

FACULTE DE TECHNOLOGIE

DEPARTEMENT

D'ELECTRONIQUE

N° :



DOMAINE: SCIENCES ET TECHNOLOGIES

FILIERE: ELECTRONIQUE

OPTION : INSTRUMENTATION

**Mémoire présenté pour l'obtention
Du diplôme de Master Académique**

Par:

Djegham Yassine

Kamani Hicham

Intitulé

**Commande et implémentation d'un
convertisseur série (Buck converter)**

Soutenu devant le jury composé de:

Fodile Malika	Université de M'Sila	Président
Zorig Abdelmalik	Université de M'Sila	Rapporteur
Tabbakh Mustafa	Université de M'Sila	Examineur

Année universitaire : 2018/2019

Remerciements

*Nous remercions Dieu le Tout-puissant de nos avoir donné le courage, la volonté
et la patience de mener à terme ce présent travail*

*Nous remercions particulièrement notre encadreur monsieur Abdelmalik
L.O.P.F.G pour sa confiance, ses remarques, sa disponibilité et sa bien vaillance
Nous voulons aussi à remercier les membres du jury pour avoir accepté d'évaluer ce
travail.*

*Enfin, nous remercions
également toutes les personnes présentes dans la salle.*

Dédicaces

Je dédie le présent mémoire :

A ma chère mère

A mon très cher père

*Pour leurs encouragements, soutien, et surtout pour leurs amour et sacrifice pour
que rien n'entrave le déroulement de mes études.*

A mes frères et mes sœurs

A mes meilleurs amis et à tous ceux qui me sont chers.

Yassine

Dédicaces

Je dédie le présent mémoire :

A ma chère mère

A mon très cher père

Pour leurs encouragements, soutien, et surtout pour leurs amour et sacrifice pour que rien n'entrave le déroulement de mes études.

A mes frères et mes sœurs

A mes meilleurs amis et à tous ceux qui me sont chers.

hichem

Table des matières

Introduction générale	1
------------------------------	----------

Chapitre I

Modélisation *et dimensionnement du convertisseur Buck*

I.1. Introduction	03
I.2. Convertisseurs DC-DC	04
I.3. Différentes structures des convertisseurs DC/DC	04
I.3.1 Convertisseur boost	05
I.3.1.1. Schéma électrique du convertisseur boost	05
I.3.2. Convertisseur abaisseur-élevateur (buck-boost)	06
I.3.3. Convertisseur CUK	07
I.3.4 Convertisseur SEPIC	07
I.3.5. Convertisseur abaisseur buck	08
I.3.5.1. Principe de fonctionnement du convertisseur buck	09
I.3.5.2. Modélisation du convertisseur buck	09
I.3.5.3. Mode de conduction continue	11
I.3.5.4. Mode de conduction discontinue	12
I.3.5.5. dimensionnement de condensateur convertisseur de sortie l'inductance	13
I.3.5.6. Dimensionnement de l'inductance du convertisseur buck	14
I.4. Le choix de la fréquence de commutation est un compromis, en effet	14
I.5. Conclusion	15

Chapitre II

Commande linéaire d'un convertisseur buck

II.1. Introduction	16
II.2. Structure globale de la commande linéaire du convertisseur buck	16
II.3. Synthèse du régulateur de la tension de sortie du convertisseur	17
II.4. Synthèse du régulateur de courant de l'inductance	19
II.5. Principe de la Modulation de Largeur d'Impulsion (MLI)	20
II.6. Résultats de simulation	20
II.6. 1. Performance du système avec une tension de référence fixe.	20
II.6. 2. Performance du système avec une tension de référence variable	25
II.6. 3. Performance du système avec une variation de charge.	26
II.7. Conclusion	28

Chapitre III

Implémentation expérimentale d'une convertisseur séries (Buck) pilote par une carte DSP

III.1. Introduction	29
III.2. Description du banc d'essai réalisé	29
III.2.1 Carte de développement DSP TMS320F28335	31
III.3. circuit du pilote et de protection du Mosfet	32
III.4. Alimentation stabilisée 15V/-15V	32
III.5. Convertisseur buck	33
III.6. Résultats expérimentaux	34
III.6.1 Validation du circuit de pilotage du mosfet	34
III.6.2. Validation du convertisseur buck réalisé	36
III. 6.2.1. Performances du convertisseur avec une variation de la rapport cyclique	36
III.6.2.2. Performances du convertisseur avec une variation de la tension d'entrée	40
III.9 Conclusion	41
Conclusion générale	42

Bibliographie _____ 43

Liste des figures

Chapitre I

Figures.....	Pages
Figure (I.1): schéma synoptique d'un convertisseur dc-dc	4
Figure (I.2): Circuit électrique de convertisseur boost	5
Figure (I.3): Circuits équivalents du convertisseur Boost : (a) S fermé, (b) S ouvert.....	5
Figure (I.4): Formes d'ondes du convertisseur Boost fonctionnant dans le mode conduction continu. tension et le courant dans la bobine . courant dans la diode courant.....	6
Figure (I.5): Circuit électrique du convertisseur buck-boost.....	6
Figure (I.6): Circuits équivalents du convertisseur Buck-boost : (a) S fermé, (b) S ouvert	7
Figure(I.7): Circuit électrique du convertisseur cuk.....	7
Figure(I.8): Circuit électrique du convertisseur sepic	8
Figure (I.9): Circuit électrique du convertisseur Buck.....	9
Figure (I.10): Circuits équivalents du convertisseur Buck pendant la commutation de l'interrupteur S : (a) S est fermé, (b) S est ouvert.....	9
Figure (I.11): Formes d'ondes du convertisseur Buck fonctionnant de M.C.C.(a)la tension de l'inductance(b) courant de l'inductance.....	11
Figure (I.12): Formes d'ondes fonctionnant de D.C.M. (a) forme de courant et (b) forme La tension.....	12

Chapitre II

Figure (II.1): schéma global de la commande du convertisseur buck alimentant une charge R-L..	17
.....	
Figure.(II.2) : Boucle de régulation de la tension du de sortie du convertisseur buck.	18
Figure.(II.3): Schéma de régulation du courant de l'inductance	19
Figure (II.4): principe de la modulation de largeur d'impulsion.....	20
Figure (II.5): Performance du système pour une tension de référence $v_{chref}=10V$, (b), Courant de l'inductance et sa référence, (c) Rapport cyclique.	21
Figure (II.6): Performance du système pour une tension de référence $v_{chref}=30V$, (a) Tension de sortie du buck et sa référence, (b), Courant de l'inductance et sa référence, (c) Rapport cyclique.	22
Figure (II.7): Performance du système via une variation brusque de la tension de référence $v_{chref}=50V$, (a) Tension de sortie du buck et sa référence, (b), Courant de l'inductance et sa référence, (c) Rapport cyclique.	23

Figure (II.8): Performance du système via une variation brusque de la tension de référence, (a) Tension de sortie du buck et sa référence.	25
Figure (II.9): Performance du système via une variation brusque de la tension de référence (suite), (b), Courant de l'inductance et sa référence, (c) Rapport cyclique.	27
Figure (II.10): Performance du système via une variation de la charge brusque de la tension de référence, (a) Tension de sortie du buck et sa référence, (b), Courant de l'inductance et sa référence, (c) Rapport cyclique	27

Chapitre III

Figure (III.1): Schéma synoptique du banc d'essai réalisé.	30
Figure (III.2): Prototype expérimental réalisé.	30
Figure (III.3): Carte de développement DSP TMS320F28335.	31
Figure (III.4): Schéma du circuit de pilotage et d'isolation du mosfet.	32
Figure (III.5): Carte d'alimentation réalisée.....	33
Figure (III.6): Schéma du circuit d'alimentation continue +15, -15 V.	33
Figure (III.7) : Convertisseur buck réalisé	34
Figure (III.8): Schéma synoptique de validation du circuit de pilotage du mosfet	34
Figure (III.9): Montage du test du circuit de pilotage du mosfet.	35
Figure (III.10): Résultat de test de validation du circuit du driver et de commutation du mosfet (rapport cyclique égal 0.5) (a) signal de commande généré par le HCPL, (b) Tension au bornes de la charge v_{ch}	35
Figure (III.11): Performance du convertisseur buck débit une charge résistive ($v_e=60V$ rapport cyclique $d=0,7$) (a)tension d'entrée(60V, $d=0,7$), (a)Tension d'entrée du convertisseur,(b) Tension de sortie du convertisseur, (c) signal de commande généré par la carte DSP ($d=0.7$)	37
Figure (III.12): Performance du convertisseur buck débit une charge résistive ($v_e=60V$ rapport cyclique $d=0,4$) (a)tension d'entrée(60V, $d=0,4$), (a)Tension d'entrée du convertisseur,(b) Tension de sortie du convertisseur, (c) signal de commande généré par la carte DSP ($d=0.4$)	38
Figure (III.13): Performance du convertisseur buck débit une charge résistive ($v_e=60V$ rapport cyclique ($d=0,2$) (a)tension d'entrée (60V, $d=0,2$),(a)Tension d'entrée du convertisseur,(b) Tension de sortie du convertisseur, (c) signal de commande généré par la carte DSP ($d=0.2$)	39
Figure (III.14): Performances du convertisseur buck débit une charge résistive avec une variation de la tension d'entrée (rapport cyclique $d=0,5$).....	40

Liste des tableaux

Chapitre II

Tableau (II.1): Paramètre du système 24

Chapitre III

Tableau (III.1): Paramètres du banc d'essai expérimental 31

Liste des abréviations

Abréviations

PI: Régulateur proportionnel intégral.

SEPIC: single ended primary inductor converter

PWM: pulse width modulation

MLI: La modulation de largeur d'une impulsion

Notations

v_e : Tension d'entier.

v_s : Tension de sortie.

v_l : Tension de l'inductance.

v_{dc} : Tension de condensateur.

v_{ch} : Tension de charge.

v_{chref} : Tension à la borne de la charge.

i_l : Courant de l'inductance.

i_{ch} : Courant dans la charge.

i_{dc} : Courant dans la condensateur.

i_{lref} : Courant dans l'inductance référence.

i_{cref} : Courant de référence détermine.

f_s : Fréquence de commutation.

T_s : Période de commutation.

D_{ref} : Référence du rapport cyclique.

v_D : Tension de la diode.

$G(s)$: Fonction de transfert.

$G_{ext}(s)$: Fonction de transfert de système boucle fermée (externe).

$G_{int}(s)$: Fonction de transfert de système boucle ouverte (intern).

ζ : Facteur d'amortissement.

S : Fréquence angulaire du fondamental.

\tilde{S}_n : Pulsation du système.

$e(t)$: Représentation respectivement l'erreur à l'instant.

k_v, k_i : Gains du régulateur PI.

v_p : Porteuse dent de scie.

d : Rapport cyclique.

Δi_e : Ondulation du courant d'entrée du convertisseur.

v_{ch} : Capacité de condensateur.

Δi_e : Ondulation du courant.

Introduction générale

L'électronique de puissance joue un rôle capital dans les secteurs industriels et même dans la vie quotidienne. Plusieurs topologies des convertisseurs de puissance sont utilisées actuellement dans des différents domaines, on cite par exemple, les onduleurs dans les systèmes de production d'énergie renouvelable connecté au réseau, les gradateurs dans les alimentations des machines électriques, les redresseurs dans les différents appareils et les dispositifs électriques, et les convertisseurs DC-DC dans les systèmes de conversion photovoltaïques et les systèmes de piles à combustible, dans l'entraînement des moteurs à courant continu.

Cependant, la bonne exploitation de convertisseurs nécessite en plus de la phase de dimensionnement et la phase de modélisation une synthèse d'une loi de commande qui permet de contrôler ces convertisseurs et prend en considération les différentes perturbations telle que la variation de la charge, le changement des valeurs des composants électronique (condensateur, inductance...).

L'objectif de ce travail est d'étudier, et de réaliser expérimentalement un convertisseur DC-DC de type buck. Ce convertisseur permet de transformer une tension continue fixe à une tension plus faible et réglable, ce convertisseur est utilisé dans plusieurs applications.

Le présent mémoire de fin d'étude est organisé en trois chapitres.

Dans le premier chapitre, nous présentons les structures populaires des convertisseurs DC-DC. Ensuite nous présentons le principe de fonctionnement convertisseur buck, le dimensionnement de ses différents composants et le modèle mathématique permet de contrôler ce convertisseur.

Le deuxième chapitre de ce mémoire sera consacré à la commande linéaire du convertisseur buck, en premier temps nous présentons la structure de commande synthétisée, telle que les stratégies de la modulation largeur de l'impulsion (MLI), la synthèse de différents régulateurs PI utilisés. Ensuite, nous étudierons les performances du convertisseur buck en considérant plusieurs tests de robustesses tel que la variation de la tension de référence et la variation brusque de la charge.

Au dernier chapitre, nous avons présenté une implantation expérimentale d'un convertisseur buck piloté par une carte DSP. En premier temps nous présentons les cartes électroniques réalisées (convertisseur buck et alimentation stabilise +15 -15), une description brève de la

carte DSP sera présentée. Et ensuite les différents résultats de validation obtenus, telle que la validation du circuit de pilotage (driver), et la commande en boucle ouverte du convertisseur buck.

Chapitre I :

Modélisation et dimensionnement du convertisseur Buck

I.1. Introduction

Les hacheurs sont des convertisseurs statiques qui permettent le transfert et le contrôle de l'énergie électrique d'une source continue vers une autre source continue.

La grande variété de topologie des circuits de convertisseurs varie entre une configuration simple à base d'un transistor unique (abaisseur (Buck), élévateur (Boost) et abaisseur-élévateur (Buck-Boost) et des configurations complexes qui comportant plusieurs interrupteurs.

Dans ce chapitre nous allons présenter en premier temps les structures populaires du convertisseur DC-DC. Ensuite nous allons focaliser notre étude sur le hacheur série (Buck), en détaillant le principe de fonctionnement, la modélisation et le dimensionnement du ce convertisseur.

I.2. Convertisseurs DC-DC

Les convertisseurs DC-DC sont des convertisseurs statiques continu-continu permettant de générer une source de tension continue variable à partir d'une source de tension fixe. Ils se composent de condensateurs, d'inductances et de commutateurs. tous ces dispositifs ne consomment aucune puissance dans le cas idéal, c'est pour cette raison que les convertisseurs DC-DC ont de bons rendements. Généralement, le commutateur est un transistor MOSFET qui travaille en mode bloqué-saturé. Si le commutateur est bloqué, son courant est nul, il ne dissipe donc aucune puissance ; s'il est saturé, la chute de tension à ses bornes sera presque nulle et par conséquent la puissance perdue sera très petite. Le commutateur du convertisseur est commandé par un signal PWM (Pulse Width Modulation) ou MLI (Modulation Largeur d'Impulsion), avec une fréquence de commutation f_s fixe et un rapport cyclique D variable [1].

I.3. Différentes structures des convertisseurs DC/DC

Les hacheurs sont des convertisseurs de type continu-continu permettent le contrôle de la vitesse des moteurs à courant à continu, les moteurs pas à pas et le flux de puissance dans charge à courant continue avec rendement très élevé [2].

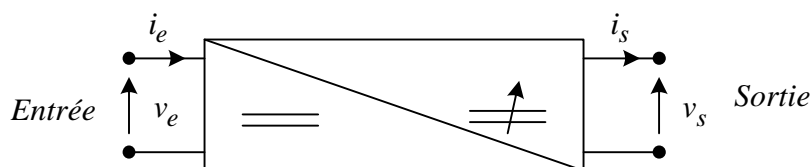


Figure. I.1 schéma synoptique d'un convertisseur dc-dc

Parmi les convertisseurs DC-DC les plus populaires dans la littérature, on trouve le hacheurs élévateur (BOOST), dans lequel sa tension de sortie v_s est supérieur à la tension d'entrée v_e . On trouve également le hacheur abaisseurs (BUCK) dans lequel sa tension de sortie v_s est inférieur à la tension d'entrée v_e .

Il y a aussi le BUCK-BOOST, qui combine les deux caractéristiques des convertisseurs

précédentes (Abaisseur-Élévateur), convertisseur CUK et SEPIC .

I.3.1 Convertisseur boost

Le hacheur élévateur (boost) est un convertisseur statique permettant de convertir une tension continue constante à une tension continue réglable de valeur moyenne plus grande. Il est constitué d'un interrupteur en parallèle avec la source, d'une diode, d'une inductance et d'un condensateur [3].

