



**Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
Université Echahid Hamma Lakhder d'El-Oued**

Note de cours : Commande des entraînements électromécaniques

Faculté: Technologie

Département: Génie mécanique

Option : Electromécanique

Semestre: S6

Crédits:04

Coefficient:02

DJOKHRAB ALA EDDINE

Année Universitaire : 2019/2020

Chapitre 2 : Variation de vitesse des machines à courant continu

I- Présentation de la machine à courant continu

- 1- *Vue d'ensemble (d'après LEROY SOMMER)*
- 2- *Les différents types de moteurs à courant continu*
- 3- *Equations de fonctionnement du moteur à courant continu (rappel)*
- 4- *Modélisation (moteur à excitation séparée)*

II- Caractéristiques électromécaniques

III- Rendement

IV- Quadrants de fonctionnement

V- Variation de vitesse

- 1- *Par action sur le courant d'excitation*
- 2- *Par action sur la tension d'alimentation*

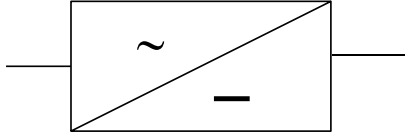
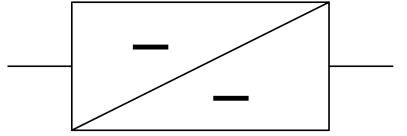
VI- Les dispositifs électroniques utilisés pour la variation de vitesse des moteurs à courant continu

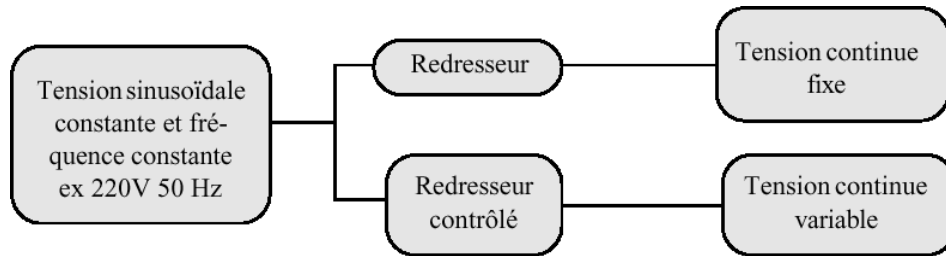
- 1- *La conversation alternatif-continu*
- 2- *La conversation continu-continu*

I- Les dispositifs électroniques utilisés pour la variation de vitesse des moteurs à courant continu

Pour obtenir une tension continue variable, il existe 2 possibilités :

- Partir d'une tension continue fixe et utiliser un hacheur
- Partir d'une tension alternative sinusoïdale et utiliser un redresseur

Redresseur contrôlé à tension variable		Fournit à partir d'un réseau alternatif monophasé ou triphasé, une tension redressée de valeur moyenne variable
Hacheur		Fournit à partir d'une source de tension continue fixe, une source de tension « continue » dont on contrôle la valeur moyenne.

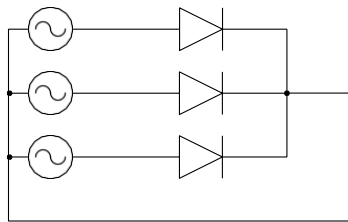


1- La conversion Alternatif – Continu

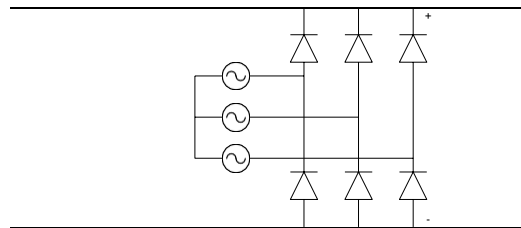
Les différents redresseurs

Les redresseurs non commandé :

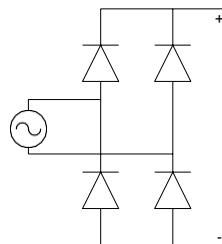
Ces ponts ne délivrent qu'une tension de sortie fixe, et ne seront donc pas utilisés pour faire la variation de vitesse pour les MCC. Ces redresseurs ne sont composés que de diodes.



