

MODULATION D'ÉNERGIE, VARIATION DE VITESSE

I/ INTRODUCTION, DÉFINITIONS

Certains systèmes nécessitent, en exploitation, une variation de puissance. Celle-ci peut être obtenue en utilisant des variateurs mécaniques, mais le rendement est souvent mauvais c'est pourquoi les solutions adoptées sont généralement électriques.

Une des caractéristiques de ces préactionneurs est donc de disposer d'un rendement maximum ce qui exclut l'utilisation de structures de type potentiométrique :

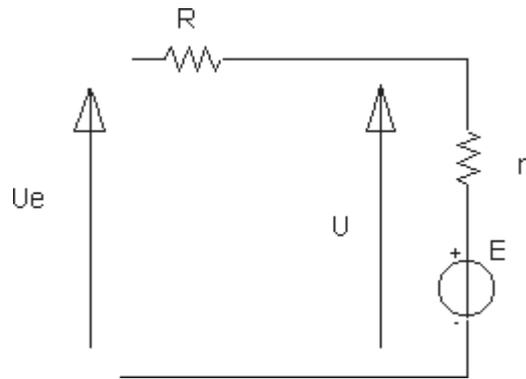
Supposons la structure ci-contre ayant pour rôle d'abaisser la valeur de U grâce à la résistance R .

La vitesse de rotation N du moteur formé par r et E , dépend de la valeur de E ($E=k.N$)

Or $E=U-(r+R)*I$ à couple constant I est constant ($C=k.I$) donc la vitesse change.

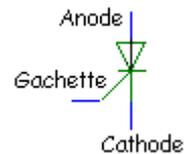
Par contre, des pertes par effet Joule se développent aux bornes de R ($P_j=R.I^2$) ce qui nuit à la performance.

Pour obtenir une modulation efficace, on fera toujours appel à des structures fonctionnant en commutation où les pertes par effet Joules sont faibles (voir cours sur les transistors).



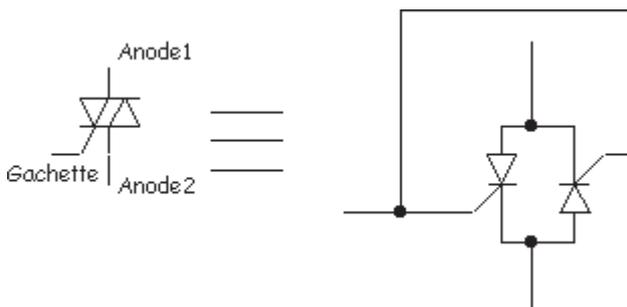
Thyristor : un thyristor est un composant électronique interdisant le passage de courant de la cathode à l'anode (comme une diode). Pour que le courant puisse circuler de l'Anode à la Cathode il faut :

- que la tension V_{AK} (tension Anode Cathode) soit positive
- qu'un courant de commande de la gâchette (vers la cathode) soit apparu lorsque V_{AK} est positif



On dit alors que le Thyristor est amorcé.

Lorsque V_{AK} passe par 0 et devient négatif ou lorsque le courant dans l'Anode s'annule, le thyristor se bloque.

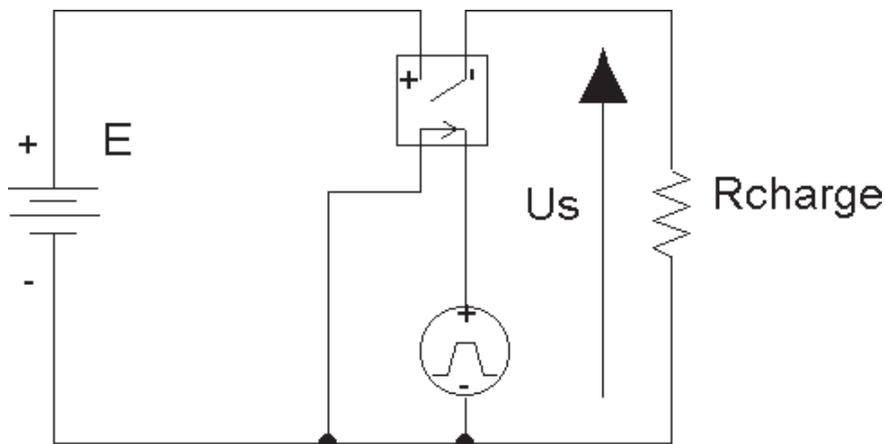


Triac : le triac est équivalent à deux thyristors tête-bêche. Le courant qui le traverse peut donc être bidirectionnel et pour s'amorcer il faut que le courant de gâchette soit du signe de la tension U_{A1A2} .