I.3.1.1. Schéma électrique du convertisseur boost

Soit le hacheur boost présenté dans la figure (I.2). Les circuits équivalents pendant l'ouverture et le fermeture de l'interrupteur S sont montrés respectivement dans les figures I.3. (a) et figure I.3. (b) .

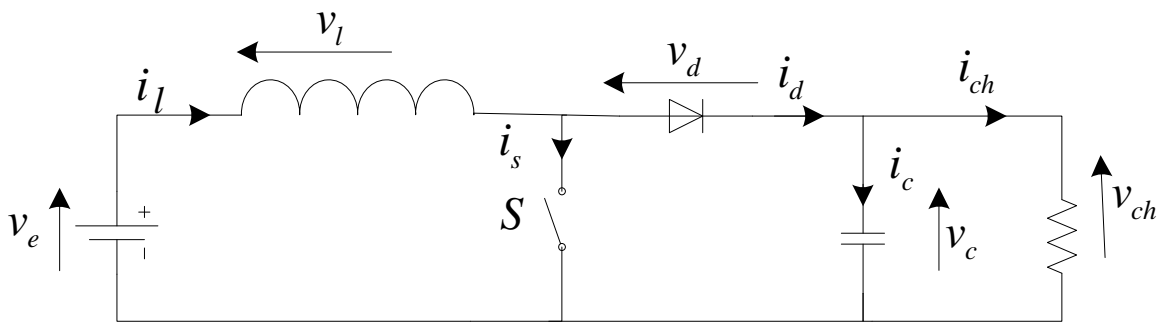


Figure I.2. Circuit électrique de convertisseur boost

Les circuits équivalents du convertisseur boost pendant l'ouverture et la fermeture de l'interrupteur S sont montrés respectivement dans les figures (I.3)(a) et (I.3)(b).

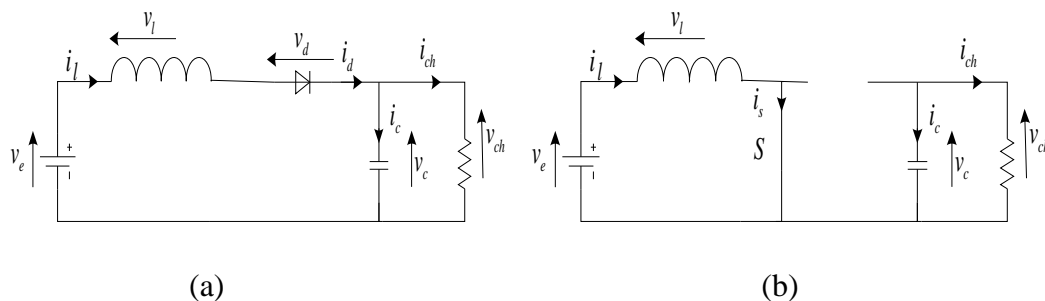


Figure I.3. Circuits équivalents du convertisseur boost : (a) S fermé, (b) S ouvert.

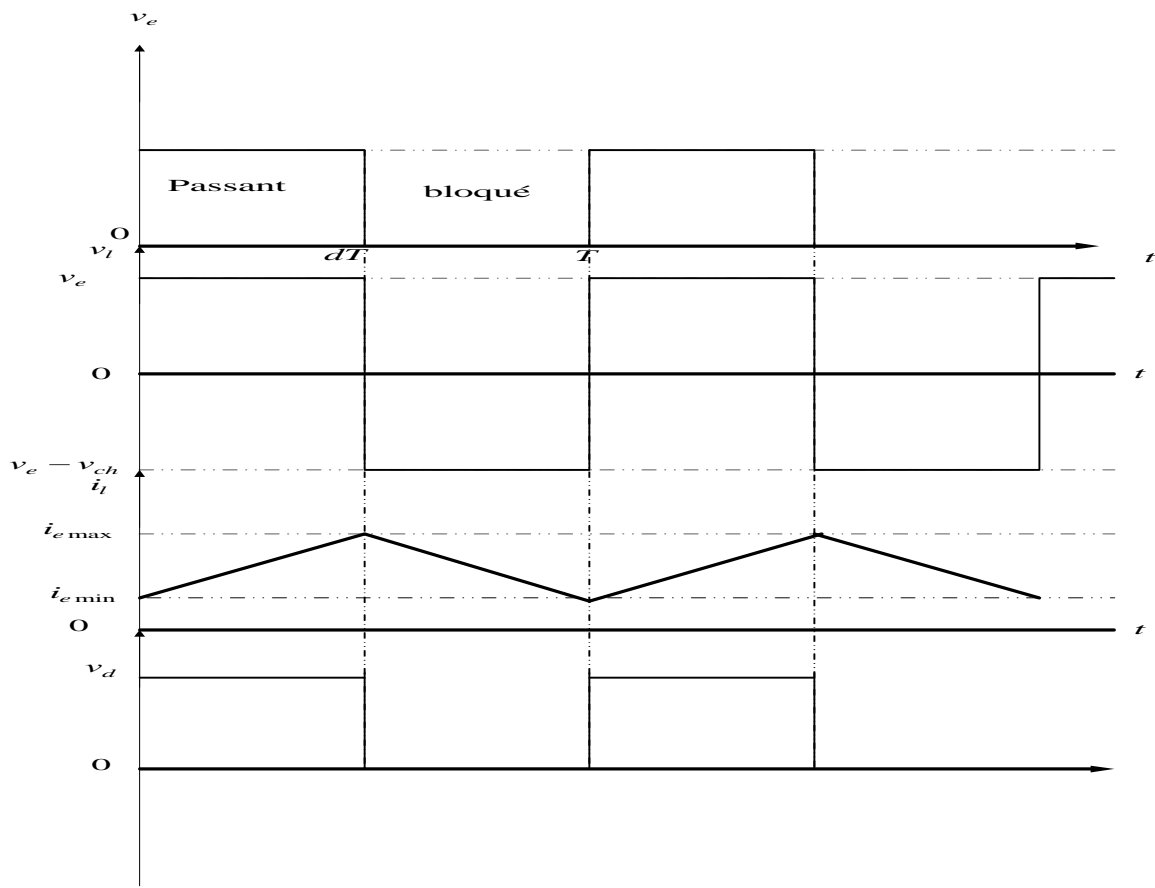


Figure I.4. Formes d'ondes du convertisseur boost fonctionnant dans le mode conduction continu. tension et le courant dans la bobine et le courant de diode .

I.3.2. Convertisseur abaisseur-élevateur (buck-boost)

L'hacheur (série parallèle) est un convertisseur DC-DC permet de convertir la tension d'entrée à une tension supérieure ou inférieure mais de polarité inverse. (figure I.5) [4].

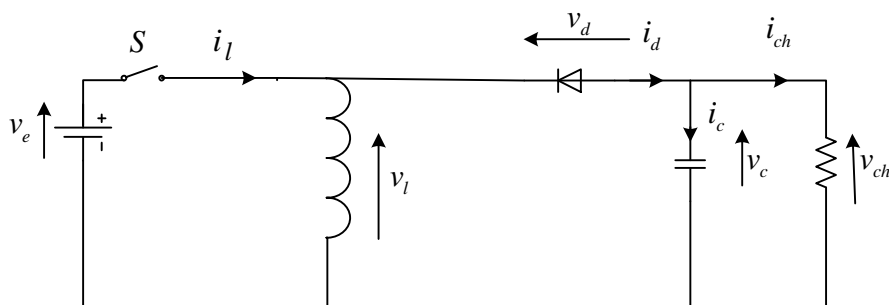


Figure I.5. Circuit électrique du convertisseur buck-boost.

Les circuits équivalents du convertisseur Buck-boost pendant la commutation de l'interrupteur S sont représentés par la figure (I.6)

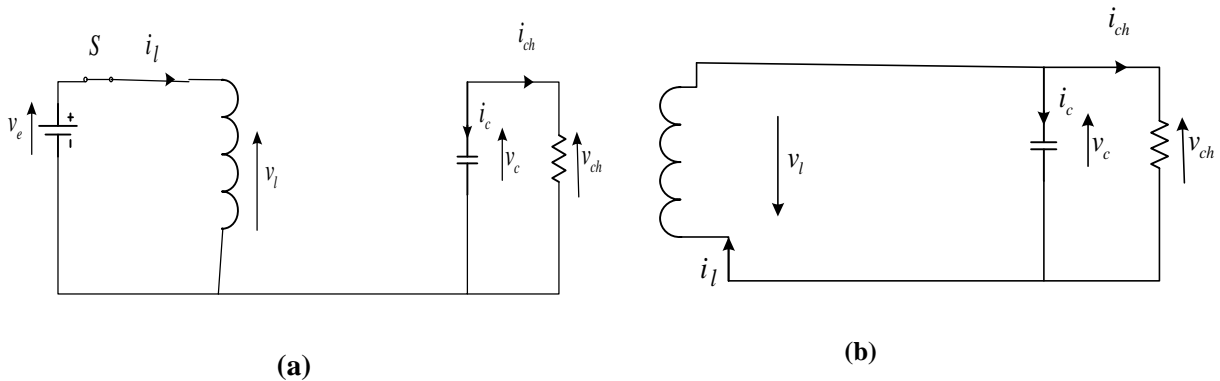


Figure I.6. Circuits équivalents du convertisseur Buck-boost : (a) S fermé, (b) S ouvert.

I.3.3. Convertisseur CUK

Un convertisseur cuk est une alimentation à découpage qui convertit une tension continue en une autre tension continue de plus faible ou plus grande valeur mais de polarité inverse .au contraire des autres types de convertisseur, qui utilisent une inductance et un condensateur pour stoker de l'énergie[5].

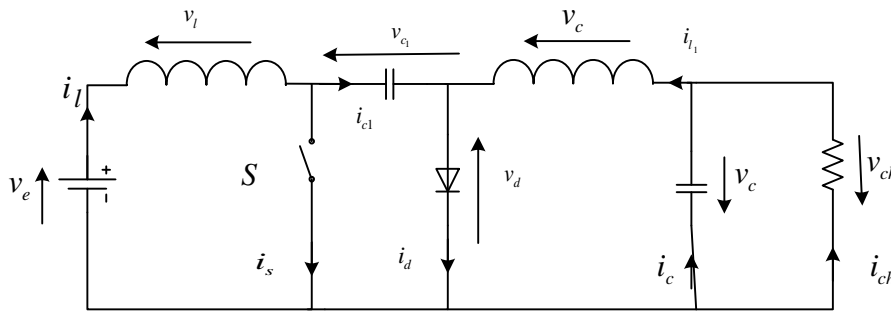


Figure I.7. Circuit électrique du convertisseur cuk.

I.3.4. Convertisseur SEPIC

Un convertisseur SEPIC est une alimentation à découpage convertissant une tension continue en une autre tension continue, la valeur de la déférente (plus faible ou plus grande) .la valeur de la tension de sortie dépend du rapport cyclique de la fermeture de l'interrupteur.

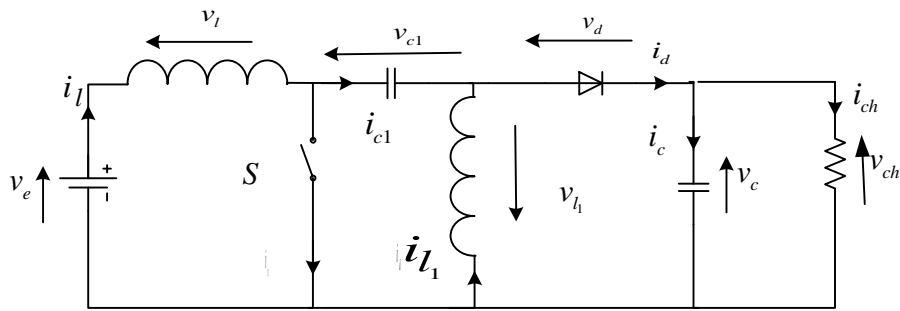


Figure I.8. Circuit électrique du convertisseur sepic.

Après avoir décrit les principales topologies des convertisseurs DC-DC, le reste de ce chapitre, nous allons étudier en détail le convertisseur Buck

En premier temps son principe de fonctionnement du convertisseur (BUCK) en suite modélisation du hacheur abaisseur et dimensionnements des composants [6].

I.3.5. Convertisseur abaisseur buck

Le hacheur série (Buck) est un convertisseur statique abaisseur qui permet de transformer une tension continue fixe à une tension plus faible réglable par l'utilisateur, il est constitué d'un interrupteur bicommandable de puissance, d'une diode, d'une inductance et d'un condensateur. Le hacheur série peut servir comme variateur de vitesse pour les moteurs à courant continu [4].

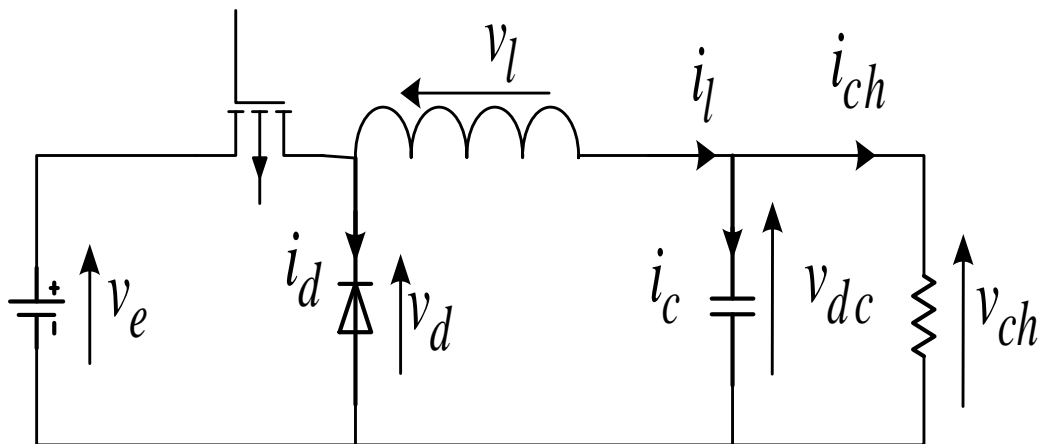


Figure I.9. Circuit électrique du convertisseur buck

Le schéma du convertisseur (Buck) est présenté dans la figure (I.11).

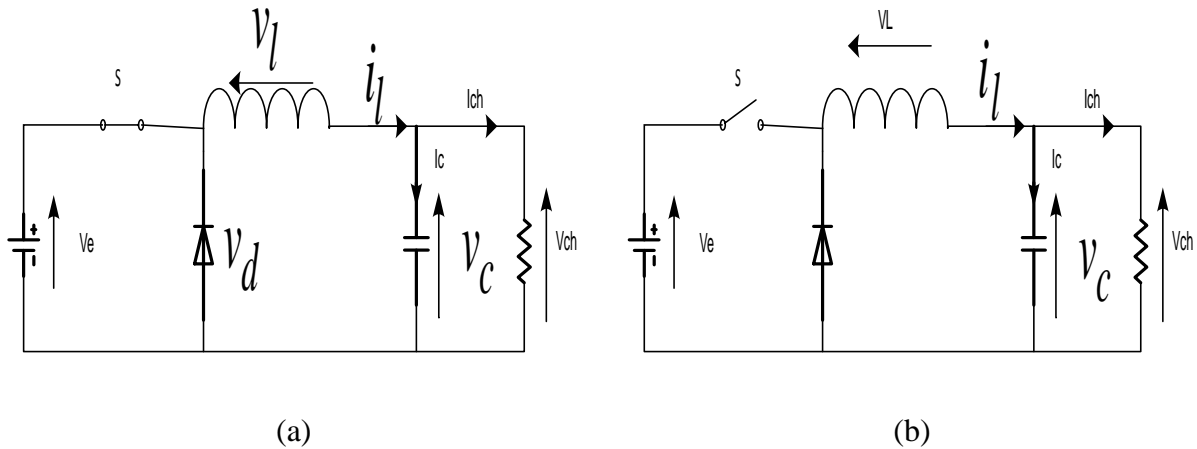


Figure I.10. Circuits équivalents du convertisseur buck pendant la commutation de l'interrupteur S : (a) S est fermé, (b) S est ouvert.

