

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLICQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة أبي بكر بلقايد- تلمسان
Université Aboubakr Belkaïd-Tlemcen
كلية التكنولوجيا
Faculté de Technologie

Département de Génie Electrique et Electronique (GEE)
Filière : Electronique



MASTER INSTRUMENTATIONS

PROJET DE FIN D'ETUDES

Présenté par : M. KADA BELGHITRI Abdelheq

Intitulé du Sujet

ETUDE ET REALISATION D'UN CONVERTISSEUR DC-DC

Soutenu en juin 2018, devant le jury composé de :

M ^r A.HAMDOUNE	Professeur	Univ. Tlemcen	Président
M ^r A.BELAID	M.A.A	Univ. Tlemcen	Examineur
M ^r A.HACHIM	M.A.A	Univ. Tlemcen	Encadreur

Année Universitaire 2017-2018

Sommaire

Introduction générale	1
Chapitre 1 : Les convertisseurs DG-DC	4
1.1. INTRODUCTION	5
1.2. Généralités sur les convertisseurs DGDC	5
1.2.1. Applications des convertisseurs DGDC :	5
Symbole	7
1.3. Mode de fonctionnement du convertisseur statique	8
1.3.1. Mode de Conduction Continue (MCC)	8
1.3.2. Mode de Conduction Discontinue (MCD)	8
1.4. Les Hacheurs	8
1.4.1. Fonctionnement	9
1.4.1.1. Le hacheur série non réversible	9
1.4.1.2. Schéma de principe	9
1.4.1.3. Chronogrammes	10
1.5. CONVERTISSEUR CONTINU/CONTINU	11
1.5.1. Etude des convertisseurs classiques	
en mode de conduction continu	11
1.5.1.1. Le convertisseur boost	12
1.5.1.2. Convertisseur Buck	14
1.5.1.3. Convertisseur BuckBoost	15
1.5.1.4. Convertisseur Cuck	17
1.5.1.5. Convertisseur Sepic.....	19
1.6. Comparaison des montages	20
1.7. Rendement du convertisseur statique.....	21
1.8. Conclusion	21

Chapitre 2 : Convertisseurs à découpage	22
2.1. Introduction	23
2.2. Principe de base	23
2.3. Fonctionnement	24
2.4. Quelques types d'alimentation à découpage	26
2.5. Bases du convertisseur abaisseur (buck)	26
2.6. Exemple de schémas d'alimentation à tension de sortie fixe et à tension réglable	29
2.6.1. Les moyens de conversion.....	29
2.6.2. Régulateur LM 2576.....	30
2.6.2.1. Définition	30
2.6.2.2. Caractéristiques	31
2.6.2.3. Application	31
2.6.3. Exemple de calcul bobine "à la main"	31
2.6.4. Guides de sélection de valeur de la bobine	33
2.7. Bases du convertisseur élévateur (boost)	34
2.8. Exemple de schéma d'alimentation à tension de sortie fixe et à tension réglable.....	36
2.8.1. circuit intégré UC3843.....	36
2.8.2. DESCRIPTION.....	37
2.8.3. CARACTÉRISTIQUES.....	38
2.8.4 PMW	39
2.8.4.1 Introduction	39
2.8.4.2. Exemple simple un convertisseur numérique analogique...39	
2.8.4.3. Type de MLI « intersective »	41
2.8.4.4. Commande par hystérésis	42
2.9. Conclusion	43

Chapitre 3 : Réalisation pratique	44
3.1. Introduction	45
3.2. 1 ^{er} application convertisseur abaisseur DGDC utilisant le régulateur variable LM2576-ADJ ;3A	45
3.2.1 Principe de fonctionnement.....	45
3.2.2. Procédure de conception.....	46
3.2.2.1. Choix et calcul de R1 et R2	46
3.2.2.2. Sélection du condensateur d'entrée C_{IN}	47
3.2.2.3. Sélection de la diode.....	47
3.2.2.4. Sélection de la bobine.....	48
3.2.2.5 Sélection du condensateur de sortie C_{OUT}	49
3.3. 2 ^{eme} application convertisseur élévateur DGDC utilisant le circuit intégré UC3843.....	49
3.3.1.Introduction	49
3.3.2. Schéma pratique	50
3.3.3. Principe de fonctionnement	51
3.3.4. Quelques données techniques.....	54
3.4. Conclusion	54
Conclusion Générale.....	55
Bibliographie.....	58
Listes des figures.	
Liste des tableaux.....	
Liste des acronymes.....	
Liste des symboles.....	
ANEXXE.....	

Introduction Générale

Introduction générale :

La révolution électronique dans le monde a conduit à l'émergence de la caméra de l'ordinateur portable et des appareils électroniques en général. Ces appareils ont besoin de l'énergie électrique pour fonctionner, ce qui a mené à la découverte du convertisseur. Un convertisseur sera prévu pour fournir un courant I_s absorbé par la charge sous une tension de sortie ce qui donnera une puissance de sortie ; Cette dernière est égale à la tension de sortie multipliée par le courant de sortie.

La source d'entrée devra donc fournir au minimum cette puissance sous une tension quelconque à laquelle, le monde n'étant pas parfait il faudra ajouter les pertes dues au fonctionnement du convertisseur. Ces pertes pouvant varier dans de grandes proportions suivant le type de convertisseur seront toujours transformées en chaleur.

Contrairement au courant alternatif la modification de la tension d'une source continue est beaucoup plus problématique. Les usages sont multiples, le fonctionnement d'un même appareil peut nécessiter de multiples sources de tensions différentes, par exemple un appareil photo reflex peut inclure une vingtaine de convertisseurs fournissant des valeurs de tension allant de 3.3v à 300v. Nous choisissons un ordinateur afin de réduire la tension fournie par l'alimentation vers une tension plus faible (de l'ordre du Volt) nécessaire pour alimenter le CPU. Ces alimentations doivent fournir un fort courant (quelques A) avec une faible ondulation de tension (moins de 10 mV) tout en restant dans un volume réduit. D'autres composants (LEDs pour affichage) ont besoin d'une tension supérieure de la batterie (avec par exemple la tension de la batterie 3V). Ceci et d'autres modules ont conduit à l'invention du convertisseur DC-DC.

Les convertisseurs continu-continu sont devenus une composante essentielle des applications industrielles au cours des dernières décennies. Grâce à leurs rendements de plus en plus élevés, leurs faibles encombrements ainsi que leurs poids et coûts réduits, ils ont remplacés les alimentations classiques linéaires, même pour de faibles niveaux de puissance. Un convertisseur de puissance peut être caractérisé comme un système périodique, non-linéaire et variant au cours du temps en raison de son fonctionnement basé sur le découpage. La topologie des éléments dynamiques du système dépend de l'état instantané de chaque interrupteur commandé, ce qui rend la modélisation complexe.

Le convertisseur DC-DC est un impératif dans le domaine de l'électronique et joue un rôle très important dans le monde de l'électronique.

Ce mémoire est divisé en trois parties, dans le premier chapitre on présente des généralités sur les convertisseurs DC-DC. Le deuxième chapitre est consacré à une étude sur le principe de fonctionnement d'une alimentation à découpage, des convertisseurs abaisseur et élévateur. Dans la troisième partie est réservée à la réalisation pratique de deux types de convertisseur DC-DC.

Les convertisseurs DC-DC

1.1. INTRODUCTION

Les convertisseurs de type DC-DC (les hacheurs) convertissent un niveau de tension électrique à un autre niveau par action de commutation.

Les hacheurs sont les convertisseurs statiques qui permettent le transfert de l'énergie électrique d'une source continue vers une autre source continue. (Ils sont l'équivalents des transformateurs en alternatif).

Lorsque l'entrée et la sortie sont de natures dynamiques différentes, on peut les relier directement (on parle alors de hacheur à liaison directe). Lorsqu'elles sont de même nature dynamique, il faut faire appel à un élément de stockage momentané (on parle dans ce cas de hacheur à accumulation). Enfin dans le cas où l'isolation galvanique de la sortie avec l'entrée est une nécessité, on réalise des hacheurs dits « isolés ».

1.2. Généralités sur les convertisseurs DC-DC :

1.2.1. Applications des convertisseurs DC-DC :

Les niveaux de puissance que l'on trouve dans les convertisseurs vont de moins d'un watt dans les convertisseurs des équipements portables, à une dizaine ou centaine de watts dans les alimentations des ordinateurs de bureau, aux kilowatts ou mégawatts dans la commande des moteurs à vitesse variable, et jusqu'aux térawatts dans les centrales électriques du secteur.

Les convertisseurs DC-DC régulent la tension et modifient un niveau de tension électrique à un autre niveau. Plus de 5 à 6 niveaux de tensions peuvent cohabiter dans un ordinateur portable, le **Tableau 1.1** résume les niveaux de tensions nécessaires pour chacune des fonctions.

Fonction	Tension d'alimentation
CPU	3V (vers 2 puis 0.8V)
DRAM	3.3V
Entrées/sorties	5V
PCMCIA (personal computer memory card international association)	12V
BUS GTL	1.5V
Ecran LCD	Polarisation + < +30V Polarisation - > +30V

Tableau 1.1 : Niveaux de tensions nécessaires dans un ordinateur portable.

Le système d'alimentation d'un ordinateur portable est illustré dans la **Figure1.1**. La batterie alimente le système et plusieurs convertisseurs DC-DC qui modifient la tension de la batterie pour donner les tensions requises par les différentes fonctions. Un abaisseur de tension Buck donne la tension nécessaire pour alimenter le microprocesseur. Un élévateur Boost augmente la tension de la batterie jusqu'au niveau nécessaire pour alimenter le lecteur de disque. Un inverseur donne la haute tension négative pour alimenter la commande des lampes de l'écran.

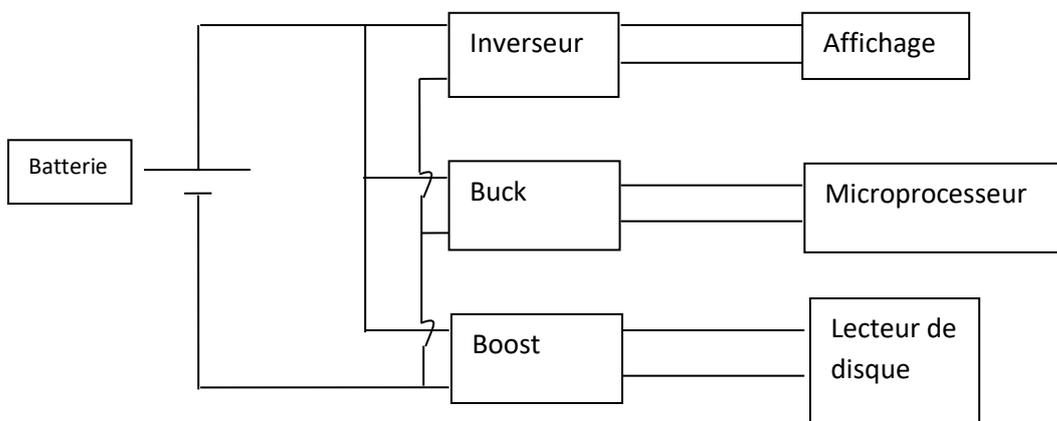


Figure 1.1 : Système d'alimentation d'un ordinateur portable.

Les convertisseurs DC-DC sont utilisés dans des nombreuses applications, à titre d'exemple non exhaustif : pour transformer le 24V de la batterie d'un camion en 12V pour alimenter une radio fonctionnant à 12V, pour transformer le 12V de la batterie d'une voiture en 5V pour faire fonctionner un lecteur de CD ou charger un téléphone mobile, pour transformer les 5V de la carte mère d'un ordinateur en 3V, 2V ou moins pour alimenter les différentes fonctions du processeur, pour convertir (augmenter) la tension de 12V de la batterie d'une voiture en 220V alternative pour alimenter un ordinateur.

Symbole :

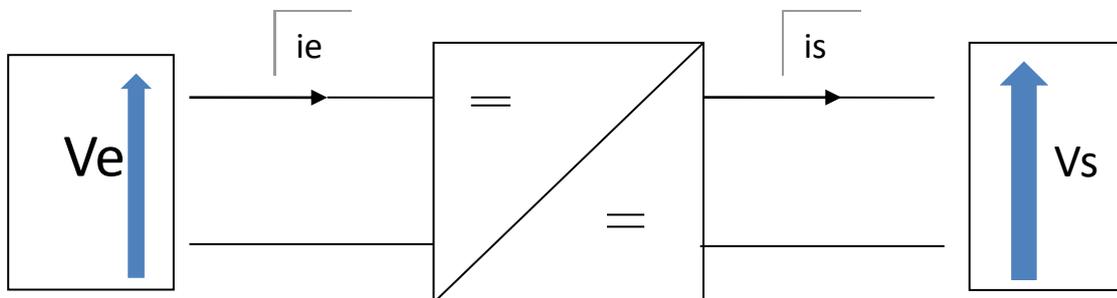


Figure 1.2 : Symbole du convertisseur DC-DC.

1.3. 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 :

1.3.1. 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.

1.3.2. 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.

1.4. Les Hacheurs :

Les hacheurs sont des convertisseurs d'énergie qui font transiter l'énergie électrique d'une source continue vers une autre source continue. Nombreuses sont les applications pour la commande des machines à courant continu et les alimentations à découpage.

1.4.1. Fonctionnement :

1.4.1.1. Le hacheur série non réversible :

Ce type de hacheur fournit une tension V continue réglable du même signe que la tension U .

1.4.1.2. Schéma de principe :

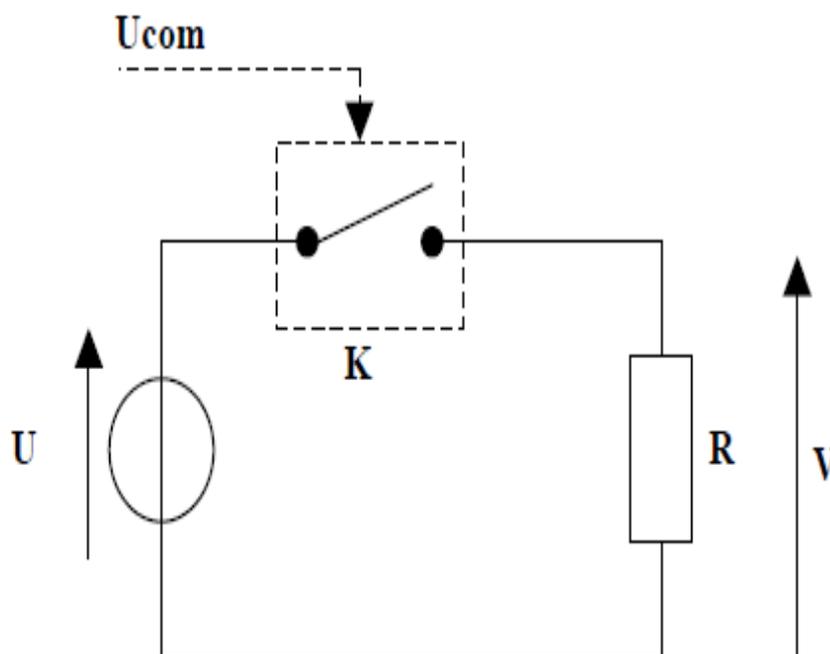


Figure 1.3 : Schéma de principe de hacheur.

- U : tension d'alimentation fixe.
- K : interrupteur commandé.
- U_{com} : tension de commande de l'interrupteur K .
- V : tension de sortie du hacheur dont la valeur moyenne est fonction de U et du rapport cyclique a du signal de commande U_{com} de l'interrupteur K .

1.4.1.3. Chronogrammes :

Si $U_{com}=NL1$, l'interrupteur K est fermé.

Si $U_{com}=NL0$, l'interrupteur K est ouvert.

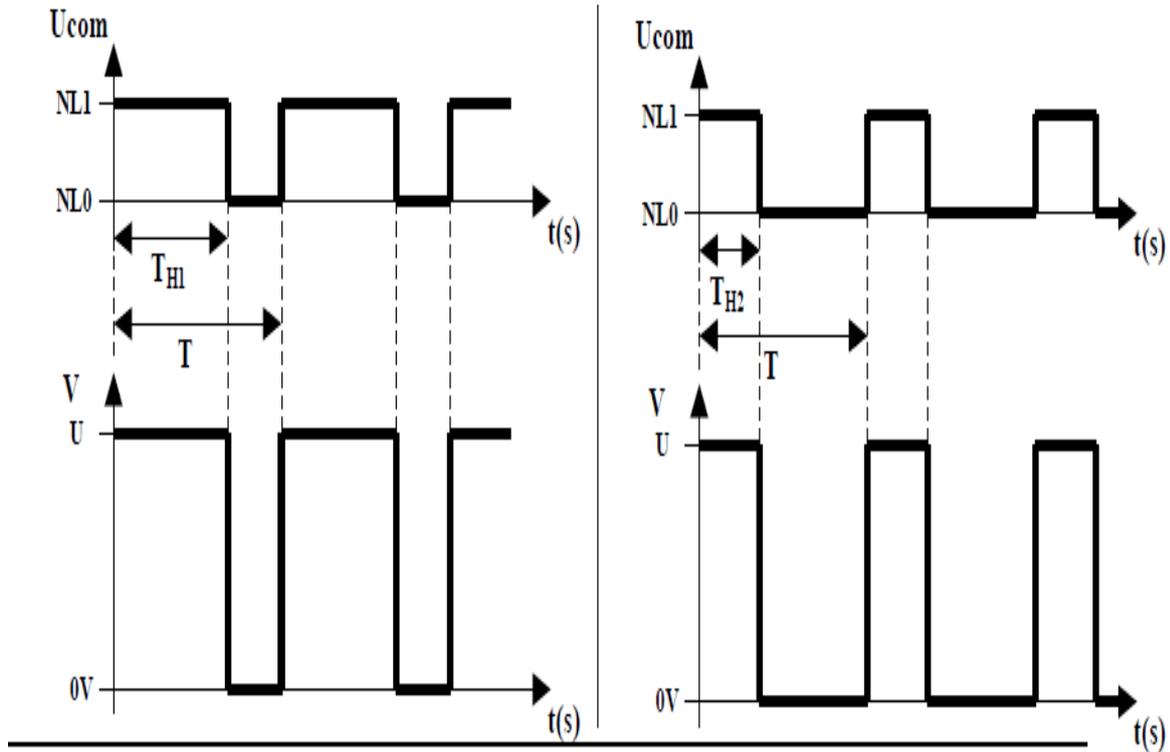


Figure1.4 : Chronogrammes d'un hacheur série

La valeur moyenne de V est :

$$V = \alpha * U \quad (1-1)$$

Avec $\alpha = \frac{T_H}{T}$

Si le rapport cyclique α augmente (on augmente T_H et on fixe la période T) alors on augmente la valeur moyenne de V .

