

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE 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 INSTRUMENTATION

PROJET DE FIN D'ETUDES

Présenté par : MAHLIA ABDERRAHIM & KADOUCI AHMED

Intitulé du Sujet

**Etude d'une alimentation à découpage de
5v et 12v /10A**

Soutenu en sept 2021, devant le jury composé de :

Mr BOUANATI Sidi Mohammed	MAA	Univ. Tlemcen	Président
Mr NEMMICHE Ahmed	MCB	Univ. Tlemcen	Encadreur
Mr BELARBI Boumediene	MCB	Univ. Tlemcen	Examineur

Année Universitaire 2020-2021

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

À mon défunt Père OMAR que dieu l'accueille dans son vaste paradis.

A ma maman qui m'a soutenu et encouragé durant ces années d'études.

Qu'elle trouve ici le témoignage de ma profonde reconnaissance.

A mes frères, ma sœur et ceux qui ont partagé avec moi tous les moments d'émotions lors de la réalisation de ce travail.

A mes familles MAHLIA, MEFTAH.

A tous mes amis qui m'ont toujours encouragé, et à qui je souhaite plus de succès, mon cher amis Ismail Nedjari.

Sans oublier mon binôme AHMED pour son soutien moral, sa patience et sa compréhension tout au long de ce projet.

A tous ceux que j'aime, et ceux qui m'aiment.

Puisse Dieu vous donne santé, bonheur, courage et surtout réussite.

Merci !

MAHLIA ABDERRAHIM2021

Remerciements

Nous remercions avant tout Allah de nous avoir donnés le courage pour pouvoir mener à bien ce modeste travail.

Au terme de ce travail, Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à notre cher professeur et encadrant **Mr Nemmiche Ahmed** pour son suivi et pour son énorme soutien, qu'il n'a cessé de nous prodiguer tout au long de la période du projet.

Nous adressons aussi nos vifs remerciements aux membres des jurys pour avoir bien voulu examiner et juger ce travail.

À notre président Monsieur **BOUANATI Sidi Mohammed**,
qui nous a donné le privilège d'avoir accepté le de présider le jury de la soutenance de notre PFE.

À notre examinateur Monsieur **BELARBI Boumediene**,
qui à bien voulu nous honorer avec une grande sympathie de son acceptation pour siège parmi le jury de notre soutenance.

Nous tenons à remercier vivement tous ceux qui nous ont apporté un soutien pour l'élaboration de ce modeste travail.

Nous tenons à présenter par occasion tout notre respect à tous les enseignants qui ont contribué à notre formation du primaire jusqu'au cycle universitaire.

Un remerciement particulier est adressé à notre **Pr.Nemmiche Ahmed** pour les séances de cours agréables, et d'être proche des étudiants.

Sommaire

Introduction générale.....	06
----------------------------	----

Chapitre I

Connaissances préliminaires

I.1 Introduction	09
I.2 Définition générale d'une alimentation.....	09
I.3 Types d'alimentations	09
I.3.1 Alimentation non stabilisée.....	09
I.3.2 Alimentation stabilisée ou régulée.....	10
I.4 Le transformateur	10
I.5 Le redresseur	13
I.5.1 Types de redresseurs	13
I.5.2 Redressement	15
I.6 Filtrage	17
I.7 Stabilisation	19
I.8 Protection et surveillance des alimentations.....	21
I.9 Le transistor	22
I.9.1 Transistor bipolaire a jonction (BJT)	23
I.9.2 Le transistor MOSFET	25
I.10 Conclusion.....	26

Chapitre II

Alimentation à découpage

II.1 Introduction	28
II.2 Définition	28
II.3 But du découpage.....	28
II.4 Caractéristiques de cette alimentation.....	29
II.5 Principe de fonctionnement	29
II.6 Types d'alimentations à découpage	30
II.6.1 Alimentations à découpage non isolé galvaniquement.....	30
II.6.2 Alimentations à découpage isolé galvaniquement	36
II.7 Les composants passifs dans les alimentations à découpage.....	49
II.8 Points forts et points faibles des alimentations à découpage.....	50
II.9 Conclusion	50

Chapitre III

Analyse du circuit

III.1 Introduction	52
III.2 Description du circuit.....	53
III.3 Analyse structurelle et fonctionnelle.....	55
III.3.1 Bloc redressement de réseau	55
III.3.2 Bloc découpage de la tension et transfert.....	56
III.3.3 Bloc redressement et filtrage secondaire.....	57
III.3.4 Bloc mesure tension avec isolation galvanique.....	57
III.4 Processus de calcul de l'alimentation et de choix des composants	58
• Fonctionnement discontinue	59
• Fonctionnement continue	61
III.5 Circuit imprimé de notre application	62
III.6 Conclusion	63
Conclusion générale	63
Bibliographie	65

Liste des figures et tableaux

Figure I.1 : Généralité de l'alimentation [4].