I.3.5.1. Principe de fonctionnement du convertisseur buck

Lorsque l'interrupteur S est fermé pendant l'intervalle dT ou d est le rapport cyclique et T est la période de commutation T . Pendant ce l'intervalle La source d'entrée fournit l'énergie à la charge R à travers l'inductance L . Lors S est ouvert, la diode D assure la continuité du courant dans l'inductance. Car L'énergie emmagasinée dans cette ci sera déchargée dans le condensateur et la résistance de la charge. Les formes d'ondes en mode de conduction continue sont représentées dans la figure (I.13) [4].

I.3.5.2. Modélisation du convertisseur buck

Les équations régissant le fonctionnement de convertisseur Buck pendant la fermeture de l'interrupteur S sont donnée comme suit :

v_e = tension d'entrée . v_{ch} = tension d sortie

On appliquant la loi du Kirchhoff sur le circuit de la Figueur (I-10-a)

$$v_l = l \frac{di_l}{dt} = v_e - v_{ch} \quad (\text{I-1})$$

L'équation (I-1) peut être écrire ce la forme suivante :

$$\frac{di_l}{dt} = \frac{v_e - v_{ch}}{l} \quad (\text{I-2})$$

$$\frac{\Delta i_l}{\Delta t} = \frac{v_e - v_{ch}}{l} \quad (\text{I-3})$$

Δi_l L'ondulation de courante l'inductance la fermeture de l'interrupteur S $\Delta i_l(S=1)$ est calculée comme suit :

$$\Delta i_l = \frac{v_e - v_{ch}}{l} dt \quad (\text{I-4})$$

Les équations régissant le fonctionnement du convertisseur Buck pendant l'ouverture de l'interrupteur S sont données comme suite :

A l'instant $t = dT$, La diode D devient conductrice, ce qui permet d'écrire :

$$v_l = l \frac{di_l}{dt} = -v_{ch} \quad (\text{I-5})$$

Alors :

$$\frac{di_l}{dt} = \frac{-v_{ch}}{l} \quad (\text{I-6})$$

Soit Δi_L l'ondulation du courant dans l'inductance on peut écrire l'égalité suivant :

$$\frac{\Delta i_l}{\Delta t} = \frac{\Delta i_l}{(1-d)T} = \frac{-v_{ch}}{l} \quad (\text{I-7})$$

Pendant cet intervalle ($S=0$) l'ondulation du courant de l'inductance Δi_l

$$\Delta i_l = \frac{-v_{ch}}{l} (1-d)T \quad (\text{I-8})$$

Si on considère que le convertisseur est en régime permanent, l'énergie stockée dans chaque composant est la même au début et à la fin de chaque cycle de commutation. Par conséquent, le courant i_L traversant l'inductance sera le même au début et à la fin de chaque cycle de commutation .Ce qui peut s'écrire de la façon suivant :

$$\Delta i_{(s=0)} + \Delta i_{(s=1)} = 0 \quad (\text{I-9})$$

En substituant les équations (I. 4) et (I.7) dans (I.10), on obtient

$$\left(\frac{v_e - v_{ch}}{l}\right)dT - \left(\frac{v_{ch}}{l}\right)(1-d)T = 0 \quad (\text{I-10})$$

Après la simplification de l'équation (I-11) on trouvé :

$$v_{ch} = dv_e \quad (\text{I-11})$$

I.3.5.3. Mode de conduction continue

Un convertisseur Buck travaille en mode de conduction continue, le courant traversant l'inductance ne s'annule jamais. La figure montre les formes d'ondes du courant et de la tension dans un convertisseur Buck.

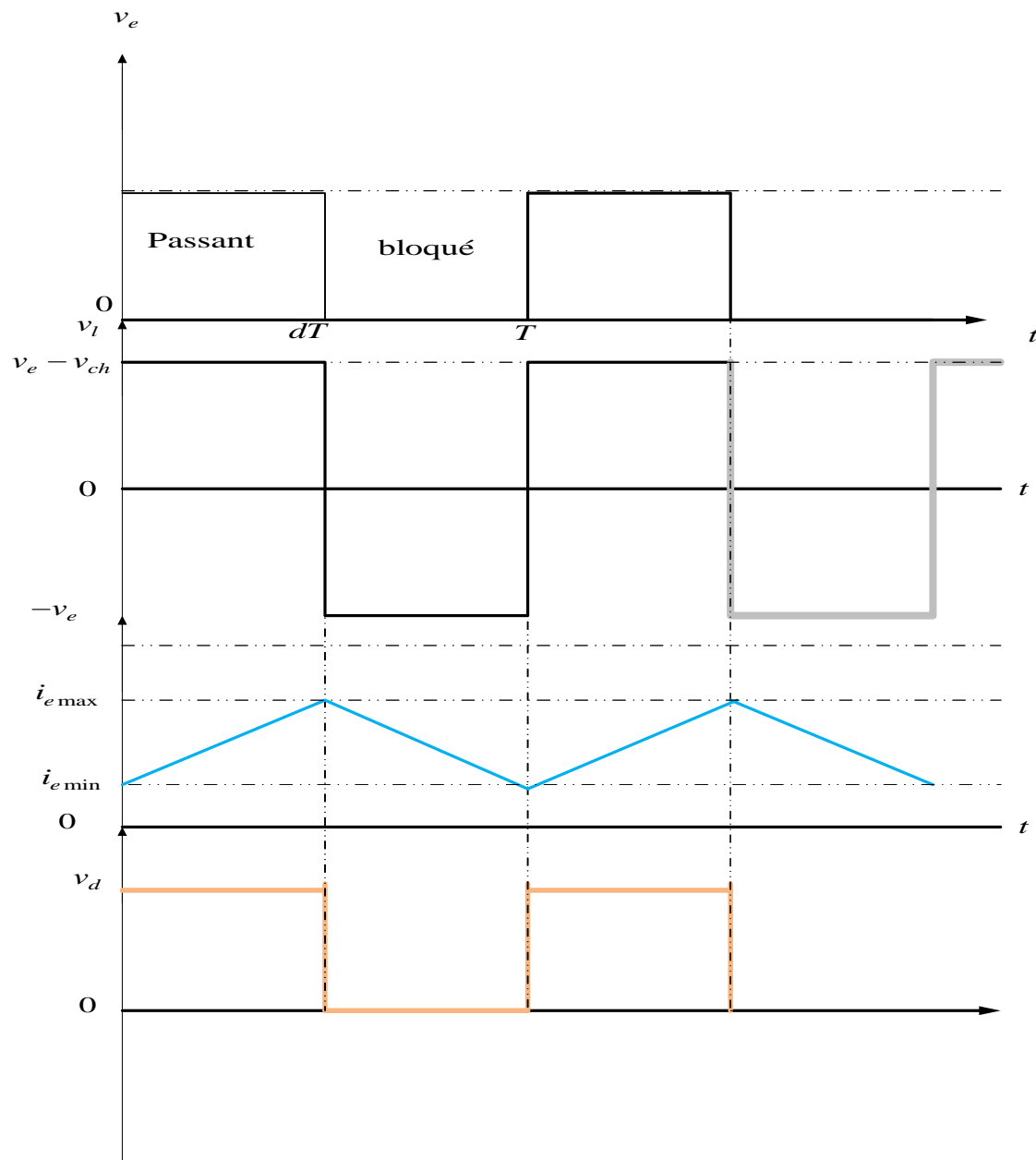


Figure I.11. Formes d'ondes du convertisseur buck fonctionnant de M.C.C.(a) la tension de l'inductance (b) courant de l'inductance

I.3.5.4. Mode de conduction discontinue

Dans certains cas, la quantité d'énergie demandée par la charge est assez faible pour être transfert dans un temps plus court qu'une période de commutation.

Dans ce cas, le courant traversant l'inducteur s'annule pendant une partie de la période. La seule différent avec le principe de fonctionnement décrit précédemment est que l'inductance est complètement déchargée en début de cycle (voir les formes d'ondes dans la figure).

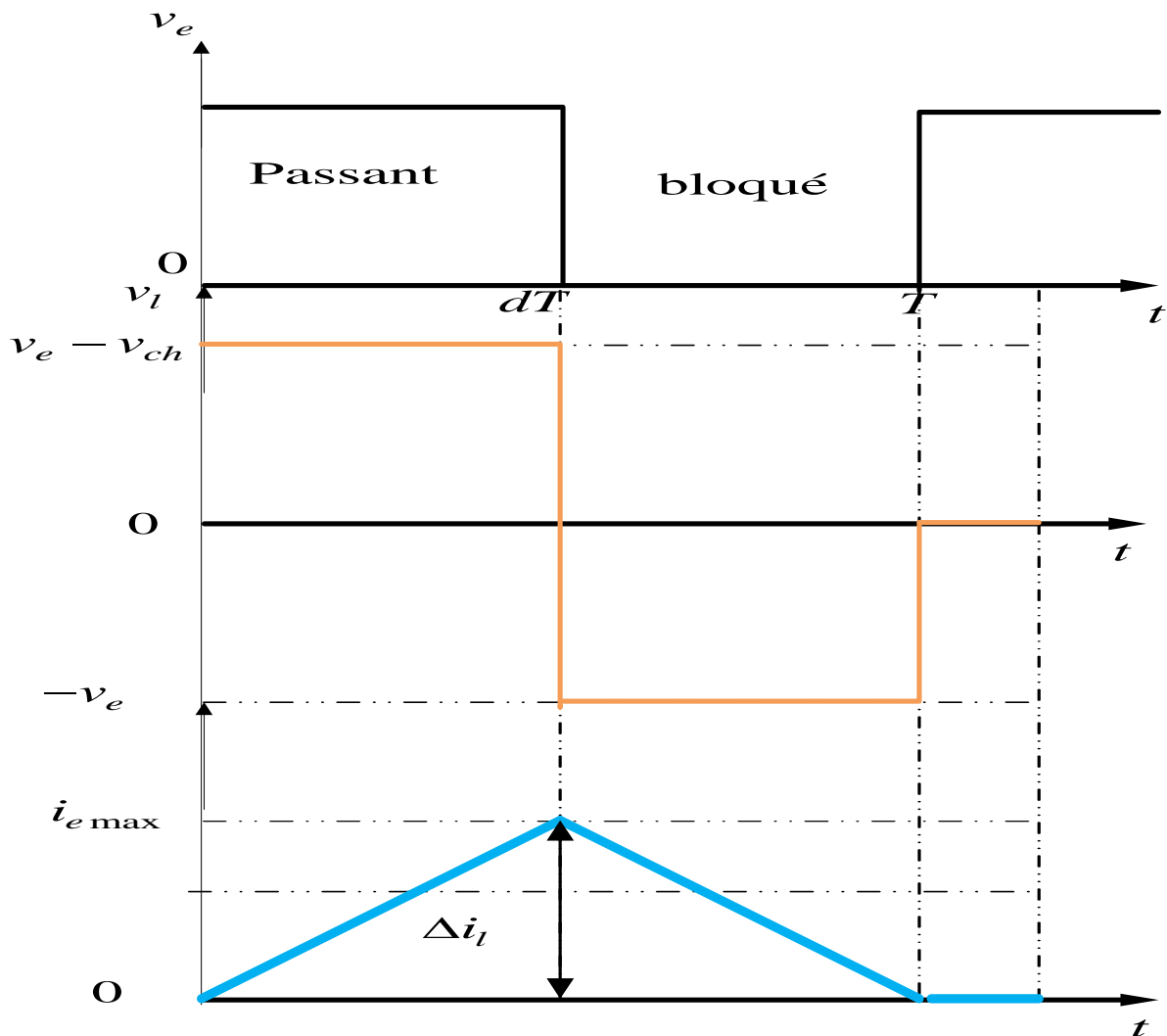


Figure I.12. Formes d'ondes fonctionnant de D.C.M. (a) forme de courant et (b) forme La tension.

Avant de dimensionner les composants du hacheur, il faut connaître d'abord la fréquence de commutation.

I.3.5.5. dimensionnement de condensateur du convertisseur buck

Dans cette partie, nous allons voir comment choisir les éléments qui permettent de constituer et d'assurer que ce convertisseur Buck fonctionne M.C.C.

$$i_s = c \frac{d\Delta v_s}{dt} \quad (\text{I-12})$$

$$\Delta v_s = \frac{1}{c} \int i_s dt \quad (\text{I-13})$$

Les ondulations de tension sortie de la tension ΔV_s sont l'intégrale des ondulations du courant dans l'inductance L

. Nous avons représentées Figure I.11.

$$\Delta v_s = v_{ch} - v_e = \Delta v_s(t_1) - \Delta v_s(t_2) \quad (\text{I-14})$$

$$\Delta v_s = \int_{t_2}^{t_1} c \frac{di_s}{dt} \quad (\text{I-15})$$

$$\Delta v_s = \frac{1}{c} \left[\frac{dT}{8} \Delta i_s + \frac{(1-d)T}{8} \Delta i_s \right] \quad (\text{I-16})$$

A partir d'une intégration de l'équation (I-16), on obtient :

$$\Delta v_s = \frac{v_e}{8l_{\min}cf^2} (1-d)d \quad (\text{I-17})$$

A partir de l'équation (I-18), on obtient :

$$c = \frac{v_e}{8\Delta v_s f^2 l_{\min}} (1-d)d \quad (\text{I-18})$$

Application numérique de cette équation (I-19), on obtient :

$$\Delta v_s = 0.75V$$

$$C = 330\mu F$$

I.3.5.6. Dimensionnement de l'inductance du convertisseur buck

A partir equation (I-3), (I-12), on obtient:

$$\Delta i = \frac{v_e(1-d)d}{l_{\min} f} \quad (\text{I-19})$$

L'ondulation de courant de la bobine Δi_s pour le courant a 5A :

$$\text{Donc est } \Delta i_{\max} = 0.25\text{A}$$

La tension d'alimentation est $v_e = 15\text{V}$, le rapport cyclique $d = 0.5$

La fréquences du commutation de convertisseur Buck est $f = 20\text{khz}$

A partir de l'équation (I-20), on obtient :

$$l_{\min} = \frac{v_e(1-d)d}{\Delta i f} \quad (\text{I-20})$$

Application numérique :

$$l_{\min} = 780\text{uH}$$

I.4. Le choix de la fréquence de commutation

- Plus la fréquence n'est grande, plus les dimensions des éléments seront faibles,
- Plus la fréquence est grande, plus les pertes de commutations ne seront grandes.

Il faut noter aussi que les composants sont limités en fréquence. Il n'est donc pas possible de choisir une fréquence de commutation trop élevée lorsque des contraintes d'encombrement sont imposées. Dans de nombreuses applications, la fréquence de commutation est choisie supérieure au domaine audible (20KHz).

I.5. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté les convertisseurs DC-DC nommés « hacheurs ». Des différentes structures et catégories du convertisseur DC-DC selon certains critères de classement ont été relativement explicitées et nous avons étudiés en détail le convertisseur Buck, aussi le principe de fonctionnement de convertisseur buck en suite la Modélisation et dimensionnements des composants du convertisseur buck.

.

Chapitre II :

Commande linéaire d'un convertisseur buck

II.1. Introduction

Dans les convertisseurs DC-DC, la tension de sortie doit être régulée pour être constamment égale à une tension de référence, du fait que la tension d'alimentation et les caractéristiques de la charge peuvent varier[8]. Dans le présent chapitre nous allons synthétiser une structure de commande à base des régulateurs PI et de la Modulation de la Largeur d'Impulsion (MLI) pour ce convertisseur.

La commande synthétisée a pour objectif de contrôler le convertisseur buck pour délivrer la tension désirée aux bornes de la charge. Dans la première partie de ce chapitre, nous présenterons la structure globale de la commande du convertisseur. Ensuite, nous détaillerons les différentes parties de cette structure telle que, le principe de la MLI, la synthèse des régulateurs PI et le calcul de ses gains. Dans la dernière partie de ce chapitre nous étudierons les performances du convertisseur contrôlé en cas de variations brusques de la charge et de la tension de référence .

