

I.1. Introduction :

Dans ce chapitre nous présentons des généralités sur les convertisseurs statiques continus-continus (DC-DC) en présentant leurs topologies basiques existantes à savoir le convertisseur série (Buck), parallèle (Boost) et le série parallèle (Buck-Boost). Nous mettons l'accent plus spécialement sur le convertisseur série parallèle (Buck-Boost) qui fera l'objet de notre étude dans ce mémoire.

I.2. Convertisseurs DC-DC :

L'hacheur ou convertisseur continu - continu est un dispositif de l'électronique de puissance mettant en œuvre un ou plusieurs interrupteurs commandés et qui permet de modifier la valeur de la tension d'une tension délivrée en sortie est inférieure à la tension appliquée en entrée, l'hacheur est dit dévolteur (ou abaisseur ou Buck). Dans le cas contraire, il est dit survolteur (ou élévateur ou Boost). Il existe des hacheurs capables de travailler dans les deux sens (Buck-Boost). Certains hacheurs sont également réversibles : ils peuvent alors fournir de l'énergie à la charge, généralement une machine à courant continu dans ce type d'application, ou bien en prélever ce qui permet de freiner la machine[1].

I.3. Mode de fonctionnement du convertisseur statique :

Le convertisseur peut fonctionner suivant deux modes de fonctionnements dépendant de sa capacité de stockage d'énergie, de la période de commutation et de la charge. Ces deux modes sont :

I.3.1. Mode de Conduction Continue (MCC) :

Dans ce cas, l'énergie emmagasinée dans l'inductance L est transférée partiellement. Le courant dans l'inductance ne s'annule pas sur une période de commutation.

I.3.2. Mode de Conduction Discontinue (MCD) :

Dans ce cas, l'énergie emmagasinée dans l'inductance L est transférée totalement. Le courant dans l'inductance s'annule avant la fin d'une de commutation[2].

I.4. Convertisseur Buck (hacheur série) :

Un convertisseur Buck, ou hacheur série, est une alimentation à découpage qui convertit une tension continue en une autre tension continue de plus faible valeur. Il est utilisé pour des applications permettant d'obtenir une tension réglable mais toujours inférieure à celle présente à l'entrée. La figure (I.1) illustre le schéma électrique du convertisseur.

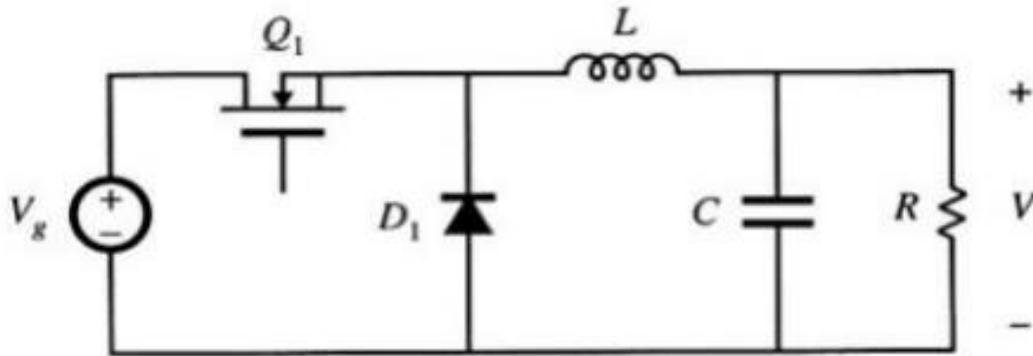


Figure. I. 1 : Convertisseur série (Buck)

