

Université Frères Mentouri Constantine 1Année 2019-2020Faculté des Sciences de la technologieDépartement d'Electrotechnique**TP 02: Association Redresseur Bidirectionnel / Machine à Courant Continu****1. Objectifs**

- Simulation d'un redresseur bidirectionnel
- Simulation d'un redresseur bidirectionnel commandé associé à un MCC
- Régulation de vitesse d'un MCC

2. Modélisation de la machine à courant continu

La machine à courant continu peut être modélisée par le biais d'équations électrique, électromécanique et mécanique. Ces trois groupes d'équations nous permettrons de mieux appréhender la machine à courant continu dans son fonctionnement réel.

$$u(t) = e(t) + Ri(t) + L \frac{di(t)}{dt} \qquad U(p) = E(p) + (R + Lp) \times I(p)$$

$$e(t) = K\Phi\Omega(t) \qquad \text{Transformées de Laplace} \qquad E(p) = K\Phi\Omega(p)$$

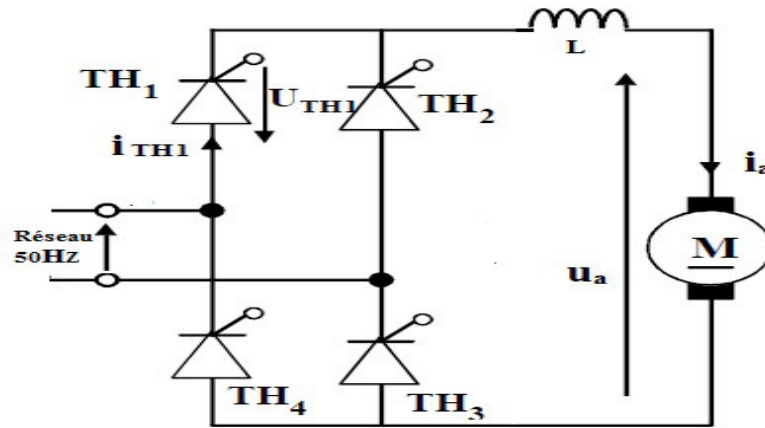
$$C_{em} = K\Phi i(t) \qquad C_{em}(p) = K\Phi I(p)$$

$$C_{em}(t) - C_r(t) - f\Omega(t) = J \frac{d\Omega(t)}{dt} \qquad C_e(p) - C_{em}(p) - f\Omega(p) = Jp\Omega(p)$$

- a. Réaliser le schéma en blocs du modèle du MCC
- b. Lancer la simulation et observer les courbes de vitesse, du courant et du couple électromagnétique.
- c. Faire varier le couple de charge C_r ($C_r=0$ à $t=[0s \ 6s]$ $C_r=4$ Nm à $t=[6s \ 10s]$)
- d. Interpréter les résultats.

3. Etude d'un redresseur bidirectionnel alimentant un moteur à courant continu

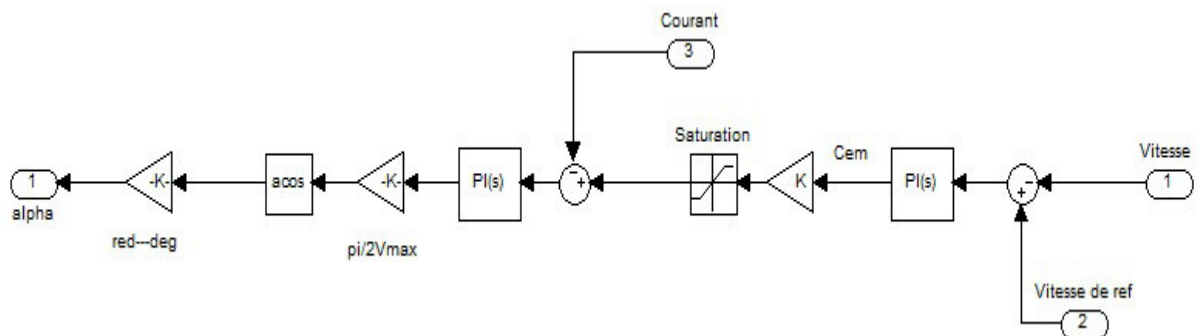
Le but principal de cette manipulation est l'étude de la variation de vitesse d'un moteur à courant continu au moyen d'un pont redresseur monophasé tout thyristor (schéma ci dessous). Le redresseur c'est un convertisseur statique permettant d'alimenter le moteur à courant continu sous tension continue réglable a partir d'une source de tension alternatif. Les thyristors sont considérés comme parfaits : TH_1 et TH_3 d'une part, TH_2 et TH_4 d'autre part, sont commandés de manière complémentaire avec un retard à l'amorçage noté α . On admet que le courant i_a fourni par le pont à thyristors est parfaitement lissé grâce à l'inductance L ($i_a =$ constante).



