

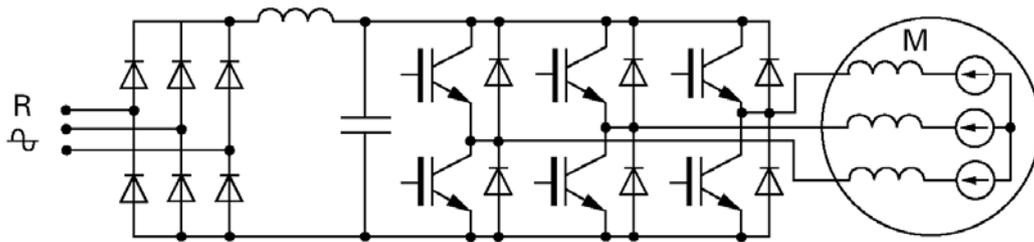
ONDULEUR DE TENSION

1 Présentation

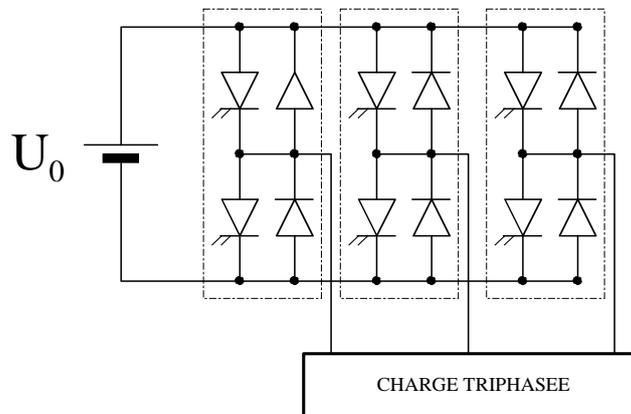
L'objet de ce TP est d'étudier la commande et les caractéristiques d'un onduleur de tension triphasé. Cet onduleur sera le convertisseur pouvant être associé à la machine synchrone ou à la machine asynchrone.

Pour la mise en œuvre des commandes, nous utiliserons le logiciel SIMULINK de MATLAB associé à son interface DSPACE.

La structure d'un variateur de vitesse utilisant un onduleur triphasé est présentée ci-dessous :

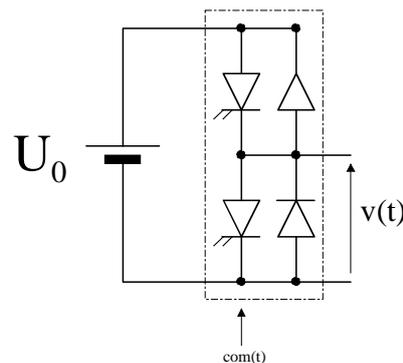


La structure de l'onduleur triphasé est présentée ci-dessous :



U_0 est une source de tension continue.

La structure de base est une cellule de commutation bidirectionnelle en courant et unidirectionnelle en tension. Elle est présentée sur la figure ci-dessous :



2 Cellule de commutation (bras d'onduleur)

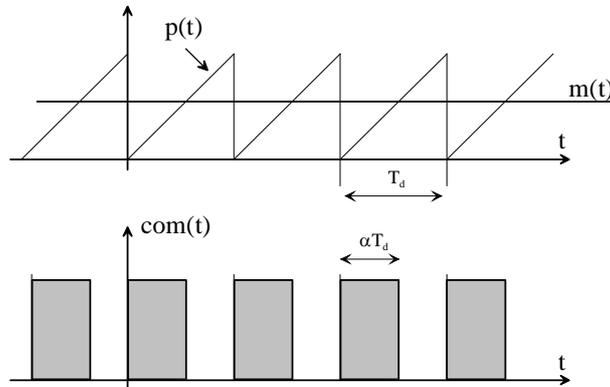
En considérant les temps de commutation des transistors nuls, les temps de retard de la commande nuls ainsi que les temps morts (indispensables) des commandes, on peut montrer que si :

$$\begin{aligned} \text{com}(t) = 1 & \text{ alors } v(t) = U_0 \\ \text{com}(t) = 0 & \text{ alors } v(t) = 0 \end{aligned}$$

Soit :

$$v(t) = \text{com}(t) \times U_0$$

Pour réaliser le signal $\text{com}(t)$, nous comparons une modulante, $m(t)$, avec une porteuse, $p(t)$, comme indiqué sur la figure suivante :



La porteuse $p(t) \in [0 ; 1]$ et sa période est notée T_d .

La modulante $\in [0 ; 1]$.