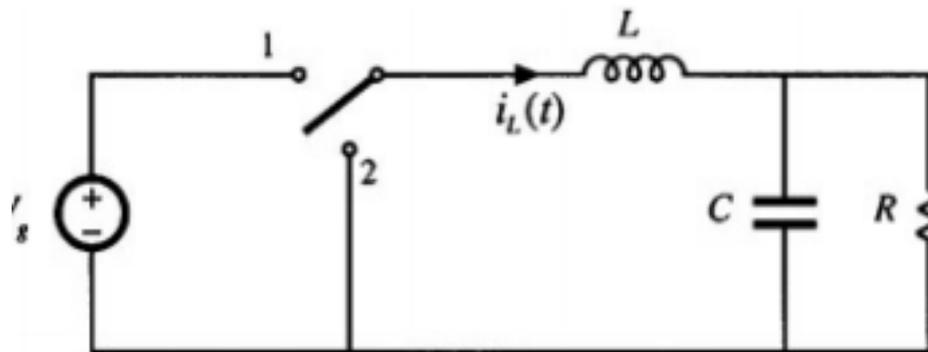


Figure. I. 2 : Convertisseur série(Buck) idéal

I.4.1. Principe de fonctionnement

Le fonctionnement d'un convertisseur Buck peut être divisé en deux configurations suivant l'état de l'interrupteur Q :

- ✓ Dans l'état passant, l'interrupteur 1 (voir figure I.2) est fermé, la tension aux bornes de l'inductance est :
Le courant traversant l'inductance augmente linéairement.
La tension aux bornes de la diode étant négative, aucun courant ne la traverse
- ✓ Dans l'état bloqué, l'interrupteur 2 est ouvert. La diode devient passante afin d'assurer la continuité du courant dans l'inductance. La tension aux bornes de l'inductance vaut. Le courant traversant l'inductance décroît.
La valeur moyenne de la tension de sortie :

$$V = V_g \times D \tag{I.1}$$

Avec : D est le rapport cyclique

I.5. Convertisseur Boost (hacheur parallèle) :

Un convertisseur Boost, ou hacheur parallèle, est une alimentation à découpage qui convertit une tension continue en une autre tension continue de plus forte valeur réglée. Un convertisseur boost permet d'augmenter la tension fournie par les batteries et ainsi diminuer le nombre d'éléments nécessaires pour atteindre le niveau de tension désiré. Les véhicules hybrides ainsi que les systèmes d'éclairage sont deux exemples typiques d'utilisation des convertisseurs boost[3]. La figure (I.3) illustre le schéma électrique du convertisseur. Il est basé sur deux interrupteurs (mosfet et diode) fonctionnent en complémentaire durant une période, un filtre LC et une résistance prise comme une charge[1].

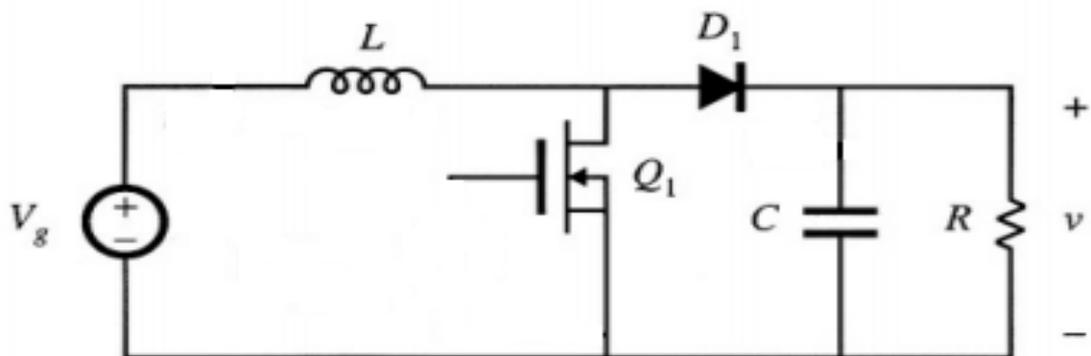


Figure. I. 3 : Convertisseur parallèle (Boost)

