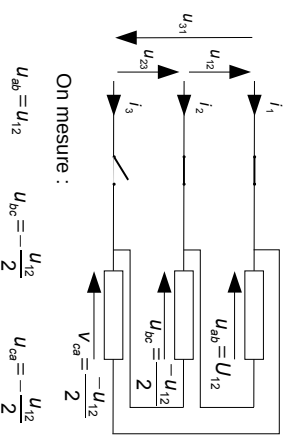
De 60° à $\alpha_0 + 60^\circ$

Avant l'instant 60° Th1, Th4 et Th5 conduisaient.

A l'instant 60° le courant s'annule dans la branche 3.

Th5 se bloque.

Th1 et Th4 continuent de conduire.



3° Trois interrupteurs sur charge triangle

b) Description des séquences de fonctionnement :

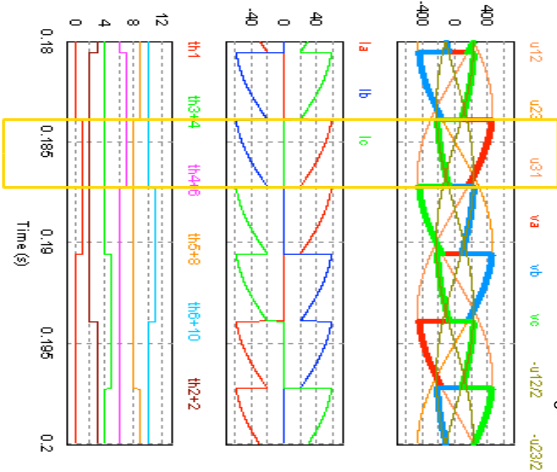
Généralisons l'étude au reste de la période :

	a_0 60	60° a_0+60	a_0+60 120	120 a_0+120	a_0+120 180	180 a_0+180	a_0+180 240	240 a_0+240	a_0+240 300	300 a_0+300	a_0+300 360
Th1											
Th2											
Th3											
Th4											
Th5											
Th6											
U_{ab}											
U_{bc}											
U_{ca}											

3° Trois interrupteurs sur charge triangle

b) Description des séquences de fonctionnement :

Fonctionnement en **mode 2** (a_0 compris entre 60° et 90°)



Comme pour le mode 1, on retrouve une répétition tous les 120° une symétrie par phase décalée de 180°.

On va donc également étudier le fonctionnement sur 1/6 de période.

Le plus simple est de faire cette étude de a_0 à a_0+60° .

3° Trois interrupteurs sur charge triangle

b) Description des séquences de fonctionnement :

Fonctionnement en **mode 2**

Sur l'intervalle restant, il n'y a qu'une séquence de fonctionnement.

De a_0 à a_0+60°

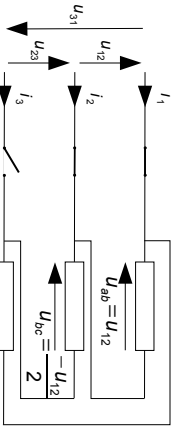
Avant l'instant a_0 , Th4 et Th5 conduisaient.

A l'instant a_0 On commande Th1.

Comme sa tension était positive il s'amorce.

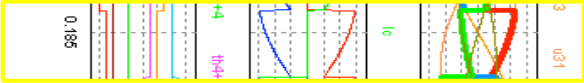
L'amorçage de Th1 détourne le courant qui passait dans Th5.

Th5 privé de courant se bloque.



On mesure :

$$U_{ab} = U_{12} \quad U_{bc} = \frac{-U_{12}}{2} \quad U_{ca} = \frac{-U_{12}}{2}$$



3° Trois interrupteurs sur charge triangle

b) Description des séquences de fonctionnement pour le mode 2:

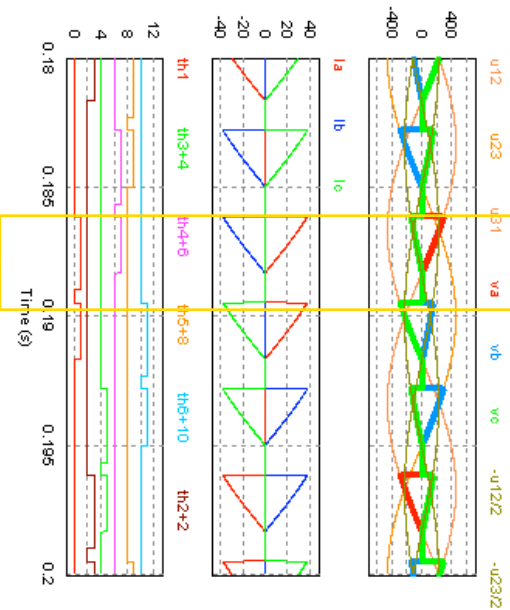
Généralisons l'étude au reste de la période :

	a_0 a_0+60	a_0+60 a_0+120	a_0+120 a_0+180	a_0+180 a_0+240	a_0+240 a_0+300	a_0+300 a_0+360
Th1						
Th2						
Th3						
Th4						
Th5						
Th6						
U_{ab}						
U_{bc}						
U_{ca}						