Si le rapport cyclique diminue (on diminue T_H et on fixe la période T) alors on diminue la valeur moyenne de V .

1.5. CONVERTISSEUR CONTINU-CONTINU

1.5.1. Etude des convertisseurs classiques en mode de conduction continue :

Il existe cinq structures principales de convertisseurs continu-continu non isolés dont les schémas sont représentés sur les figures suivantes :

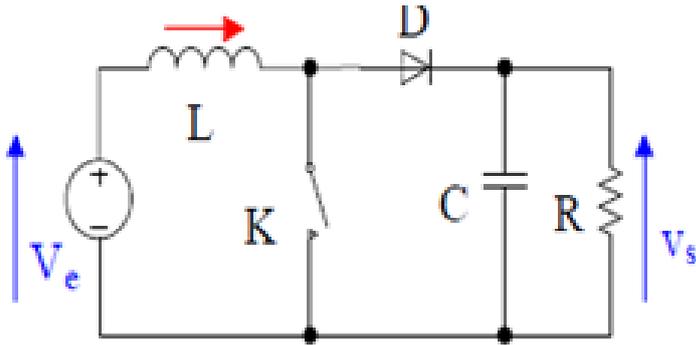


Figure 1.5 : Convertisseur Boost (hacheur élévateur).

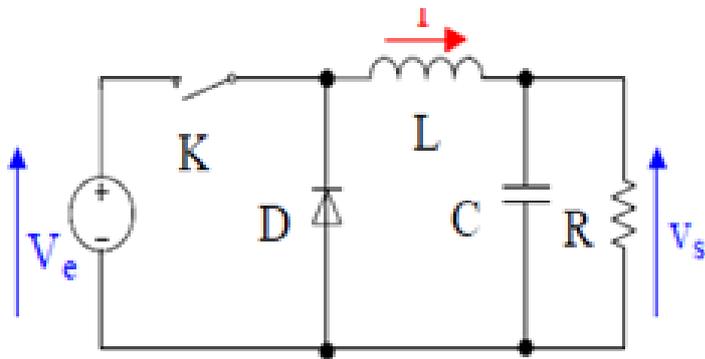


Figure 1.6 : Convertisseur Buck (hacheur abaisseur).

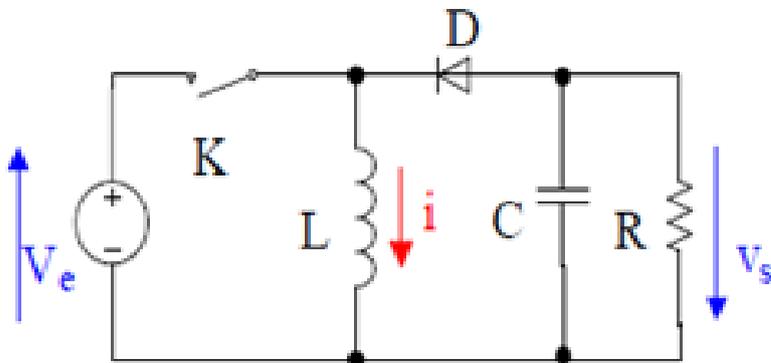


Figure 1.7 : Convertisseur Buck-Boost (hacheur à stockage inductif).

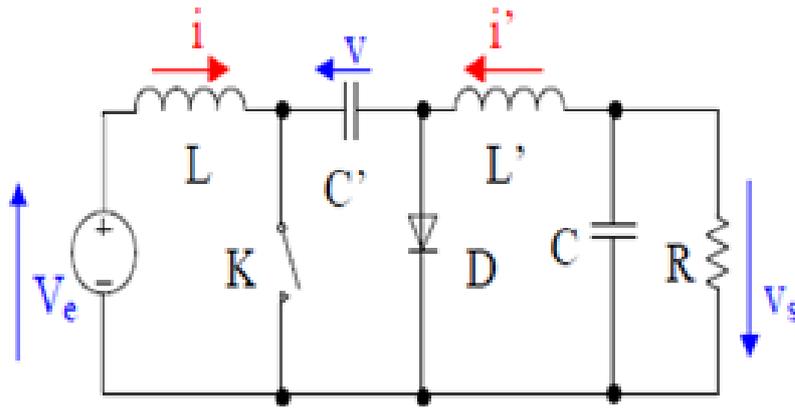


Figure 1.8 : Convertisseur Cuk (hacheur à stockage capacitif abaisseur-élevateur inverseur).

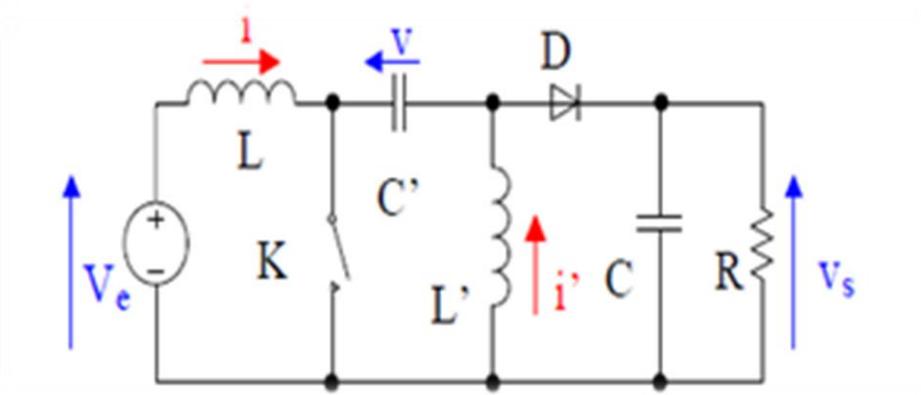


Figure 1.9 : Convertisseur Sepic (hacheur capacitif abaisseur-élevateur).

1.5.1.1. Le convertisseur boost (hacheur élévateur) :

Le circuit de convertisseur boost est représenté sur la figure 1.10 comme suit :

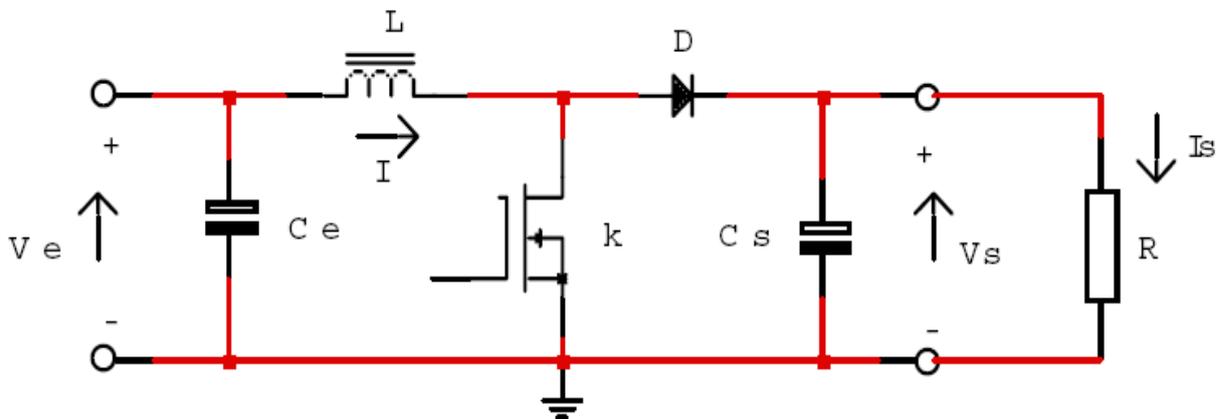


Figure 1.10 : Représentation de circuit de convertisseur boost

Formes d'ondes en conduction continue :

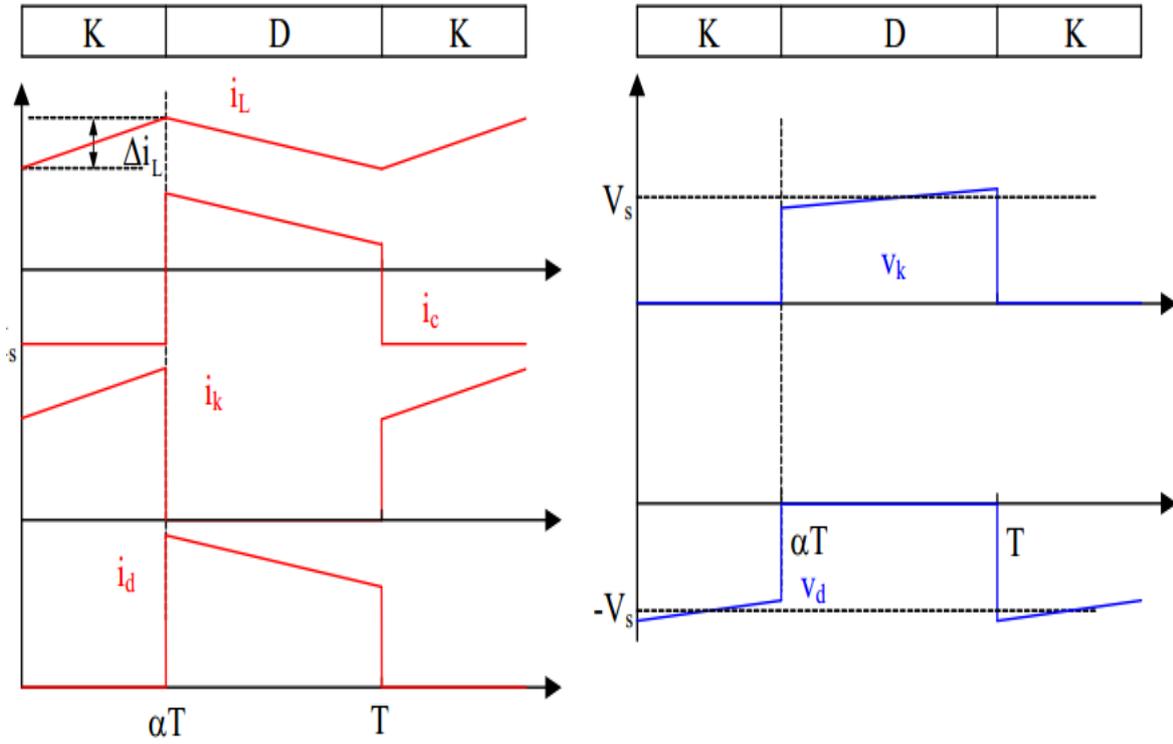


Figure 1.11 : Formes d'ondes du convertisseur Boost (courants à gauche, tension à droite).

La tension de sortie en valeur moyenne :

$$Vs = \frac{1}{1-\alpha} * Ve \quad (1-2)$$

Par définition, α est compris entre 0 et 1, la tension de sortie est toujours supérieure à la tension d'entrée Ve , le montage est élévateur en tension.

Le courant moyen dans l'inductance :

$$I_L = \frac{Is}{1-\alpha} \quad (1-3)$$

1.5.1.2. Convertisseur Buck(hacheur abaisseur) :

Le circuit de convertisseur de type Buck représenté sur la figure 1.12 :

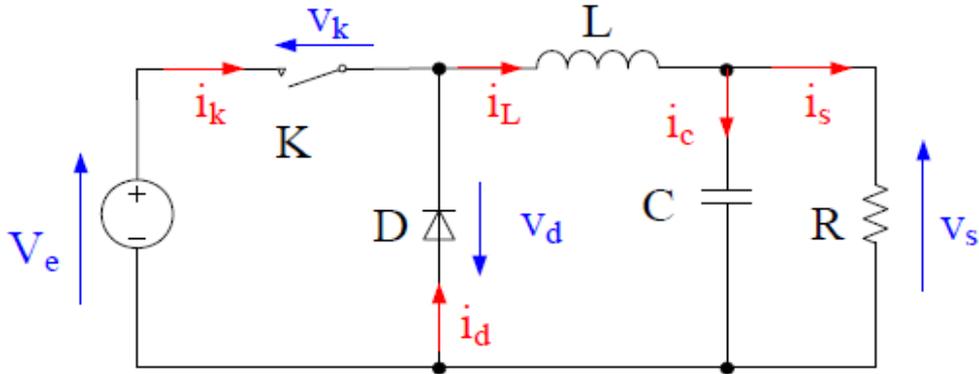


Figure 1.12 : Le circuit de convertisseur buck.

Formes d'ondes en conduction continue :

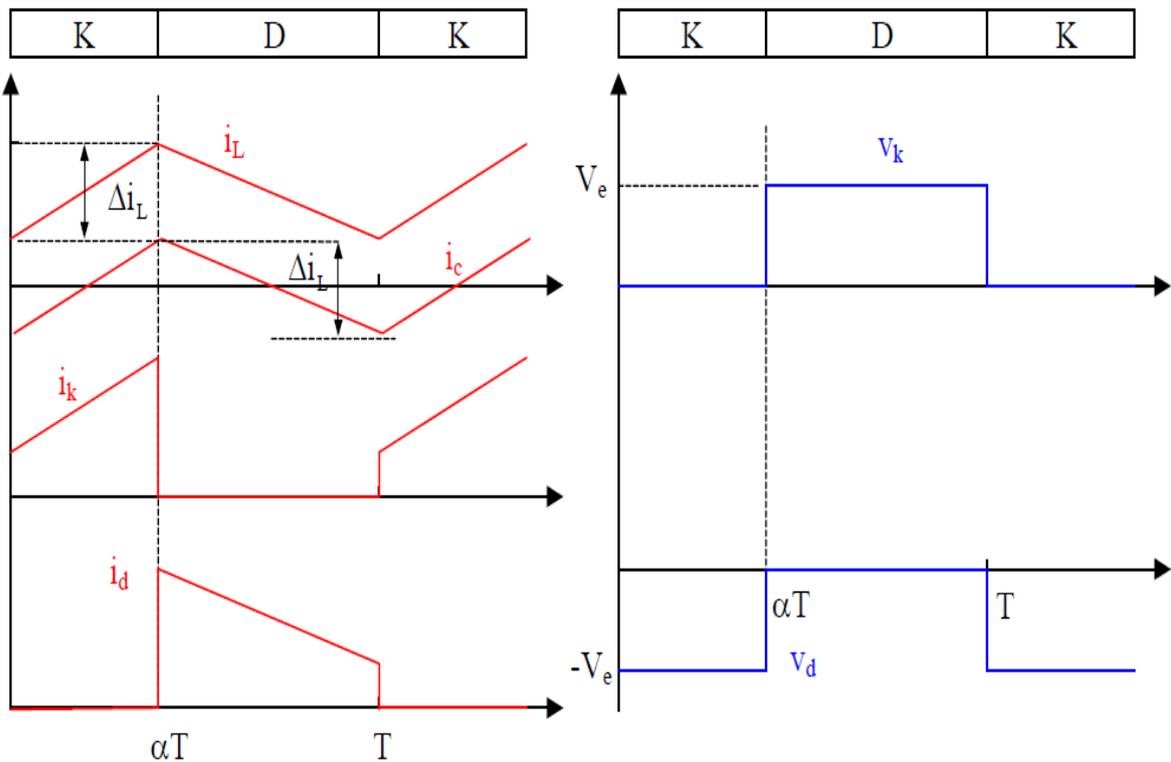


Figure 1.13 : Formes d'ondes du convertisseur Buck (courant à gauche, tension à droite).

La tension de sortie en valeur moyenne et l'ondulation de courant dans l'inductance peuvent être déduite de cette figure :

$$V_s = \alpha * V_e \quad (1-4)$$

Le convertisseur abaisseur en tension.

Et en courant :

$$I_{KMAX} = I_{dMAX} = I_{LMAX} = I_s + \frac{\Delta I_L}{2} \quad (1-5)$$

1.5.1.3. Convertisseur Buck-Boost (hacheur à stockage inductif):

Le circuit de convertisseur type buck-boost est représenté dans la figure 1.14 :

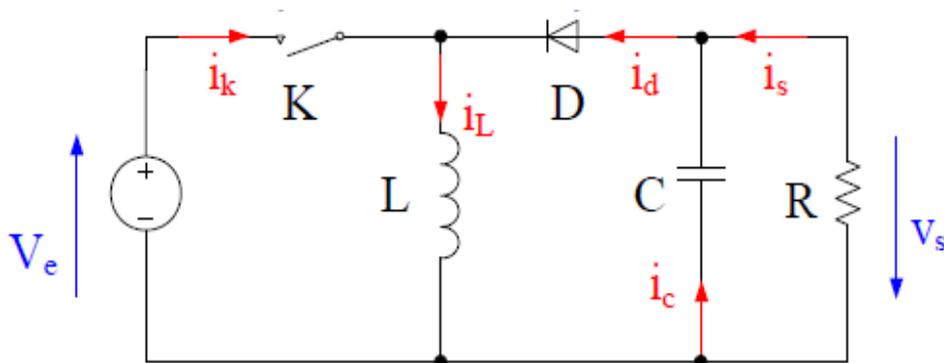


Figure 1.14 : Circuit électrique de convertisseur buck-boost.

Formes d'ondes en conduction continue :

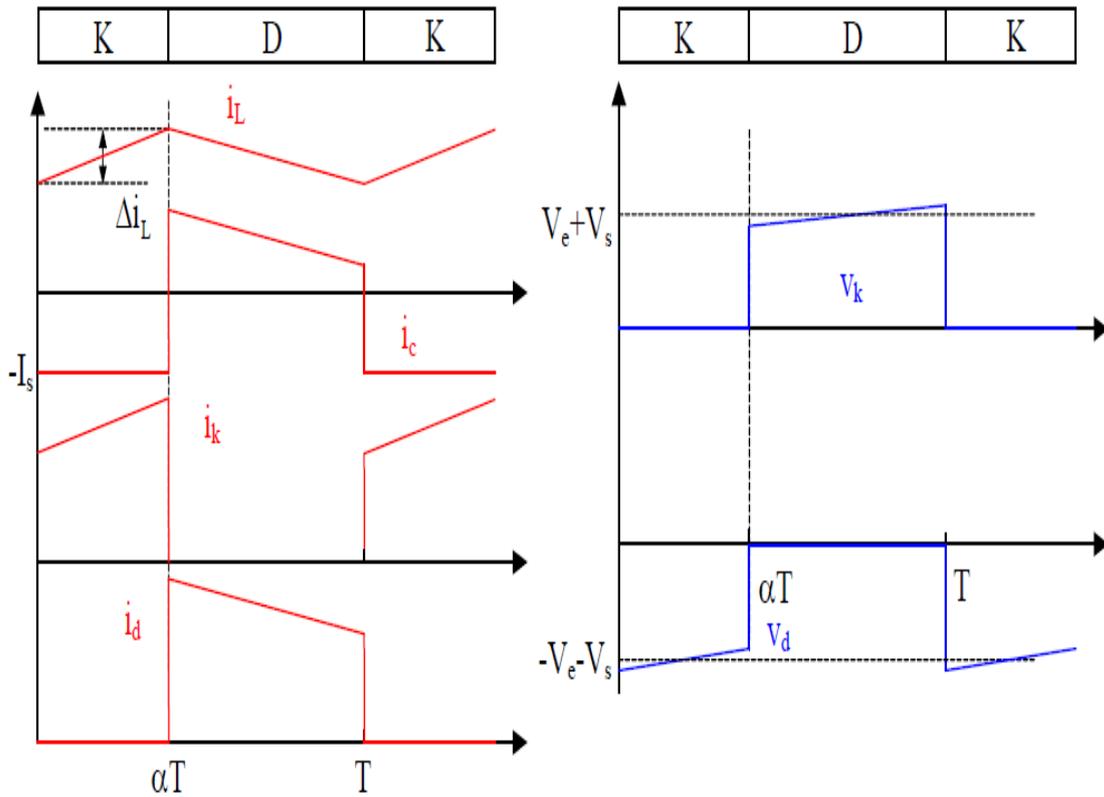


Figure 1.15: Formes d'ondes du convertisseur Buck-boost courant à gauche tension à droite.