II.2. Structure globale de la commande linéaire du convertisseur buck

Le schéma global de la commande synthétisée pour le convertisseur buck est représenté par la figure (II.1). L'objectif de cette commande est de forcer le convertisseur buck à délivrer la

tension désirée aux bornes de la charge v_{chref} . Comme le montre la figure (II.1), le schéma de la commande est constitué par :

- Une boucle de régulation pour la tension de sortie du convertisseur v_{ch} ; la sortie de cette boucle permet de déterminer le courant de référence à imposer dans l'inductance i_{lref} ;
- Une boucle de régulation pour le courant de l'inductance i_l ; la sortie de cette boucle permet de déterminer la référence du rapport cyclique D_{ref} ;
- Une bloc PWM permet de traduire le rapport cyclique à des trains des impulsions qui commutent l'interrupteur de puissance;

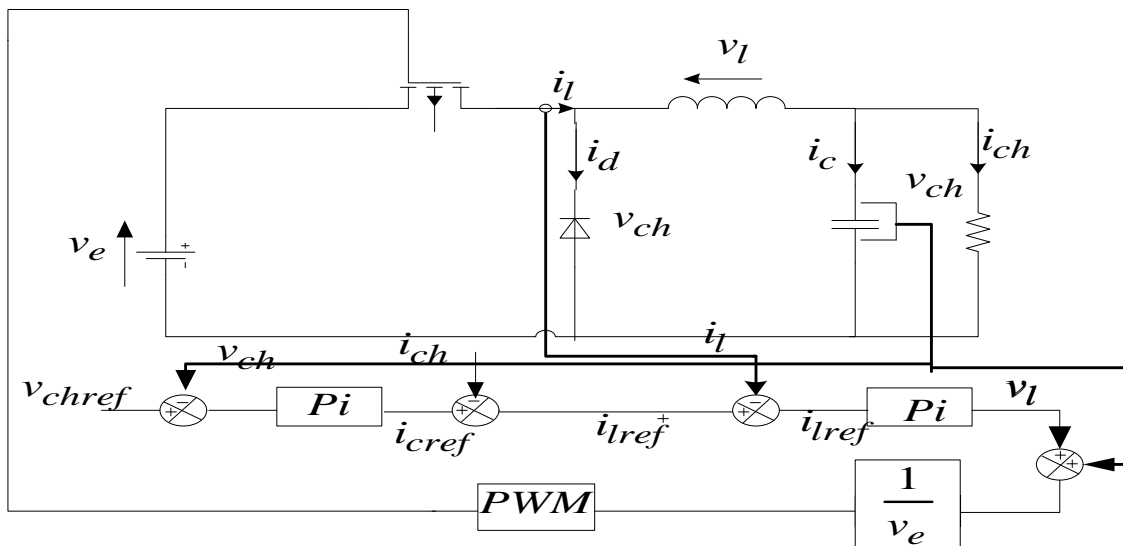


Figure (II.1) schéma global de la commande du convertisseur buck alimentant une charge R-L.

II.3. Synthèse du régulateur de la tension de sortie du convertisseur

Un régulateur du type proportionnel-Intégral (PI) dont la fonction de transfert est symbolisée par $C_s(s)$ est retenu comme correcteur pour la boucle de tension. L'équation temporelle de ce correcteur PI est donnée par:

$$i_{cref} = k_{pv} * e(t) + k_{iv} \int e(t) dt \quad (II.1)$$

Où : $e(t)$, i_{cref} , K_{pv} et K_{iv} représentent respectivement l'erreur à l'instant t , le courant de référence déterminé et les gains du régulateur.

La fonction de transfert correspondante est donnée par

$$G(s) = k_{pv} + \frac{k_{iv}}{s} \quad (\text{II.2})$$

Où, s est l'opérateur de Laplace.

La figure (II.2) représente la boucle utilisée pour contrôler la tension de sortie du convertisseur.

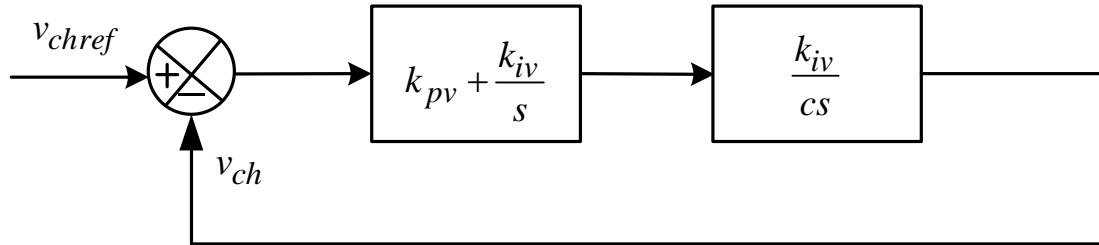


Figure.II.2 Boucle de régulation de la tension du de sortie du convertisseur buck.

A partir du schéma de la figure (I.2), la fonction de transfert du système en boucle fermée $G_{ext}(s)$ s'écrit comme:

$$G_{ext}(s) = \frac{sk_{pv} + k_{iv}}{Cs^2 + sk_{pv} + k_{iv}} \quad (\text{II.3})$$

Pour calculer les gains du régulateur PI, on utilise la méthode de placement des pôles. On désire que la fonction de transfert $G_{ext}(s)$ présente le même comportement dynamique qu'un système de deuxième ordre de la forme suivante:

$$H(s) = \frac{w_{nv}^2}{s^2 + 2\xi_v w_n s + w_{nv}^2} \quad (\text{II.4})$$

Par identification des deux équations caractéristiques des deux fonctions de transfert (II.3) et (II.4) on trouve:

$$\begin{aligned} k_{pv} &= 2\xi_v w_{nv} C \\ k_{iv} &= C w_{nv}^2 \end{aligned} \quad (\text{II.5})$$

Où, w_n représentent respectivement le facteur d'amortissement et la pulsation de système [1].

II.4. Synthèse du régulateur de courant de l'inductance

La régulation du courant de la bobine est assurée par un régulateur de type PI. Ce dernier corrige l'erreur entre le courant mesuré traversant la bobine i_l et sa référence i_{lref} imposée par la boucle de régulation de la tension de sortie. La figure (II.2) représente la boucle de régulation utilisée pour régler le courant traversant l'inductance du convertisseur.

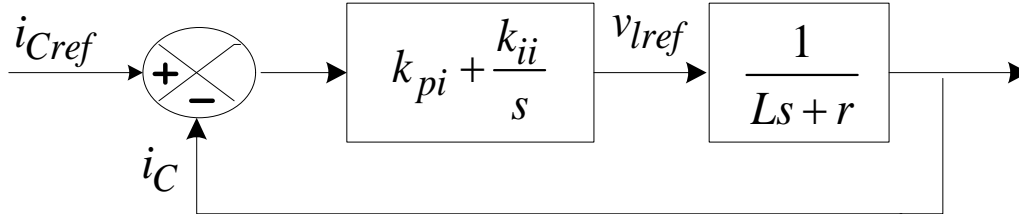


Figure II.3: Schéma de régulation du courant de l'inductance.

A partir du schéma de la figure (II.3), la fonction de transfert du système en boucle fermée s'écrit :

$$G_{int} = \frac{(k_{pi} + \frac{k_{ii}}{s}) \frac{1}{Ls+r}}{1 + (k_{pi} + \frac{k_{ii}}{s}) \frac{1}{Ls+r}} \quad (II.6)$$

Où, r représente la résistance interne de la bobine L .

L'identification de la fonction de transfert en boucle fermée (II.6) avec celle d'un système de deuxième ordre conduit à :

$$\begin{cases} k_{pi} = 2\xi_i L w_{ni} - r \\ k_{ii} = L w_{ni}^2 \end{cases} \quad (II.7)$$

Où, ξ_i et w_{ni} représentent respectivement le facteur d'amortissement et la pulsation du système [1].

Enfin, le rapport cyclique D_{ref} assurant la poursuite de la tension de référence est calculé par l'équation suivante:

$$D_{ref} = \frac{v_{ch} + v_l}{v_e} \quad (II.8)$$

II.5. Principe de la Modulation de Largeur d'Impulsion (MLI)

La modulation MLI ou PWM (Pulse Width Modulation) consiste à faire varier la largeur des impulsions de commande de l'interrupteur. Le signal de contrôle de l'interrupteur S devra être élaboré par comparaison entre le rapport cyclique déterminé par la commande (D_{ref}) et une tension en dents de scie V_{DS}

- Lorsque $D_{ref} \geq V_{DS}$: $S = 1$, l'interrupteur S est commandé à la fermeture (état ON).
- Lorsque $D_{ref} < V_{DS}$: $S = 0$, l'interrupteur S est commandé à l'ouverture (état OFF) [9].

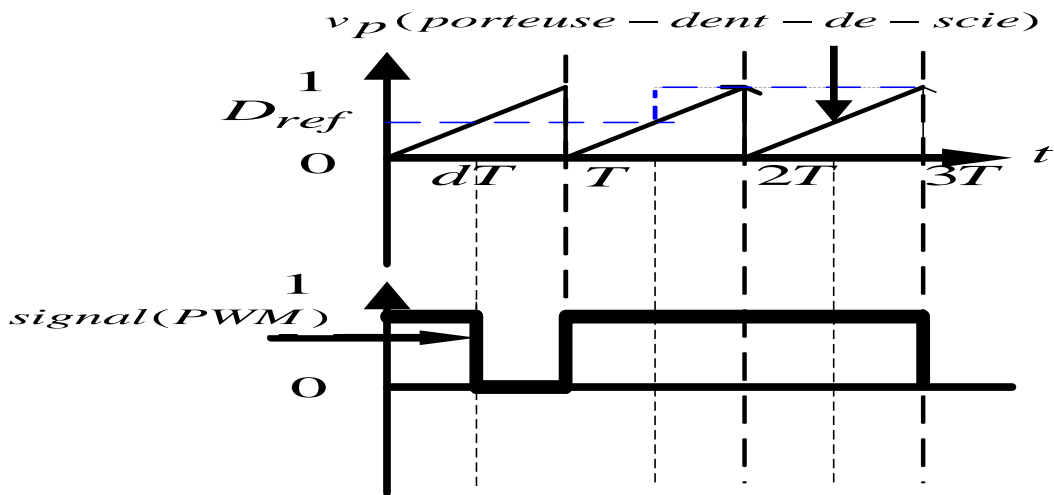


Figure II.4: principe de la modulation de largeur d'impulsion.

II.6. Résultats de simulation

II.6. 1. Performance du système avec une tension de référence fixe.

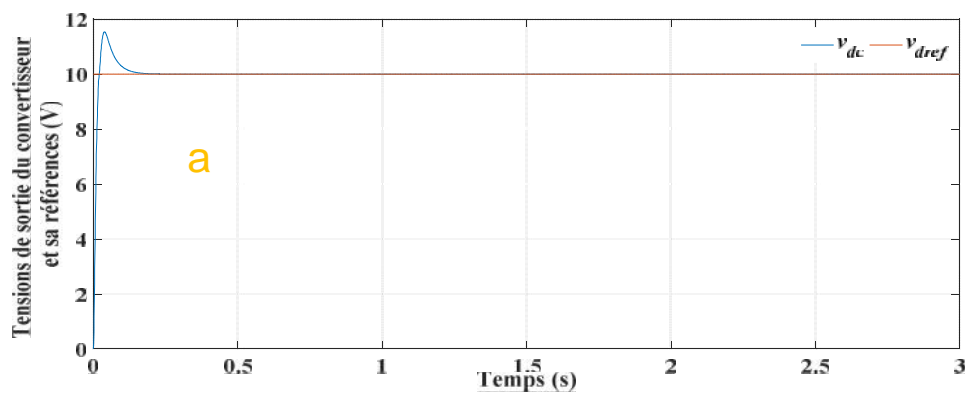


Figure II.5: Performance du système pour une tension de référence $v_{chref} = 10V$, (a)

Tension de sortie du buck et sa référence.

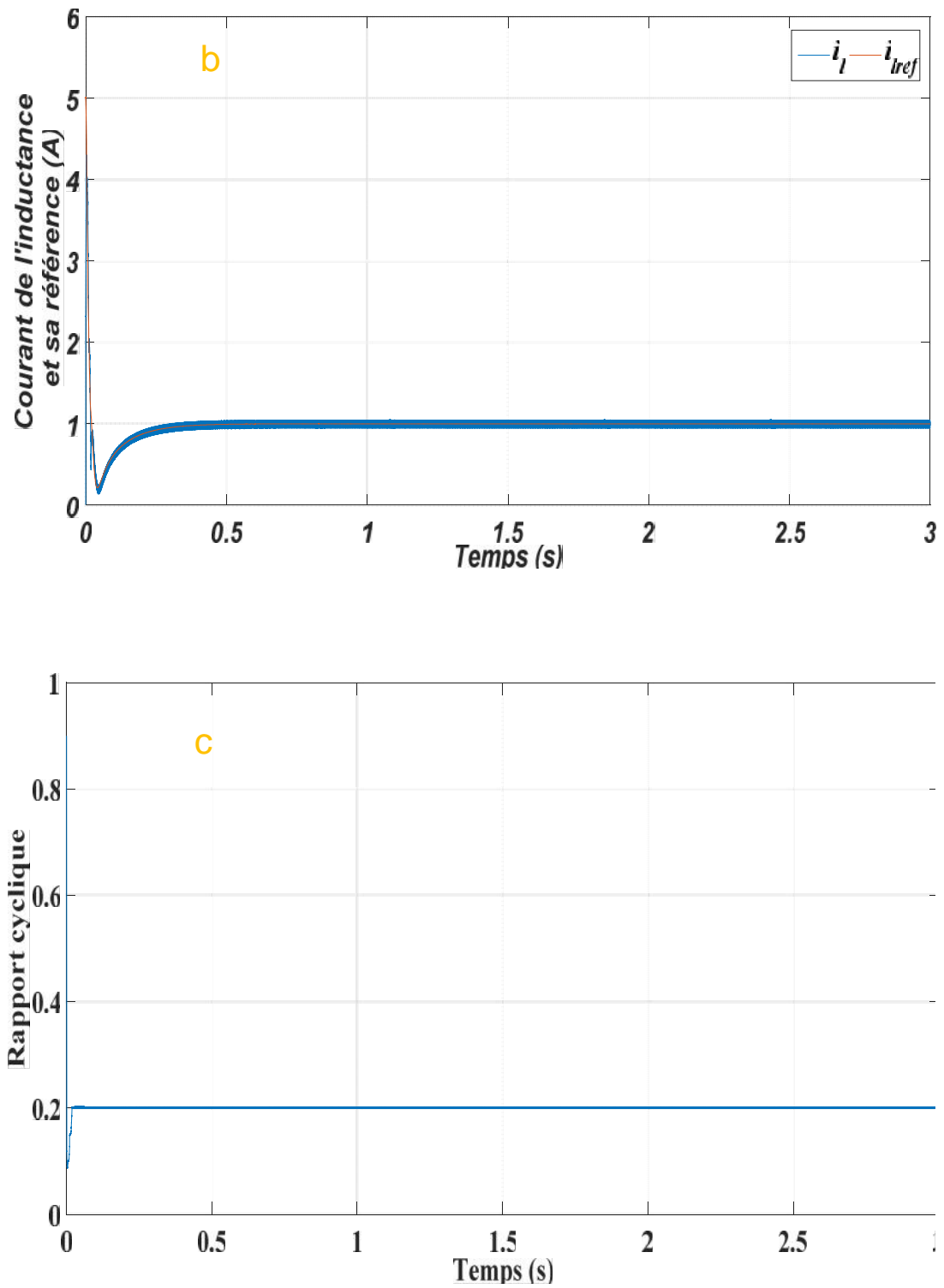


Figure II.5: Performance du système pour une tension de référence $v_{chref} = 10V$, (b)

Courant de l'inductance et sa référence, (c) Rapport cyclique.