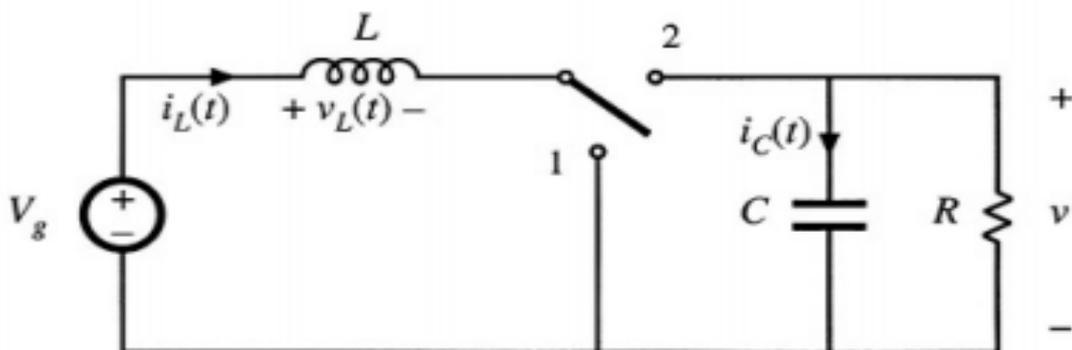


Figure. I. 4 : Convertisseur parallèle (Boost) Idéal

I.5.1. Principe de fonctionnement :

- Lorsque l'interrupteur est en position 1, cela entraîne l'augmentation du courant dans l'inductance donc le stockage d'une quantité d'énergie sous forme d'énergie magnétique. La diode de roue libre D est alors bloquée et la charge est alors déconnectée de l'alimentation.

- Lorsque l'interrupteur en position 2 est ouvert, l'inductance se trouve alors en série avec le générateur et sa fem. S'ajoute à celle du générateur (effet survolteur). Le courant traversant l'inductance traverse ensuite la diode D, le condensateur C et charge R. Il en résulte un transfert de l'énergie accumulée dans l'inductance vers la capacité.

La tension moyenne de sortie :

$$V = \frac{1}{1-D} \times V_g \quad (I.2)$$

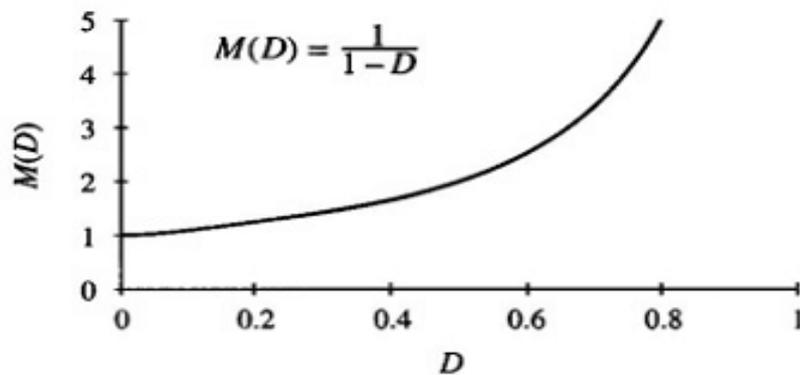


Figure. I. 5 : Rapport de transformation de convertisseur Boost

Noter que si le rapport cyclique approche de l'unité ($D=1$) le rapport de transformation tend vers l'infini, le convertisseur boost idéal est capable de produire n'importe quelle tension de sortie supérieure à la tension d'entrée. Il existe, bien sûr, des limites à la tension de sortie.

Avec :

$$M(D) = \frac{1}{1-D} \quad (I.3)$$

I.6. Convertisseur Buck-Boost (hacheur série-parallèle) :

Un convertisseur Buck-Boost (Hacheur série parallèle) est une alimentation à découpage qui convertit une tension continue en une autre tension continue de plus faible ou plus grande valeur selon le rapport cyclique imposé aux interrupteurs. Il existe deux types de ces convertisseurs : inverseur et non inverseur.

I.6.1. Buck-Boost inverseur (Inverting buck-boost converter) :

La figure (I.6) illustre le schéma électrique de ce type convertisseur. La tension d'entrée pourrait être Soit supérieur ou inférieur à la tension de sortie souhaitée. En effet si le rapport cyclique D est supérieur à 0.5 l'hacheur fonctionne en mode boost et si D est inférieur a 0.5 le hacher fonctionne en mode buck. Le convertisseur buck-boost inverseur a une sortie négative par rapport à la tension d'entrée [6].