Préparation. En faisant l'hypothèse que la modulante est constante sur une durée égale à la période de découpage, c'est à dire que $m(t) = m(i T_d)$ avec $i \in \mathbb{N}$, **donner** la relation entre $m(t)$ et le rapport cyclique $\alpha(t)$. Plus exactement entre $m(i T_d)$ et $\alpha(i T_d)$.

Préparation. Avec une modulante, $m(t) = \frac{1}{2} + \frac{x(t)}{2}$; $x(t) = \hat{X} \sin(\omega t)$ et $\frac{2\pi}{T_d} = 10\omega$, **tracer**

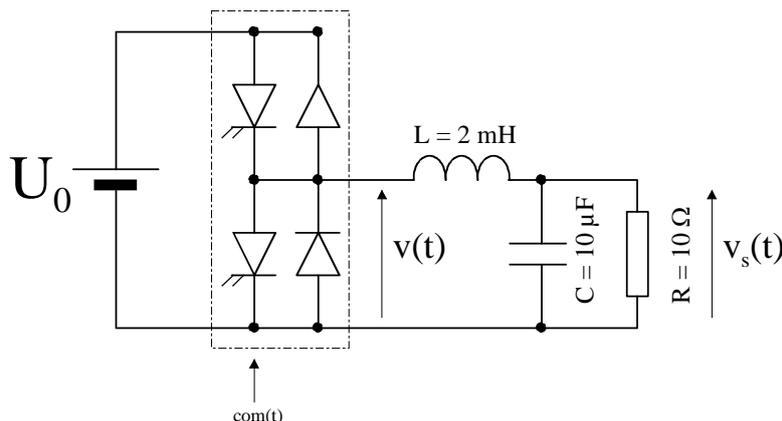
$p(t)$, $m(t)$ et $\text{com}(t)$. Avec le logiciel matlab, **déterminer** le spectre en fréquence de $\text{com}(t)$.

Indiquer les points particulier.

Expérimentation. A l'aide de la carte interface DSPACE associée au logiciel SIMULINK de MATLAB, et du bloc PWM, **générer** le signal $\text{com}(t)$. On paramétrera la fréquence de découpage à 1 kHz et on réglera la fréquence de la modulante à 100 Hz.

Expérimentation. Relever à l'oscilloscope le signal $\text{com}(t)$ et l'image de $x(t)$, servant à créer la modulante.

Expérimentation. Câbler le filtre comme indiqué à la figure suivante :



Expérimentation. Relever à l'oscilloscope la tension $v(t)$ et la tension $v_s(t)$.

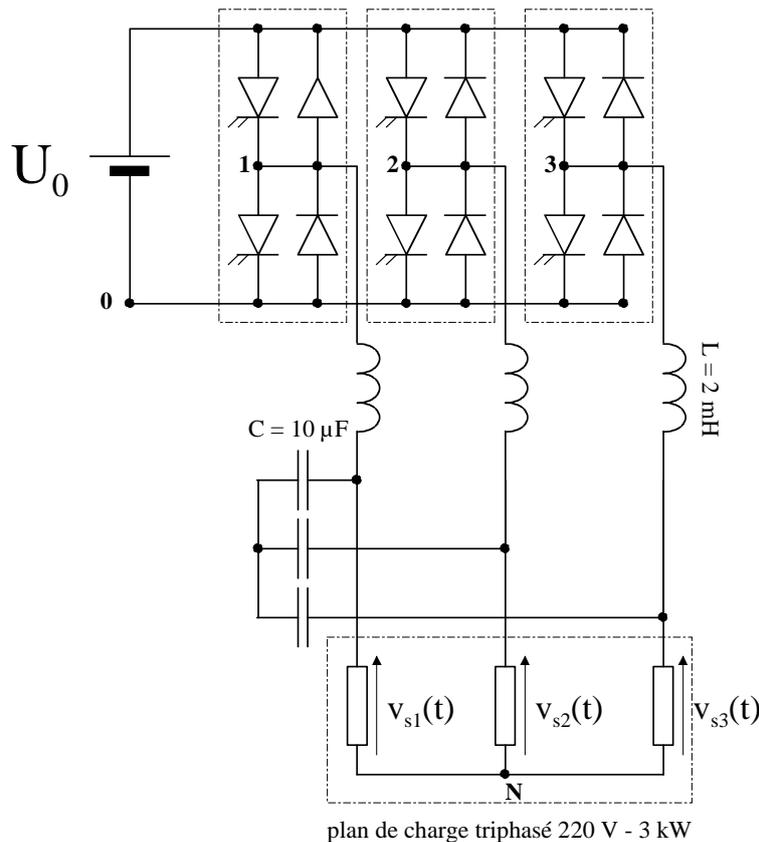
Expérimentation. Relever à l'oscilloscope le spectre en fréquence de tension $v(t)$ et de la tension $v_s(t)$.