II/ MODULATION SUR TENSION CONTINUE : MLI

Le principe couramment utilisé est celui de la modulation de largeur d'impulsion (MLI) ou PWM en anglais (Pulse Width Modulation).

Un interrupteur commandé -un transistor le plus souvent- interrompt et établit la tension d'alimentation de la charge à fréquence élevée. Ainsi sa valeur moyenne (mais bien sûr aussi sa valeur efficace) s'en trouve modifiée.

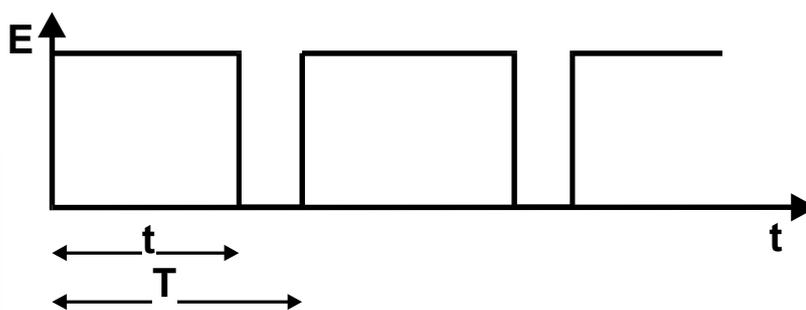


La valeur moyenne devient donc :

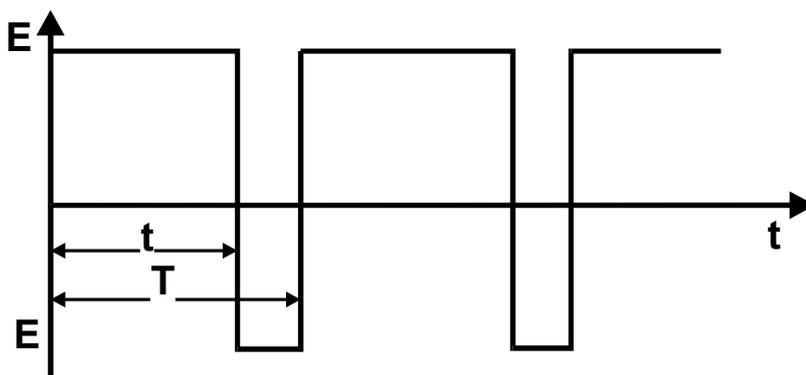
$$U_{s_{\text{moy}}} = E \times t / T \text{ soit}$$

$$U_{s_{\text{moy}}} = E \times \tau$$

où τ est le rapport cyclique



Dans le cas d'une tension symétrique : $U_{s_{\text{moy}}} = 2 \times E \times t / T - E$



Variateur de vitesse

En alimentant un moteur à courant continu, on obtient une variation de vitesse:
 $N = E/k'$ et $U = E + R \times I$ or à couple constant I est constant ($C = k \times I$)
 donc E dépend de U. N varie proportionnellement à U.

III/ MODULATION SUR TENSION ALTERNATIVE

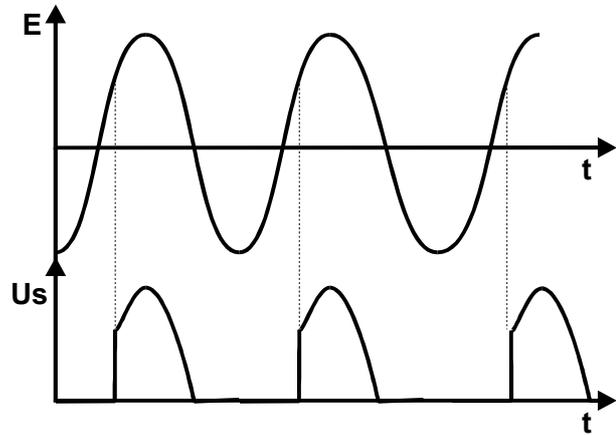
III.1/ Pour une charge à courant continu

La source de tension étant une source alternative, on utilise souvent des Thyristors qui assurent à la fois le redressement et la modulation. En fonction de l'angle α (une période = 360°) de déclenchement, la valeur de la valeur moyenne sera plus ou moins importante.

Pour obtenir une tension continue lissée, il est quelques fois nécessaire de filtrer avec des condensateurs ou inductances.

Remarque 1 : en utilisant un pont de Graetz à deux thyristors, on obtient un redressement double alternance .