3° Trois interrupteurs sur charge triangle

b) Description des séquences de fonctionnement :

Fonctionnement en **mode 3** (a_0 compris entre 90° et 150°)



Comme pour les mode 1 et 2, on retrouve une répétition tous les 120° et une symétrie par phase décalée de 180° .

On va donc également étudier le fonctionnement sur 1/6 de période.

Le plus simple est de faire cette étude de a_0 à $a_0 + 60$

3° Trois interrupteurs sur charge triangle

b) Description des séquences de fonctionnement :

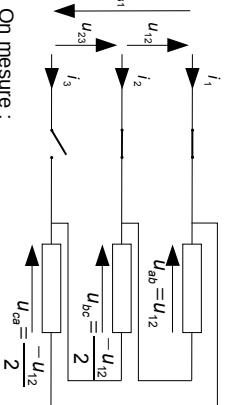
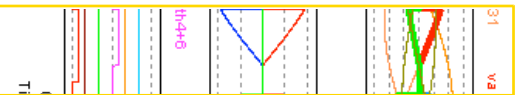
Fonctionnement en **mode 3**

Sur l'intervalle restant, on peut compter deux séquences de fonctionnement.

De a_0 à 150°

Avant l'instant a_0 aucun thyristor ne conduit, mais Th4 reçoit toujours des impulsions de commande. (les thyristors doivent être commandé par un train d'impulsions de 150°)

On commande alors Th1 dont la tension est positive. Il se met à conduire. Th4 dont la tension est aussi positive se remet à conduire.



On mesure :

$$u_{ab} = u_{12} \quad u_{bc} = -\frac{u_{12}}{2} \quad u_{ca} = -\frac{u_{12}}{2}$$

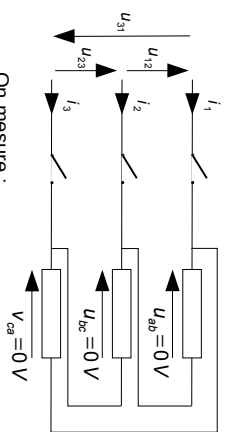
De 150° à $a_0 + 60^\circ$

Avant l'instant 150° Th1 et Th4 conduisaient.

A l'instant 150° les courants dans Th1 et Th4 s'annulent. Ils se bloquent.

Toutefois, on continue d'envoyer des impulsions sur Th1. Il pourra se réamorcer si une autre branche permet le passage du courant.

Aucun thyristor ne conduit



On mesure :

$$u_{ab} = 0 \text{ V} \quad u_{bc} = 0 \text{ V} \quad u_{ca} = 0 \text{ V}$$

3° Trois interrupteurs sur charge triangle

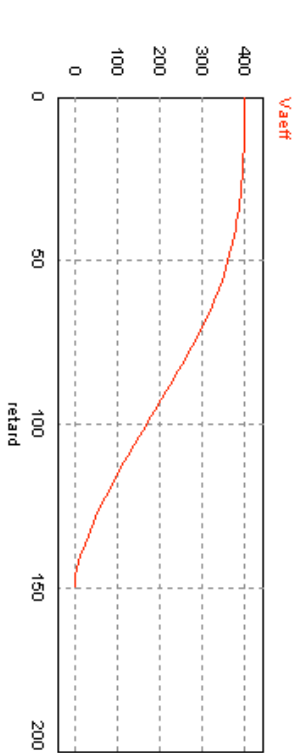
b) Description des séquences de fonctionnement :

Généralisons l'étude au reste de la période :

	a_0 60	60° a_0+60	a_0+60 120	120° a_0+120	a_0+120 180	180° a_0+180	a_0+180 240	240° a_0+240	a_0+240 300	300° a_0+300	a_0+300 360	360° a_0+360
Th1												
Th2												
Th3												
Th4												
Th5												
Th6												
U_{ab}												
U_{bc}												
U_{ca}												

3° Trois interrupteurs sur charge triangle

c) Valeur efficace : synthèse



Si on a observé trois modes de fonctionnements différents qui imposent trois fonctions pour exprimer le valeur efficace.
On peut voir que la variation est en fait une fonction continue et permet un réglage de la tension de sor de 0 à U la tension composée du réseau d'alimentation. en agissant sur le retard.