Expérimentation. Montrer que la tension $v_s(t)$ représente la composante basse fréquence de la tension $v(t)$.

Expérimentation. Montrer que
$$v_s(t) = \frac{U_0}{2} + x(t) \frac{U_0}{2}.$$

3 Onduleur triphasé

Expérimentation. Câbler le montage suivant :



Expérimentation. A l'aide de la carte interface DSPACE associée au logiciel SIMULINK de MATLAB, et du bloc PWM, **générer** les signaux de commande $com_1(t)$, $com_2(t)$, $com_3(t)$ associés aux trois cellules de commutation avec :

$$x_1(t) = \hat{X} \sin(\omega t) ; x_2(t) = \hat{X} \sin\left(\omega t - \frac{2\pi}{3}\right) ; x_3(t) = \hat{X} \sin\left(\omega t - \frac{4\pi}{3}\right)$$

On paramétera la fréquence de découpage à 1 kHz et on réglera la fréquence des modulantes à 100 Hz.

Expérimentation. Relever à l'oscilloscope la tension $v_{10}(t)$, la tension $v_{1N}(t)$ et la tension $v_{s1}(t)$. **Commenter.**

Expérimentation. Relever à l'oscilloscope les tensions $v_{s1}(t)$, $v_{s2}(t)$ et $v_{s3}(t)$. **Commenter** et

montrer que
$$v_{s1}(t) = x_1(t) \frac{U_0}{2} ; v_{s2}(t) = x_2(t) \frac{U_0}{2} ; v_{s3}(t) = x_3(t) \frac{U_0}{2}.$$

A un système triphasé ($e_1(t), e_2(t), e_3(t)$), est associé le vecteur complexe $\overline{e}(t)$ défini par :

$$\checkmark \quad \overline{e}(t) = \sqrt{\frac{2}{3}} \left(e_1(t) + a e_2(t) + a^2 e_3(t) \right) \quad \text{avec } a = e^{j\frac{2\pi}{3}}$$

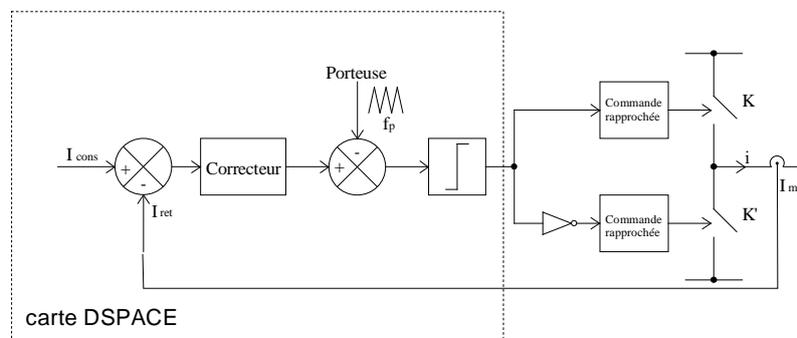
Expérimentation. Relever à l'oscilloscope le vecteur complexe associé aux tensions $v_{10}(t)$, $v_{20}(t)$ et $v_{30}(t)$. **Commenter.**

Expérimentation. Relever à l'oscilloscope le vecteur complexe associé aux tensions $v_{s1}(t)$, $v_{s2}(t)$ et $v_{s3}(t)$. **Commenter.**

4 Onduleur de tension piloté en courant

Dans certaines associations de l'onduleur de tension avec une machine électrique, il est préférable d'injecter des courants plutôt que d'imposer des tensions.

Pour la commande de l'onduleur de tension (piloté en courant), nous avons le choix entre deux stratégies. Soit nous réalisons les asservissements à l'aide de correcteurs à hystérésis extérieurs à la carte DSPACE (cas de la séance de TP), soit nous réalisons les corrections à l'aide de correcteurs "analogiques" (P, PI etc.) réalisés avec la carte DSPACE. Dans ce dernier cas, la loi de commande de l'onduleur de tension piloté en courant est basée sur le principe suivant :



Expérimentation. Câbler les correcteurs par hystérésis sur le montage onduleur de tension triphasé précédent.

Expérimentation. Générer les consignes de courants triphasés à l'aide de la carte interface DSPACE associée au logiciel SIMULINK de MATLAB, et du bloc DAC.

Expérimentation. Relever à l'oscilloscope le vecteur complexe associé aux tensions $v_{10}(t)$, $v_{20}(t)$ et $v_{30}(t)$. **Commenter.**

Expérimentation. Relever à l'oscilloscope le vecteur complexe associé aux tensions $v_{s1}(t)$, $v_{s2}(t)$ et $v_{s3}(t)$. **Commenter.**