Le pont simple triphasé PS3



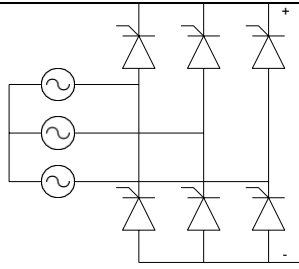
Le pont double triphasé PD3



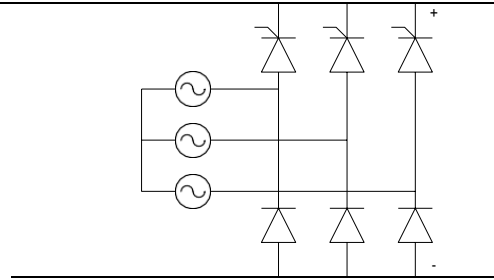
Le pont double monophasé PD2

Les redresseurs commandés

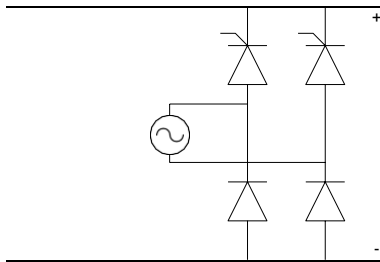
Ces redresseurs permettent de faire varier la tension efficace avec, soit des diodes et des thyristors, soit seulement des thyristors.



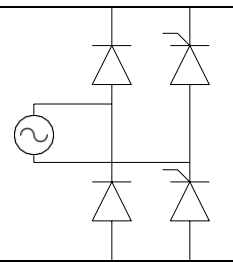
Le pont tout thyristor triphasé PT3



Le pont mixte triphasé PM3



Le pont mixte symétrique monophasé



Le pont mixte asymétrique monophasé

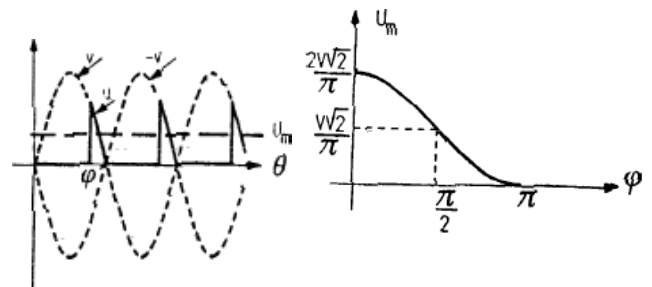
La variation de tension sur un pont mixte monophasé asymétrique

Les deux diodes assurent la diode de roue libre. La tension aux bornes du moteur est nulle quand elles entrent en conduction.

Valeur moyenne de la tension :

Si φ augmente U_m diminue donc n diminue

$$U_m = \frac{V\sqrt{2}}{\pi} (1 + \cos \varphi).$$



Les ponts tout thyristor

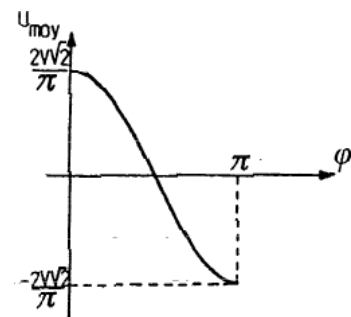
Il n'y a plus de diode de roue libre. La conduction des thyristors se poursuit tant que le courant ne s'annule pas, bien que la tension de sortie soit négative.

Si φ augmente U_m diminue donc n diminue

Si φ diminue U_m augmente donc n augmente

Si on augmente l'angle de retard à l'amorçage au-delà de 90° , le signe de la tension redressée s'inverse et l'on passe d'un montage redresseur à un onduleur assisté.