Figure I.2 : principe d'une alimentation non stabilisée [1].

Figure I.3 : principe d'une alimentation stabilisée ou régulée [1].

Figure I.4 : symboles d'un transformateur [1].

Figure I.5 : modèle d'un transformateur [8].

Figure I.6:transformateur élévateur [12].

Figure I.7 : transformateur à point milieu [12].

Figure I.8 : redressement simple alternance [12].

Figure I.9 : redressement double alternance avec un point milieu [12].

Figure I.10 : redresseur en pont de Graetz [12].

Figure I.11 : pont de Graetz [4].

Figure I.12: principe de Filtrage [4].

Tableau I.1 : Caractéristiques des circuits de redressements [8].

Tableau I.2 : Caractéristiques des circuits de filtrage [12].

Figure I.13 : les étapes de la transformation d'une onde alternative [12].

Figure I.14 : Schéma du régulateur : LM78xx et LM79xx [3].

Figure I.15 : Circuit de stabilisation a une diode Zener [3].

Figure I.16 : composants de protections Fusible, Varistor et filtre antiparasite [3].

Figure I.17 : structure des transistors PNP et NPN [8].

Figure I.18: caractéristiques d'un transistor bipolaire [8].

Figure I.19 : structure de base de transistor MOSFET [8].

Figure II.1 : Principe de fonctionnement d'une alimentation à découpage [4].

Figure II.2 : montage d'un montage BUCK [5].

Figure II.3 : Formes d'ondes (courants à gauche, tension à droite) [5].

Figure II.4 : montage d'un montage Boost [5].

Figure II.5 : Formes d'ondes (courants à gauche, tension à droite) [5].

Figure II.6 : Schéma de base d'un convertisseur Buck-Boost [5].

Figure II.7 : Les deux configurations d'un convertisseur Buck-Boost suivant l'état de l'interrupteur S [8] .

Figure II-8: Formes d'ondes(courants à gauche, tension à droite) [5].

Figure II.9 : Schéma d'alimentation Flyback [2].

Figure II.10 : forme d'onde en conduction continue pour un convertisseur Flyback [2].

Figure II.11 : Schéma d'une alimentation Forward [2].

Figure II.12 : Formes d'ondes alimentation Forward [2].

Figure II.13 : Diode Zener (DZ) fixant la tension de démagnétisation [8].

Figure II.14 : Principe de l'alimentation Push-Pull à double primaire avec point milieu [13].

Figure II.15 : Principe de l'alimentation - Push-Pull à demi pont [13].

Figure II.16 : Principe de l'alimentation Push-Pull à pont complet [13].

Figure II.17 : forme d'onde d'une alimentation push-pull [8].

Figure III.1 : Régulateur de tension de type LM [8].

Figure III.2 : Schéma de principe de fonctionnement.

Figure III.3 : Schéma électrique de notre application .

Figure III.4 : Schéma bloc redressement de réseau.

Figure III.5 : Schéma bloc découpage et transfert de tension

Figure III.6 : Schéma bloc redressement et filtrage secondaire .

Figure III.7 : Schéma bloc mesure tension et isolation galvanique.

Figure III.8 : formes d'ondes courant/tension dans un convertisseur Flyback en conduction discontinue [8] .

Figure III.9 : formes d'ondes courant/tension dans un convertisseur Flyback en conduction continue [8].

Figure III.10 : Le circuit imprimé.

Introduction Générale :

L'appareil électronique dépend de son alimentation continue au même titre que l'être humain doit se nourrir pour vivre. Si l'homme saute des repas, s'ils sont trop riches ou, au contraire, trop peu énergétique, il s'expose à des problèmes de santé susceptibles d'entraîner sa mort dans les cas extrêmes.

Voyez comme les risques liés à l'alimentation chez l'être humain se retrouvent en électronique : une surtension électrique provoque généralement un échauffement, voire une destruction (nourriture trop riche). Une sous-tension peut générer des fonctionnements aléatoires ou une interruption pure et simple (nourriture peu énergétique). Les parasites électroniques sont souvent le siège de dysfonctionnements difficiles à déceler, au même titre que les bactéries et microbes dans la nourriture.

