

La variation de vitesse des moteurs à courant continu

I)- PRINCIPE DE VARIATION DE VITESSE

La vitesse de rotation d'un moteur à courant continu dépend de sa tension d'alimentation.

$$U_{\text{mot}} = K * n$$

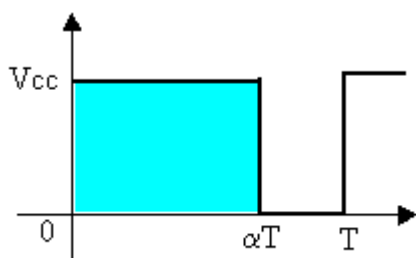
II)- LES DIFFERENTS VARIATEURS DE VITESSE POUR MCC

1)- Le hacheur

a)- Principe de fonctionnement

Un hacheur est un système électronique permettant de faire varier la vitesse d'un moteur à courant continu en faisant varier la tension moyenne d'alimentation du moteur.

Exemple:



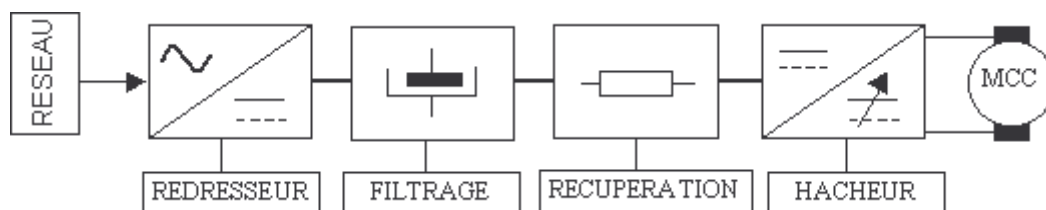
Valeur moyenne du signal:

$$U_{\text{mot}} = \alpha V_{\text{cc}} \quad \alpha : \text{rapport cyclique } \alpha = T_{\text{on}}/T_{\text{off}}$$

Donc en réglant $\alpha=0,8$ la tension moyenne sera de 80V.

Le moteur va réagir comme si il était alimenté sous une tension continue de 80V.

b)- Synoptique d'un variateur type hacheur:



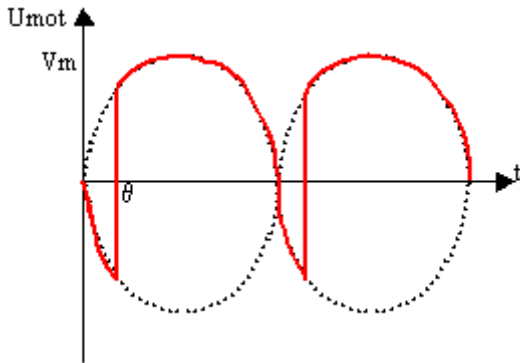
- **Redresseur:** permet de transformer une tension alternative en tension continue ondulée.
- **Filtrage:** Elimine les phénomènes d'ondulation de la tension en sortie du redresseur.
- **Récupération:** Système permettant de transformer l'énergie mécanique lors du freinage du moteur en énergie calorifique dans le cas où l'on utilise une résistance de dissipation comme système de freinage. Ces systèmes de récupération d'énergie assurent un freinage contrôlé du moteur.
- **Hacheur:** Permet de faire varier la tension moyenne du moteur donc la vitesse.

2)- Redresseur commandé

a)- Principe de fonctionnement

Comme pour le hacheur, le redresseur permet de faire varier la tension moyenne du moteur. On fait varier la tension moteur en agissant sur l'angle d'amorçage des thyristors.

L'avantage du redresseur est qu'il transforme directement la tension alternative en tension continue variable ce qui représente un coût moins important par rapport au hacheur.



