

## **TP N° 4 : Modélisation et Simulation des convertisseurs statiques à commande par MLI**

### **Objectifs :**

- **Savoir modéliser et simuler les convertisseurs à commande par MLI utilisés souvent dans les systèmes éoliens par MATLAB-SIMULINK en vue de l'utiliser dans une chaîne de conversion éolienne.**

### **Introduction**

La conception du contrôleur pour tout système nécessite des connaissances sur le comportement du système. Cela implique généralement une description mathématique de la relation entre les entrées et le processus, les variables d'état et la sortie. Cette description sous forme d'équations mathématiques qui décrivent le comportement du système (processus) est appelée modèle du système. Ce chapitre vise à développer les modèles mathématiques des convertisseurs électroniques de puissance DC/DC utilisés souvent dans les systèmes à énergies renouvelables, en utilisant des modèles d'espace d'états commutés et non linéaires au niveau du système. L'objectif de ce TP est l'étude de la réponse des modèles développés en boucle ouverte afin de les utiliser dans la conception des schémas fonctionnels en boucles fermées.

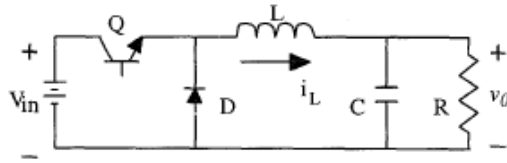
### **1- Modélisation et simulation de l'hacheur dévolteur (Buck)**

Le convertisseur dévolteur avec des dispositifs de commutation idéaux sera considéré ici qui fonctionne avec la période de commutation de  $T$  et le cycle de service  $D$  Figure 1. Les équations d'état correspondant au convertisseur en mode de conduction continue (CCM) peuvent être facilement comprises en appliquant la loi de tension de Kirchhoff sur la boucle contenant l'inductance et la loi de courant de Kirchhoff sur le nœud auquel est connectée la branche du condensateur. Lorsque l'interrupteur idéal est sur ON, la dynamique du courant de l'inductance  $i_L(t)$  de la tension du condensateur  $v_c(t)$  est donnée par :

$$\begin{cases} \frac{di_L}{dt} = \frac{1}{L}(V_{in} - v_o) \\ \frac{dv_o}{dt} = \frac{1}{C}(i_L - \frac{v_o}{R}) \end{cases}, \quad 0 < t < dT, \quad Q: ON \quad (1)$$

Lorsque l'interrupteur est sur OFF, la dynamique du courant et tension sont présentés par :

$$\begin{cases} \frac{di_L}{dt} = \frac{1}{L}(-v_o) \\ \frac{dv_o}{dt} = \frac{1}{C}(i_L - \frac{v_o}{R}) \end{cases}, \quad dT < t < T, \quad Q: OFF \quad (2)$$

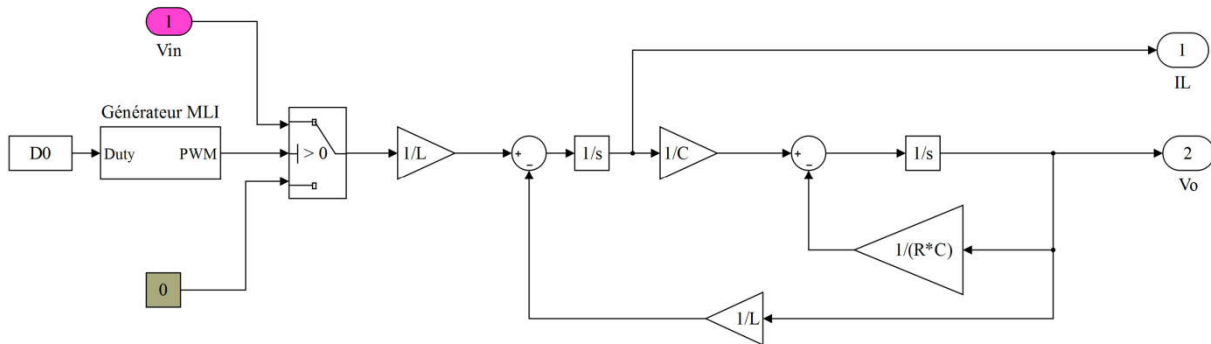


**Figure 1** Hacheur dévolteur

Ces équations sont implémentées dans Simulink comme le montre le schéma bloc de la figure 2.