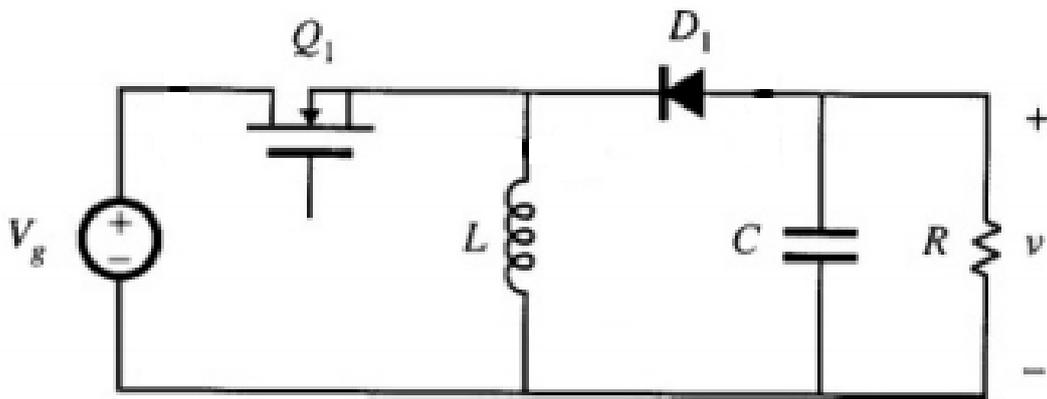


Figure. I. 6 : Convertisseur série-parallèle (Buck-Boost)

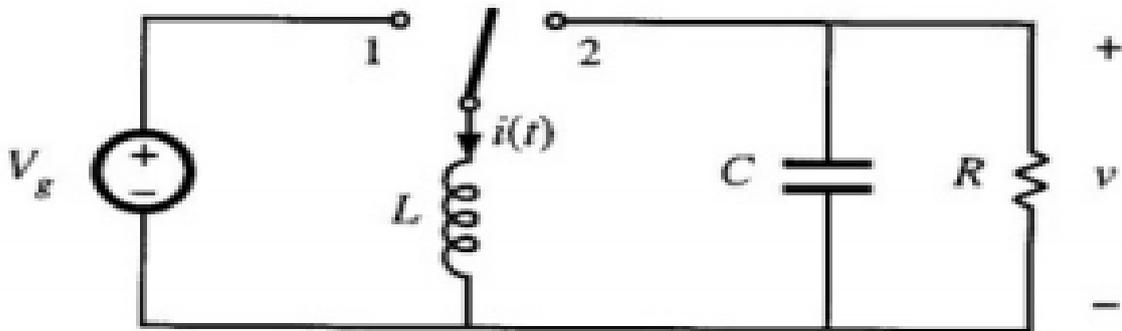


Figure. I. 7 : Convertisseur série-parallèle (Buck-Boost) idéal

La valeur moyenne de la tension de sortie :

$$V = -\frac{D}{1-D} \times V_g \tag{I.4}$$

Le rapport de transformation :

$$M(D) = -\frac{D}{1-D} \tag{I.4}$$

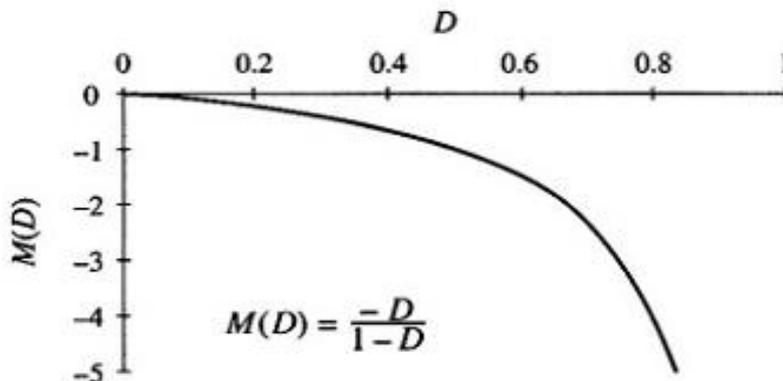


Figure. I. 8 : Le rapport de transformation $M(D)$ de Buck-Boost(inverseur)