La tension de sortie moyenne :

$$V_s = \frac{\alpha}{1-\alpha} * V_e \quad (1-6)$$

Le convertisseur c'est un abaisseur-élevateur-inverseur en tension.

Le courant moyen traversant l'inductance a pour valeur :

$$I_L = \frac{I_s}{1-\alpha} \quad (1-7)$$

Et en courant :

$$I_{KMAX} = I_{dMAX} = I_{LMAX} = \frac{I_s}{1-\alpha} + \frac{\Delta I_L}{2} \quad (1-8)$$

1.5.1.4. Convertisseur Cuck (hacheur à stockage capacitif abaisseur-élevateur-inverseur) :

En mode de conduction continue, les formes d'ondes de courant et de tension du convertisseur Cuk sont présentées dans **la figure 1.16** :

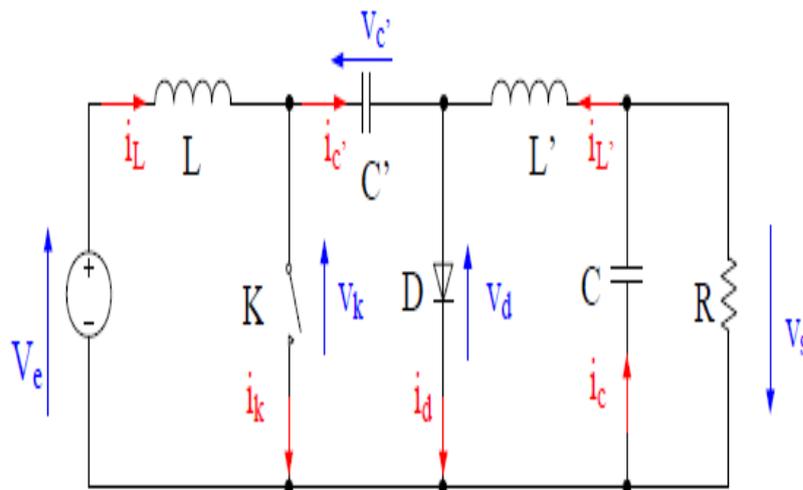


Figure 1.16 : Convertisseur Cuk

Formes d'ondes en conduction continue :

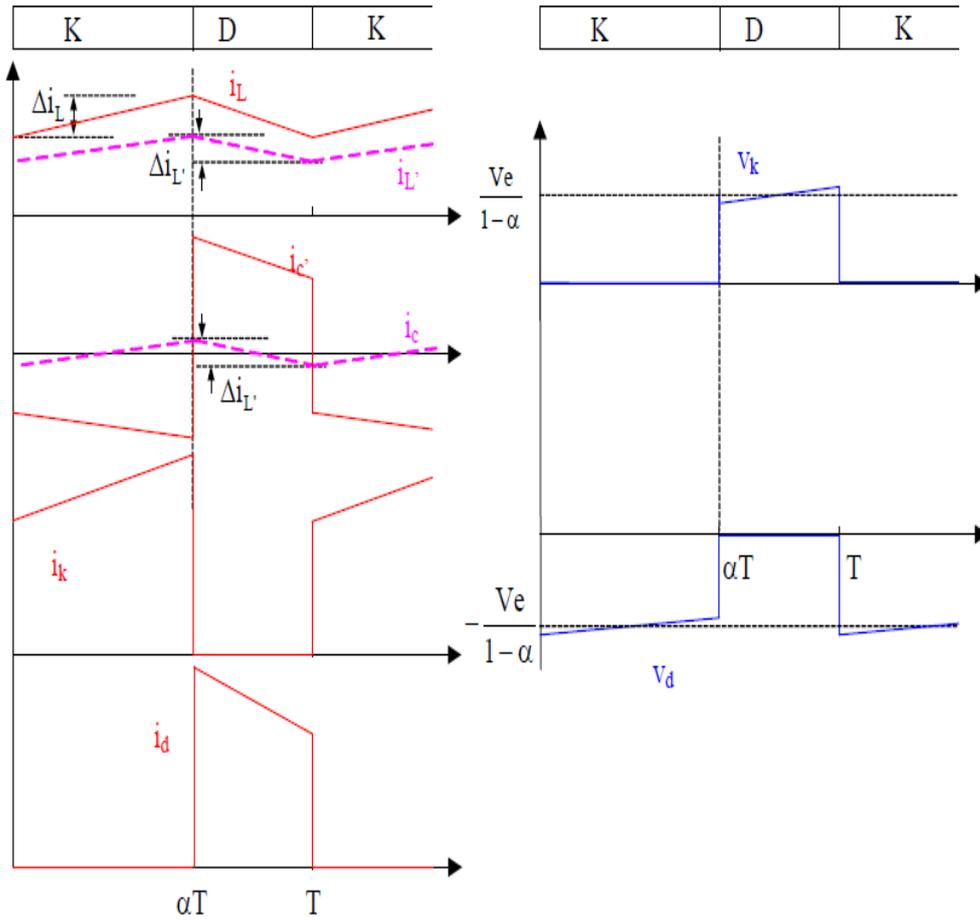


Figure 1.17 : Formes d'ondes du convertisseur Cuk (courants à gauche, tension à droite).

La tension de sortie moyenne :

$$V_s = \frac{\alpha}{1-\alpha} * V_e \quad (1-9)$$

Et en courant :

$$I_{KMAX} = I_{dMAX} = I_{LMAX} = I_L + I_{L'} + \frac{\Delta I_L + \Delta I_{L'}}{2} \quad (1-10)$$

1.5.1.5. Convertisseur Sepic (hacheur capacitif abaisseur-élevateur):

Le convertisseur Sepic (figure 1.18) présente des caractéristiques similaires à celles du convertisseur Cuk, sauf qu'il n'est plus inverseur de tension.

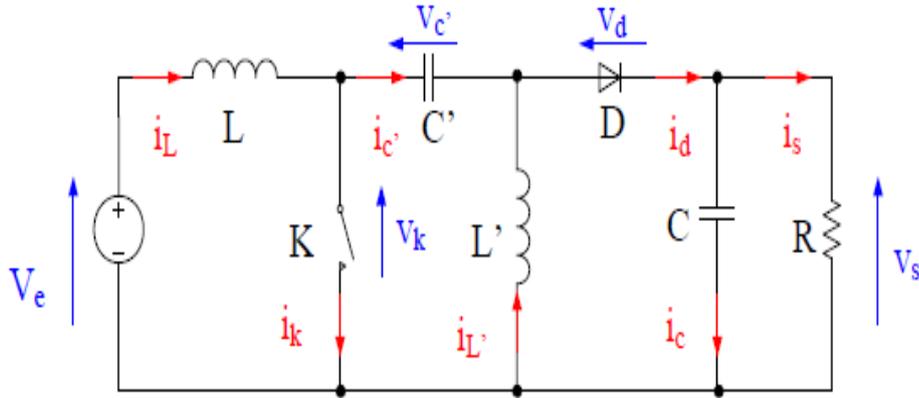


Figure 1.18 : Convertisseur SEPIC

Formes d'ondes en conduction continue :

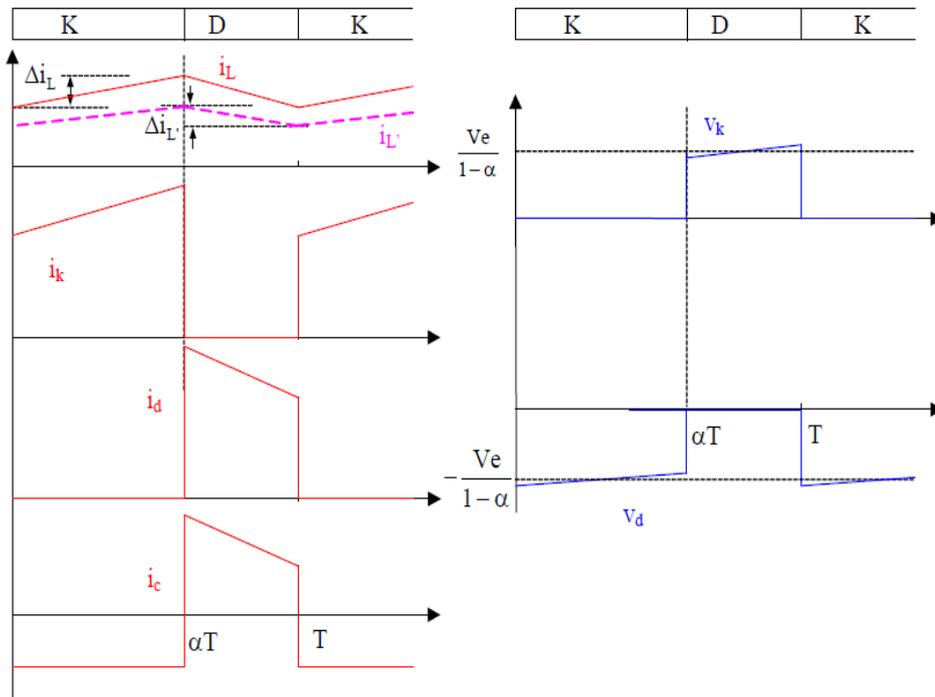


Figure 1.19 : Formes d'ondes du Sepic (courants à gauche, tension à droite).

Sa tension de sortie a pour valeur :

$$V_s = \frac{\alpha}{1-\alpha} * V_e \quad (1-11)$$

Et en courant :

$$I_{KMAX} = I_{dMAX} = I_L + I_{L'} + \frac{\Delta I_L + \Delta I_{L'}}{2} \quad (1-12)$$

1.6. Comparaison des montages :

Le **tableau1.2** résume les gains en tension et les contraintes sur les interrupteurs des différents montages. Pour ces convertisseurs :

	Boost	Buck	Sepic
Gain en tension	$\frac{1}{1-\alpha}$	A	$\frac{\alpha}{1-\alpha}$
V_{KMAX}	$\frac{V_e}{1-\alpha} + \frac{\Delta V_s}{2}$	Ve	$\frac{V_e}{1-\alpha} + \frac{\Delta V_s}{2}$
V_{dMAX}			
I_{KMAX}	$\frac{I_s}{1-\alpha} + \frac{\alpha V_e}{2LF}$	$I_s + \frac{\alpha(1-\alpha)V_e}{2LF}$	$\frac{I_s}{1-\alpha} + \frac{\alpha V_e}{2LF}$
Courant de source	Continu	Discontinu	Discontinu

	Cuk	Sepic
Gain en tension	$\frac{1}{1-\alpha}$	$\frac{\alpha}{1-\alpha}$
V_{KMAX}	$\frac{V_e}{1-\alpha} + \frac{\Delta V_s'}{2}$	$\frac{V_e}{1-\alpha} + \frac{\Delta V_s + \Delta V_s'}{2}$
V_{dMAX}		
I_{KMAX}	$\frac{I_s}{1-\alpha} + \frac{\alpha V_e}{2LF} \left(\frac{1}{L} + \frac{1}{L'} \right)$	$\frac{I_s}{1-\alpha} + \frac{\alpha V_e}{2LF} \left(\frac{1}{L} + \frac{1}{L'} \right)$
Courant de source	Continu	Continu

Tableau 1.2 : Caractéristique des montages en mode conduction continue.

1.7. Rendement du convertisseur statique.

Le tableau donne une idée sur le rendement de quelques convertisseurs connus :

Structure	Rendement de conversion	Batterie
Buck	93%	12V
Boost	92%	24V
Buck-Boost	92%	12-24V
Cuk	89%	12V

Tableau 1.3 : Rendement de quelques convertisseurs connus.

1.8. Conclusion :

Dans ce chapitre, on a présenté les cinq convertisseurs principaux continu-continu non isolé classique plus connus, ainsi que leurs modèles avec les formes d'onde de chaque modèle une comparaison entre les cinq convertisseurs et le rendement de conversion.

Convertisseurs à découpage

Découpage série

Et

Découpage parallèle

2.1. Introduction :

L'alimentation à découpage est un convertisseur Continu / Continu. Celui-ci est beaucoup utilisé dans le domaine de l'électronique, TV, Ordinateur, ... etc.

Une alimentation à découpage hache une tension redressée et filtrée à des fréquences élevées, ce qui permet l'utilisation de transformateurs beaucoup plus petits que les alimentations conventionnelles, une isolation galvanique, un transfert de la quasi-totalité de la puissance de la source à la charge. Les alimentations à découpage permettent d'obtenir une tension continue réglable à partir du secteur. Elles sont de faible poids, faible volume et offrent un bon rendement (90%).

2.2. Principe de base :

La structure d'une alimentation à découpage basée sur l'utilisation d'un hacheur série peut alors être représentée sous la forme suivante :

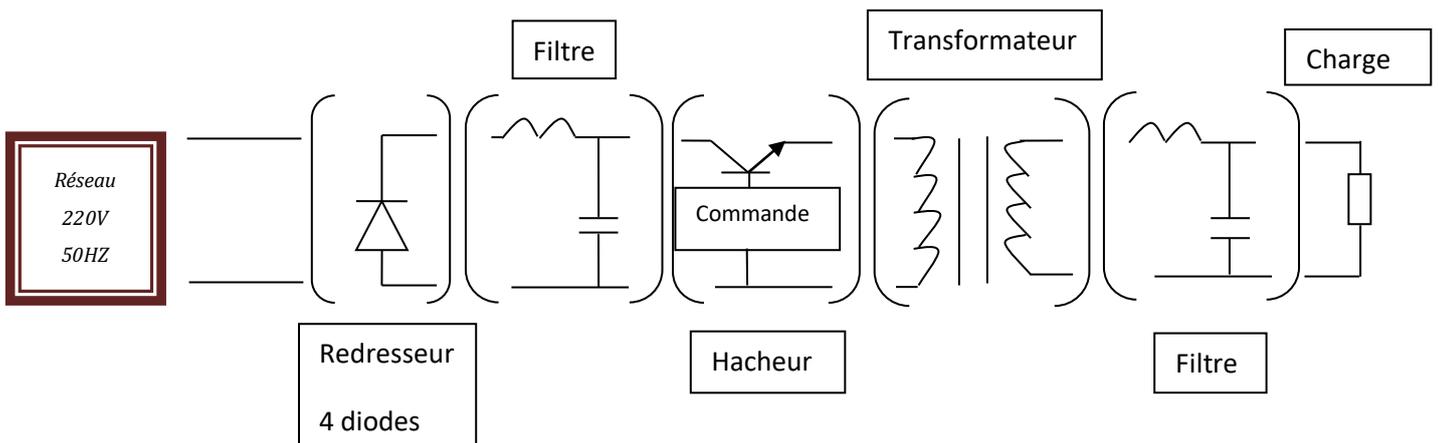


Figure2.1 : Représentation d'une alimentation a découpage.

2.3 Fonctionnement :

Schéma de principe du fonctionnement d'une alimentation à découpage :

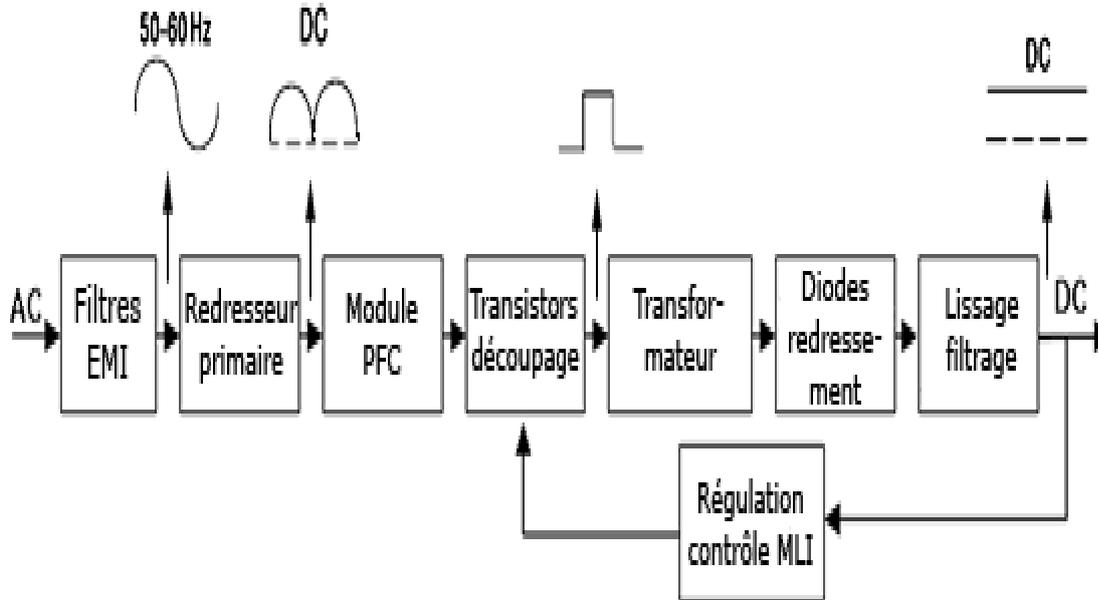


Figure 2.2 : Schéma de principe du fonctionnement d'une alimentation à découpage.