Valeur moyenne:

redressement mono commandé: $U_{moy} = V_m(1 + \cos\theta)/\pi$

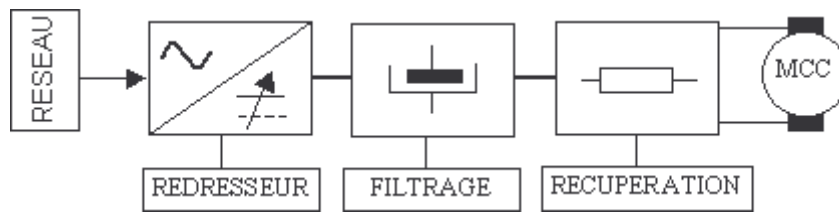
redressement triphasé commandé: $U_{moy} = 3U_m(\cos\theta)/\pi$

remarque: Pour $\theta = \pi/2$ $U_{moy} = 0$

si $\theta > \pi/2$ $U_{moy} < 0$

si $\theta > \pi/2$ $U_{moy} < 0$

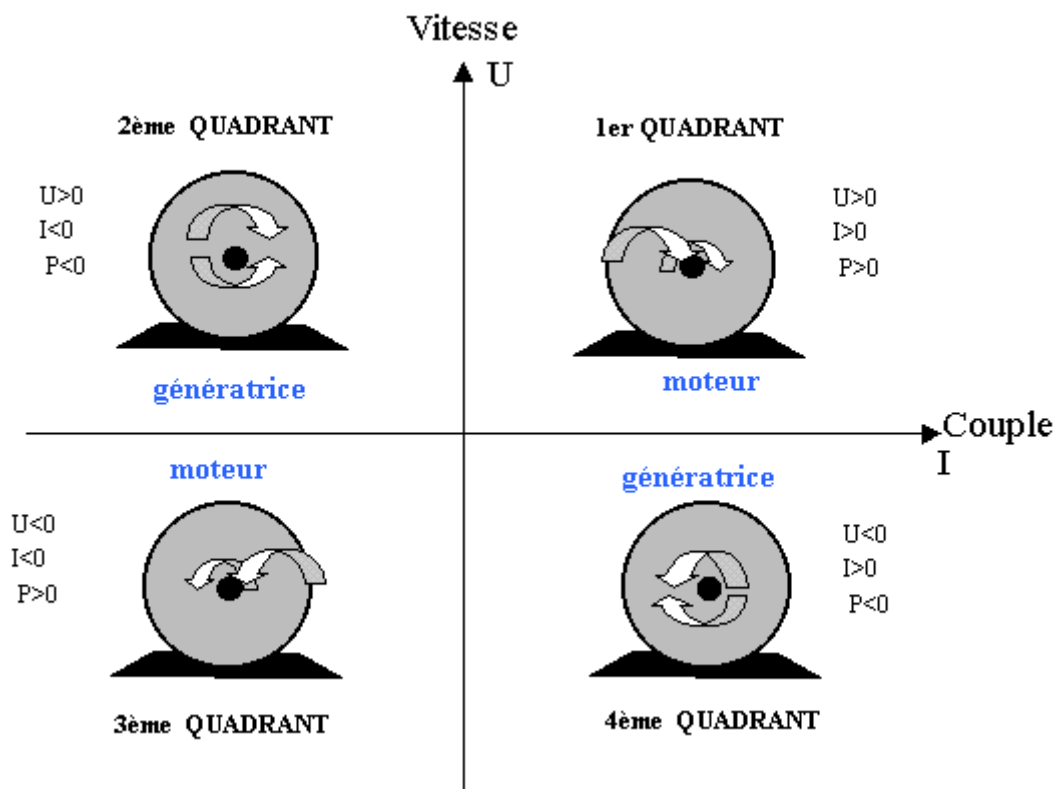
b)- Synoptique d'un variateur type redresseur commandé



- **Redresseur commandé:** permet de transformer une tension alternative en tension continue ondulé variable.

III)- FONCTIONNEMENT DANS LES 4 QUADRANTS

Selon le sens du couple et de la vitesse, on peut définir, dans un plan couple-vitesse, 4 zones de fonctionnement caractéristiques.



La machine à courant continu est fondamentalement réversible. Ainsi en fonction du signe de la puissance absorbée elle peut fonctionner en moteur ou en génératrice (frein) .