- Représenter graphiquement sous Simulink Simpower systems de la machine à courant continu associée à son convertisseur de puissance (Redresseur commandé).
- Donner les formes d'onde sur trois périodes des grandeurs $i_a(t)$ et $u_a(t)$ de ce montage pour un angle de retard à l'amorçage $\alpha = 60^\circ$
- Donner les formes d'onde sur trois périodes des grandeurs $i_a(t)$ et $u_a(t)$ de ce montage pour un angle de retard à l'amorçage $\alpha = 120^\circ$
- A l'aide du schéma électrique et des oscillogrammes, expliquer l'évolution de la tension $u_a(t)$ et du courant $i_a(t)$ à la sortie du convertisseur.
- Donner la relation entre U_{amoy} , α et V_{eff} .
- Entre quelles valeurs varie u_{amoy} lorsque α varie de 0 à $\frac{\pi}{2}$?

4. Régulation de vitesse d'un MCC

Pour faire un asservissement de vitesse, on se propose de faire un bouclage avec correction PI selon le schéma suivant :



- Réaliser le schéma en blocs du modèle redresseur bidirectionnel commandé associé à un MCC avec régulation
 - Observer les courbes de vitesse, du courant et du couple électromagnétique.
 - Faire varier le couple de charge C_r ($C_r=0$ à $t=[0s \ 2s]$ $C_r=4Nm$ à $t=[2s \ 4s]$)
 - Interpréter les résultats
5. Donner une conclusion objective du travail

Les paramètres du MCC, $R = 0.5\Omega$, $L = 10mH$, $K = 0.5(Vs / rad)$, $J = 0.05Kg\cdot m^2$ et $f = 0.01N\cdot m\cdot s$

La tension d'alimentation $V_{eff} = 100V$ et $f = 50Hz$

Rappel Théorique

Redressement monophasé double alternance (Pont tout thyristors)

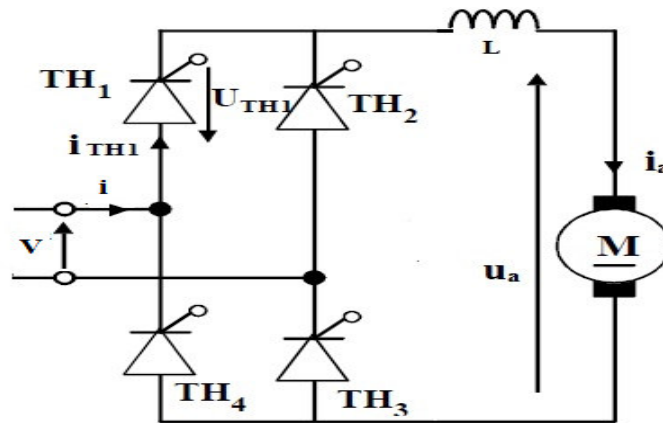
1. Schéma de montage

Tous les éléments sont supposés parfaits, l'inductance L est suffisante pour que le courant soit parfaitement lissé $i_a = I = \text{constant}$.