Tout autour de nous il y'a des capteurs, des écrans, des moteurs et des lumières. L'alimentation est la composante la plus importante dans un appareil électronique.

Une alimentation est un dispositif qui fournit de l'énergie électrique à plusieurs charges électriques, utilisées pour alimenter différents appareils et composants. Elles peuvent être divisées en différents types :

- Batterie.
- Alimentation DC.
- Alimentation à régulateur linéaires.
- Alimentation à découpage.
- Alimentation programmable.
- Alimentation haute tension, etc..

En 1980, Le développement des alimentations à découpage a vu le jour afin de pallier les inconvénients des alimentations linéaire (poids élevé et faible rendement). Elles sont utilisées désormais dans tous les appareils électroniques. [1]

Une alimentation à découpage est une alimentation électrique dont la régulation est assurée par des composants électroniques de puissance utilisés en commutation. Elles présentent de nombreux avantages, les fronts de tension et de courants engendrés génèrent des perturbations au sein même du

convertisseur et vers l'extérieur. Il est indispensable de bien les maîtriser pour répondre correctement aux critères de fiabilité et de qualité/sûreté de fonctionnement.

Avant de détailler l'alimentation à découpage, il est nécessaire de toucher au volet linéaire de cette étude (alimentation linéaire) pour comprendre la transition du linéaire au découpage.

L'alimentation linéaire est basée sur des équipements électroniques fournit une ou plusieurs alimentations en tension continue pour les équipements électriques complètement stable et constante, bien que la source fluctue (réseau et charge). L'alimentation peut être conçue de quelque watts à quelques centaines de watts.

Notre projet a pour objectif d'étudier et de réaliser une alimentation à découpage de 5V et 12V/10A.

Nous avons consacré le premier chapitre à définir et rappeler une généralité sur les convertisseurs de puissance à résonance et d'étudier le principe du transformateur, redresseur, d'un filtre à condensateur suivi d'une régulation.

Au deuxième chapitre on présente le principe de fonctionnement d'une alimentation à découpage, ainsi que les caractéristiques et les avantages de cette dernière, plus les différents types et modèles et leurs avantages et inconvénients.

Dans le troisième chapitre, nous présentons le circuit de notre alimentation de 5V et 12V/10A, sa réalisation son fonctionnement détaillé.

Nous terminons notre mémoire par une conclusion générale.

Chapitre I :

Connaissances Préliminaires

I.1 Introduction :



Figure I.1 : Généralité de l'alimentation [4].

Presque tous les montages électroniques exigent une alimentation continue. Il faut en effet fournir à un circuit l'énergie nécessaire pour fonctionner correctement en lui permettant de délivrer une puissance utile à sa charge et de compenser ses pertes internes inévitables (à cause de l'effet de Joule). Il faut également mettre les composants dans les conditions où ils peuvent assurer leurs fonctions : on parle alors de polarisation.

I.2 Définition générale d'une alimentation :

Une alimentation est un convertisseur d'énergie, c'est-à-dire qu'elle transforme une énergie mécanique, chimique, électrique..., et la restitue sous forme électrique à une « charge » connectée à ses bornes.

L'énergie électrique délivrée peut alors se présenter sous la forme d'une tension ou d'un courant constant ou encore variable (sinusoïdale, rectangulaire...)

I.3 Types d'alimentations :

I.3.1 Alimentation non stabilisée :

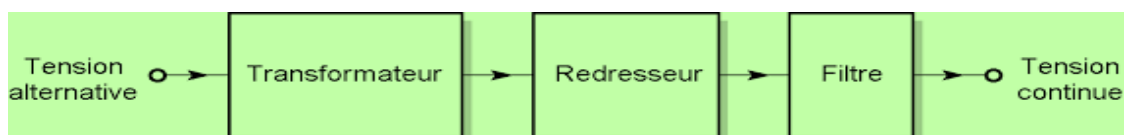


Figure I.2 : Principe d'une alimentation non stabilisée [1].