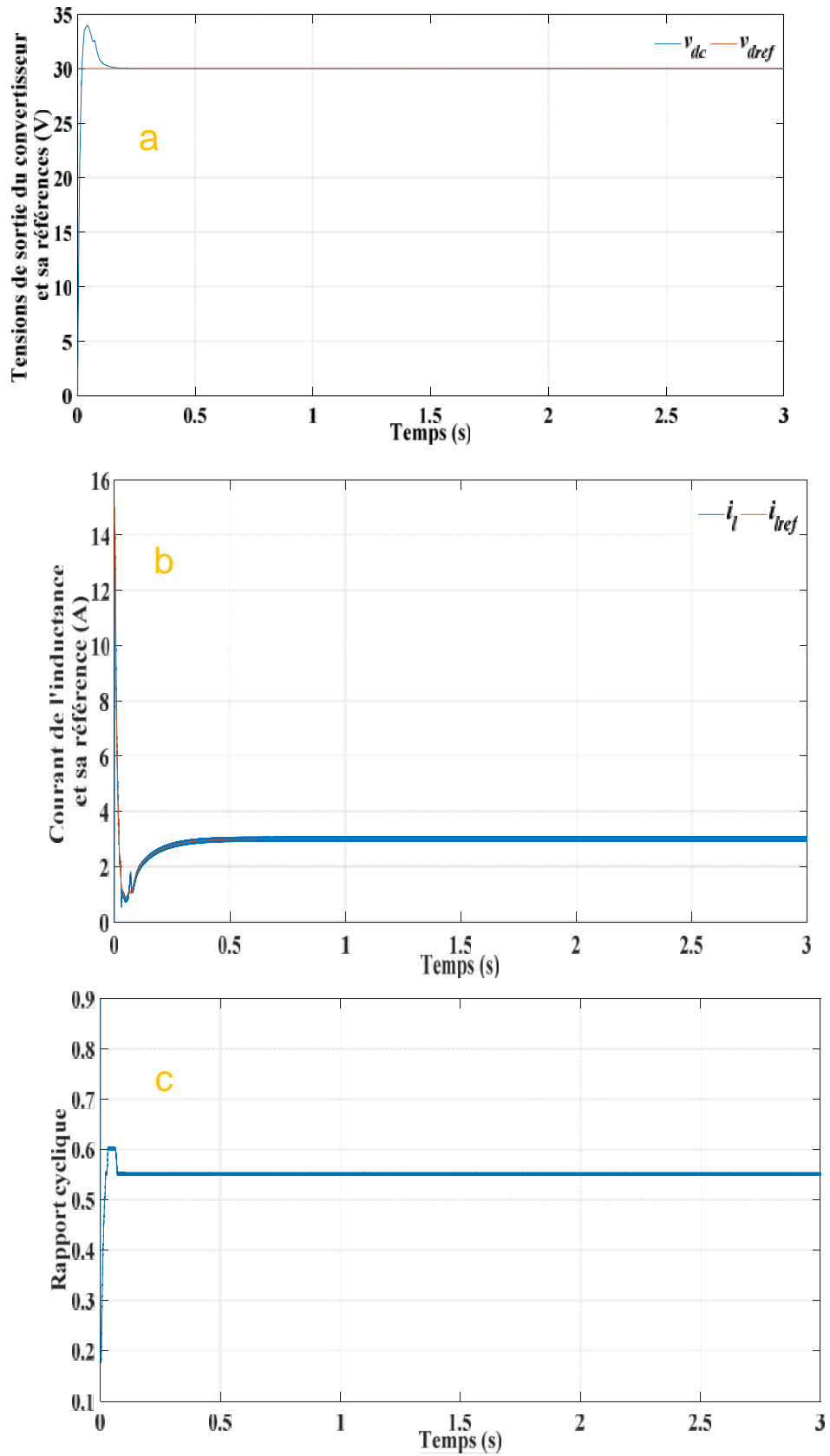


Figure II.6: Performance du système pour une tension de référence $v_{chref} = 30V$, (a) Tension de sortie du buck et sa référence, (b), Courant de l'inductance et sa référence, (c) Rapport cyclique.

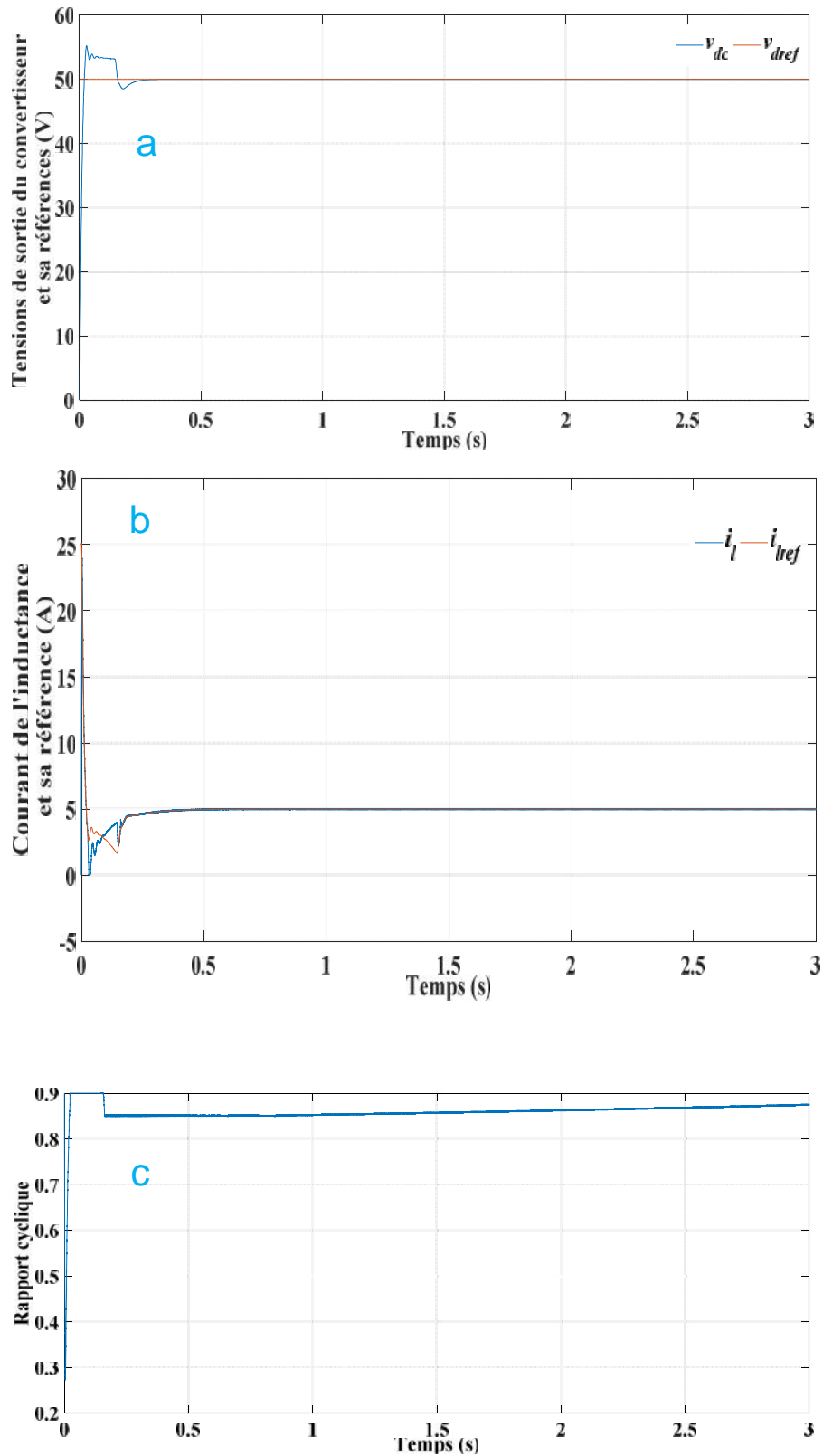


Figure II.7: Performance du système via une variation brusque de la tension de référence $v_{chref} = 50V$, (a) Tension de sortie du buck et sa référence, (b), Courant de l'inductance et sa référence, (c) Rapport cyclique.

L'objectif de ce texte est de valider la commande synthétisée dans la section II.3, comme nous allons évaluer également les performances du convertisseur. Les paramètres du système sont résumés dans le Tableau II.1.

Les figure (II.5), (II.6) et (II.7) montrent les performances du système obtenu avec un choix multiple de la tension de référence ($v_{chref} = 10V$ et $v_{chref} = 30V$ et $v_{chref} = 50V$).

D'après les figure (II.5)(a), (II.6)(a) et (II.7)(a), on constate que la tension de la charge v_{ch} suit bien sa référence v_{chref} . De plus. Ces figures montrent une bonne réponse du système en terme de temps de réponse et de dépassements.

Les Figure (II.5), (II.6)(b) et (II.7)(b), montrent l'évolution du courant de l'inductance i_l avec sa référence i_{lref} . D'après ces figures, on constate que le courant de l'inductance suit parfaitement sa référence ce qui valide la synthèse du régulateur du courant dans la

section II.3.2. Tableau.II.1 : Paramètre du système

Paramètres du convertisseur buck	$v_e = 60V$ $L=2mH, r=0,2 \Omega, f=20 kHz, C=5 \sim F$
Paramètres du régulateur de la tension de sortie du convertisseur	$\langle v \rangle = 1; \check{S}_{nv} = 50$
Paramètres du régulateur du courant de l'inductance	$\langle i \rangle = 1; \check{S}_{ni} = 550$
Paramètres de la charge	$R = 5\Omega$

Les figure (II.5) (c), (II.6)(c), et (II.7)(c), montrent l'évolution des rapports cycliques du convertisseur correspondant respectivement aux trois consignes ($v_{chref} = 10V, v_{chref} = 30V, v_{chref} = 50V$). Ces figures confirment également que les valeurs du rapport cyclique vérifient bien le rapport de la conversion $v_s = Dv_e$, ce qui valide la loi de commande développée pour le convertisseur buck.

II.6. 2. Performance du système avec une tension de référence variable.

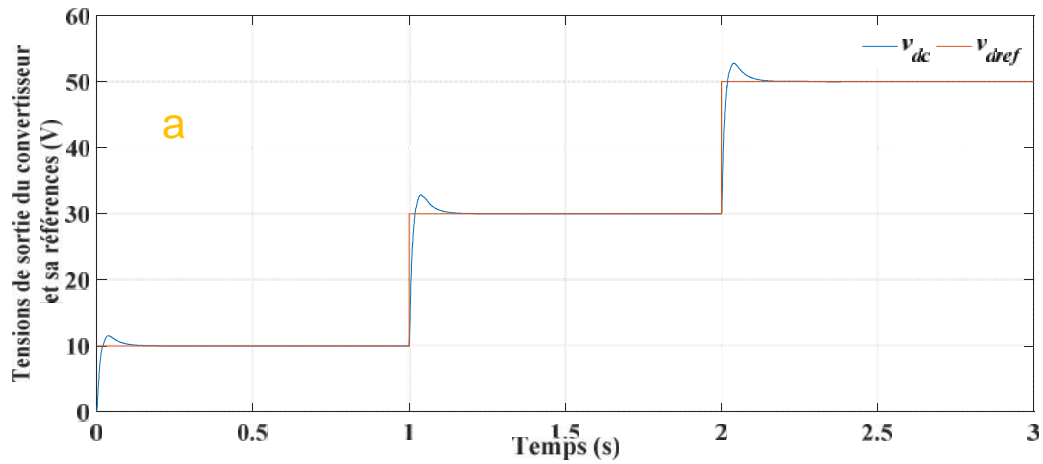


Figure II .8 : Performance du système via une variation brusque de la tension de référence, (a) Tension de sortie du buck et sa référence.

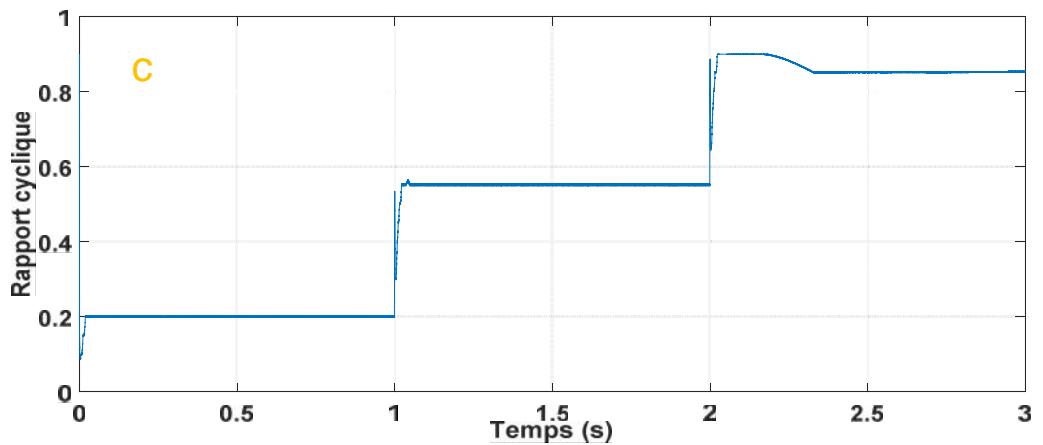
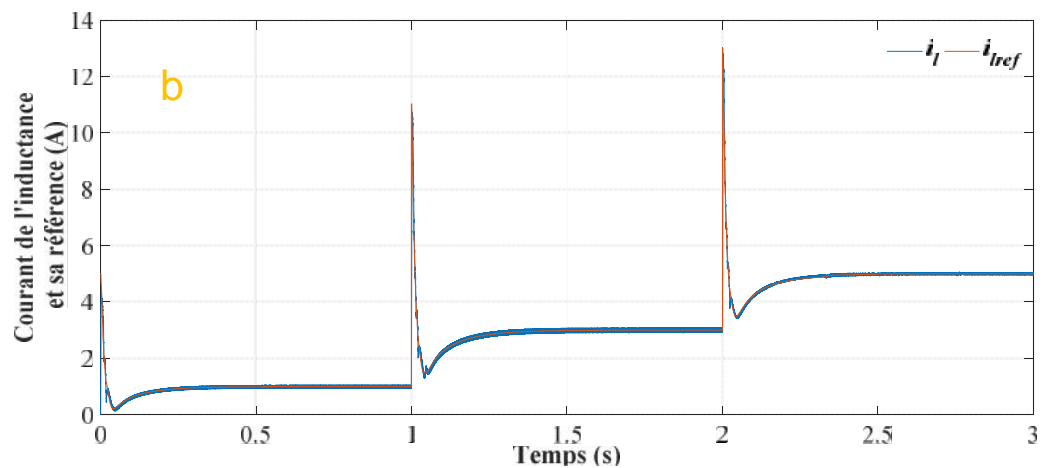


Figure II .9 : Performance du système via une variation brusque de la tension de référence (suite), (b), Courant de l'inductance et sa référence, (c) Rapport cyclique.

Afin d'évaluer davantage les performances du système montré dans la figure (II.8), nous avons effectué un changement brusque de tension de référence selon le scénario suivant :

- de 0s à 1s , $v_{chref} = 10V$;
- pendant l'intervalle 1s à 2s , $v_{chref} = 30V$
- de 2s à 3s , $v_{chref} = 50V$

Les résultats obtenus sont montrés dans la figure (II.8). D'après la figure (II.8)(a), on remarque clairement que la tension de la charge suit bien la tension de référence même avec le changement brusque effectué à l'instant 1s et à l'instant 2s .Ces résultats valide encore la synthèse du régulateur de tension et le calcul de ses gains.

La figure (II.8)(b) illustre l'évaluation du courant de l'inductance avec sa référence. La figure montre que le courant de l'inductance poursuit bien sa référence avant, pendant et après chaque variation de la tension de référence.

La figure (II.8)(c) monter l'évaluation du rapport cyclique convertisseur. D'après cette figure, on constate que les valeurs du rapport cyclique déterminés par la commande vérifient bien le rapport de la conversion $v_s = Dv_e$, ce qui confirme encore l'efficacité de la commande développé pour le convertisseur.

II.6. 3. Performance du système avec une variation de charge

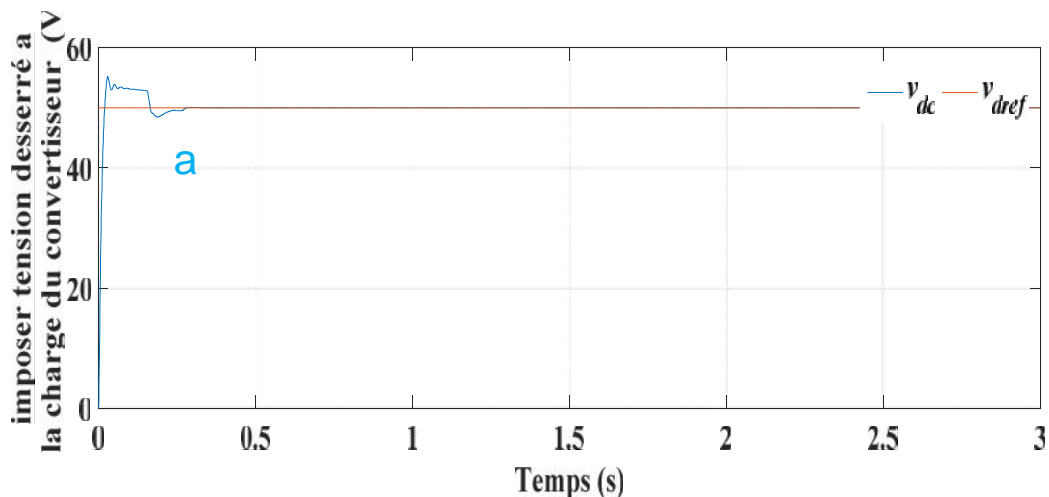


Figure II.9: Performance du système via une variation de la charge brusque de la tension de référence, (a) Tension de sortie du buck et sa référence.

