

PROJET MODULE CONVERTISSEUR  
DC/DC INTELLIGENT

# ETUDES DES DISPARITES DE CONVERTISSEURS DC/DC BOOST

Note d'application

Mahamane TOURE GE 5A  
30/01/2015

# Table des matières

Introduction.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
1 Convertisseur Boost .....	3
2 Etude en conduction continue .....	4
2.1.1 Accumulation d'énergie .....	4
2.1.2 Transfert d'énergie.....	4
2.2 Limite de fonctionnement en conduction continue.....	6
3 Conclusion .....	6

# Table des illustrations

Figure 1 module convertisseur.....	3
Figure 2 Schéma simplifié carte .....	3
Figure 3 accumulation d'énergie.....	4
Figure 4 transfert d'énergie.....	5

# Introduction

Dans le cadre de la formation d'ingénieur en Génie électrique à Polytech Clermont Ferrand, les étudiants travaillent sur des projets en collaborations avec des sociétés industrielles. Nous, en tant qu'étudiants en dernière année, avons travaillé sur un projet de la société **Cooper Sécurité SAS** qui appartient à **Cooper Safety** du groupe **Eaton**. Le projet portait sur « Les modules convertisseurs DC/DC intelligents » et notre Client était M. Jonathan Bernard, qui est chef de projet en recherche et développement de l'entreprise Cooper Sécurité SAS située à Riom.

Au début du projet notre client nous a fourni des convertisseurs DC/DC de type boost que nous avons étudiés et modifiés afin de les rendre intelligents pour ensuite pouvoir les mettre en parallèle.

Sera décrit dans ce document l'étude de ces convertisseurs de type Boost.

# 1 Convertisseur Boost

Un convertisseur boost est une alimentation à découpage qui convertit une tension continue en une tension continue de plus grande valeur. Nous pouvons voir sur l'image ci-dessous le convertisseur qui nous a été fourni par notre client.

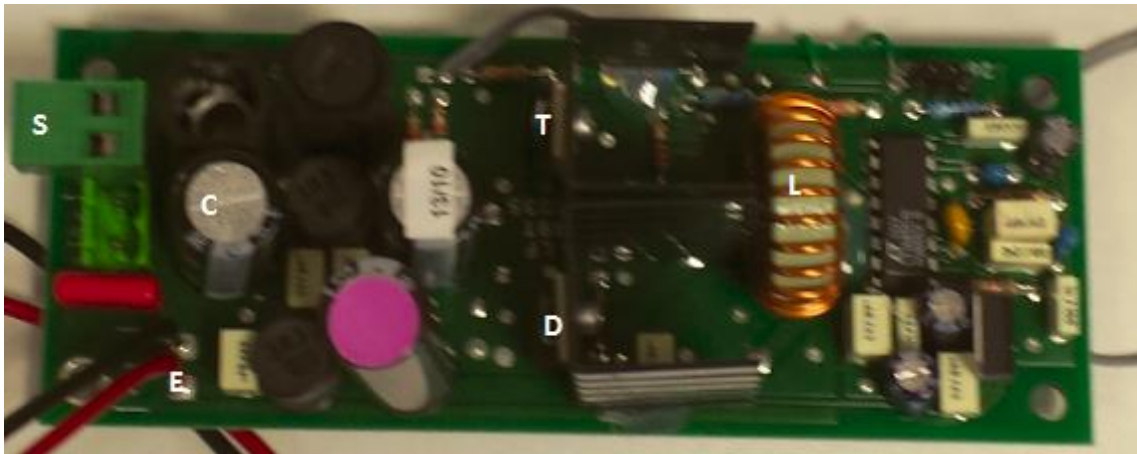


Figure 1 module convertisseur

Sur cette carte, les éléments les plus importants sont :

- L'entrée (E)
- L'inductance (L)
- La diode (D)
- Le condensateur (C)
- Le transistor mosfet (T)
- La sortie (S)

En tenant compte des éléments importants de la carte, nous avons représenté le schéma simplifié du module ci-dessous, la source de tension sur le schéma représente une batterie à l'entrée du convertisseur.