**Travail demandé :** Réaliser et simuler le schéma bloc en prenant les paramètres de simulation suivants :

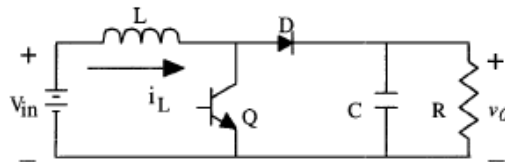
$$V_{in}=24V, L=69mH, C=220\mu F, R=13\Omega, f=100KHz, V_o=12V$$



**Figure 2** Schéma bloc de simulation de l'hacheur dévolteur en boucle ouverte

## 2- Modélisation et simulation de l'hacheur survolteur (Boost)

Le circuit équivalent du convertisseur survolteur est représenté sur la figure 3.



**Figure 3** Hacheur survolteur

Pour une période de commutation de  $T$  et un rapport cyclique de  $D$  est donné. On suppose un mode de fonctionnement à conduction continue, lorsque l'interrupteur principal est sur ON sont représentées par les équations de l'espace d'état.

$$\begin{cases} \frac{di_L}{dt} = \frac{1}{L}(V_{in}) \\ \frac{dv_o}{dt} = \frac{1}{C}(-\frac{v_o}{R}) \end{cases}, \quad 0 < t < dT, \quad Q: ON \quad (3)$$

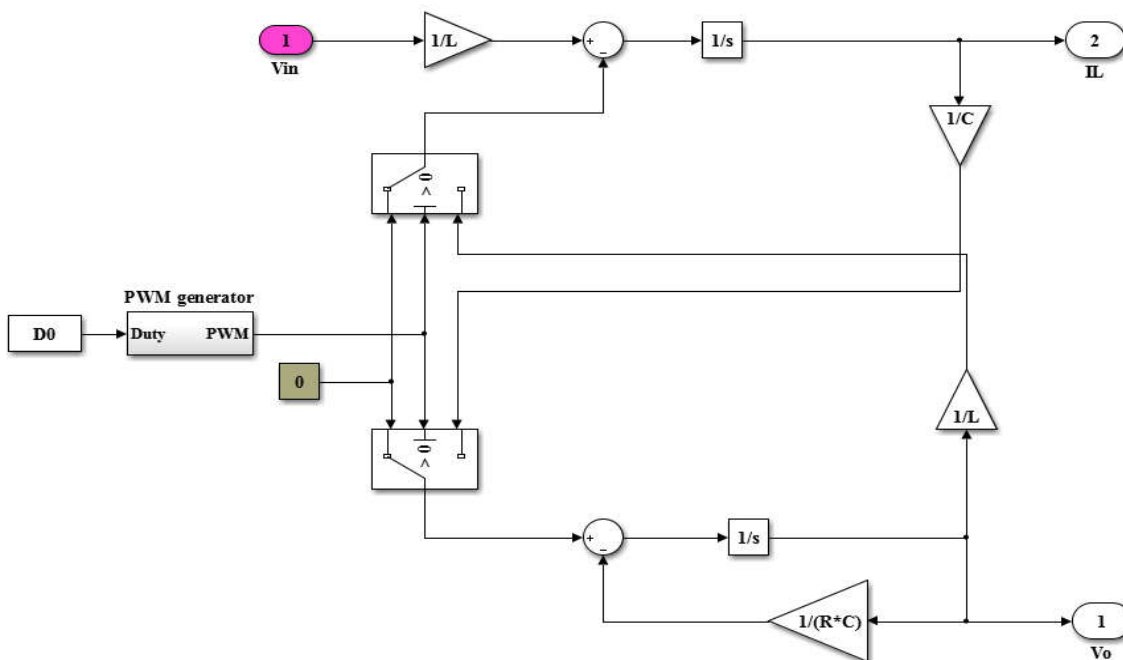
Et lorsque l'interrupteur est sur OFF

$$\begin{cases} \frac{di_L}{dt} = \frac{1}{L}(V_{in} - v_o) \\ \frac{dv_o}{dt} = \frac{1}{C}(i_L - \frac{v_o}{R}) \end{cases}, \quad dT < t < T, \quad Q: OFF \quad (4)$$

Le schéma bloc de simulation est alors représenté sur la figure 4.