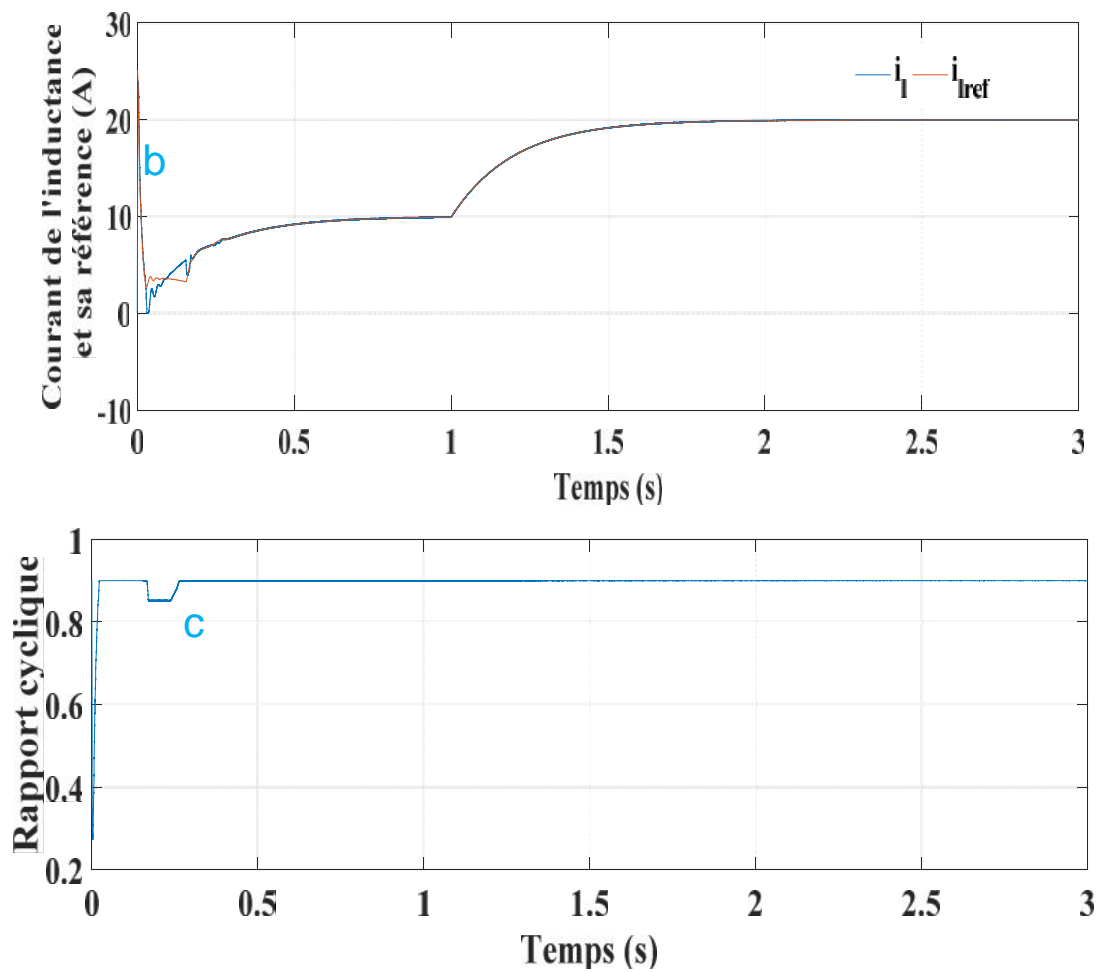


Figure II.9: Performance du système via une variation de la charge brusque de la tension de référence, (b), Courant de l'inductance et sa référence, (c) Rapport cyclique.

Dans ce test, nous allons évaluer les performances du système avec une variation de la charge, les résultats obtenus sont montrés dans la figure (II.9).

D'après la figures (II.9)(a), on constate que la tension de la charge suivie parfaitement sa tension de référence. Ce qui confirme la synthèse et l'efficacité du régulateur synthétisé pour contrôler la tension de sortie du convertisseur.

La figure (II.9)(b) montre l'évolution du courant de l'inductance avec sa référence, d'après cette figure on constate que le courant de l'inductance suivie sa référence avec un excellent de temps réponse et minimum de déplacement.

D'après la figure (II.9)(c) montre l'évolution du rapport cyclique du convertisseur, on constate que ces valeurs vérifient bien le rapport de conversion $v_s = Dv_e$ ce qui valide également la structure de la commande développée pour le convertisseur.

II.7. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté une commande linéaire permet de contrôler un convertisseur buck pour délivrer la tension désirée aux borne de la charge. La commande se compose en deux boucles de régulation en cascade, la première permet de poursuivre la tension de sortie du convertisseur, et la deuxième permet de poursuivre le courant dans l'inductance du convertisseur.

Dans premier temps, nous avons présenté la structure globale de la commande, ensuite, nous avons détaillé les parties essentielles de cette structure commande, telle que la synthèse des régulateurs PI et la modulation MLI.

Afin de valider l'efficacité de la commande et les performances globale du système, nous avons effectué plusieurs tests de robustesse telle que la variation de la charge et la variation de la tension de référence. Les résultats obtenus montrent une bonne performance du système en termes de temps de réponse et la poursuite de la tension de référence.

Chapitre III :

Implémentation expérimentale d'une convertisseur séries (Buck) pilote par une carte DSP

III.1. Introduction

Dans ce chapitre, nous allons présenter l'implantation expérimentale d'un convertisseur Buck piloté par une carte DSP. Tout d'abord, nous allons présenter le banc d'essai expérimental ainsi que les différentes cartes électroniques réalisées au sein de laboratoire de réalisation des projets de fin d'étude.

Nous allons tous d'abord valider expérimentalement le circuit de pilotage de l'interrupteur de puissance. Ensuite, nous allons valider la commande en boucle ouverte d'un convertisseur buck débite une charge résistive. Afin d'évaluer les performances du convertisseur, plusieurs tests seront considérés tel que la variation du rapport cyclique et la variation de la tension d'entrée.

III.2. Description du banc d'essai réalisé

Dans cette section, nous allons présenter le banc d'essai réalisé au Laboratoire de fin d'étude (département de électronique, Université Mohamed Boudiaf de Msila, Algérie). Comme illustre

la figure (III.1) et (III.2), ce banc d'essai est constitué par un convertisseur buck équipé d'un circuit de pilotage et diode rapide RURP3060[14], une alimentation stabilisée bipolaire (+15/-15), une charge résistive ECO 3Tubes ($33\ \Omega$, 7,6A, 600V). et une carte de développement TMS320F28335[15], de la société Texas Instrument. Les paramètres de différentes parties constituant ce prototype expérimental sont résumés dans le Tableau (III.1). Dans le paragraphe suivant, nous allons détailler les parties essentielles constituant ce banc d'essai.

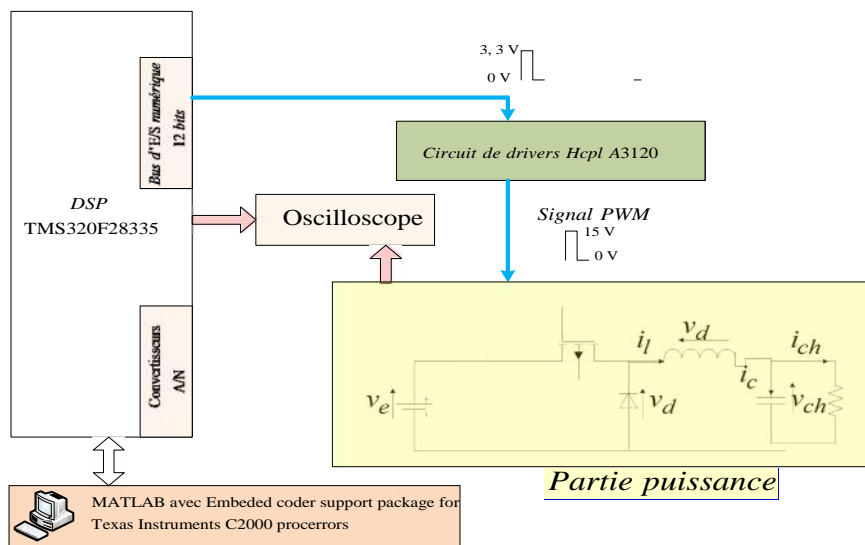


Figure III.1: Schéma synoptique du banc d'essai réalisé.

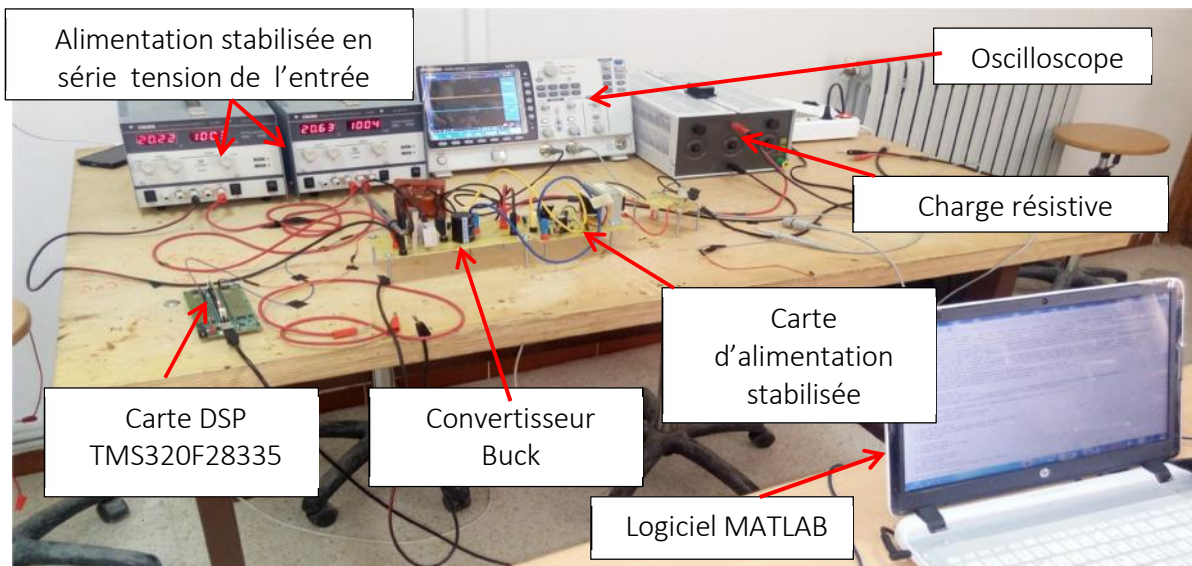


Figure III.2: Prototype expérimental réalisé.

Tableau (III.1): Paramètres du banc d'essai expérimental.

Source d'alimentation	60V
Fréquence de commutation de l'interrupteur de puissance (Mosfet)	20kHz
Fréquence de commutation	
Résistance de la charge	33 Ω
Capacité de sortie du convertisseur	C=330 $\sim F$,
Inductance du convertisseur	L=780 $\sim H$

III.2.1. Carte de développement DSP TMS320F28335

La carte DSP TMS320F28335 est une carte de développement puissante utilise le microcontrôleur C2000TM 32-bit qui peuvent être configurés avec plusieurs logiciel tel que MATLAB et Psim. Les caractéristiques principales de cette sont:

- 16 convertisseurs analogiques numériques (A/N) ;
- Fréquence de 150MHz ;
- Bus d'entrée/sortie numériques de 64 portes organisés sur 8 groupes, chacun peut être configuré comme une entrée ou une sortie ;

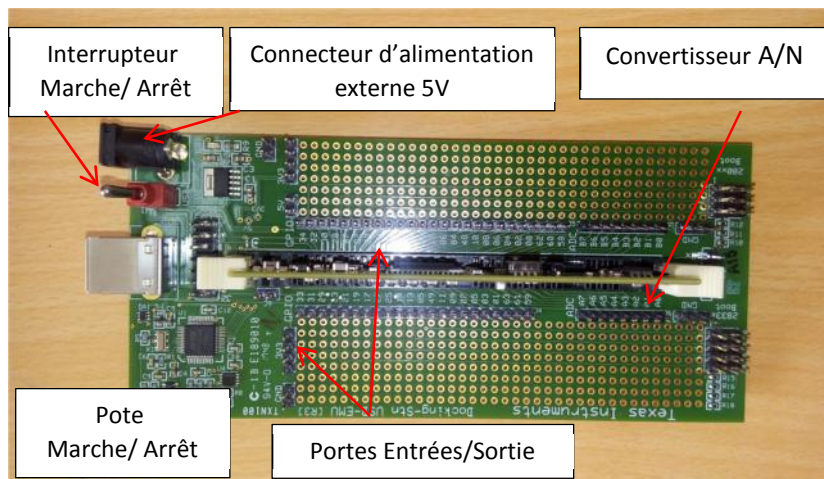


Figure III. 3: Carte de développement DSP TMS320F28335.

- 18 sorties PWM configurables en plusieurs termes tels que, fréquence de commutation, rapport cyclique, temps mort ;
- 16 entrées des convertisseurs analogique/numérique, chacun de 12 bits ;
- 08 temporisateur (timers) de 32-bit ;

- Supporte les compilateurs ; ANSI C/C⁺⁺ compiler /assembler/linker, Code composer studio TM IDE et DSP/ Bios TM and sys /Bios et Digital motor control et digital power software librares
- Elle peut être configurée avec le logiciel Matlab via la toolbox s Embedded coder support package for Texas Instruments DSP C2000 processors

Dans notre travail, la DSP TMS320F28335 sert à envoyer signal PWM nécessaire pour la commutation du Mosfet du convertisseur Buck via le bus Entrée/Sortie [11] .

III.3. circuit du pilote et de protection du Mosfet

Nous avons réalisé un circuit de pilotage à base du driver Hcpl 3120 [16] ;ce dernier servent adapter le signale de commande (0.3,3V) provenant de la carte DSP au niveau de tension et de courant nécessaires pour la commutation du Mosfet [13] (15V,10Ma. Le Hcpl 3120 permet de réaliser legalement une isolation photonique entre la partie commande et la partie puissance. La figure (III.4) montre le schéma du circuit de pilotage utilisé.

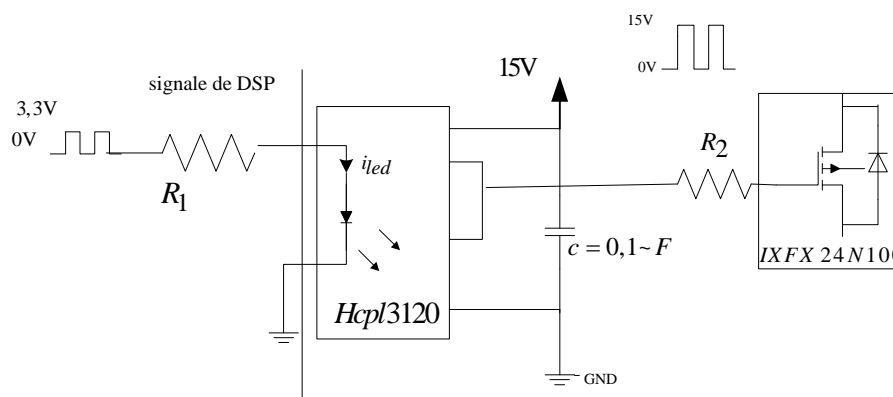


Figure (III.4): Schéma du circuit de pilotage et d'isolation du mosfet.