Remarque 2 : ce principe est utilisé pour commander des moteurs à courant continu de forte puissance.



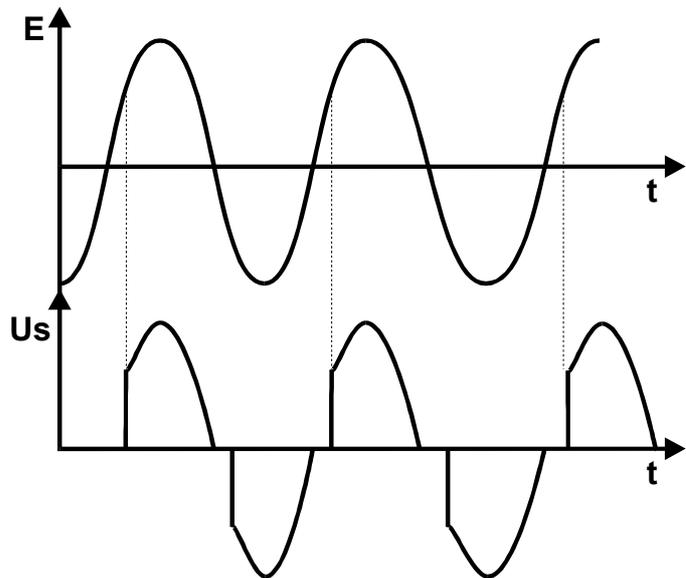
III.2/ Pour une charge à courant alternatif sans variation de fréquence

Utilisée pour des dispositifs intégrant des moteurs universels (moteur continu à enroulements en série) ou des dispositifs tels que des équipements de chauffage.

Selon l'angle de déclenchement, la valeur efficace sera plus ou moins importante.

Remarque 1 : Pour un moteur de type universel, cette variation de tension se traduit par une variation de couple et de vitesse.

Remarque 2 : Pour un moteur asynchrone ou synchrone, cette modulation ne provoque qu'une variation de couple.

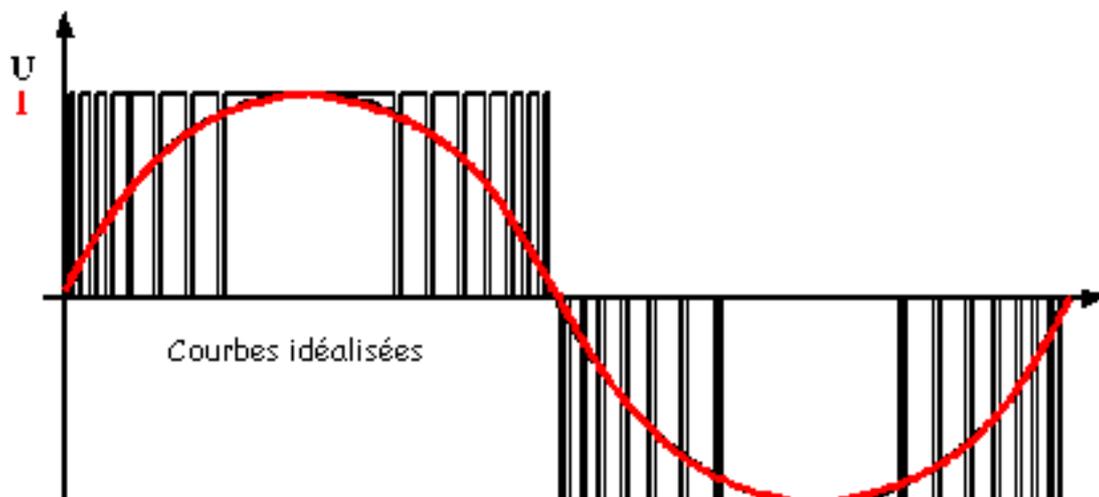


III.3/ Pour une charge à courant alternatif avec variation de fréquence

Utile pour modifier la vitesse de rotation d'un moteur synchrone ou asynchrone. Cette modulation repose sur l'utilisation d'une MLI.

Si la tension est initialement alternative, on la transforme en tension continue.

A partir de la tension continue, on réalise une modulation de largeur d'impulsion telle que la valeur moyenne forme une sinusoïde dont on peut changer la fréquence.



On tel traitement suppose des structures de traitement programmé disposant de temps de réponses importants. L'utilisation de MLI génère des harmoniques de fréquences importantes (ordres 3 et 5), un filtrage adéquat est donc nécessaire.

Cette méthode permet aujourd'hui de commander des moteurs de 400W à 1,5MW.