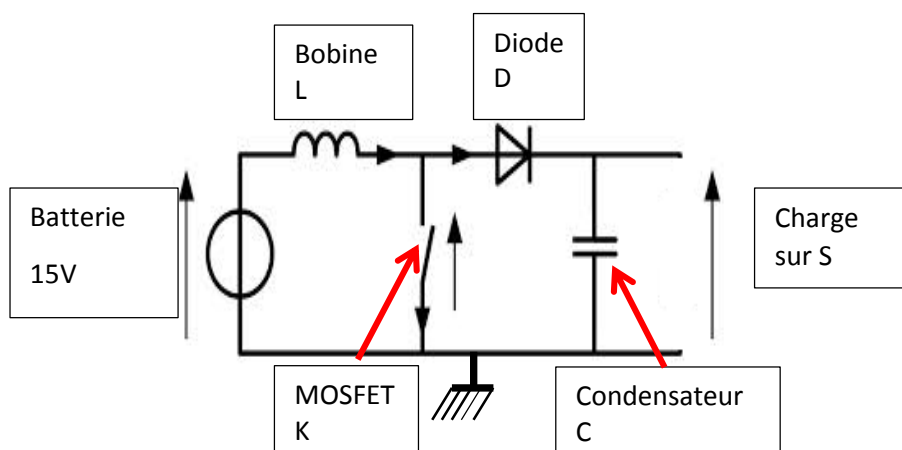


Figure 2 Schéma simplifié carte

Le circuit est alimenté par une batterie de 15 V et la sortie sera charger par une résistance qui n'est pas représentée ici.

Le transistor MOSFET de puissance est représenté par un interrupteur K qui sera commandé périodiquement avec un rapport cyclique  $\alpha$  à la fréquence  $F=1/T$ .

Il existe deux modes de fonctionnement de ce circuit selon l'état de conduction de l'inductance L (si le courant s'annule ou pas au cours d'une période). Nous allons étudier dans ce document le mode de conduction continue.

## 2 Etude en conduction continue

Le fonctionnement de ce circuit peut être divisé en deux étapes selon l'état de l'interrupteur K.

### 2.1.1 Accumulation d'énergie

$$0 < t < \alpha T \quad \text{avec } \alpha \in ]0, 1[ ;$$

On considère que l'interrupteur K est fermé et la diode D bloquée, le schéma équivalent est le suivant :

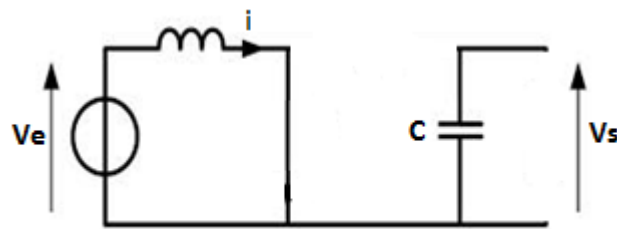


Figure 3 accumulation d'énergie

Nous avons :

$$v_e = L \frac{di}{dt} \quad \text{D'où} \quad i(t) = \frac{v_e}{L} t + i_0$$

A  $t = \alpha T$ , le courant sera maximal dans l'inductance.

$$i_{max} = \frac{v_e}{L} \alpha T + i_0 \quad (1)$$

### 2.1.2 Transfert d'énergie

$$\alpha T < t < T$$

On considère que l'interrupteur est maintenant ouvert, la diode D conduit. Le schéma équivalent est le suivant.