- $\varphi < 90^\circ$ fonctionnement en moteur



- $\varphi = 90^\circ$ le moteur est arrêté mais il peut fournir un couple (maintient d'une charge)
- $\varphi > 90^\circ$ Fonctionnement en générateur

Un onduleur est un système qui permet de transformer un courant continu en courant alternatif. On le dit assisté lorsqu'il a besoin de la présence de la tension du réseau pour fonctionner. Il fournit de l'énergie active au réseau, mais il absorbe de l'énergie réactive.

Les ponts unidirectionnels – bidirectionnels

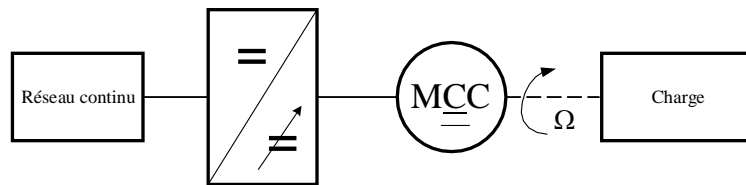
Avec tous les ponts que l'on a vus précédemment, on a changé la tension, le signe de la tension (changement de la vitesse et inversion du sens de la rotation du moteur). Par contre, le courant, donc le couple est toujours du même signe, de ce fait, on n'a pas modifié le signe du couple.

2- La conversion Continu – Continu

Si le réseau disponible est un réseau continu, alors le convertisseur statique qu'on associe à la machine à courant continu ne peut être qu'un hacheur. Cette commande est réalisable soit par action sur la tension d'induit soit par action sur le flux.

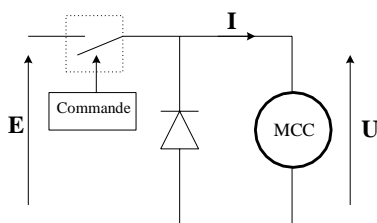
Sachant que le réseau continu provient soit :

- Soit de batteries.
- Soit d'un redresseur à diode.

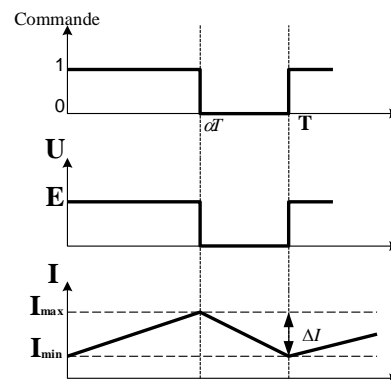


Synoptique d'un moto variateur à hacheur (en B.O)

Principe du hacheur



La figure ci-dessus présente le schéma de principe d'un hacheur. Il comporte un interrupteur commandé à l'amorçage et au blocage (transistor bipolaire, IGBT,...) et un interrupteur à amorçage naturel (diode).