La tension du secteur est d'abord filtrée, redressée puis lissée pour obtenir une tension continue d'environ 320V (suivant s'il y a un PFC actif ou non). On la découpe à l'aide d'un ou plusieurs transistors selon la topologie électrique adoptée et l'on injecte les impulsions dans l'enroulement primaire du transformateur. Le transfert énergétique s'effectue alors au rythme du découpage vers les différents enroulements au secondaire pour avoir une tension plus basse en sortie. En général, il n'y a que 2 enroulements différents au secondaire, un pour le 12 V et un pour le 5V. Le 3.3 V sera créé à partir du 5 V. La forme en créneau qui sort du secondaire est alors redressée par des diodes, puis filtrée pour donner une tension continue la plus propre possible.

On régule la tension de sortie en fonction de la charge.

Les éléments fondamentaux utilisés dans une alimentation à découpage sont :

- ✓ Redresseur + Filtre directement connectés au réseau (secteur).
- ✓ Transformateur d'impulsion (isolation galvanique entre le réseau et l'utilisateur), piloté au primaire par un interrupteur commande (transistor).

Fonctionnant à une fréquence :

$$f_a = \frac{1}{T_d} \geq 20 \text{ KHZ} \quad (2-1)$$

- ✓ Redresseur + Filtre en sortie.

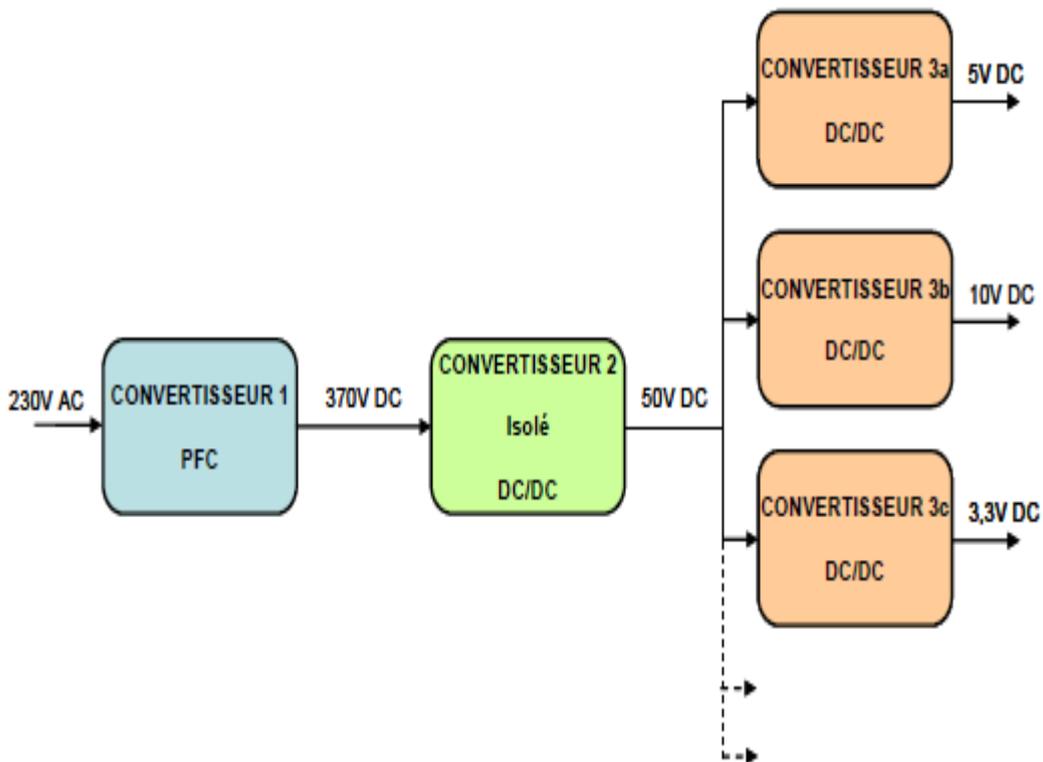


Figure 2.3 : Schéma de la chaîne de conversion de l'énergie.

2.4. Quelques types d'alimentation à découpage :

Alimentation à découpage à stockage inductif (FLYBACK).

Alimentation à découpage à conduction directe (FORWARD).

Alimentation à découpage symétrique, montage PUSH PULL.

Alimentation "Boost".

Accumulation Inductive (Buck & Boost).

Alimentation type "Buck".

2.5. Bases du convertisseur abaisseur (buck) :

Découpage série (Buck) est convertisseur "abaisseur" du mode direct le plus élémentaire. Son schéma de base est donné par la figure 2.4 :

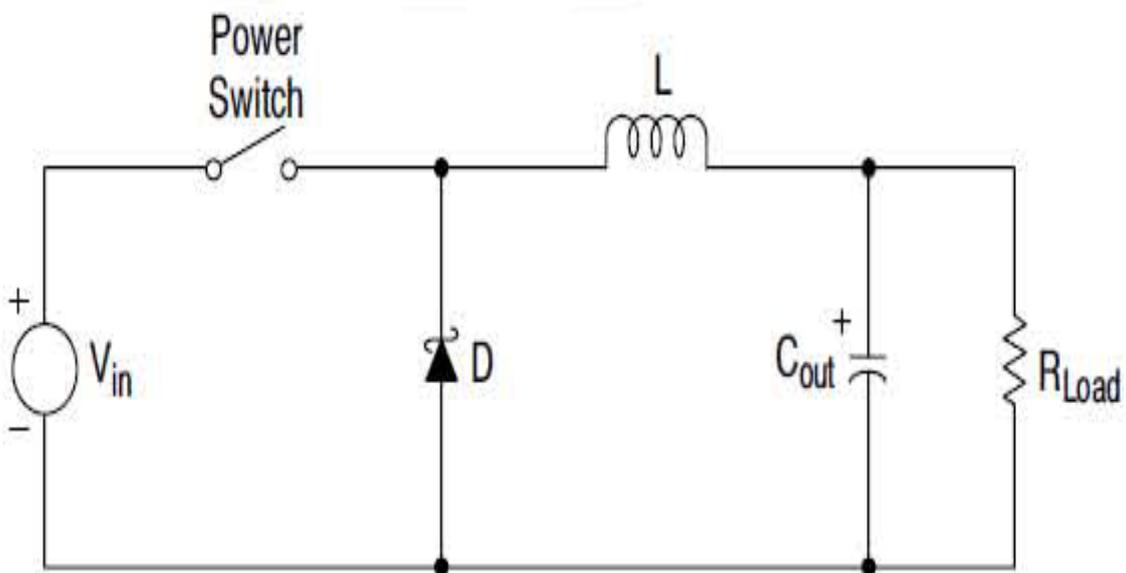


Figure 2.4 : Schéma de principe du convertisseur abaisseur.

Le fonctionnement de cette topologie de régulateur a deux périodes de temps distinctes :

✓ Le premier se produit lorsque le commutateur série est active, la tension d'entrée est connectée à l'entrée de l'inductance. La tension de sortie est obtenue à la sortie de l'inductance et la diode **D** est polarisée en inverse et aucun courant ne la traverse.

Pendant cette période, étant donné qu'une source de tension constante est connectée aux bornes de l'inductance, le courant d'inductance commence à augmenter linéairement selon l'équation suivante :

$$I_{L(on)} = \frac{(V_{in} - V_{out})t_{on}}{L} \quad (2-2)$$

Au court de cette période « **on** », l'énergie est stockée dans le matériau du noyau la forme d'un flux magnétique. Si l'inductance est correctement conçue, il y a suffisamment d'énergie stockée pour supporter les exigences de la charge durant la période « **off** ».

✓ La période suivante est la période « **off** » de l'interrupteur d'alimentation. Lorsque l'interrupteur d'alimentation s'ouvre la diode devient passante afin d'assurer la continuité du courant dans l'inductance. Le courant traversant l'inductance décroît suivant l'équation suivante :

$$I_{L(off)} = \frac{(V_{out} - V_D)t_{off}}{L} \quad (2-3)$$

Cette période se termine lorsque l'interrupteur d'alimentation est de nouveau fermé. La régulation du convertisseur est réalisée en faisant varier le rapport cyclique de l'interrupteur de puissance. Il est possible de décrire le rapport cyclique comme suite :

$$\alpha = \frac{t_{on}}{T} \quad (2-4)$$

Où T est la période de commutation.

Pour le convertisseur abaisseur avec des composants idéaux, le rapport cyclique peut également être décrit comme :

$$\alpha = \frac{V_{out}}{V_{in}} \quad (2-5)$$

La figure 2.5 montre les formes d'ondes idéales de la tension de la diode D et du courant d'inductance L.

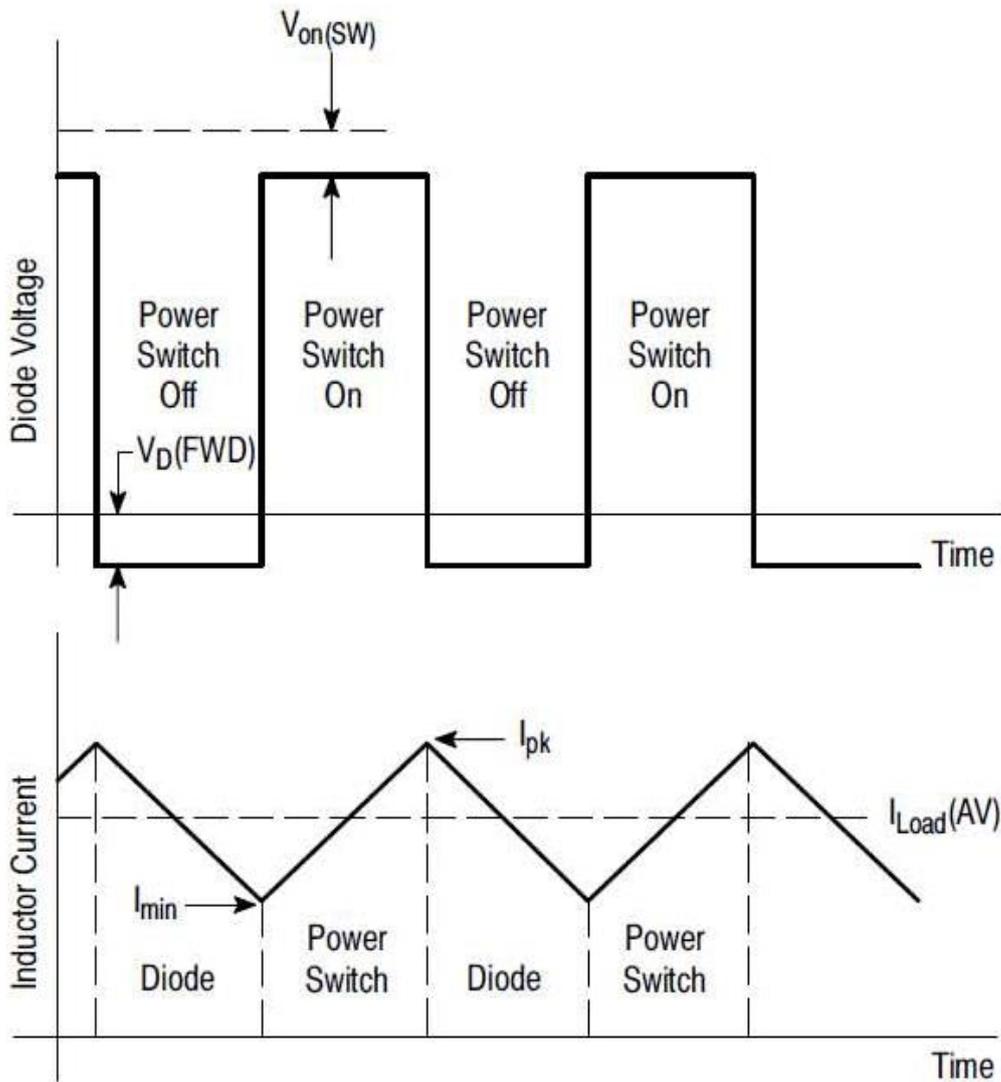


Figure 2.5 : Formes d'ondes d'un convertisseur buck.

2.6. Exemple de schémas d'alimentation à tension de sortie fixe et à tension réglable :

Un exemple de schéma d'alimentation continue réglée de 5V, 3A utilisant le régulateur fixe LM2576 est donné comme suite :

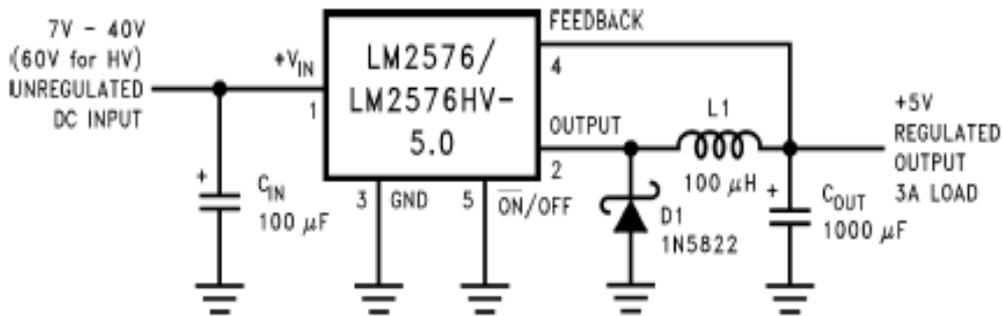


Figure 2.6 : Exemple de schéma d'alimentation continue réglée de 5V, 3A utilisant le régulateur LM2576-5.

2.6.1. Les moyens de conversion :

Les éléments de circuit conventionnels mis à disposition du concepteur en électronique de puissance sont présentés sur la **figure 2.7**. Ils comprennent les résistances, les condensateurs, les éléments magnétiques et les composants actifs à semi-conducteurs.

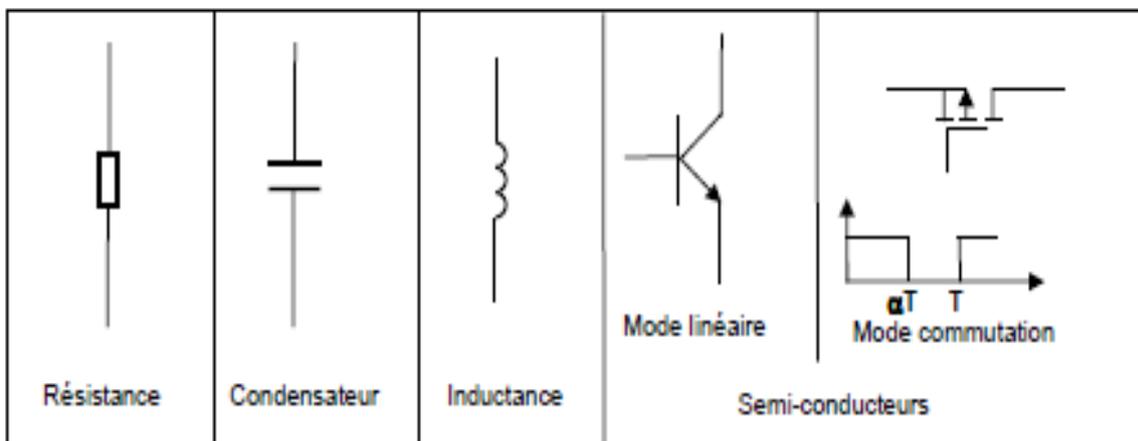


Figure 2.7 : Eléments de circuit disponible pour la conception des convertisseurs.

2.6.2. Régulateur LM 2576 :

2.6.2.1. Définition :

Les régulateurs de la série LM2576 sont des circuits intégrés monolithiques parfaitement adaptés à la conception simple et pratique d'un convertisseur abaisseur.

Tous les circuits de cette série sont capables d'alimenter une charge avec un courant de 3A et excellente régulation.

Ces régulateurs sont disponibles avec des tensions de sortie fixes de 3.3 V, 5 V, 12 V, 15 V et une version a sortie réglable.

Ces régulateurs ont été conçus pour minimiser le nombre de composants externe afin de simplifier la conception de l'alimentation. Les séries standard de bobines d'inductance optimisées pour une utilisation avec le LM2576 sont proposées par plusieurs fabricants.

Comme le convertisseur LM2576 est une alimentation a découpage, son efficacité est nettement supérieure à celle des régulateurs linéaires classiques a trois bornes (tels que 78xx, LM317), en particulier avec des tensions d'entrée plus élevées.

Dans de nombreux cas, la puissance dissipée par le convertisseur LM2576 est si faible qu'aucun radiateur n'est nécessaire pour son fonctionnement ou que sa taille peut être réduite de façon spectaculaire.

Le LM2576 se caractérise essentiellement par une tolérance de $\pm 4\%$ pour la tension de sortie, $\pm 10\%$ sur la fréquence de l'oscillateur ($\pm 2\%$ entre 0°C et 125°C) et une protection complète en cas de défaut.

2.6.2.2. Caractéristiques :

- ✓ Tension de sortie : 3.3 V, 5 V, 12 V, 15 V, et version réglable ;
- ✓ Plage de tension de sortie de la version réglable : 1.23 à 37 V \pm 4% ;
- ✓ Courant de sortie de 3A ;
- ✓ Nécessite seulement 4 composants externes pour son fonctionnement ;
- ✓ Fréquence de l'oscillateur interne (intégré) : 52 KHZ ;
- ✓ Haute efficacité ;
- ✓ Utilise des inductances (bobine) standard facilement disponible ;
- ✓ Bonne protection.

2.6.2.3. Application :

- ✓ Régulateur abaisseur simple à haute efficacité (Buck) ;
- ✓ Pré-régulateur efficace pour les régulateurs linéaire ;
- ✓ Régulateur de commutation sur carte ;
- ✓ Convertisseur du positif au négatif (Buck-Boost) ;
- ✓ Convertisseur élévateurs négatifs ;
- ✓ Alimentation pour chargeurs de batterie.

2.6.3. Exemple de calcul bobine "a la main" :

Le circuit magnétique constitué d'un tore de matériau ferromagnétique isotrope non saturé de perméabilité magnétique absolue μ supposée constante.

Il présente une section droite S , traversée par un flux φ .

La longueur de sa fibre moyenne est : l .

Il est équipé d'un bobinage de N spires parcourues par un courant i . Ce bobinage est supposé "sans fuites", c'est à dire que tout le flux créé par celui-ci passe dans le tore.

L'ensemble est indéformable.

La résistance du fil est négligée.