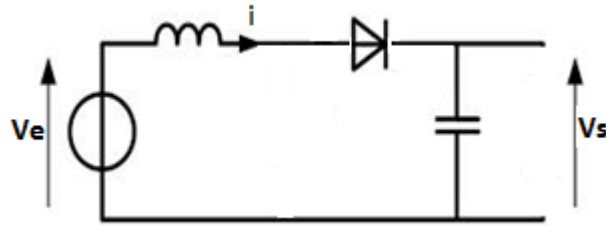


Figure 4 transfert d'énergie

$$v_e - L \frac{di}{dt} - v_s = 0 \quad \text{d'où} \quad v_s - v_e = -L \frac{di}{dt}$$

$$i(t) = i_{max} - \frac{v_s - v_e}{L} (t - \alpha T)$$

A  $t=T$ , ce courant sera minimal donc égal au courant  $i_0$

$$i_{min} = i_0 = i_{max} - \frac{v_s - v_e}{L} (1 - \alpha)T \quad (2)$$

Soit  $\Delta i$ , l'ondulation du courant dans l'inductance  $\Delta i = i_{max} - i_{min}$

De l'équation (1) on tire

$$\Delta i = \frac{v_e}{L} \alpha t$$

De l'équation (2) on tire

$$\Delta i = \frac{v_s - v_e}{L} (1 - \alpha)T$$

En combinant ces deux dernières équations nous obtenons :

$$v_s = \frac{v_e}{(1 - \alpha)}$$

D'après cette dernière relation, on constate que la tension de sortie dépend de la tension d'entrée et du rapport cyclique  $\alpha$ , sachant que  $\alpha$  est compris entre 0 et 1, le convertisseur est alors, un élévateur de tension.

Théoriquement la tension de sortie est indépendante de la charge, mais dans la pratique tous les composants n'étant pas parfaits, il y a des disparités qui apparaissent et cela est dû aux imperfections des composants réels.

Ce convertisseur est maintenant connecté à une charge, il y a un courant de sortie  $I_s$  qui traverse cette charge. Ce courant dépend de la valeur de la charge, plus la charge est grande, plus le courant diminue. Une très faible valeur de ce courant peut faire passer le circuit à un

mode de fonctionnement discontinu, c'est pourquoi on parle de limite de fonctionnement continue.

## 2.2 Limite de fonctionnement en conduction continue

Lorsque le courant de sortie  $I_s$  diminue, par exemple par augmentation de la charge (R), le circuit peut passer en conduction discontinue (le courant s'annule au cours de la période).

On montre que l'expression de la tension de sortie s'écrit alors:

$$v_s = v_e \left( \frac{1}{2} + \sqrt{\frac{1}{4} + \frac{RT}{2L} \alpha^2} \right)$$

On constate que la tension de sortie n'est pas qu'en fonction de la tension de sortie et du rapport cyclique mais aussi en fonction de la charge et de l'inductance. Il est donc important de nécessaire de connaître la limite de fonctionnement en conduction continue.

Le courant de sortie est égal au courant traversant la diode, donc à la valeur moyenne du courant dans l'inductance durant l'étape 2.

Nous avons donc :

$$i_s = \frac{1}{T} \int_0^T i_d dt = \frac{1}{T} \int_{\alpha T}^T \left( i_{max} - \frac{v_s - v_e}{L} (t - \alpha T) \right) dt$$

La limite de conduction est atteint lorsque le courant  $i_0$  passe à 0, on tire alors de l'équation (1) :

$$i_{max} = \frac{v_e}{L} \alpha t$$

En reportant cette équation dans la précédente, on détermine la valeur minimale du courant de sortie pour rester en conduction continue,

$$I_{smin} = i_{min} = \frac{(1 - \alpha) \Delta i}{2}$$

## 3 Conclusion

Dans ce projet, nous agissons sur le rapport cyclique de chaque module pour avoir en sortie la même tension, sachant que ces rapports cycliques peuvent être différents du fait que les modules ne sont pas parfaitement les même.

Une fois que les modules ont la même tension, ils pourront être mis en parallèle et ainsi délivrer à peu près le même courant, ce qui était la vraie problématique de notre projet.