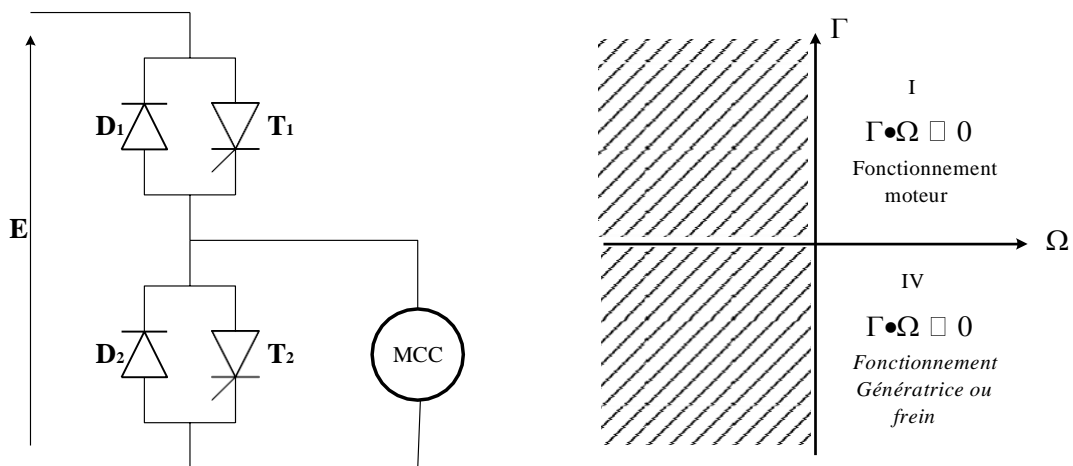


La tension moyenne de sortie est peut être inférieure ou supérieure à la tension d'entrée.
 Avec ce type de hacheur on peut travailler dans un quadrant (1) ou 2 quadrants (1 et 4)
 suivant la réversibilité en courant de l'interrupteur statique et de la source.

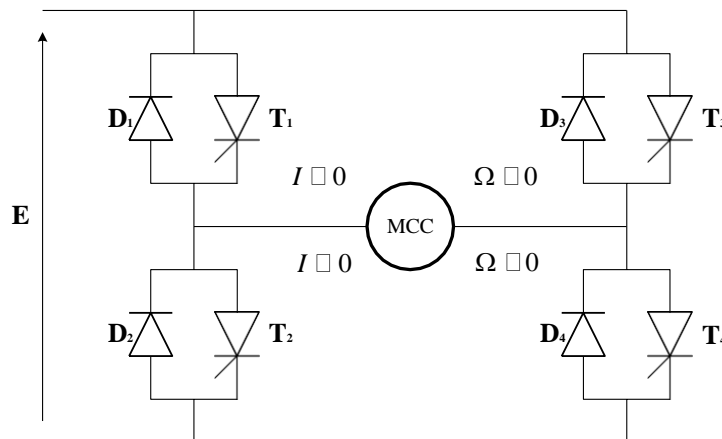
☞ Réversibilité

L'association d'un hacheur série et d'un autre parallèle permet le fonctionnement dans deux cadrons :

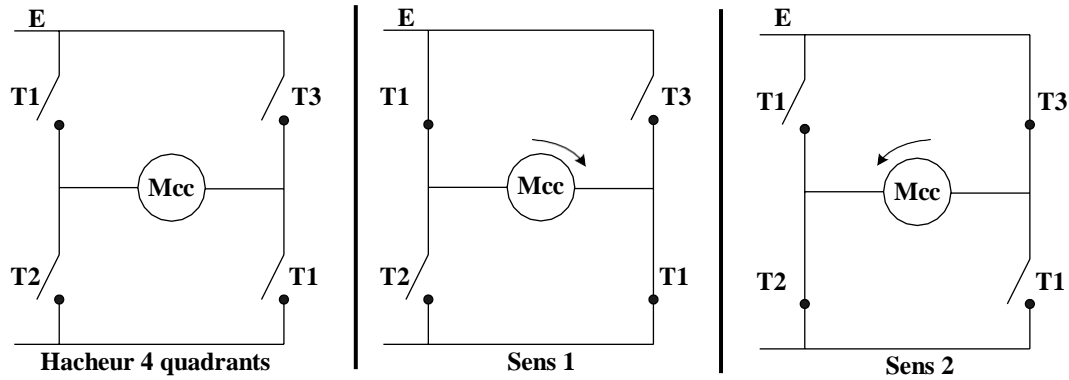
- Tension constante
- Courant bidirectionnel dans la machine



Dans de nombreux systèmes, il est nécessaire de pouvoir commander le sens de rotation ainsi que la vitesse d'un moteur à courant continu



Principe :



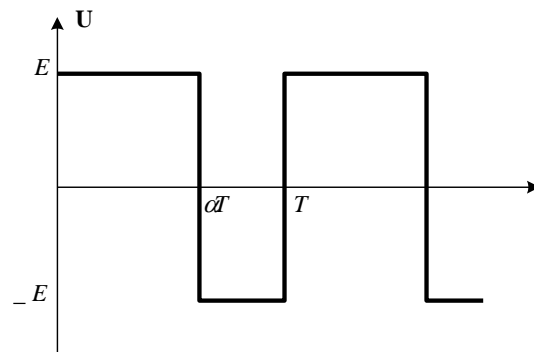
Changement du sens de rotation : principe général :

4 thyristor, symbolisés ici par des interrupteurs T1, T2, T3 et T4, sont montés en pont et permettent de commander le sens de rotation du moteur : Lorsque T1 et T4 sont fermés (saturés), le moteur tourne dans un sens (sens 1) . Lorsque T2 et T3 sont fermés, le moteur va tourner dans l'autre sens (sens 2).