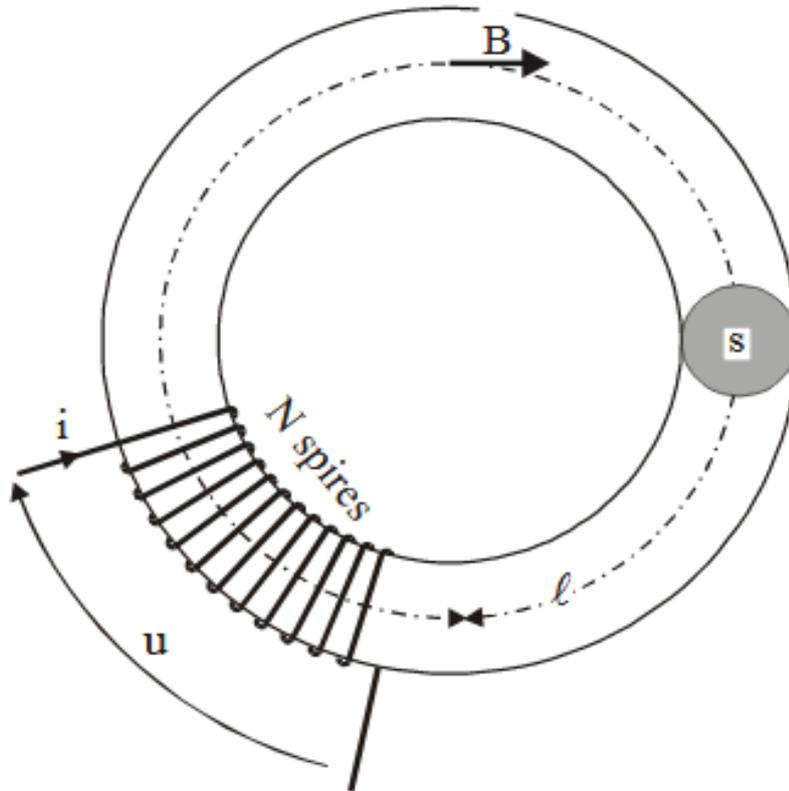


Figure 2.8 : Bobine d'anneau de ferrite.

En supposant le champ d'induction uniforme sur une section droite (et en appliquant le théorème d'Ampère sur la fibre moyenne) :

$$H = \frac{N \cdot i}{l} \Leftrightarrow B = \mu \cdot H = \mu \cdot \frac{N \cdot i}{l} \Leftrightarrow \varphi = B \cdot S = \mu \cdot \frac{N \cdot i}{l} \cdot S$$

$$\Leftrightarrow \Phi = N \cdot \varphi = \mu \cdot \frac{N^2 \cdot i}{l} \cdot S = \frac{N^2}{\frac{l}{\mu \cdot S}} \cdot i = \frac{N^2}{\square} \cdot i = L \cdot i$$

$$\Rightarrow L = \frac{N^2}{\square} \quad (2-6)$$

(On en déduit que la réluctance peut s'exprimer en $(\text{Henry})^{-1} : \text{H}^{-1}$).

2.6.4. Guides de sélection de valeur de la bobine (pour le fonctionnement en mode continu) :

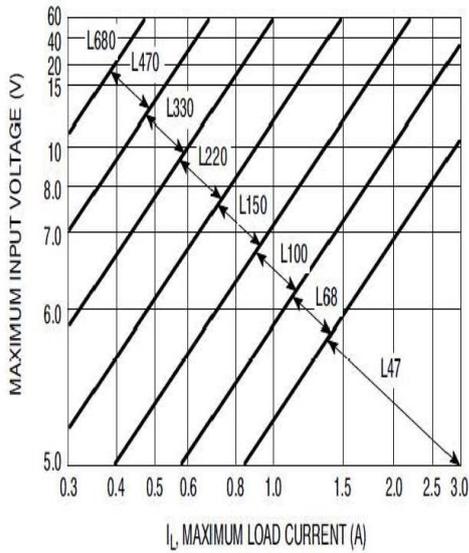


Figure 2.9: LM2576-3,3.

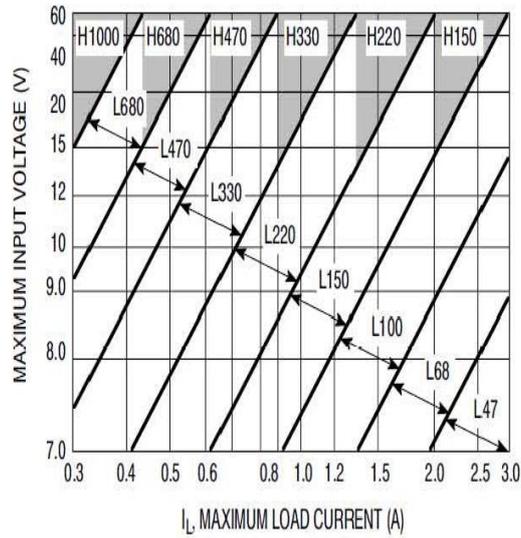


Figure 2.10: LM2576-5.

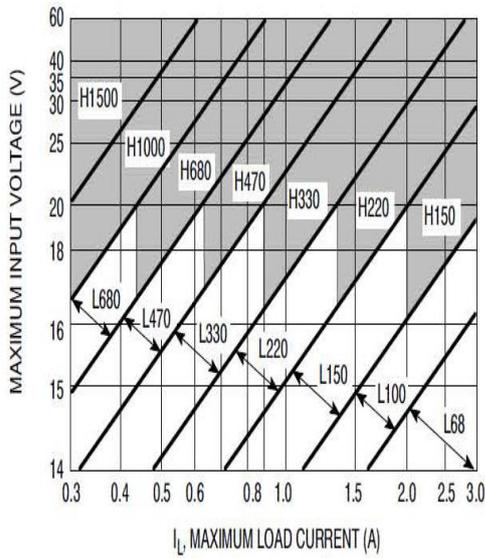


Figure 2.11: LM2576-12.

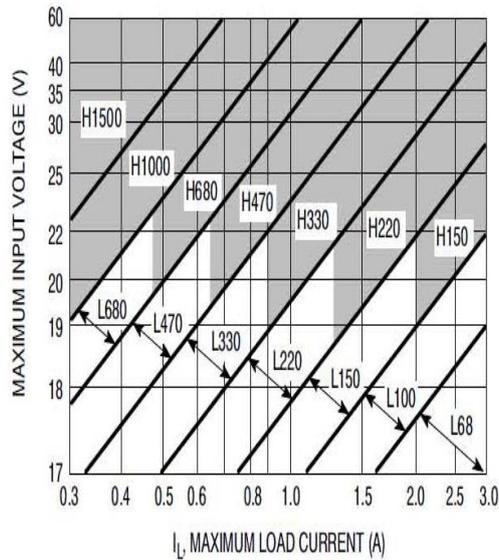


Figure 2.12: LM2576-15.

2.7. Bases du convertisseur élévateur (boost) :

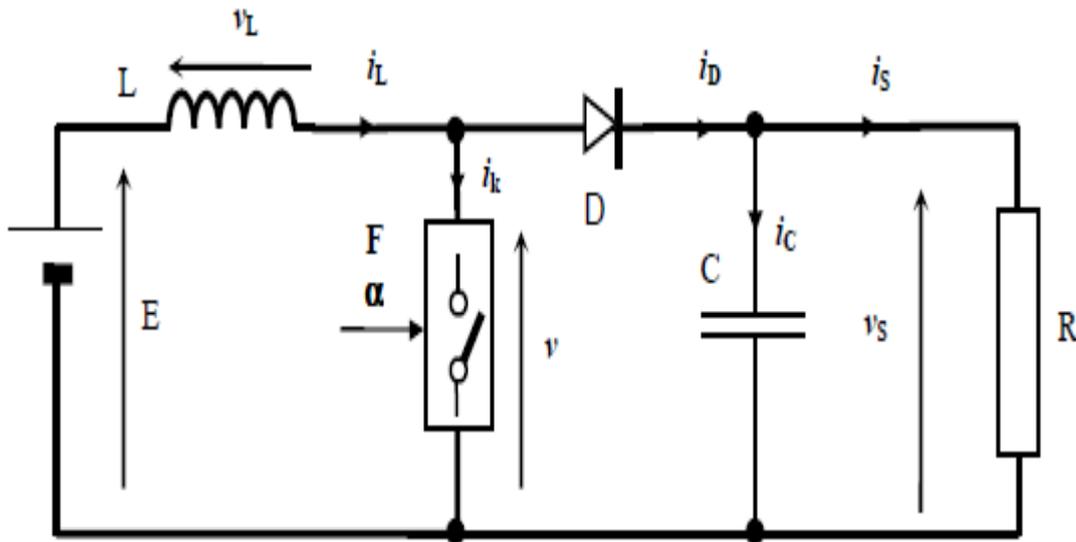


Figure 2.13 : Schéma de principe du convertisseur élévateur.

Les éléments constitutifs sont les identiques à ceux du montage précédent, mais la disposition est différente.

Le montage possède encore deux régimes de fonctionnement suivant que le courant s'interrompt ou non dans la bobine.

La période doit donc être décomposée en deux (ou trois) phases successives :

✓ Phase d'accumulation :

$0 < t < \alpha T$ l'interrupteur est fermé, la tension V est nulle et la diode D bloquée. C'est C qui assure le courant d'utilisation. La bobine est soumise à $V_L = E$.

✓ Phase active :

$\alpha T < t < T$ l'interrupteur est ouvert, le courant dans la bobine n'est pas nul, la diode D est donc passante.

De ce fait, $V = V_S$ et $V_L = E - V_S$.

Si l'énergie stockée dans la bobine lors de la première phase n'est pas suffisante pour maintenir le courant jusqu'à la fin de la période, il y a une troisième phase dite :

✓ Phase de repos :

L'interrupteur est ouvert, la diode bloquée. Tous les courants sont nuls à l'exception de I_S qui vaut $-I_C$ (c'est C qui assure à nouveau le courant) Pour obtenir la valeur de V_S il suffit d'exprimer que $(V_L)_{moy}$ doit être nulle, ainsi :

$$\alpha T * E = -(T - \alpha T) * (E - V_S) \quad (2-7)$$

Ce qui donne en ordonnant :

$$V_S = \frac{1}{1-\alpha} E \quad (2-8)$$

La tension de sortie est supérieure à la tension d'entrée (elle tend même vers l'infini lorsque α tend vers 1).

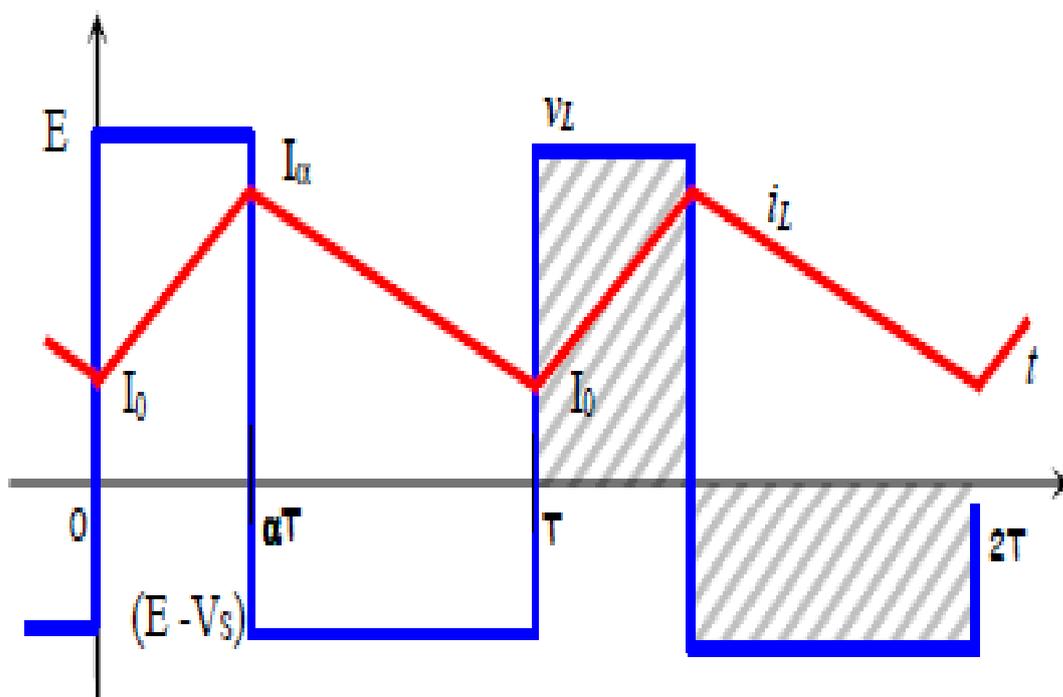


Figure 2.14 : Formes d'ondes d'un convertisseur boost.

2.8. Exemple de schéma d'alimentation à tension de sortie fixe et à tension réglable :

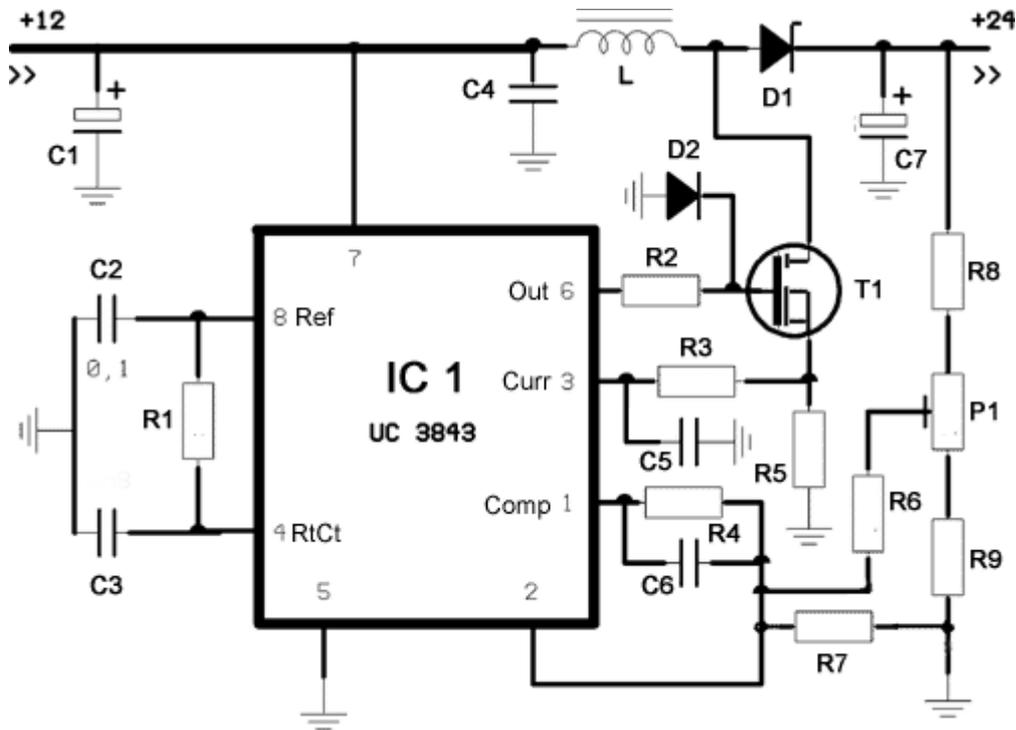


Figure 2.15 : Exemple de schéma d'alimentation continue réglée de 24V utilisant le circuit intégré UC3843.

2.8.1. circuit intégré UC3843 :

Le défi fondamental de la conception de l'alimentation électrique est de réaliser simultanément deux objectifs contradictoires : une bonne performance électrique et un faible coût.

Le UC3842 / 3/4/5 est un modulateur de largeur d'impulsion intégré (PWM) conçu avec ces deux objectifs en tête. Ce "IC" fournit aux concepteurs un contrôleur peu coûteux avec lequel ils peuvent obtenir tous les avantages de performance du fonctionnement en mode courant.

De plus, la série UC3842 est optimisée pour une séquence de puissance efficace des convertisseurs hors ligne, des régulateurs DC-DC et pour l'alimentation des transistors MOSFET de puissance.

Cette note d'application fournit une description fonctionnelle de la famille UC3842 et met en évidence les caractéristiques de chaque membre individuel, UC3842, UC3843, UC3844 et UC3845.

Le circuit de base est tiré de la feuille de données FAIRCHILD, qui décrit cette famille de circuits intégrés, comme les circuits intégrés UC3842, 43, 44, 45. Ce sont des contrôleurs MID à fréquence de démarrage faible, conçus pour les applications de convertisseur DC-DC et Off-Line avec des composants externes minimum. Ces circuits intégrés comportent un oscillateur compensé pour un contrôle précis du cycle de service, une référence compensée en température, un amplificateur d'erreur à gain élevé, un comparateur de détection de courant et une sortie haute intensité pour piloter un MOSFET de puissance.

2.8.2. DESCRIPTION :

La famille de circuits intégrés de commande UC3842 /3/4/5 fournit les caractéristiques nécessaires pour mettre en œuvre des schémas de contrôle en mode courant fixe ou continu-continu, avec un nombre minimal de composants externes.

Les circuits implémentés en interne comprennent le verrouillage de sous-tension avec un courant de démarrage inférieur à 1 mA, une référence de précision ajustée pour une précision à l'entrée d'erreur, une logique pour assurer le verrouillage, un comparateur PWM qui fournit également un contrôle de limite de courant étage conçu pour alimenter ou absorber un courant de pointe élevé. L'étage de sortie, approprié pour piloter des MOSFET à canal N ou des commutateurs à transistors bipolaires, est faible à l'état bloqué.

Les différences entre les membres de cette famille sont les seuils de verrouillage de sous-tension et les plages de cycle de service maximum.

Les UC3842 et UC3844 ont des seuils UVLO de 16V (on) et 10V (off), idéalement adaptés aux applications hors ligne.

Les seuils correspondants pour l'UC3843 et l'UC3845 sont 8.5V et 7.9V. L'UC3842 et l'UC3843 peuvent fonctionner à des cycles de service proches de 100%.

Une gamme de l'UC3844 et l'UC3845 obtiennent une valeur de zéro à <50% en ajoutant une bascule à bascule interne qui coupe la sortie tous les deux cycles d'horloge.

2.8.3. CARACTÉRISTIQUES :

- ✓ Optimisé pour les convertisseurs DC-DC et hors-ligne ;
- ✓ Courant de démarrage faible (<1 mA) ;
- ✓ Compensation automatique d'avance automatique ;
- ✓ Limitation du courant d'impulsion par impulsion ;
- ✓ Caractéristiques de réponse de charge améliorées ;
- ✓ Blocage de sous-tension avec hystérésis ;
- ✓ Suppression d'une double impulsion ;
- ✓ Fonctionnement à 500 kHz.

2.8.4 PWM :

2.8.4.1 Introduction :

La technique de modulation de largeur d'impulsion (Pulse Width Modulation PWM) consiste à générer un signal carré avec un rapport cyclique modulé en fonction d'un signal de commande.

Le signal généré peut servir à commander un circuit de puissance à découpage (pont en H), associé à un filtrage passe-bas inductif, pour générer une onde sinusoïdale ou d'une autre forme.