R_1 : Résistance pour limite le courant de la led i_{led}

R_2 : Résistance pour limite le courant gate i_g

III.4. Alimentation stabilisée 15V/-15V

Afin d'assurer l'alimentation bipolaire $15\text{ V}\pm$ du différents cartes électroniques telles que, le circuit de du driver du Mofette, nous avons réalisé une carte d'alimentation illustrée dans la (III.2): La carte se compose d'un transformateur (220 V/ 22V) suivi par un pont de redressement

à base de diodes, des condensateurs de filtrage de $1000 \sim F$, deux régulateurs de tension L7815CV(+15) et L7915CV(-15) [12]. et fusible de protection (5A). Le schéma du circuit de la carte est montré dans la figure (III.5).



Figure (III.5): Carte d'alimentation réalisée

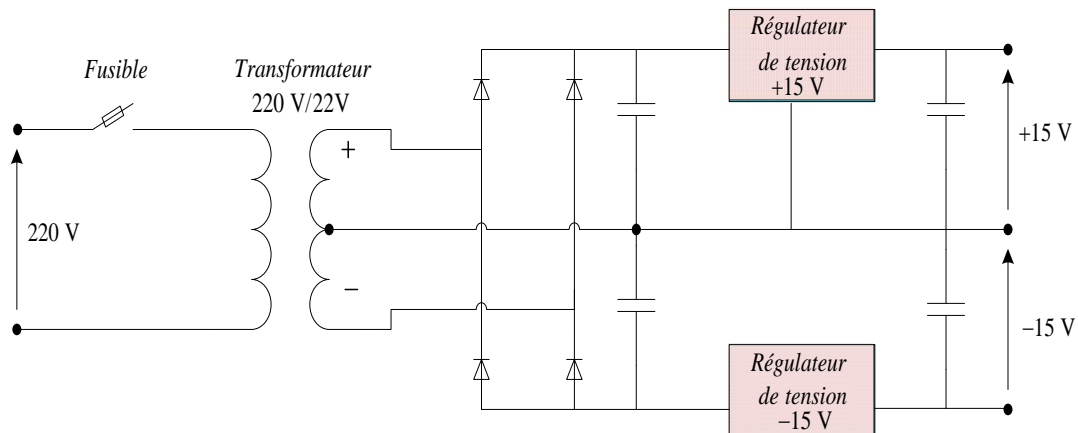


Figure (III.6): Schéma du circuit d'alimentation continue +15, -15 V. [10].

III.5. Convertisseur buck

Le convertisseur buck est conçu à base de Mosfet (IXFX24N100), qui supportent une tension de 1000V et un courant jusqu'à 24A. Le Mosfet est contrôlable à la fermeture/ouverture par application d'une tension de 15V/0V entre l'émetteur et la gâchette, un condensateur de (CD293,400V,330 ~ F) et inductance de (780 ~ F) et diode très rapide RURP3060 (600V, 30A)

la figure montre le convertisseur Buck réalisé



Figure.III.7. Convertisseur buck réalisé

III.6. Résultats expérimentaux

III.6.1 Validation du circuit de pilotage du mosfet

Dans ce test nous avons validé le fonctionnement du circuit de driver HCPL3120 en attaquant ce dernier par un rapport cyclique égal 0.5 généré par un GBF. Le schéma du circuit de test est montré dans la figure (III.11). et (III.12).

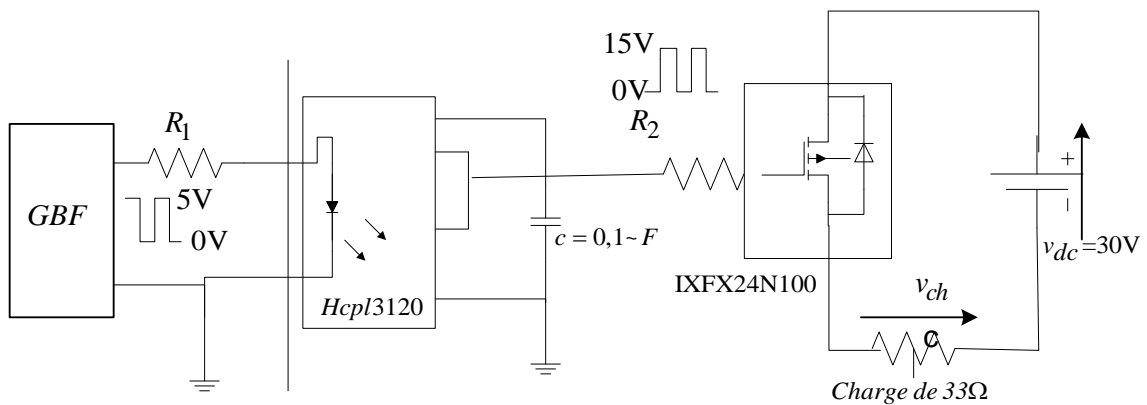


Figure.III.8. Schéma synoptique de validation du circuit de pilotage du mosfet



Figure.III.9. Montage du test du circuit de pilotage du mosfet.

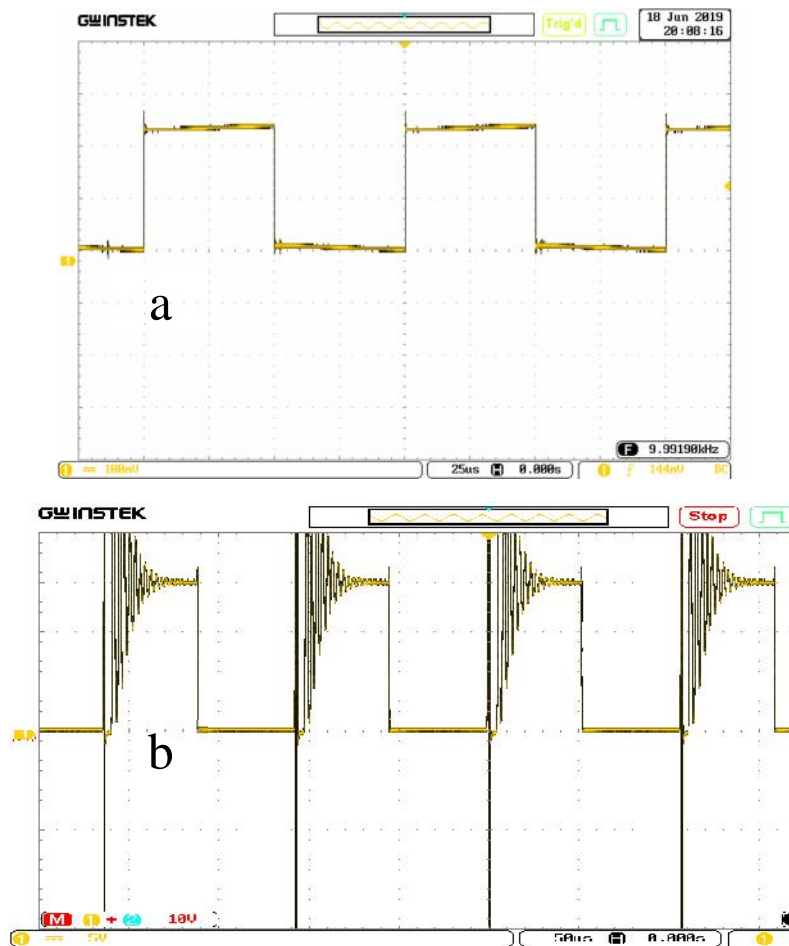


Figure.III.10. Résultat de test de validation du circuit du driver et de commutation du mosfet (rapport cyclique égal 0.5) (a) signal de commande généré par le HCPL, (b) Tension au bornes de la charge v_{ch} .

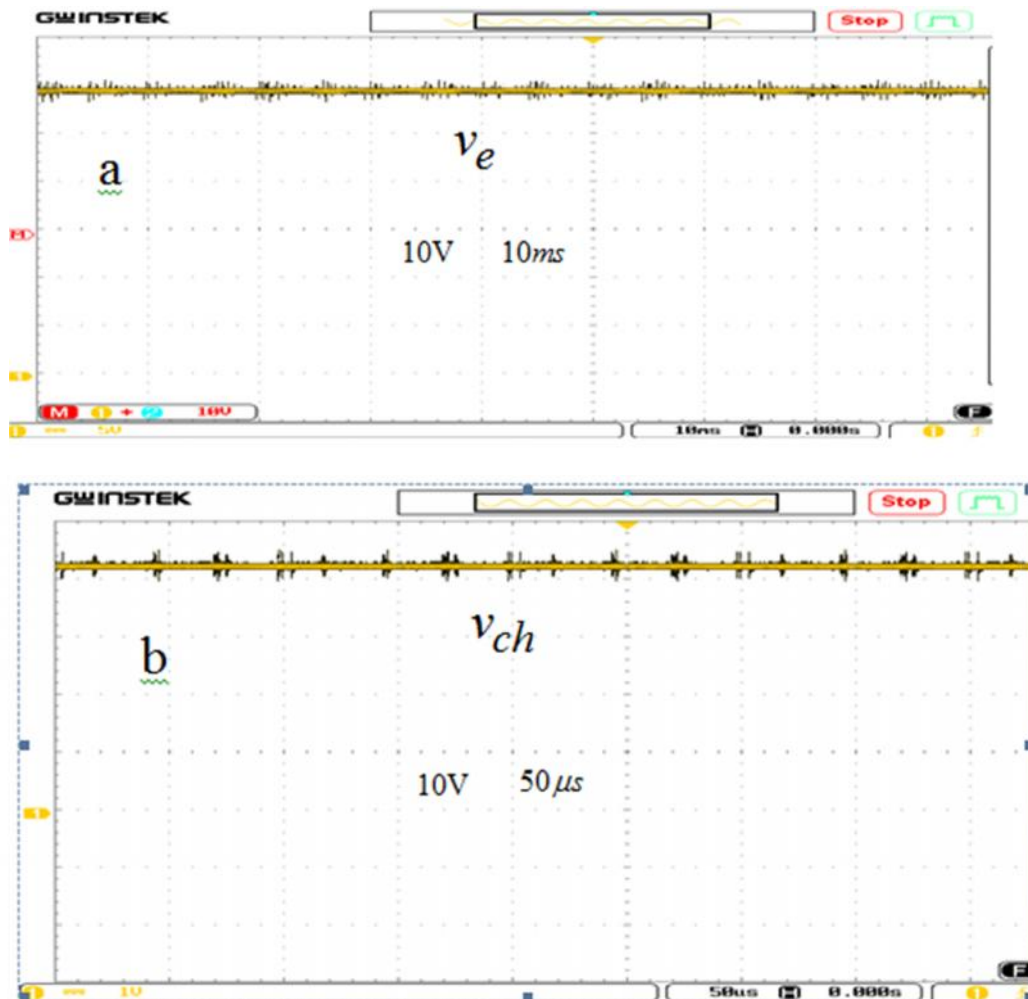
Le résultat expérimentaux enregistrées sont montées dans la figure.III.13

La figure (III.13)(a) montre le signal de commande généré par le HCPL 3120. D'après cette figure on constat que le signal de commande est bien adapté au niveau désiré (0V, 15V).

La figure (III.13)(b) montre la tension aux borne de la charge, elle a la même forme du signale commande, mais avec une amplitude égale à la tension d'alimentation ($v_{dc} = 30V$), ce résultats confirme bien la bionne commutation de mosfet .

III.6.2 Validation du convertisseur buck réalisé

III.6.2.1 Performances du convertisseur avec une variation de la rapport cyclique



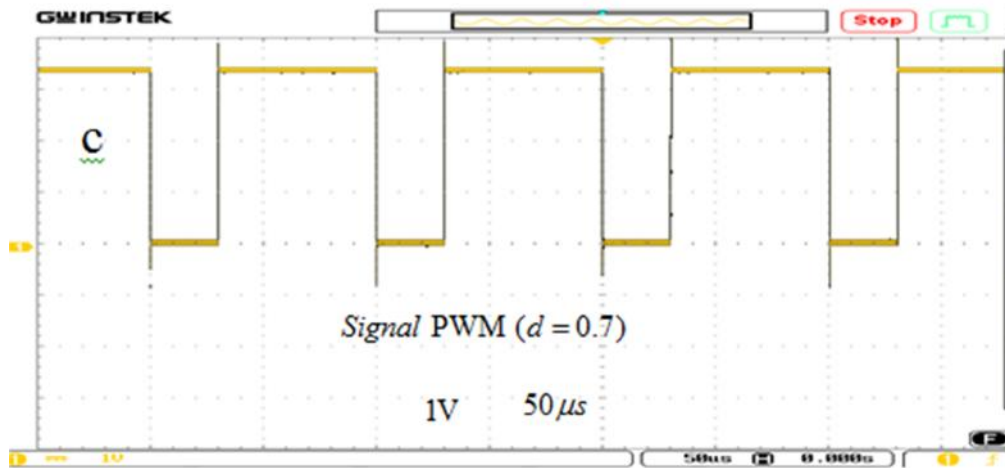
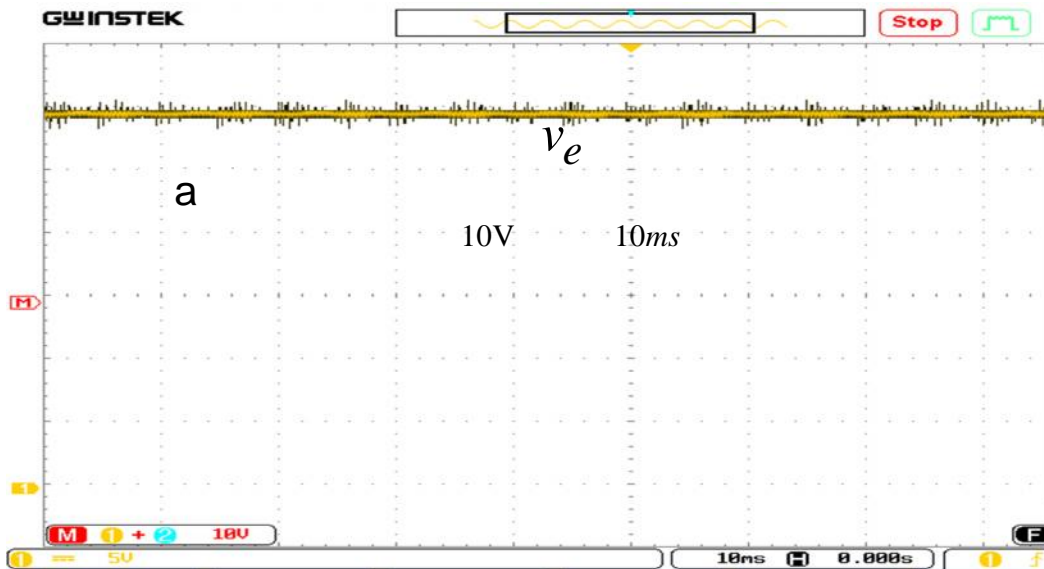


Figure III.11: Performance du convertisseur buck débit une charge résistive ($v_e = 60V$ rapport cyclique $d=0,7$) (a)tension d'entrée(60V, $d=0,7$), (a)Tension d'entrée du convertisseur,(b) Tension de sortie du convertisseur, (c) signal de commande généré par la carte DSP ($d=0.7$)