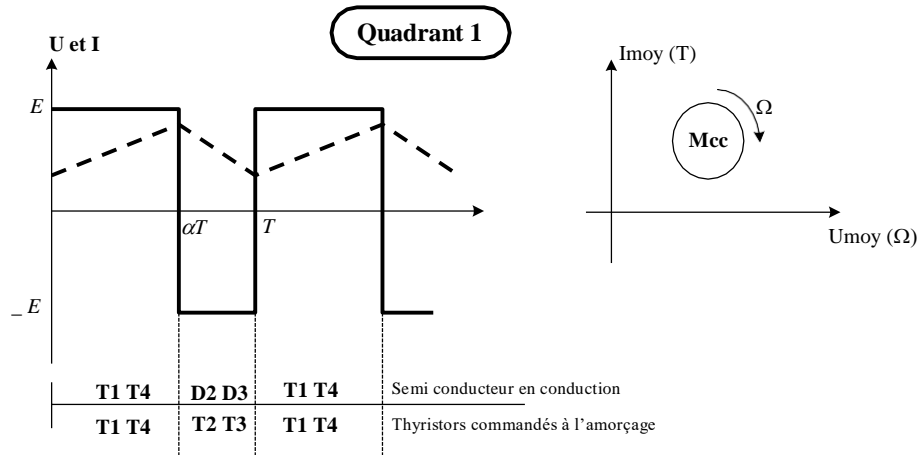
Principe de la variation de vitesse et fonctionnement dans les 4 quadrants :

En jouant sur la fréquence de commutation des thyristors, il est possible de faire varier la vitesse de rotation du moteur en limitant plus ou moins la puissance fournie au moteur.

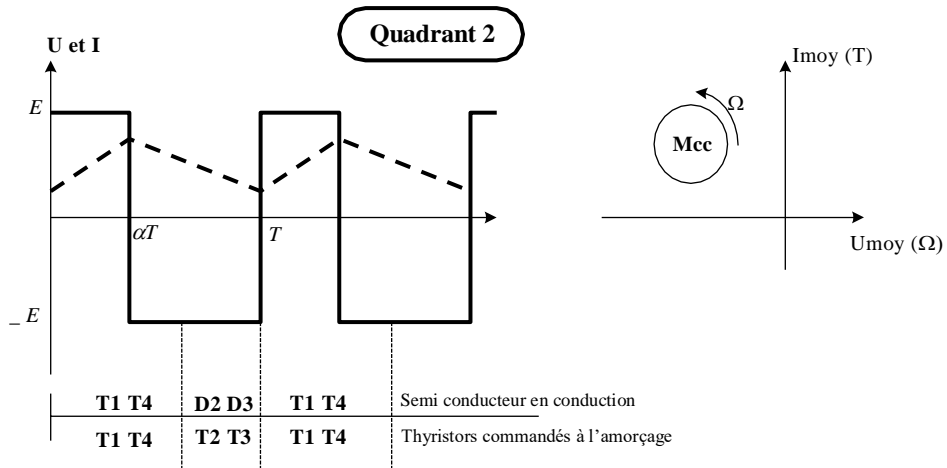
La commande des interrupteurs est du type complémentaire : Les thyristors T1, T4 d'une part et T2, T3 d'autre part reçoivent des signaux de commande identiques : au cours d'une période de fonctionnement, lorsque T1 et T4 sont commandés à l'amorçage, T2 et T4 sont commandés au blocage et inversement.