La technique est utilisée dans les onduleurs monophasés, diphasés ou triphasés. Le même principe est utilisé dans les amplificateurs Audio de classe D.

2.8.4.2. Exemple simple : un convertisseur numérique-analogique :

Le principe est de convertir un signal logique (valant 0 ou 1), à fréquence fixe mais dont le rapport cyclique est contrôlé numériquement.

La moyenne du signal de sortie est égale au rapport cyclique : il suffit donc de mettre un filtre passe-bas pour obtenir la valeur analogique recherchée.

On peut voir sur cet exemple les principales contraintes de la MLI :

- ✓ Il doit y avoir une fonction filtrage pour extraire le signal utile (ce filtre peut exister naturellement dans le système : condensateur de l'alimentation à découpage, inductance du moteur pour le variateur de vitesse, etc.) ;
- ✓ La bande passante est limitée par ce filtre ;
- ✓ La fréquence porteuse doit être significativement supérieure à la fréquence de coupure du filtre, pour que l'ondulation résiduelle soit faible.

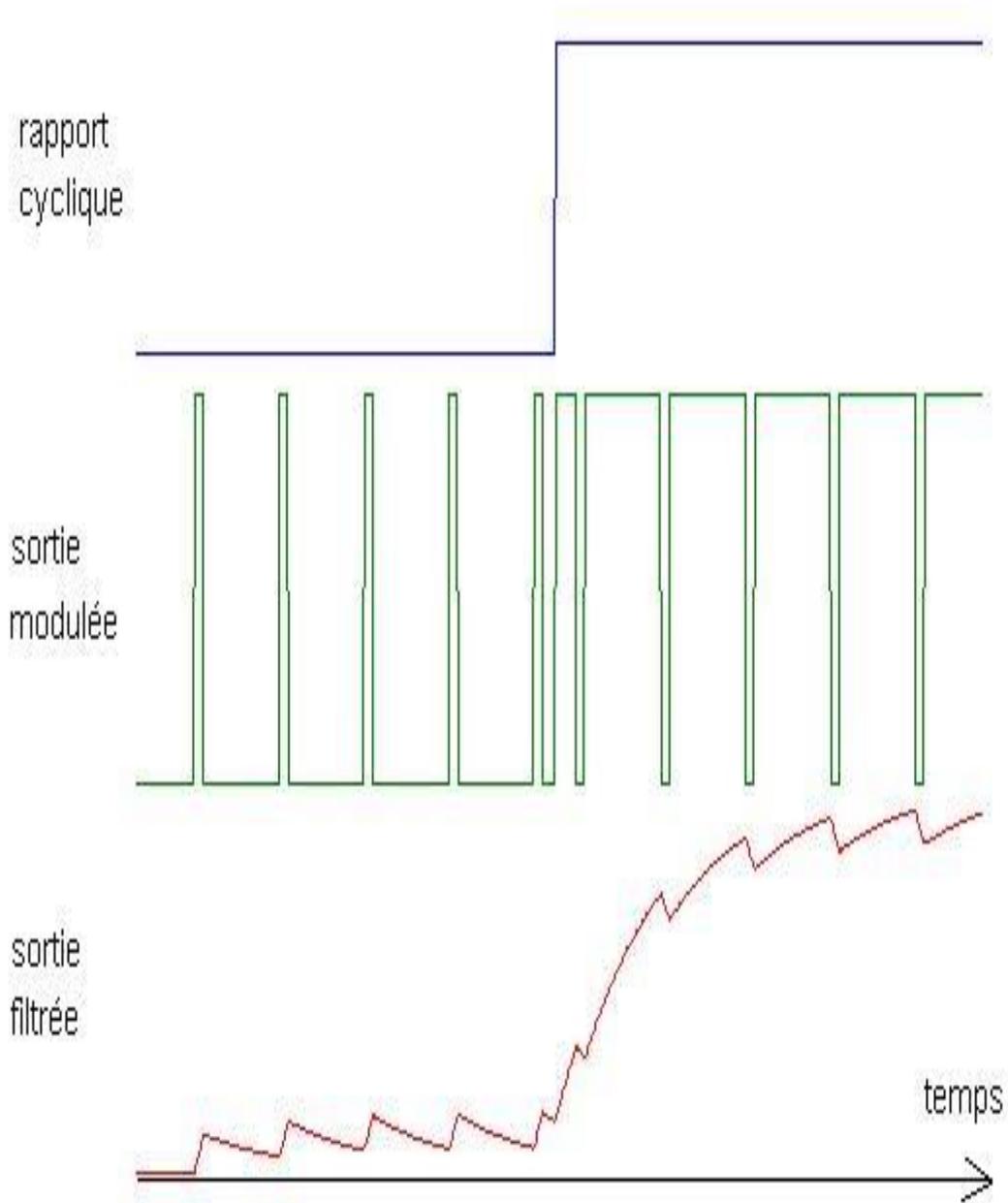


Figure 2.16 : De haut en bas : le signal de commande, le signal MLI brut, la sortie analogique après filtrage.

2.8.4.3. Type de MLI « intersective » :

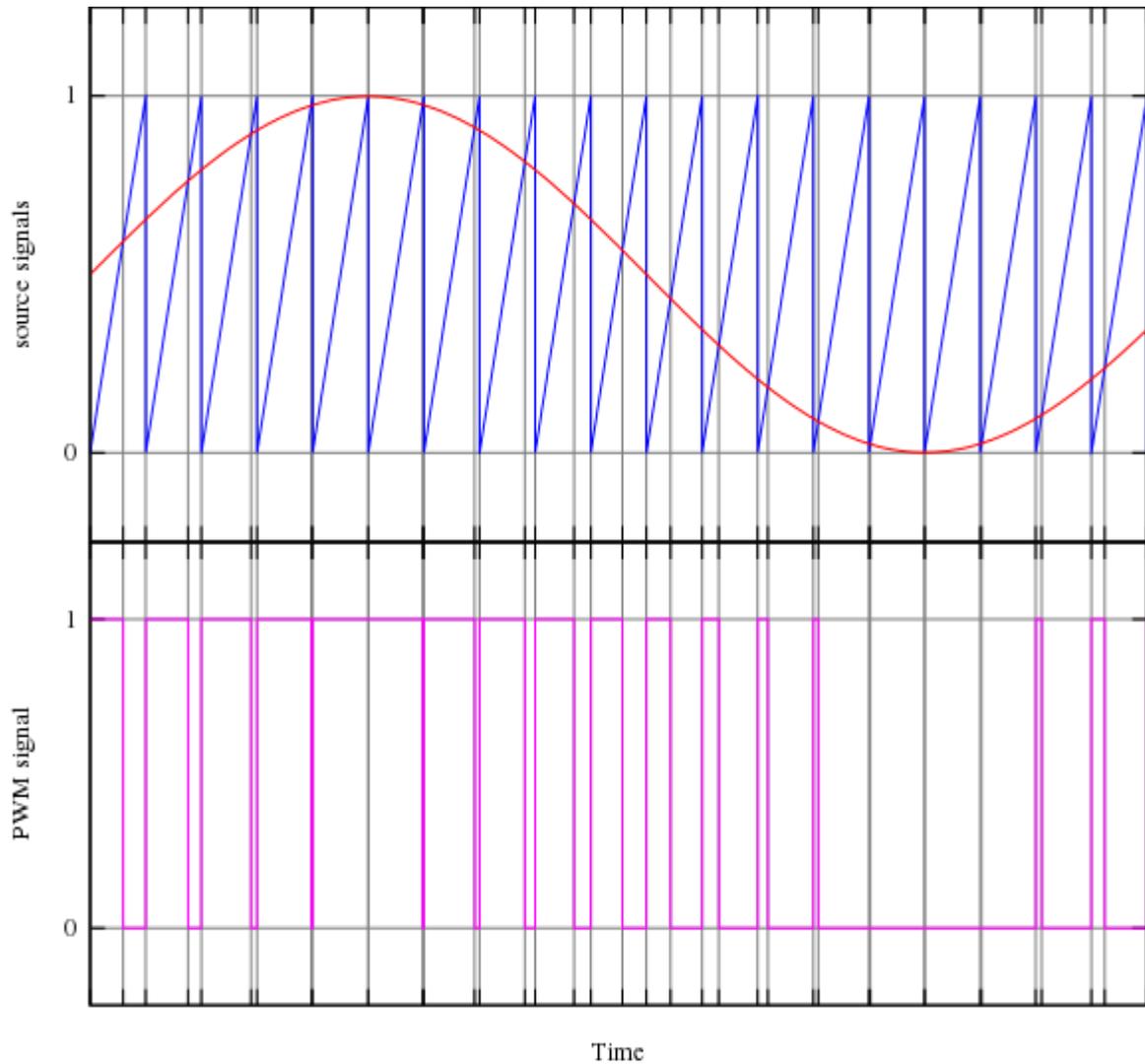


Figure 2.17 : Exemple de MLI à porteuse en dents de scie.

C'est la plus classique. Elle consiste à comparer la modulante (le signal à synthétiser) à une porteuse généralement triangulaire. Le signal de sortie vaut 1 si la modulante est plus grande que la porteuse, 0 sinon ; le signal de sortie change donc d'état à chaque intersection de la modulante et de la porteuse.

Cette méthode se prête bien à une réalisation analogique : il suffit d'un générateur triangle et d'un comparateur. Il existe de nombreux circuits intégrés dédiés.

On peut classifier les sous-types de plusieurs manières :

- ✓ Analogique ou numérique échantillonné, selon que la modulante et le comparateur sont en temps continu ou discret ;
- ✓ À porteuse triangulaire centrée ou en dents de scie (à gauche ou à droite) ;
- ✓ Asynchrone ou synchrone, selon que la modulante et la porteuse sont de fréquence exactement multiple ou non.

2.8.4.4. Commande par hystérésis :

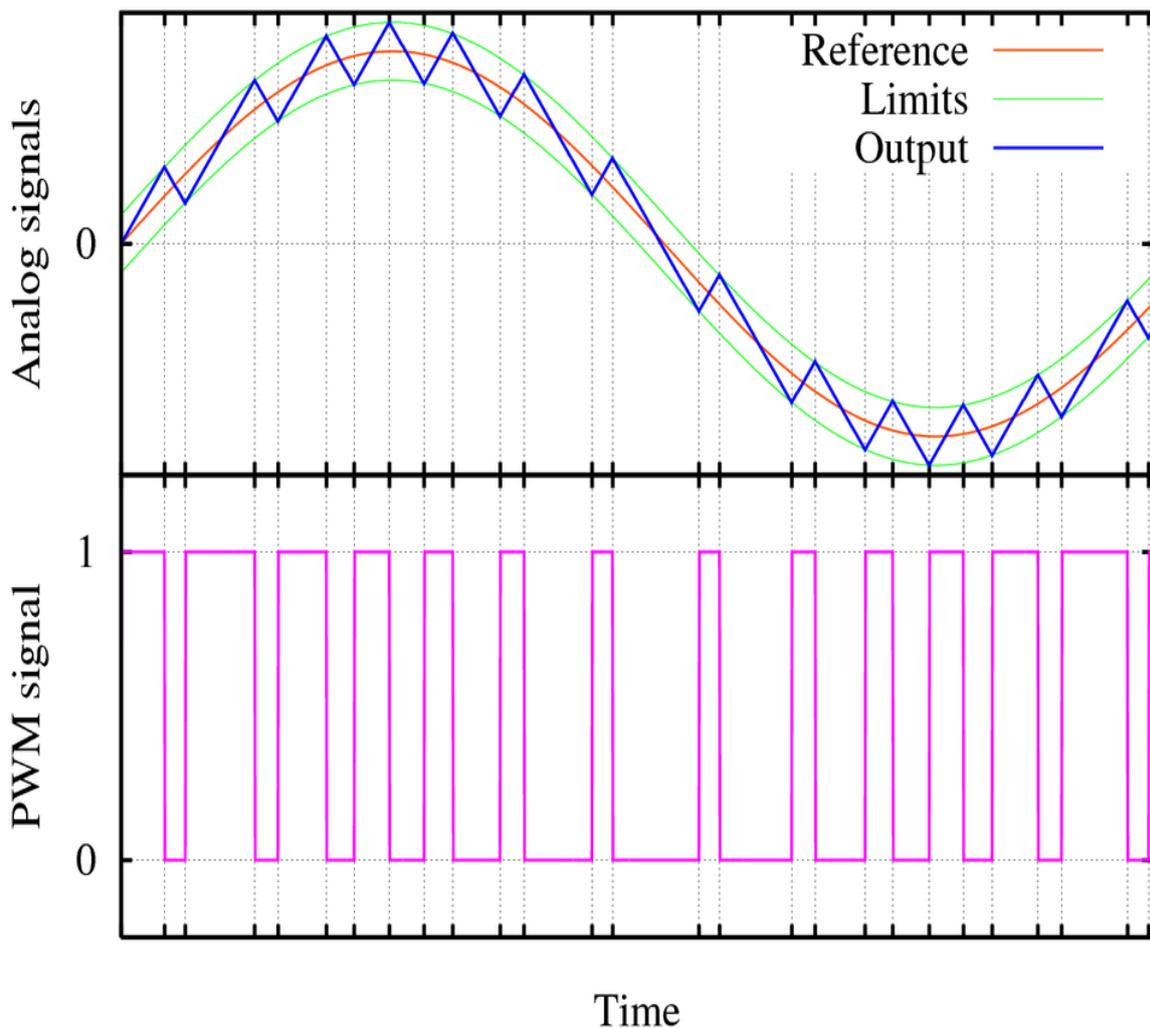


Figure 2.18 : Commande par hystérésis.

Cette méthode consiste à élaborer le signal MLI directement à partir de la grandeur à contrôler, par des décisions de type tout ou rien.

Les avantages sont la très grande simplicité et le temps de réponse minimal aux perturbations. L'inconvénient majeur est l'absence de contrôle de la fréquence de commutation des transistors, ce qui rend délicat leur dimensionnement.

Il y a d'autres types de MLI (PMW) :

- ✓ « Vecteur spatial »
- ✓ MLI « pré calculée »

2.9. Conclusion :

Je présente Principe de base et le fonctionnement de l'alimentation à découpage qui été convertisseur DC-DC. Aussi bases du convertisseur abaisseur (Découpage série (Buck)) et bases du convertisseur élévateur DC (Découpage parallèle (Boost)).

Ce chapitre est l'introduction au troisième chapitre que je vais présenter un convertisseur abaisseur DC-DC (Buck) utilisant le régulateur de tension LM2576, et un convertisseur élévateur DC-DC (Boost) utilisant le circuit intégré UC3843.

Réalisation pratique

3.1. Introduction :

Dans ce chapitre, je présente un convertisseur abaisseur DC-DC utilisant le régulateur variable LM2576-ADJ ;3A (buckconverter) et un convertisseur élévateur DC-DC utilisant le circuit intégré UC3843 qui a été choisi dans le deuxième chapitre.

3.2. 1^{er} application convertisseur abaisseur DC-DC utilisant le régulateur variable LM2576-ADJ ;3A :

Le schéma pratique que j'ai choisi a mon mémoire :

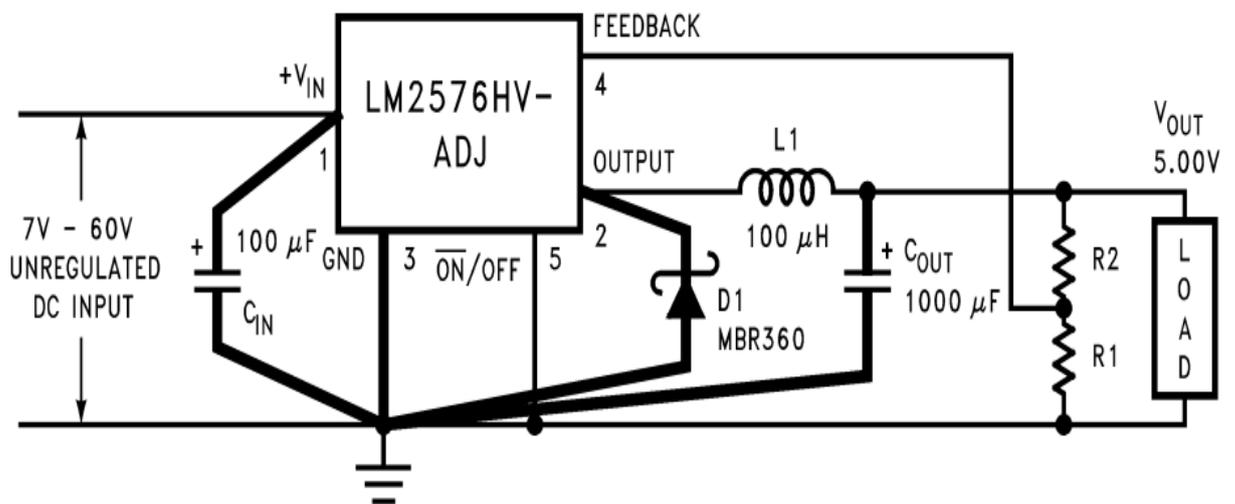


Figure 3.1 : Schéma électrique.

3.2.1 Principe de fonctionnement :

Le montage c'est un convertisseur DC-DC qui s'appelle convertisseur buck basé sur le régulateur variable LM2576-adj. Ces régulateurs LM2576 peuvent donner une excellente régulation et un courant de sortie qui égale 3A.

Pour bon fonctionnement de LM2576 nous avons besoin des composants suivants :

- ✓ Condensateur d'entrée C_{IN}
- ✓ Condensateur de sortie C_{OUT}
- ✓ Diode Schottky MBR360
- ✓ Bobine
- ✓ Les deux résistances R1 et R2

La tension d'entrée V_{IN} est entre 7V et 60V.

3.2.2. Procédure de conception :

3.2.2.1. Choix et calcul de R1 et R2 :

Dans ce montage on peut calculer V_{OUT} par les deux résistances R1 et R2.

Avec :

$$V_{OUT} = V_{REF} \left(1 + \frac{R2}{R1}\right) \quad (3-1)$$

$$R2 = R1 \left(\frac{V_{OUT}}{V_{REF}} - 1\right) \quad (3-2)$$

Ou :

$$V_{REF} = 1.23 \text{ V et } R1 \text{ compris entre } 1K\Omega \text{ et } 5K\Omega$$

Si par exemple on veut une tension de sortie $V_{OUT} = 5V$ on applique l'équation pour trouver R1 et R2.

$$\text{Avec :} \quad V_{REF} = 1.23 \text{ V et } R1 = 1K\Omega$$

$$5 = 1,23 \left(1 + \frac{R2}{R1}\right)$$

$$\frac{5}{1,23} = 1 + \frac{R2}{R1}$$

$$4,07 - 1 = \frac{R2}{R1}$$

$$R2 = 3,07K\Omega$$

3.2.2.2. Sélection du condensateur d'entrée C_{IN}

Pour assurer un fonctionnement stable de convertisseur, un condensateur électrolytique en aluminium ou en tantale est nécessaire entre $+V_{IN}$ et la masse (GND), ce condensateur devrait être situé à proximité du régulateur en utilisant des liaisons courtes. Ce condensateur doit avoir une faible résistance série.