On définit ainsi quatre quadrants de fonctionnement pour la machine.

Par exemple lors d'un déplacement horizontal (cas d'un train), la machine fonctionne :

- à l'aller, en moteur dans le quadrant 1
- puis au retour, toujours en moteur dans le quadrant 3,
- et entre ces deux cas, le ralentissement forcé jusqu'à l'arrêt s'effectue dans le deuxième quadrant pour l'aller et dans le quatrième quadrant pour le retour.

IV)- PROCEDE DE FREINAGE

Pour obtenir un freinage efficace, on doit être capable d'éliminer le plus rapidement possible l'énergie mécanique emmagasiné sur l'arbre du moteur. Deux procédés de freinage sont utilisés:

- Freinage avec résistance de dissipation
- Freinage avec récupération d'énergie

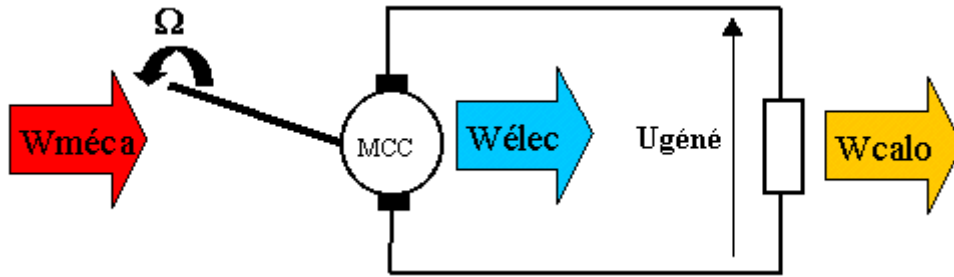
1)- Freinage avec résistance de dissipation

Cette technique est utilisée pour les moteurs de faibles puissances dont les énergies mises en jeu ne sont pas importantes.

Lors du freinage, le moteur fonctionne en génératrice et $W_{méca}$ est transformée tout d'abord en $W_{élec}$ puis cette $W_{élec}$ est dissipée dans une résistance en $W_{calorique}$ (effet joule). Donc cette transformation de $W_{méca}$ en W_{calo} permet contrôler le freinage du moteur.

Remarque: Plus la résistance de freinage sera faible plus le freinage sera rapide car $W_{calo} = RI^2t$. Si R diminue, I

augmente donc W_{calo} augmente et le freinage sera plus rapide.

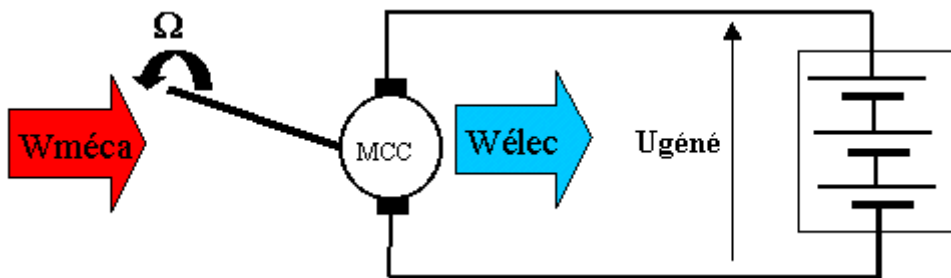


2)- Freinage avec récupération d'énergie

Cette technique est utilisée pour les moteurs de fortes puissances ou les énergies mises en jeu lors des phases de freinage ne sont pas négligeables. Exemple: TGV, ascenseur tramway....

Lors du freinage, l' $W_{\text{méca}}$ est transformée en $W_{\text{élec}}$ pouvant servir à recharger des batteries, ou être renvoyée sur le réseau EDF. Dans le cas du TGV, l'énergie est récupérée dans des batteries assurant le fonctionnement de systèmes auxiliaires tels que l'éclairage, la ventilation etc...

a)- Récupération sur batterie



b)- Récupération par renvoi d'énergie sur réseau