I.6.2. Buck-Boost non-inverseur (non-Inverting Buck-boost converter) :

Le convertisseur Buck-Boost non inverseur est une combinaison en série d'un convertisseur Buck et Boost.il peut être utilisé dans Le mode Boost ou le mode Buck ou le mode Buck-Boost en contrôlant le rapport cyclique du circuit. La figure (I.9) présente le circuit de ce convertisseur.

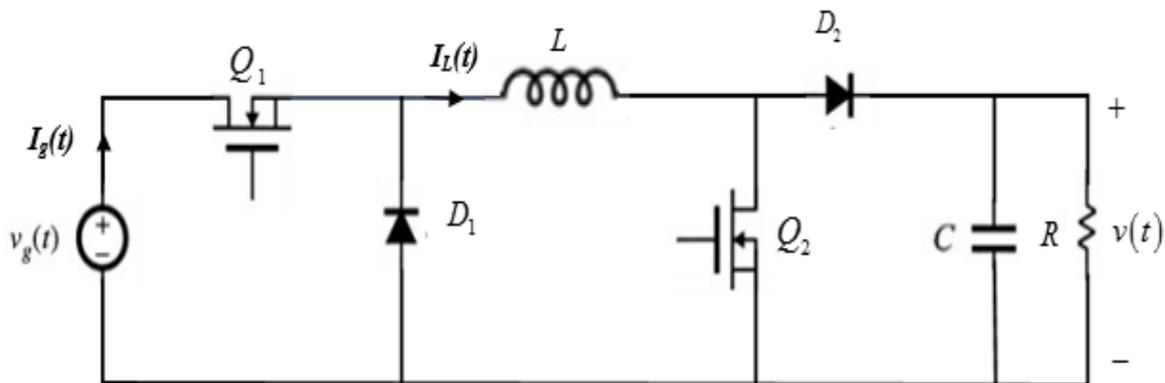


Figure. I. 9 : Convertisseur Buck-Boost non inverseur

La tension moyenne de sortie

$$V = D \frac{1}{1-D} V_g \tag{I.4}$$

I.7. Etat de l'art des convertisseurs buck-boost

L'analyse, la conception et la commande des convertisseur buck-boost a pris l'intérêt de plusieurs chercheurs dans les décennies. Chaque année les chercheurs propose des nouvelles topologies ou des nouvelles techniques de commande afin d'avoir des meilleures performances en terme de contrôle et de rendement (minimisation des pertes de commutation) [5]. Le choix d'une telle structure dépend exclusivement du domaine d'application. Dans [6], les auteurs ont présenté un état de l'art sur les topologies et les applications des différentes techniques de boosting. [7] et [8], ont proposé cette année des nouvelles structures de convertisseur de type buck –boost en évaluant leurs performances en très hautes fréquences. Récemment l'utilisation incessante de l'énergie solaire a motivé le développement de ces convertisseurs [9] [10] [11].

Par conséquent et dans le cadre de nos thématiques de recherches au laboratoire de génie électrique et plasmas(LGEP) qui concernent l'énergie solaire destinée aux différentes applications telle que les smart grid et les systèmes de dessalement d'eau, il est nécessaire d'étudier le concevoir ce type de convertisseur. Dans ce travail, on s'intéresse à étudier et concevoir un convertisseur buck-boost en développant ça commande en boucle fermée.

I.8. Conclusion :

Dans ce chapitre le modèle du convertisseur buck boost en boucle ouverte. Vu que le modèle du convertisseur est non linéaire, on a procédé à la linéarisation autour d'un point de fonctionnement afin de développer les fonctions de transferts représentant le ce système. Un test de simulation a été effectuer afin de d'étudier le modèle.