Par exemple : un condensateur électrolytique en aluminium de $100\mu\text{F}$, 50V situé à proximité des broches d'entrée et de la masse fournit une dérivation suffisante.

3.2.2.3. Sélection de la diode :

Etant donné que le courant de pic maximal de la diode dépasse le courant de charge maximal du régulateur, le courant nominal de la diode doit être au moins 1,2 fois supérieur au courant de charge maximal. Par exemple, le courant nominal de la diode est de 3A pour un courant de sortie $I_{LOAD}=2.5\text{A}$.

$$I_{\text{nominal de diode}} = I_{LOAD} \times 1,2 \quad (3.3)$$

$$I_{\text{nominal de diode}} = 2,5 \times 1,2 = 3\text{A}$$

La tension nominale inverse de la diode doit être au moins égale 1,25 fois de la tension d'entrée maximale.

Par exemple la tension d'entrée $V_{IN}=12\text{V}$:

$$V_{\text{nominale inverse de diode}} = V_{IN} \times 1,25 \quad (3.4)$$

$$V_{\text{nominale inverse de diode}} = 12 \times 1,25 = 15\text{V}$$

Utilisons une diode de Schottky 15V .

3.2.2.4. Sélection de la bobine :

On utilise la formule suivante pour calculer la constante $E \times T$ [$V \times \mu S$] :

$$E \times T = (V_{IN} - V_{OUT}) \frac{V_{OUT}}{V_{IN}} \times \frac{1000}{F[HZ]} \quad (3.5)$$

Cette constante $E \times T$ est une mesure de la capacité de traitement de l'énergie d'une inductance et elle dépend du type de noyau, la zone centrale, le nombre de tours et le rapport cyclique.

Par exemple $V_{IN}=12V$ et $V_{OUT}=5V$ et $F=52KHZ$:

$$E \times T = (12 - 5) \frac{5}{15} \times \frac{1000}{52} = 45 [V \times \mu S]$$

Après les calculs nous utilisons la figure 3.2 pour trouver la valeur de l'inductance L.

La valeur de l'inductance L est égale intersection de constante $E \times T$ et le courant de sortie I_{LOAD} .

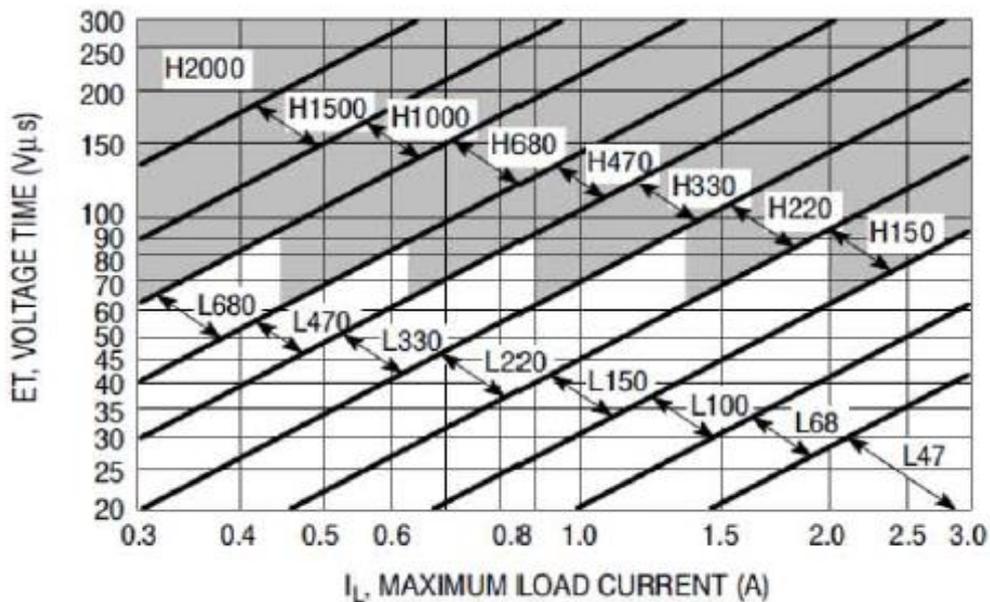


Figure 3.2 : LM2576-ADJ.

A mon exemple constante $E \times T = 45 [V \times \mu S]$ et $I_{LOAD} = 3A$ l'intersection entre les deux dans la zone L68 donc $L=68\mu H$.

3.2.2.5 Sélection du condensateur de sortie C_{OUT} :

Pour un fonctionnement stable, le condensateur doit satisfaire la relation suivante :

$$C_{OUT} \geq 13.300 \frac{V_{IN(MAX)}}{V_{OUT} \times L[\mu H]} [\mu F] \quad (3.6)$$

Pour mon exemple $V_{IN} = 12V$, $V_{OUT} = 5V$, $L=68\mu H$ donc :

$$C_{OUT} \geq 13.300 \frac{12}{5 \times 68}$$

$$C_{OUT} \geq 46.9 \mu F$$

Choisir par exemple un condensateur électrolytique $C_{OUT} = 680 \mu F$.

3.3. 2^{eme} application convertisseur élévateur DC-DC utilisant le circuit intégré UC3843 :

3.3.1 Introduction :

De nombreux appareils ne peuvent être utilisés en voiture parce qu'ils nécessitent une tension d'alimentation de 18, 24 ou 28 volts continus, alors que la tension fournie par une batterie est de seulement 12 volts.

Si l'on vous demandait comment réduire une tension continue, vous répondriez immédiatement qu'il est possible d'utiliser des résistances de chute ou bien des diodes zener ou encore des circuits intégrés régulateurs.

Si l'on vous demandait comment élever une tension continue de 9 ou 12 volts en une tension atteignant jusqu'à 28 volts, la réponse vous semblerait beaucoup moins évidente !

En réalisant ce convertisseur d'alimentation, il devient possible d'élever une tension continue de 12 volts à des valeurs comprises entre 14 et 28.

3.3.2. Schéma pratique :

Le schéma pratique que j'ai choisi a mon mémoire :

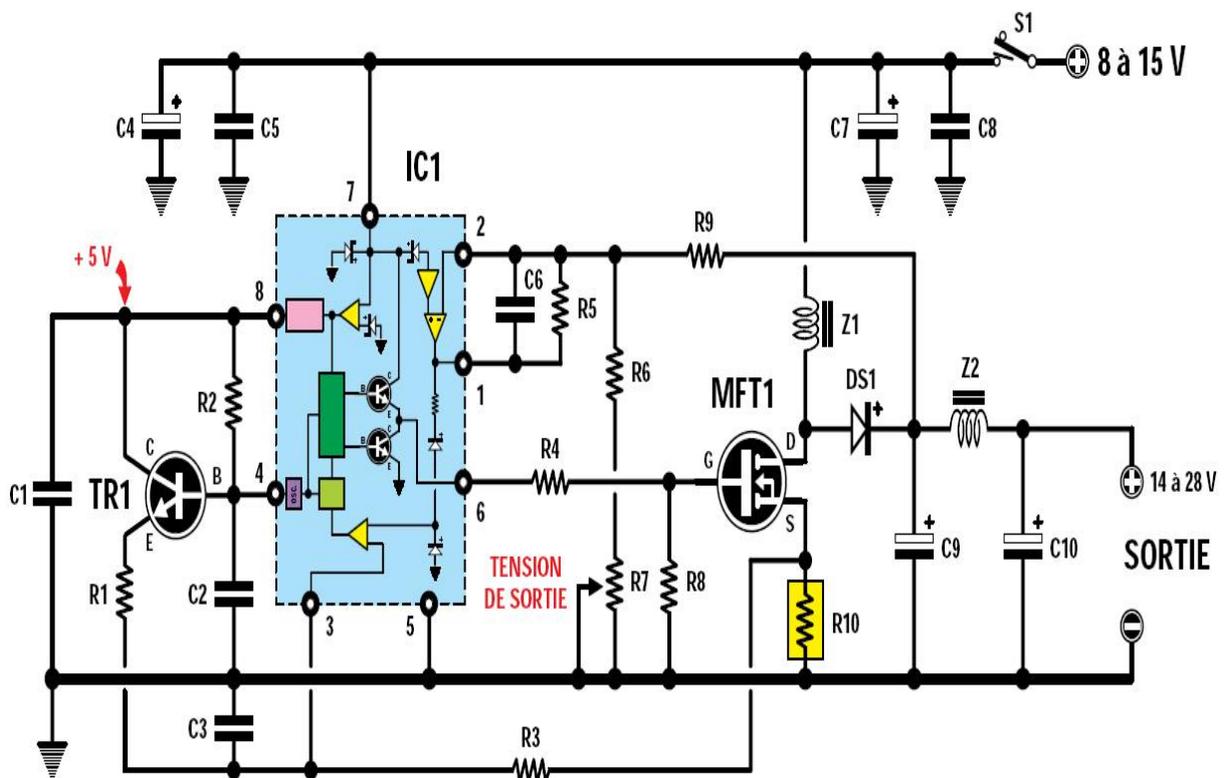


Figure 3.3 : schéma électrique.

3.3.3. Principe de fonctionnement :

Le secret pour élever une tension se trouve dans le circuit intégré UC3843 (voir schéma synoptique de la figure dans l'annexe: schéma interne de circuit intégré UC3843).

On va expliquer comment fonctionne le montage, en commençant justement par ce composant, appelé IC1 sur le schéma électrique de la figure 3.3.

Ce circuit intégré, fabriqué par Unitrode, est un contrôleur PWM(1), utilisé pour réaliser des alimentations "off-line"(2) de type "fly-back"(3).

(1) PWM = pulse-width modulation (modulation par impulsions de largeur variable).

(2) "off-line" = autonome.

(3) "fly-back" = à retour d'impulsion.

En appliquant une résistance entre les broches 4 et 8 (voir R2) ainsi qu'un condensateur entre la broche 4 et la masse (voir C2), son oscillateur interne oscillera à une fréquence bien précise.

Avec les valeurs de R2 et C2 indiquées sur la liste des composants, une fréquence à onde carrée d'environ 50 kHz sort de sa broche 6.

En reliant la porte -au grille - (G) d'un Mosfet de puissance sur cette sortie, celui-ci deviendra conducteur lorsque l'onde carrée sera au niveau logique 1 et cessera d'être conducteur lorsque l'onde passera au niveau logique 0.

Avec une fréquence d'entrée de 50 kHz, le Mosfet devient, en l'espace d'une seconde, 25 000 fois conducteur et 25000 fois non-conducteur.

Sur la sortie drain (D) du Mosfet est reliée une charge inductive (voir Z1), qui accumule l'énergie quand le Mosfet devient conducteur et qui la libère lorsqu'il cesse de l'être.

La tension fournie par cette charge inductive génère des pointes de surtension pouvant aller jusqu'à dépasser les 50 volts.

Ces pointes de surtension très rapides, en passant à travers la diode DS1, chargent le condensateur électrolytique C9.

Pour obtenir une valeur de tension ne dépassant pas 28 volts mais malgré tout très stable, on applique la tension présente aux bornes du condensateur C9, aux broches 1 et 2 de IC1, chargées de réguler la largeur cycle de service (duty-cycle) de l'onde carrée appliquée sur la porte (G) du Mosfet.

En tournant le curseur du potentiomètre R7, on obtiendra en sortie une tension minimale de 14 volts et une tension maximale de 28 volts, indépendamment de la valeur de la tension d'alimentation.

Donc, si nous alimentons le circuit avec une tension de 12 volts, nous pourrions obtenir en sortie une tension minimale de 14 volts et une maximale de 28 volts, seulement en réglant le potentiomètre R7.

Si la tension d'alimentation descend de 12 à 10 ou 9 volts ou monte à 13 ou 15 volts, on prélèvera sur la sortie de cet élévateur une tension qui restera toujours parfaitement stable sur la valeur de tension choisie.

En effet, le circuit intégré UC3843 se charge de maintenir stable la tension sur la sortie et modifie automatiquement le cycle de service "duty-cycle" de l'onde carrée sortant de la broche 6.

Si le potentiomètre est réglé de façon à faire sortir une onde carrée ayant un cycle de service "duty-cycle" de 50 %, on obtiendra la tension positive maximale en sortie. Plus on diminuera ce cycle de service "duty-cycle", plus la valeur de la tension de sortie diminuera (voir figure 3.4).

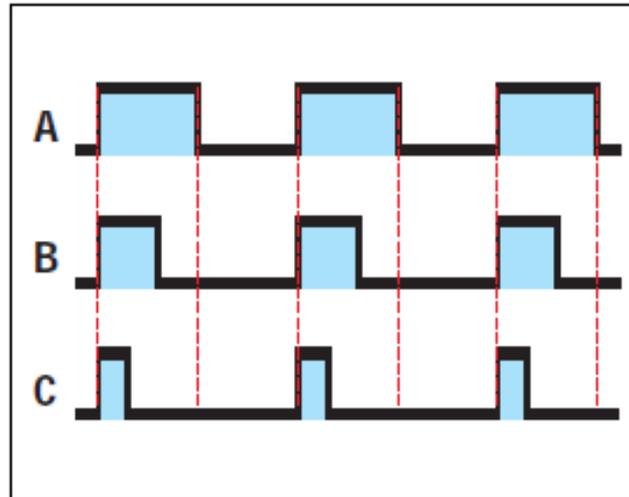


Figure 3.4 : Le cycle de service.

En tournant le curseur du potentiomètre R7, le circuit intégré UC3843 variera le cycle de service "duty-cycle" de l'onde carrée sortant de sa broche 6. Avec un cycle de service "duty-cycle" de 50 % (voir A), on obtient en sortie la tension maximale de 28 volts. Avec un cycle de service "duty-cycle" de 37 %, on obtient environ 21 volts et avec un cycle de service "duty-cycle" de 25 %, on obtient 14 volts.

Après avoir réglé, grâce au potentiomètre R7, la valeur exacte de la tension de sortie, par exemple sur 15, 18, 24 ou 28 volts, lorsque cette valeur augmentera ou diminuera, les broches de contrôle 1 et 2 de UC3843 s'occuperont de réduire ou d'élargir le cycle de service "duty-cycle" de façon à ramener la tension de sortie sur la valeur exacte choisie.

La broche 3 du circuit intégré UC3843 et le transistor TR1, évitent que le Mosfet ne soit endommagé en cas de court-circuit.

3.3.4. Quelques données techniques :

Tension d'alimentation minimale	8 V
Tension d'alimentation maximale	16 V
Tension de sortie minimale.....	14 V
Tension de sortie maximale	28 V
Courant de sortie maximum	1 A
Courant absorbé au repos	15 mA
Fréquence PWM	50 kHz
Rendement	80 %

3.4. Conclusion :

Ce chapitre a été consacré à la réalisation pratique de deux types de convertisseur différent DC-DC.

On a présenté un convertisseur abaisseur DC-DC en utilisant le régulateur variable LM2576-ADJ-3A (down_converter), ainsi qu'un convertisseur élévateur DC-DC utilisant le circuit intégré UC3843 (up_converter) avec leurs propres schémas, leurs procédures de conception et leurs principes de fonctionnement.

Conclusion Générale

Conclusion générale :

Les convertisseurs DC_DC sont utilisés dans de nombreuses applications, par exemple : Le système d'alimentation d'un ordinateur portable. La batterie qui alimente le système et plusieurs convertisseurs DC-DC modifient la tension de la batterie pour donner les tensions requises par les différentes fonctions qu'on peut trouver dans les camions, les voitures...

Les convertisseurs DC-DC, en général réalisent deux fonctions: modifier le niveau de tension (élever ou abaisser) et réguler la tension. L'électronique de conversion se trouve à l'interface entre les batteries (la source d'énergie en général) et l'ensemble des blocs constitutifs du système considéré, des circuits électroniques numériques et analogiques.

Deux classes de convertisseurs sont typiquement utilisées : les régulateurs linéaires et les convertisseurs à commutation. Les régulateurs linéaires ont des faibles rendements et fonctionnent uniquement en abaisseur de tension. Nous nous intéressons dans ce mémoire aux convertisseurs à découpage qui transforment un niveau de tension en un autre en stockant l'énergie d'entrée temporairement sous une autre forme, puis en la relâchant vers la sortie sous une tension différente. Le stockage temporaire de l'énergie se fait sous forme magnétique grâce à des inductances.

Le principe de base de convertisseur DC-DC est le transistor qui est joué le rôle de l'interrupteur (on – off). Leur place avec l'inductance et la diode est important pour choisir la fonction de convertisseur. Le transistor de L'abaisseur avant la diode qui est parallèle avec l'inductance. Mais le transistor de l'élévateur est placé après l'inductance et avant la diode.

Conclusion Générale

Ce projet de recherche m'a permis d'étudier d'une part le fonctionnement et le rôle des convertisseurs DC-DC d'une façon générale et d'autre part une réalisation pratique de deux types de fonction abaisseur et élévateur. Un convertisseur abaisseur DC-DC (buck) utilisant un régulateur variable LM2576-ADJ-3A (down_converter), et l'autre un élévateur DC-DC (boost) d'une autre forme utilisant le circuit intégré UC3843 (up_converter).

Bibliographie

- [1] **S. Ghandour.** Conception de convertisseurs DC/DC à base de MEMS. Micro et nanotechnologies/Microélectronique. Université Joseph-Fourier – Grenoble I, 2011. Français.
- [2] **SLAMNIA Djamel.** " Contribution a l'étude et au contrôle d'un convertisseur DC-DC utilise dans les systèmes photovoltaïque". Mémoire de Magister. Département d'Electronique. Faculté des sciences et de la technologie. Université d'Oran Mohamed Boudiaf, 2016. Algérie.
- [3] **Yacoub NETTARI.** "Commandes robustes et intelligentes des convertisseurs DC –DC". Mémoire de Magister. Département d'Electrotechnique. Faculté de technologie. Université Ferhat Abbas Setif1 UFAS1, 2014. Algérie.
- [4] **Temdi Walid Et Drif Lahcene.** " Étude et conception d'une alimentation a découpage". Mémoire de Master. Département d'Electronique. Faculté de technologie. Université Aboubakr Belkaïd Tlemcen, 2016. Algérie.