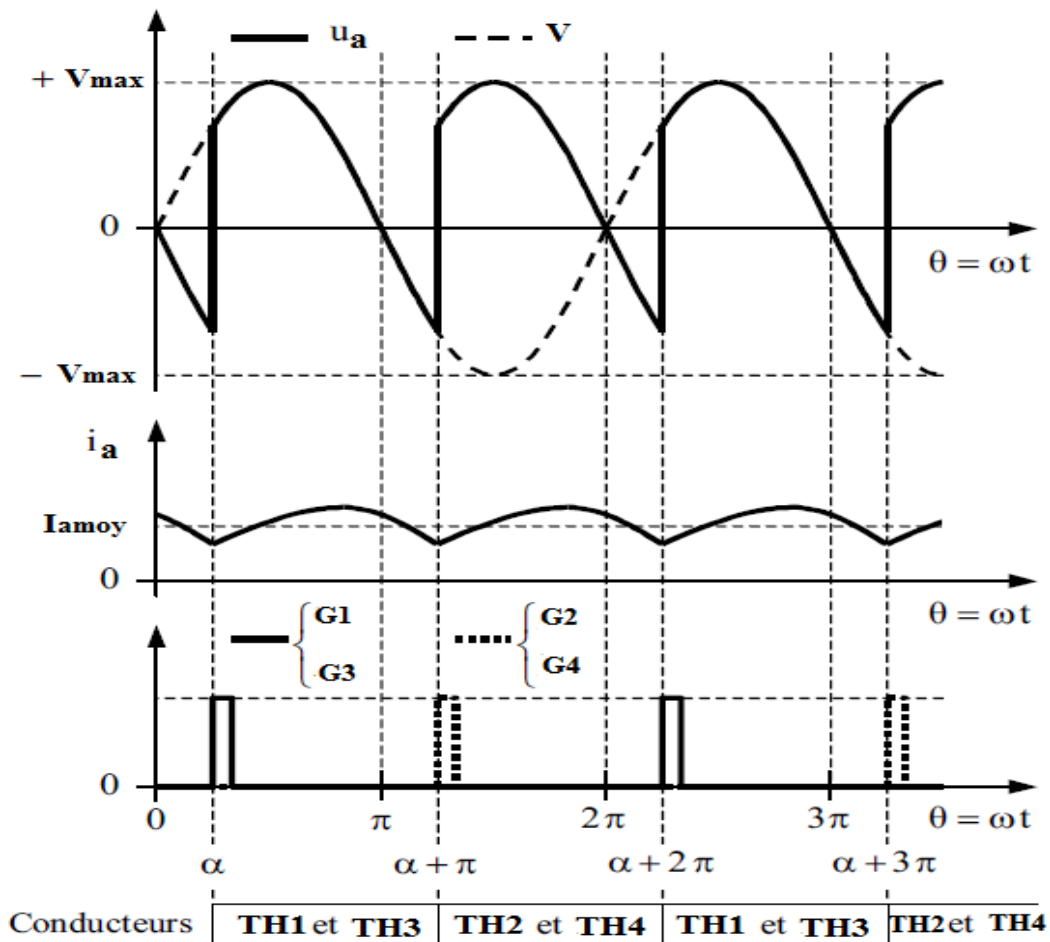
Le montage comporte deux thyristors à cathodes communes (TH1 et TH2) et deux thyristors à anodes communes (TH3 et TH4).

L'amorçage de l'un des thyristors entraîne le blocage de celui qui lui est associé.

L'amorçage de TH1 et TH3 n'est théoriquement possible que lorsque $v > 0$, celui de TH2 et TH4 lorsque $v < 0$.



2. Oscillogrammes



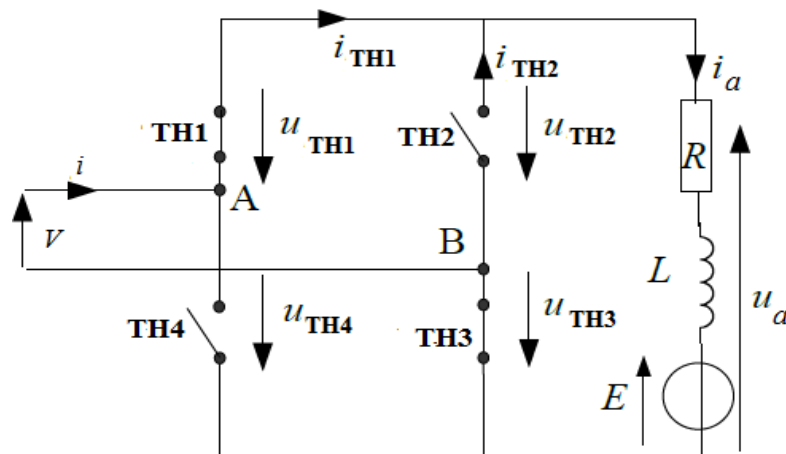
3. Analyse de fonctionnement

L'existence d'un courant ininterrompu i dans la charge implique toujours la conduction de deux thyristors. La mise en conduction de deux thyristors provoque le blocage simultané des deux autres.