I.3.2 Alimentation stabilisée ou régulée :

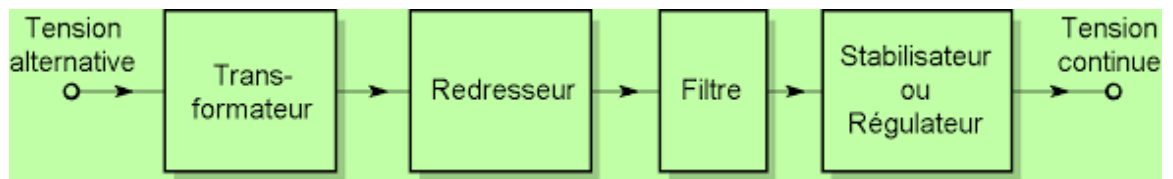


Figure I.3 : Principe d'une alimentation stabilisée ou régulée [1].

I.4 Le transformateur :

Le transformateur est présent dans presque toutes les alimentations branchées sur le secteur. Il permet de transférer de l'énergie (sous forme alternative) d'une source à une charge, tout en modifiant la valeur de la tension.

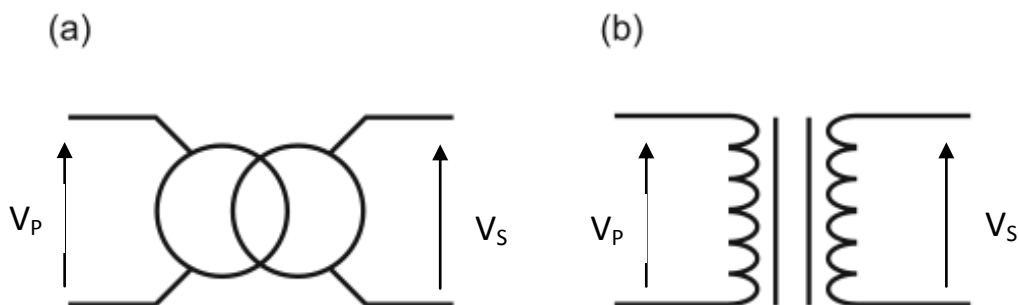


Figure I.4 : Symboles d'un transformateur [1].

La tension peut être soit augmentée ou abaissée selon l'utilisation.

Le changement d'un niveau de tension à un autre se fait par l'effet d'un champ magnétique. Il assure l'isolement entre le réseau et l'appareil. [1]

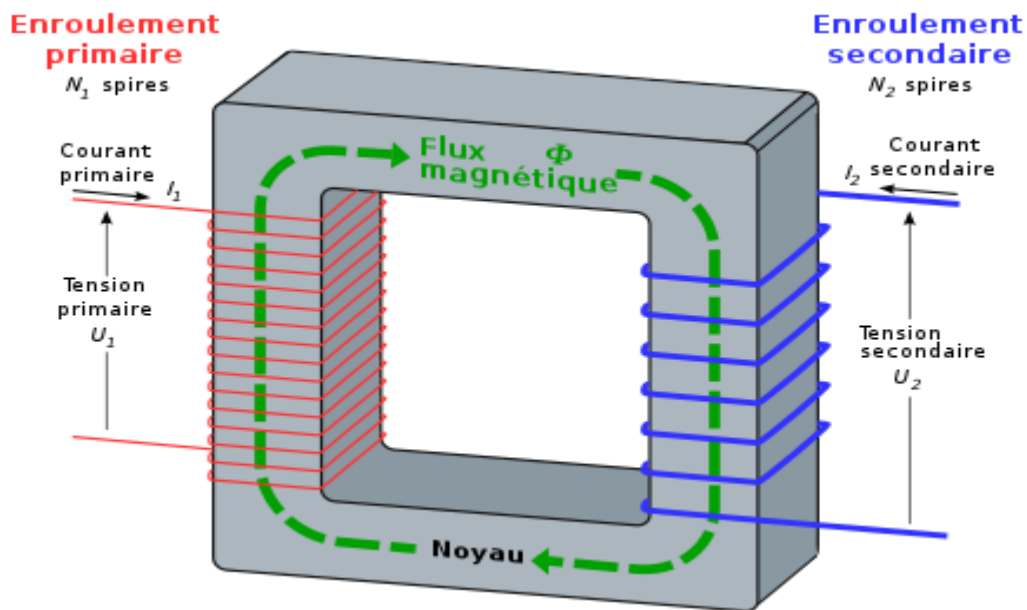


Figure I.5 : Modèle d'un transformateur [8].