<http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm2576.pdf>

<http://www.abcelectronique.com/forum/attachment.php?attachmentid=27804>

https://www.researchgate.net/publication/324213745_Les_regulateurs_abaisseurs_de_commutation_de_la_serie_LM2576

<http://www.forum-climatisation.com/photos-climatisation/2-decoupage.pdf>

http://gilles.berthome.free.fr/02-Syntheses/G_Conversion_controle_energie/Synthese_hacheur_serie.pdf

<https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00611128v1/document>

<http://www.qsl.net/sv1bsx/dc2dc/dc2dc.html>

<http://www.f-legrand.fr/scidoc/srcdoc/sciphys/arduinodue/ondepwm/ondepwm-pdf.pdf>

http://public.iutenligne.net/electricite/piou/magnelecpro/MagnElecPro/Chap04_inductances.pdf

ANNEXE

Listes des figures :

- Figure 1.1 : Système d'alimentation d'un ordinateur portable.
- Figure 1.2 : Symbole du convertisseur DC-DC.
- Figure 1.3 : Schéma de principe de hacheur.
- Figure 1.4 : Chronogrammes d'un hacheur série.
- Figure 1.5 : Convertisseur Boost (hacheur élévateur).
- Figure 1.6 : Convertisseur Buck (hacheur abaisseur).
- Figure 1.7 : Convertisseur Buck-Boost (hacheur à stockage inductif).
- Figure 1.8 : Convertisseur Cuk (hacheur à stockage capacitif abaisseur-élévateur-inverseur).
- Figure 1.9 : Convertisseur Sepic (hacheur capacitif abaisseur-élévateur).
- Figure 1.10 : Représentation de circuit de convertisseur boost.
- Figure 1.11 : Formes d'ondes du convertisseur Boost (courants à gauche, tension à droite).
- Figure 1.12 : Le circuit de convertisseur buck.
- Figure 1.13 : Formes d'ondes du convertisseur Buck (courant à gauche, tension à droite).
- Figure 1.14 : Circuit électrique de convertisseur buck-boost.
- Figure 1.15 : Formes d'ondes du convertisseur Buck-boost courant à gauche tension à droite.
- Figure 1.16 : Convertisseur Cuk.
- Figure 1.17 : Formes d'ondes du convertisseur Cuk (courants à gauche, tension à droite).
- Figure 1.18 : Convertisseur SEPIC.
- Figure 1.19 : Formes d'ondes du Sepic (courants à gauche, tension à droite).
-
- Figure 2.1 : Représentation d'une alimentation à découpage.
- Figure 2.2 : Schéma de principe du fonctionnement d'une alimentation à découpage.

- Figure 2.3 : Schéma de la chaîne de conversion de l'énergie.
- Figure 2.4 : Schéma de principe du convertisseur abaisseur.
- Figure 2.5 : Formes d'ondes d'un convertisseur buck.
- Figure 2.6 : Exemple de schéma d'alimentation continue régulée de 5V, 3A utilisant le régulateur fixe LM2576-5.
- Figure 2.7 : Eléments de circuit disponible pour la conception des convertisseurs.
- Figure 2.8 : Bobine d'anneau de ferrite.
- Figure 2.9: LM2576-3.3.
- Figure 2.10: LM2576-5.
- Figure 2.11: LM2576-12.
- Figure 2.12: LM2576-15.
- Figure 2.13 : Schéma de principe du convertisseur élévateur.
- Figure 2.14: Formes d'ondes d'un convertisseur boost.
- Figure 2.15: Exemple de schéma d'alimentation continue régulée de 24V utilisant le circuit intégré UC3843.
- Figure 2.16. De haut en bas : le signal de commande, le signal MLI brut, la sortie analogique après filtrage.
- Figure 2.17. Exemple de MLI à porteuse en dents de scie.
- Figure 2.18 : Commande par hystérésis.
- Figure 3.1 : Schéma électrique.
- Figure 3.2 : LM2576-ADJ.
- Figure 3.3 : Schéma électrique.
- Figure 3.4 : Le cycle de service.

Liste des tableaux :

- Tableau 1.1 : Niveaux de tensions nécessaires dans un ordinateur portable.
- Tableau 1.2 : Caractéristique des montages en mode conduction continue.
- Tableau 1.3 : Rendement de quelques convertisseurs connus.

Liste des acronymes:

MCC :	Mode de Conduction Continu.
MCD :	Mode de Conduction Discontinu.
AC :	Courant alternatif.
DC :	Courant continu.
CPU :	Central ProcessingUnit (unité centrale de traitement).
DRAM :	Dynamic Random Access Memory (la mémoire vive dynamique) .
PMW:	Pulse Width Modulation.
MLI :	Modulation de largeur d'impulsion.

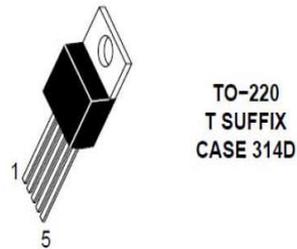
Liste des symboles :

α :	Rapport cyclique.
L :	Inductance.
C :	Condensateur.
R :	Charge.
V_e :	Tension entrée.
V_s :	Tension de sortie.
V_D :	Tension de diode.
K :	Interrupteur.
D :	Diode.
V_{REF} :	Tension de référence.
η :	Le rendement de convertisseur DC-DC [%].
V_D :	Tension directe de diode.
I_L :	Courant d'inductance.
I_C :	Courant de condensateur.
I_D :	Courant de diode.
I_K :	Courant d'interrupteur.
I_s :	Courant de sortie.
I_E :	Courant d'entrée.

- U : La tension.
- B : Champ magnétique à l'intérieur du matériau magnétique.
- N : Nombre de spires du bobinage du matériau magnétique.
- S : Surfaces de section.
- F : La fréquence.
- V_{IN} : La tension d'entrée.
- V_{OUT} : La tension de sortie.
- μ : Perméabilité magnétique absolue.
- φ : Flux.
- l : La longueur.

Brochage du régulateur LM2576 :

Brochage est montré sur la figure suivante :



- Pin 1. V_{in}
2. Output
3. Ground
4. Feedback
5. $\overline{ON/OFF}$

Brochage du régulateur LM2576.

Schéma interne du LM2576 :

La figure suivante montre le schéma interne (schéma bloc) de la série de régulateur LM2576 :

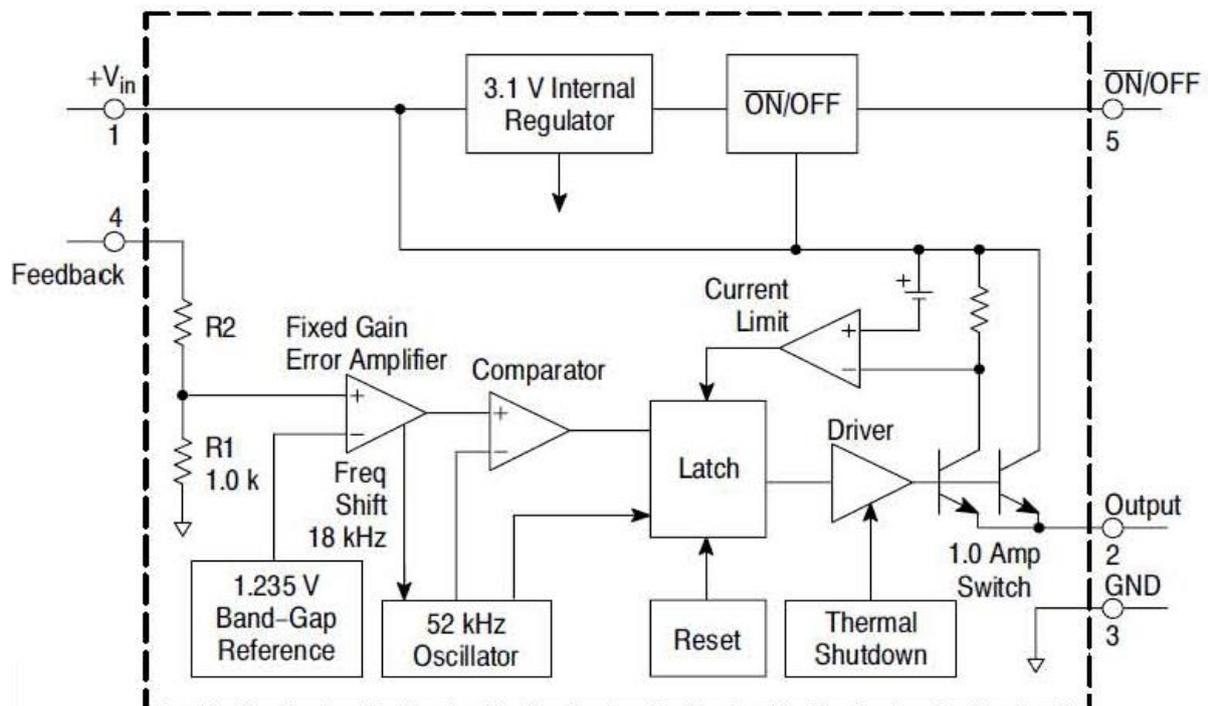
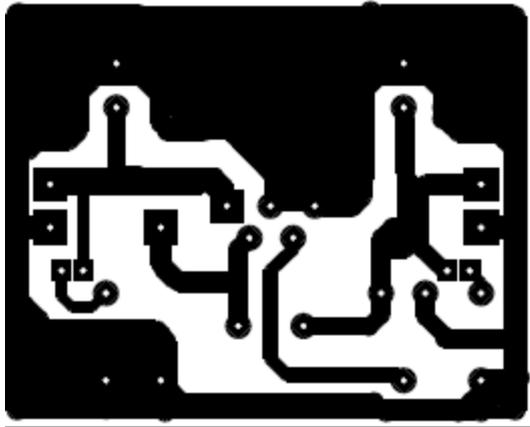


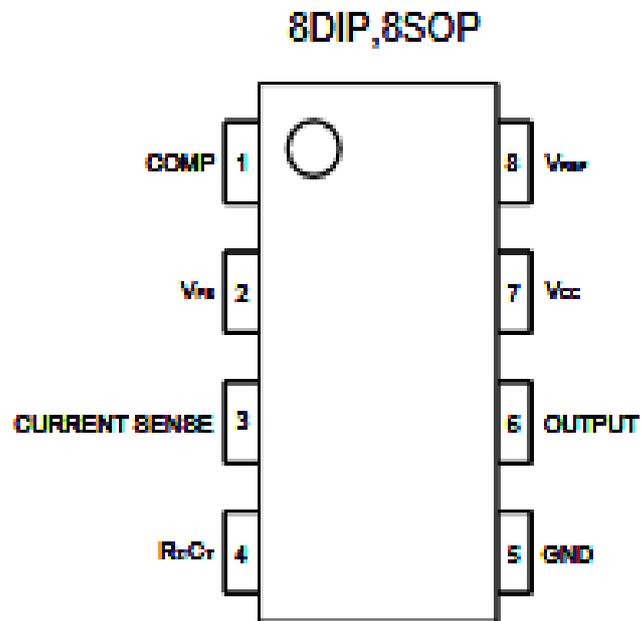
Schéma interne du régulateur LM2576.

Circuit imprimé de la 1^{ère} application :



Brochage de circuit intégré UC3843:

Brochage est montré sur la figure suivante :



Brochage de circuit intégré UC3843.

Schéma interne de circuit intégré UC3843 :

Le secret pour élever une tension est contenu dans le circuit intégré UC3843 dont voici le schéma synoptique. Vous pouvez voir, sur la droite, la disposition de ses broches :

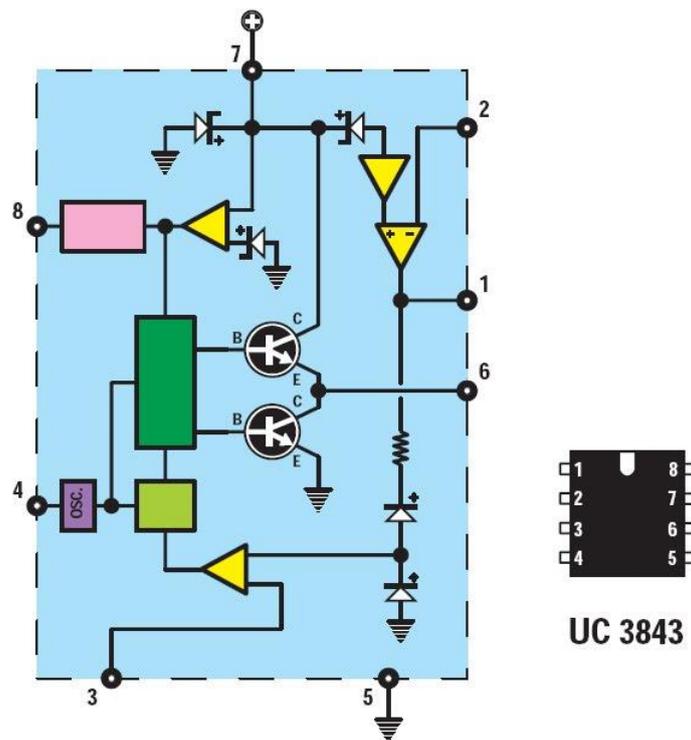


Schéma interne de circuit intégré UC3843.

Liste des composants de schéma pratique :

R1 = 15 k Ω .

R2 = 10 k Ω .

R3 = 4,7 k Ω .

R4 = 1 Ω - 1/2 W

R5 = 150 k Ω .

R6 = 8,2 k Ω .

R7 = 10 k Ω potentiomètre.

R8 = 100 k Ω .

R9 = 82 k Ω .

R10 = 0,25 Ω - 2 W (4 x 1 Ω - 1/2 W).

C1 = 47 nF polyester.

C2 = 3,3 nF polyester.

C3 = 1 nF polyester.

C4 = 470 μ F électrolytique.

C5 = 100 nF polyester.

C6 = 2,2 nF polyester.

C7 = 470 μ F électrolytique.

C8 = 100 nF polyester.

C9 = 100 μ F électrolytique.

C10 = 100 μ F électrolytique.

Z1 = Tore VK 27.03.

Z2 = Tore VK 900.

DS1 = Diode BYW29 ou BYW80.

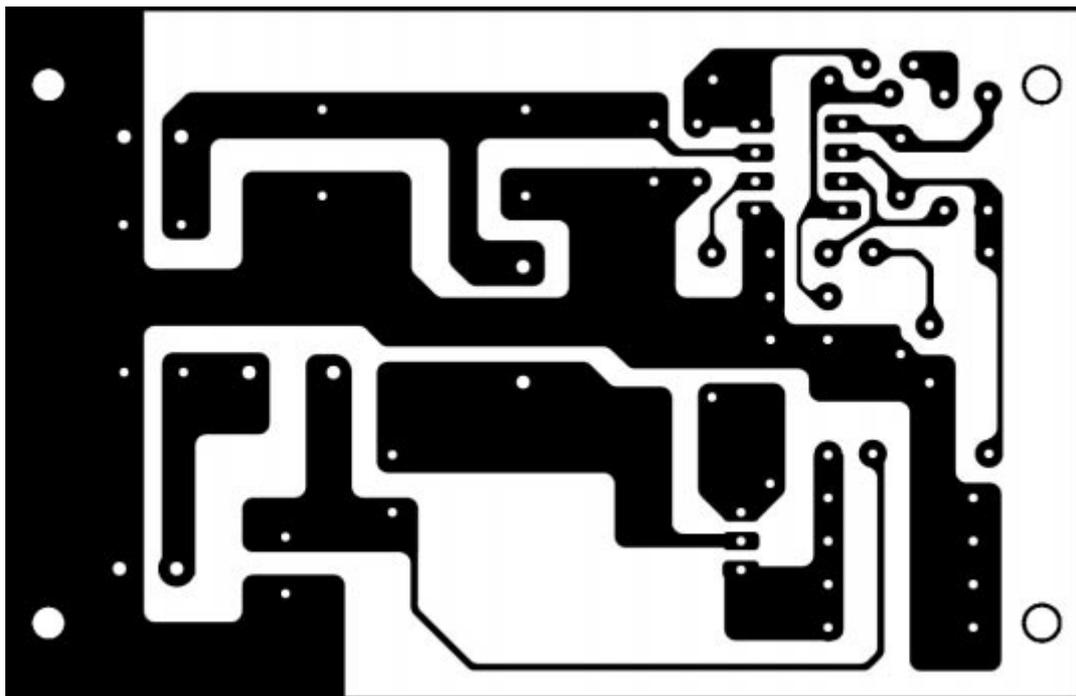
TR1 = Transistor NPN BC 547.

MFT1 = Mosfet IRF522 ou IRF520.

IC1 = Intégré UC3843.

S1 = Interrupteur.

Circuit imprimé de la 2^{ème} application :



ملخص

يستند الهدف من هذه المذكرة أساساً إلى دراسة نظرية وتطبيقية لمحول DC-DC، أقدم بعض العموميات الرئيسية للمحولات DC-DC. اخترت في الشق التطبيقي وظيفتين كإدراك: تغيير مستوى الجهد و تنظيم الجهد. في هذه الدراسة استنتجت المبدأ الأساسي هو الترانزستور الذي يستخدم كمفتاح. مكانه و مكان كل من الوشاعة وثنائي الصمام مهم جدا لتغيير مستوى الجهد (رفع أو خفض). تم تنفيذ الشق التجريبي بنجاح. **كلمات مفتاحية:** محول DC-DC ، الترانزستور ، الوشاعة ، الصمام الثنائي ، والجهد.

Abstract

The objective of this thesis comprises essentially the study and the realization of a DC-DC converter. In the first part, I present some generalities of the general DC-DC converters. Then, I choose two functions as a realization: The first one is changing the voltage level and the second is the regulation of the voltage. In the next part of this study I deduce the basic principle which is using the transistor as a switch. The place of this transistor together with the places of the inductor and the diode are very important to change the voltage level (raise or lower). In the last part I present the experimental realization which has been done successfully.

Key words : DC-DC converter, the transistor, the inductor, the diode, the voltage.

Résumé

L'objectif de ce mémoire est basé essentiellement sur l'étude et réalisation d'un convertisseur DC-DC, J'ai présenté tout d'abord quelques généralités des principaux convertisseurs DC-DC. J'ai choisi comme réalisation deux fonctions : modifier le niveau de tension et réguler la tension.

En menant cette étude j'ai réalisé que le principe ce résumé a l'utilisation du transistor comme commutateur. Sa place avec l'inductance et la diode est très importante pour modifier le niveau de tension (élever ou abaisser). La réalisation expérimentale a été faite avec succès.

Mots Clés : Convertisseur DC-DC, le transistor, l'inductance, la diode, la tension.