**Travail demandé :** Réaliser et simuler le schéma bloc en prenant les paramètres de simulation suivants :

$$V_{in}=10V, L=69mH, C=220\mu F, R=13\Omega, f=100KHz, V_o=20V$$



**Figure 4** Schéma bloc de simulation de l'hacheur survolteur en boucle ouverte

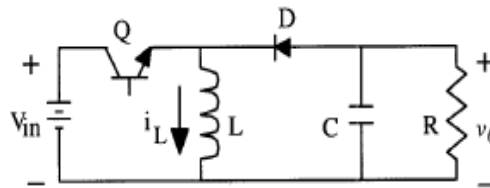
### 3- Modélisation et simulation de l'hacheur dévolteur-survolteur (Buck-Boost)

L'hacheur dévolteur-survolteur est représenté sur la figure 5. Pour une période de commutation  $T$  et un rapport cyclique  $D$ , et en supposant un mode de fonctionnement à conduction continue, lorsque l'interrupteur est sur ON, les équations de l'espace d'état sont données par :

$$\begin{cases} \frac{di_L}{dt} = \frac{1}{L}(V_{in}) \\ \frac{dv_o}{dt} = \frac{1}{C}\left(-\frac{v_o}{R}\right) \end{cases}, \quad 0 < t < dT, \quad Q: ON \quad (5)$$

Et lorsque l'interrupteur est sur OFF

$$\begin{cases} \frac{di_L}{dt} = \frac{1}{L}(v_o) \\ \frac{dv_o}{dt} = \frac{1}{C}\left(-i_L - \frac{v_o}{R}\right) \end{cases}, \quad dT < t < T, \quad Q: OFF \quad (6)$$

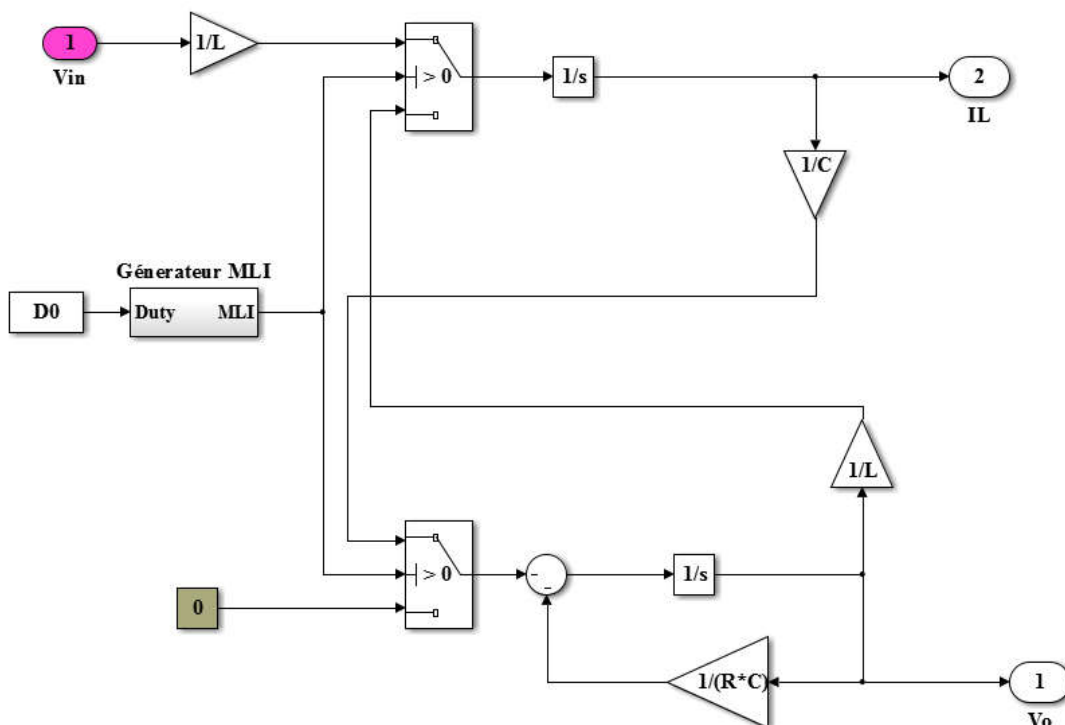


**Figure 5** Hacheur dévolteur-survolteur

Le schéma bloc de simulation est alors représenté sur la figure 6.

**Travail demandé :** Réaliser et simuler le schéma bloc en prenant les paramètres de simulation suivants :

$$V_{in}=24V, L=69mH, C=220\mu F, R=13\Omega, f=100KHz, V_o=-24V$$



**Figure 6** Schéma bloc de simulation de l'hacheur dévolteur-survolteur en boucle ouverte