a. $\alpha < \theta < \alpha + \pi$

❖ $\alpha < \theta < \pi$ $V > 0$ $i_a > 0$
 à $\theta = \alpha$, on amorce TH1 et TH3 (blocage de TH2 et TH4 $\Rightarrow i_{TH2} = i_{TH4} = 0$) : $\Rightarrow i_{TH1} = i_{TH3} = i_a$
 $u_a = V$ et $i_a = i$

❖ $\pi < \theta < \alpha + \pi$ $V < 0$ $i_a > 0$
 Les TH2 et TH4 sont susceptible de conduire mais on ne les amorce pas : TH1 et TH3 continuent donc d'assurer la conduction puisque $i_a > 0$
 $V = u_a < 0 \Rightarrow i_{TH1} = i_{TH3} = i_a = i$

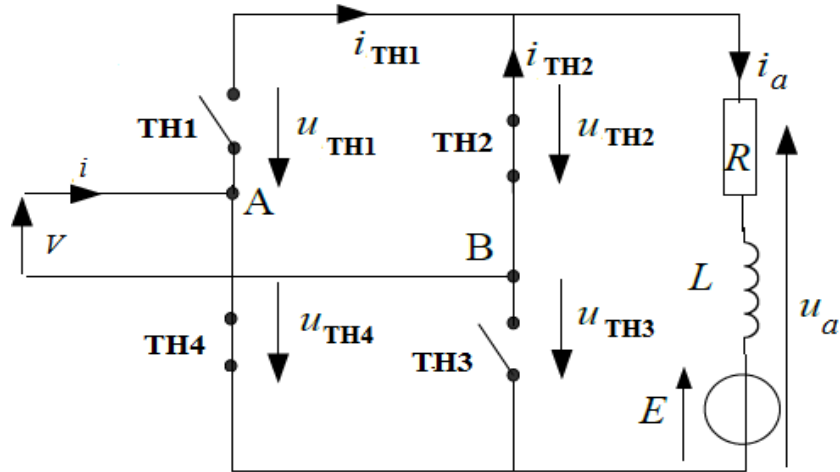


b. $\alpha + \pi < \theta < 2\pi + \alpha$

❖ $\alpha + \pi < \theta < 2\pi$ $V < 0$ $i_a > 0$
 à $\theta = \alpha + \pi$, on amorce TH2 et TH4 (ce qui entraîne le blocage de TH1 et TH3)

$i_{TH2} = i_{TH4} = i$ $u = V$
 $i_{TH1} = i_{TH3} = 0$ $i_a = -i$
 $u_a = V$ et $i_a = i$

❖ $2\pi < \theta < 2\pi + \alpha$ $V > 0$ $i_a > 0$
 Les TH1 et TH3 sont susceptible de conduire mais on ne les amorce pas : TH2 et TH4 continuent donc d'assurer la conduction puisque $i_a > 0$
 $u_a = -V < 0$ et $i_a = -i$ $i_{TH2} = i_{TH4} = i_a = i$



4. Grandeurs caractéristiques du montage

a. Période

La tension u_a est périodique, de période moitié de celle du réseau $T'=T/2$.

b. Les valeurs moyennes

$$U_{amoy} = \frac{1}{\pi} \int_{\alpha}^{\pi+\alpha} V_{max} \sin(\theta) d\theta = \frac{2 \times V_{max}}{\pi} \cos \alpha$$

La valeur moyenne du courant i_a .

$$u_a = u_L + u_R + E \Rightarrow U_{amoy} = U_{Lmoy} + U_{Rmoy} + E$$

$$I_{amoy} = \frac{U_{amoy} - E}{R} = \frac{2 \times V_{max} \times \cos \alpha}{\pi \times R} - \frac{E}{R} \quad \text{Car } U_{Lmoy} = 0$$

c. Mode de fonctionnement

$0 < \alpha < \pi/2$	La charge reçoit P_{SMoy} de la source alternative ($P_{SMoy} > 0$). Fonctionnement en redresseur commandé.
$\pi/2 < \alpha < \pi$	La charge fournit P_{SMoy} à la source alternative ($P_{SMoy} < 0$). Fonctionnement en onduleur assisté si $E < 0$.