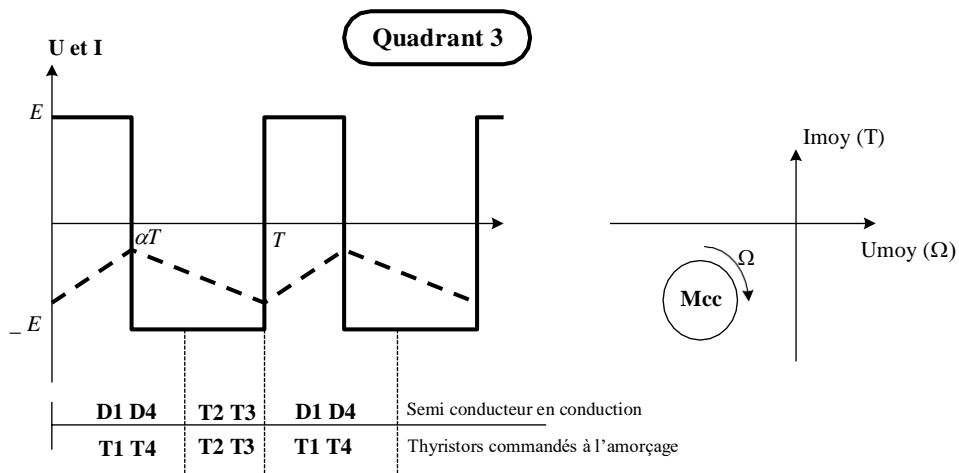
Sur le schéma ci-dessus, T1 et T4 sont commandés pendant le temps αT et les transistors T2, T3 sont commandés pendant le temps $(T - \alpha T)$ [$0 \leq \alpha \leq 1$]. On constate naturellement que la tension U aux bornes du moteur s'inverse :



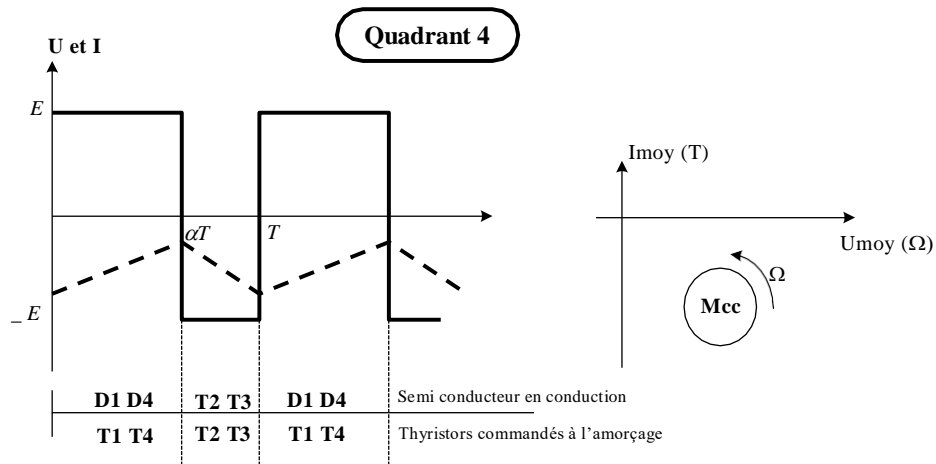
$U_{moy} > 0$ et $I_{moy} < 0 \Rightarrow P > 0$ d'où fonctionnement moteur



$U_{moy} < 0$ et $I_{moy} > 0 \Rightarrow P < 0$ d'où fonctionnement Générateur



$U_{moy} < 0$ et $I_{moy} < 0 \Rightarrow P > 0$ d'où fonctionnement moteur



$U_{moy} > 0$ et $I_{moy} < 0 \Rightarrow P < 0$ d'où fonctionnement **Générateur**

Remarque :

Composant de base du hacheur :

- Transistor bipolaire,
- Transistor MOS,
- Transistor IGBT,
- Thyristo