Principe :

- Le sens de bobinage détermine le sens de champ magnétique créé et donc les polarités instantanées des tensions induites.
- Isolement entre l'équipement et le secteur.
- Transforme d'une tension alternative en une tension plus faible ou plus élevée selon le cas

Constituants : deux bobines séparées par un noyau ferromagnétique fermé.

Propriété : Puissance absorbée (P_p) = Puissance fournie (P_s) + Perte (P_{per})

Le rendement :

Le rendement η est le rapport entre la puissance P_s à la sortie par puissance d'entrée P_p .

Un transformateur parfait a un rendement de 100%.

Rapport de transformation :
$$N = \frac{V_p}{V_s}$$

a) transformateur élévateur :

La tension obtenue que par le secondaire étant supérieure à celle qui a été appliquée au primaire, le transformateur est appelé élévateur de tension.

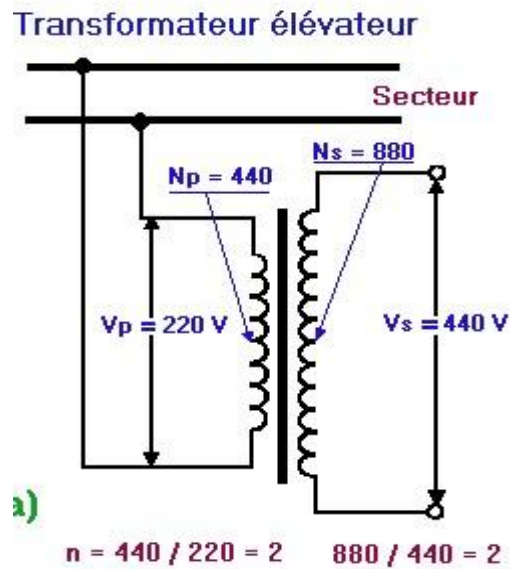


Figure I.6: Transformateur élévateur [12].

b) transformateur abaisseur :

La tension obtenue par le secondaire est inférieure à celle qui a été appliquée au primaire. Le transformateur est appelé abaisseur de tension.

c) transformateur point milieu :

À partir d'un transformateur d'alimentation avec un point milieu, deux diodes travaillent en alternance pour créer, à la charge, un signal redressé double alternance possédant la même polarité pour chacun des demi-cycles du signal d'entrée.

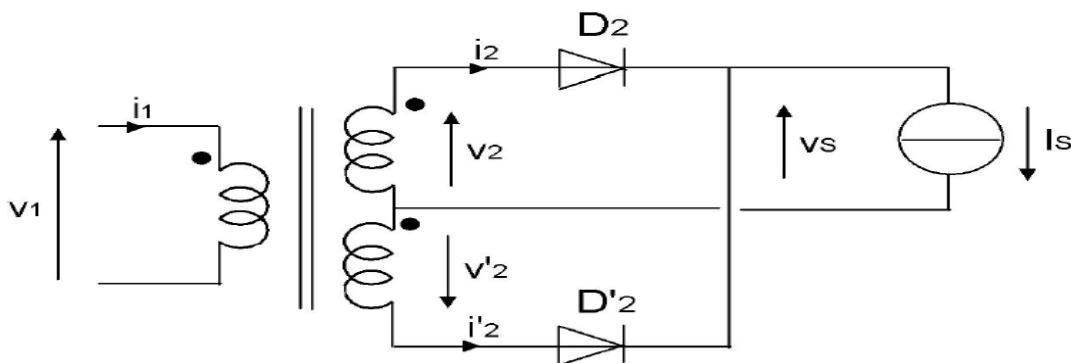


Figure I.7 : Transformateur à point milieu [12].

I.5 Le redresseur :

Toute alimentation continue branchée sur le secteur comporte un redresseur associé à un filtre pour transformer la tension alternative (valeur ne moyenne nulle) en tension unidirectionnelle (c'est-à-dire toujours positive ou toujours négative) peu ondulée.