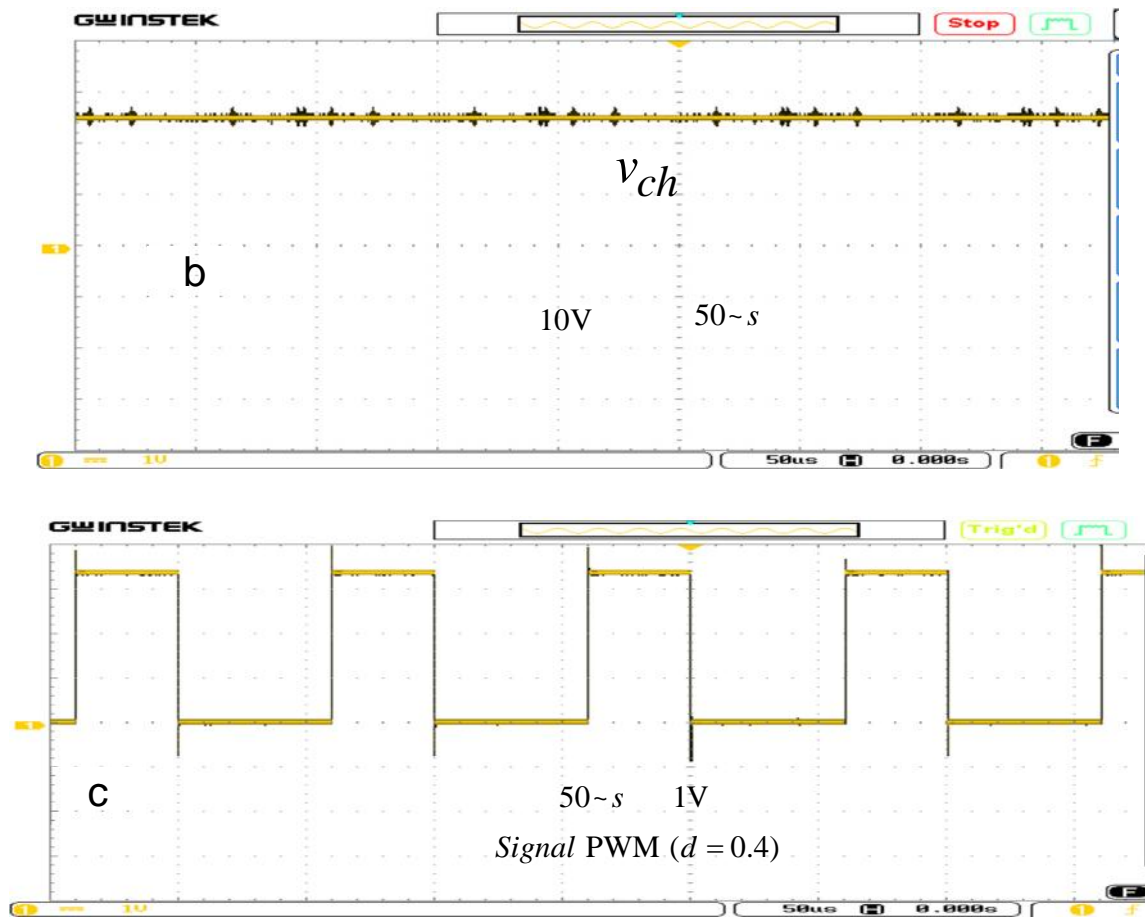
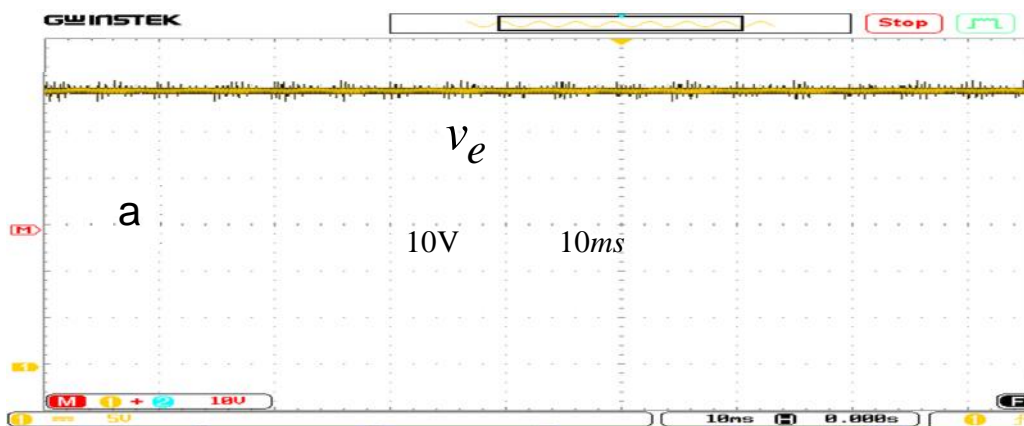


Figure III.12: Performance du convertisseur buck débit une charge résistive ($v_e = 60V$ rapport cyclique $d = 0,4$) (a) tension d'entrée (60V, $d = 0,4$), (a) Tension d'entrée du convertisseur, (b) Tension de sortie du convertisseur, (c) signal de commande généré par la carte DSP ($d = 0.4$)



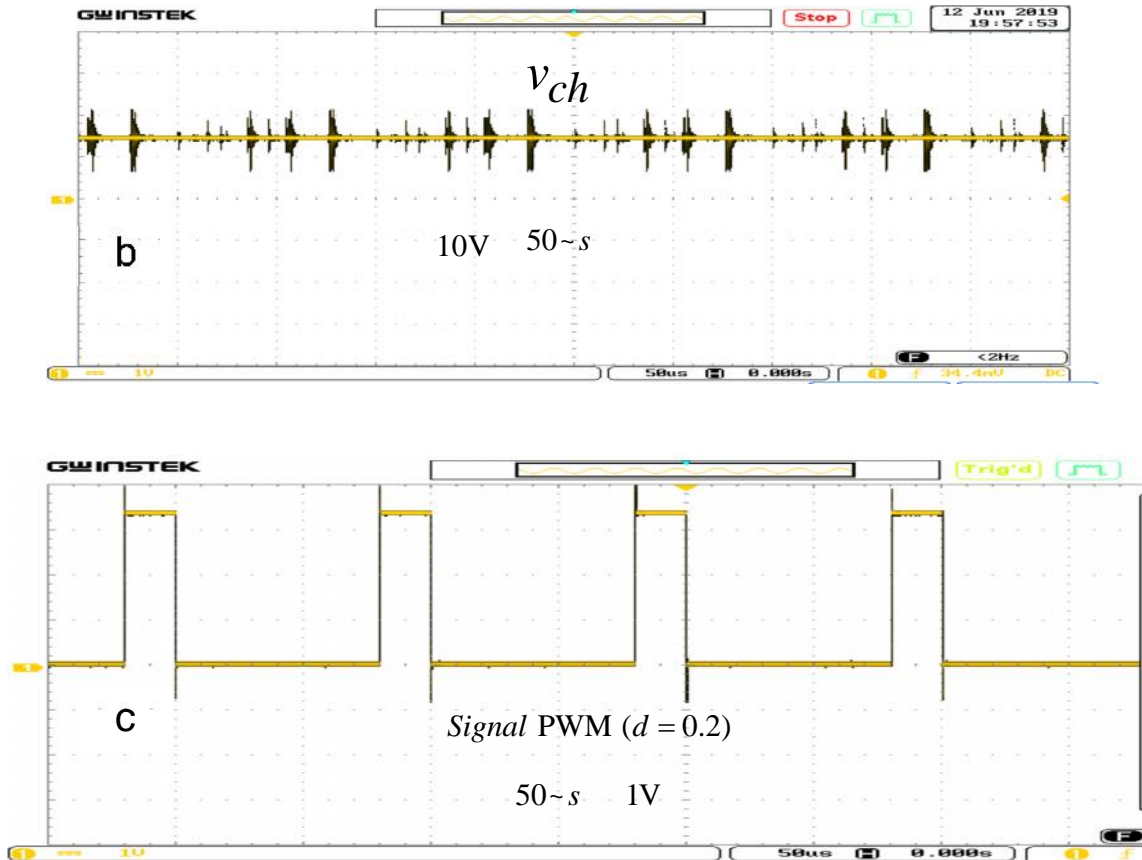


Figure III.13 Performance du convertisseur buck débit une charge résistive ($v_e = 60V$ rapport cyclique $d= 0,2$) (a)tension d'entrée(60V,d=0,2),((a)Tension d'entrée du convertisseur,(b) Tension de sortie du convertisseur, (c) signal de commande généré par la carte DSP (d=0.2)

Dans ce test, nous vérifierons le bon fonctionnement du convertisseur en utilisant le banc essai illustré dans la figure (III.2). Le convertisseur buck est attaqué par plusieurs valeurs du rapport cyclique généré par la carte DSP ($d=0.2$, $d=0.4$. $d=0.7$). Les résultats expérimentaux obtenus sont donnés dans les figures (III.11), (III.12) et (III.13).

D'après ces figures, on constate que la tension de sortie du convertisseur vérifie bien le rapport cyclique $v_s = d * v_e$.

III.6.2.2 Performances du convertisseur avec une variation de la tension d'entrée

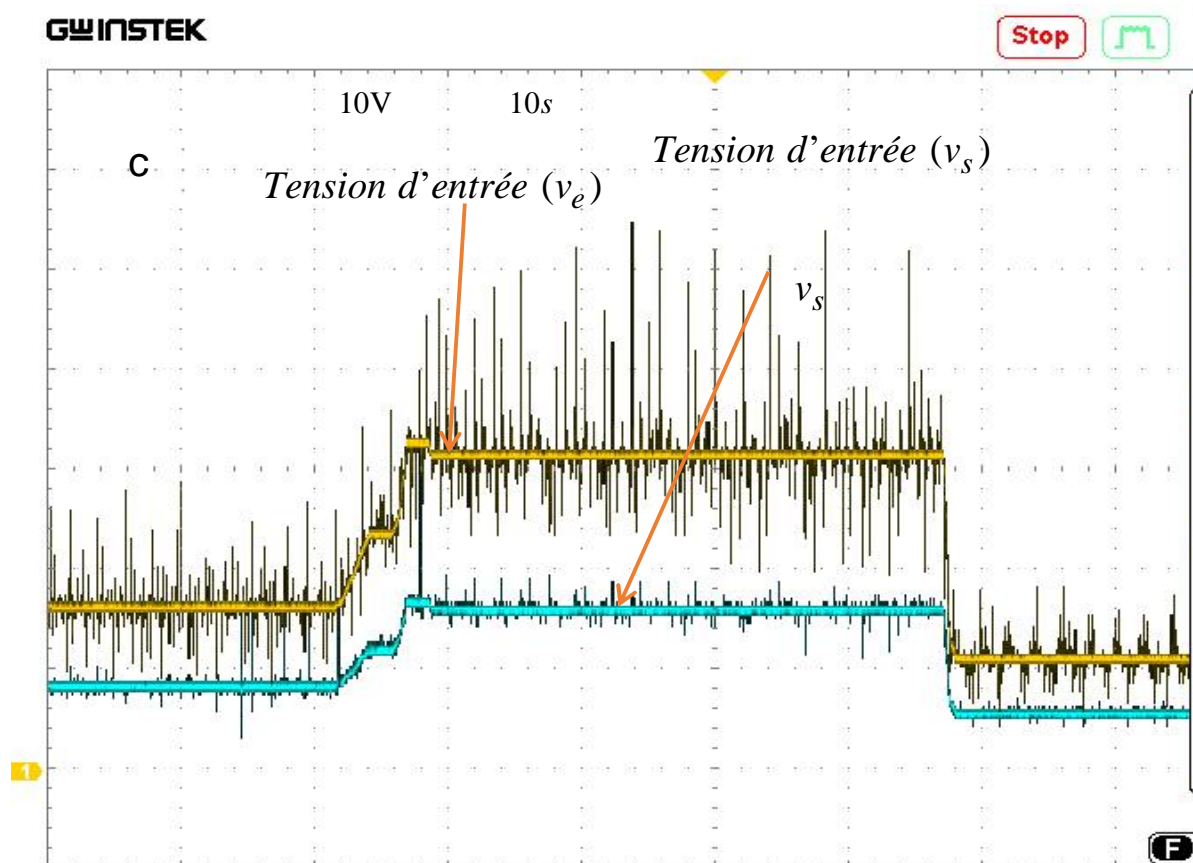


Figure II.14: Performances du convertisseur buck débit une charge résistive avec une variation de la tension d'entrée (rapport cyclique $d=0,5$)

Dans ce teste nous allons évaluer la structure du convertisseur buck avec une variation de la tension d'entrée du convertisseur, le rapport cyclique du convertisseur reste fixe et égale 0,5. La figure (III.14) montre les résultats expérimentaux obtenus .

D'après cette figure il est claire que la tension de sortie du convertisseur vérifie toujours le rapport de la convertisseur $v_s = d * v_e$, même avec les variable brusques de la tension d'entrée. Ces résultats valides encore le dimensionnement l'implémentation du convertisseur série (Buck)

III.7 Conclusion

Au dernier chapitre, nous présentons une implantation expérimentale d'un convertisseur buck piloté par une carte DSP. En premier temps nous présentons les cartes électroniques réalisées (convertisseur buck et alimentation stabilise +15 -15), une description brève de la carte DSP sera présentée. Nous présentons ensuite les différents résultats de validation obtenus, telle que la validation du circuit de pilotage (driver), et la commande en boucle ouverte du convertisseur buck.

Conclusion général

Le but principal de notre travail se résume dans l'implémentation et réalisation d'un convertisseur buck, sa commande en boucle ouverte par un processeur de traitement numérique du signal (DSP).

Dans ce premier chapitre nous avons commencé notre travail par la présentation des différentes topologies des convertisseurs DC-DC à savoir : le Buck, le Boost, et le Buck-Boost, CUK et SEPIC.

Nous avons passé le principe de fonctionnement, le dimensionnement et la modélisation du convertisseur buck,

Ensuite, dans ce deuxième chapitre nous avons présente la structure globale de la commande du convertisseur buck et le principe de MLI, la synthèse des régulateurs PI et le calcul de ses gains, nous étudierons les performances du convertisseur contrôlé en cas de variations brusques de la charge et de la tension de référence.

Dans ce dernier chapitre nous avons valide expérimentale la structure du convertisseur buck .

De plus une commande en boucle ouvert a été implémentée sur une carte DSP afin de piloter le convertisseur buck.

Bibliographie

- [1] Abdelmalik ZORIG," Modélisation et commande d'un système de production d'énergie photovoltaïque couplé au réseau triphasé," Thèse de Master de l'Université de M'sila, Juin 2011.
- [2] Professeur A. Rufer, P. Barrade,"Cours d'électronique de puissance Conversion DC/DC,"
- [3] VALERIE LEGER, « physique appliquée. Les bases et l'électronique de puissance », Ellipses 2004.
- [4] FUNG LIN LUO, HONG YE, MUHAMED RASHID, « Digital Power Electronics and Applications».
- [5]R. D. Middelbrook and S. M. Cuk, A General Unified Approach to Modelling Switching Converter Power Stages, Proc. IEEE Power Electronics Specialists conference,1976 Recorde
- [6]H.Bin "convertisseur continue-continue à rapport de transformation elever pour application pile à combustible".these doctorat de l'institut national polytechnique de lorraine ,France,2009.
- [7] J. David Irwin, Auburn University .The Power Electronique Handbook .CRC Press, 2002.
- [8] Albert Paul Malvino, "Principe d'électronique, cours et exercices corrigés" 6ème édition Dunod,Paris 2002.
- [9] Abdessalem Titraoui, Ahmed Sahroui et Mohamed Nadir, ''Etude d'une chaine de conversion photovoltaïque, ''Mémoire d'Ingéniorat de l'Université de M'sila ,2010.
- [10] Abdelmalik ZORIG, "COMMANDES NON LINEAIRES D'UNE SOURCE DECENTRALISEE PHOTOVOLTAÏQUE A BASE DE CONVERTISSEURS DE PUISSANCE ENTRELACES ET PARALLELES, "THÈSE DE DOCTORAT De Université Amar Telidji – Laghouat, le 25/11/2017 .

[11] Correvon. M, «Introduction aux DSP orientes application industrielles», Cet article est téléchargé au format pdf sur le site web : <http://perso.wanadoo.fr/lapiste/dsp.htm>

[12] L7800 L7900 series www.Jameco.com ♦ 1-800-831-4242

[13] IXYS REF: F_24N100(9X)10-17-08-C © 2008 IXYS CORPORATION.

[14] RURP3060 www.fairchildsemi.com

[15] TMS 320F28335 www.ti.com

[16] HCPL-3120/J312, HCNW3120 www.avagotech.com

Résumé:

Le but principal de notre travail est d'étudier et de réaliser un convertisseur buck contrôlé par une carte DSP, que permet de transformer une tension continue fixe à une tension plus faible réglable.

Pour réaliser ce convertisseur on va étudier le principe de fonctionnement, le dimensionnement et la modélisation d'un convertisseur buck.

Les résultats obtenus deux tests ont été considérés pour évaluer les performances du convertisseur contrôlé à savoir la variation du rapport cyclique et la variation de la tension entrée du convertisseur.

Aussi que cette dernière, vérifie le rapport de la conversion d'un convertisseur buck fonctionnent du mode condition contenu.

Mots-clés : convertisseur buck, modélisation, dimensionnement, réaliser, commande, rapport cyclique.

:
الهدف هذا هو وتركيب ويتحكم به الرقمية
بتحويل
تركيب هذا بدراسة وتحليل تصميمه , وايضا
عليها التطبيق التجريبي تقييم به طريق تغيير
برهنت النتيجة هذا عليها
الكلمات المفتاحية . , تصميم , تركيب , التحويل