Le redresseur est composé de diodes et le filtre est formé d'un condensateur. L'étude du redresseur est indissociable de celle du filtre car c'est la charge capacitive qui impose les instants de mise en conduction et de blocage des diodes. [1]

I.5.1 types de redresseurs :

Redresseur monophasé

- Simple alternance une seule diode D

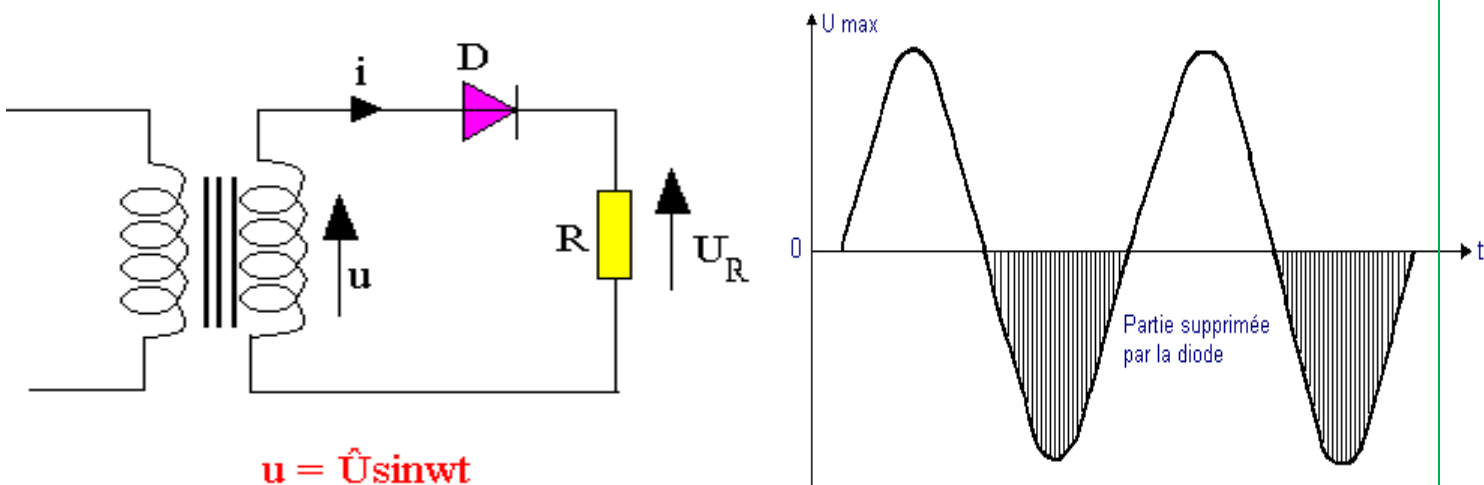


Figure I.8 : Redressement simple alternance [12].

➤ Double alternance

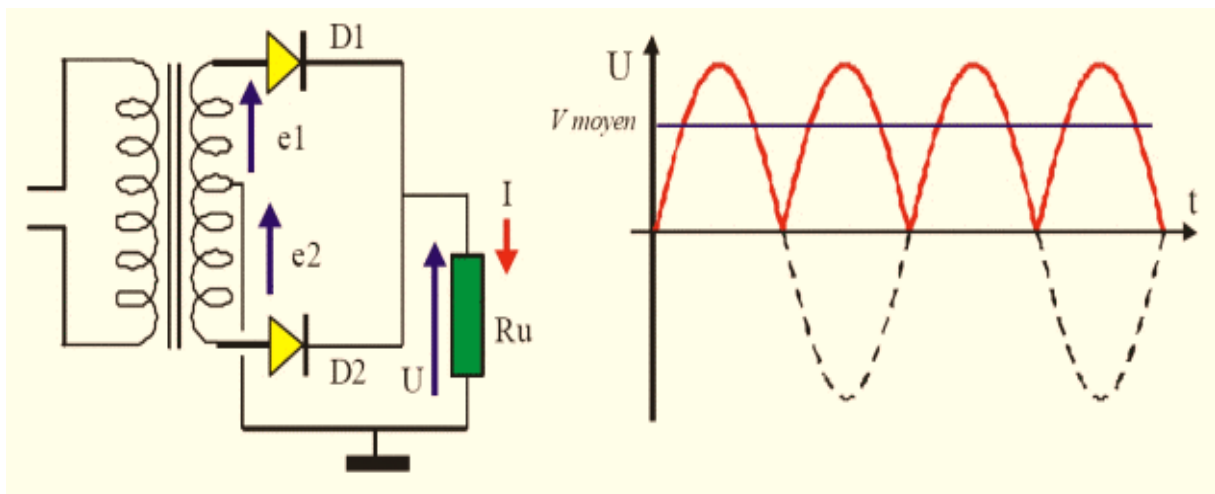


Figure I.9 : Redressement double alternance avec un point milieu [12].

Remarque : En régime permanent, la tension de sortie est continue et égale à l'amplitude de la tension d'entrée.

➤ Redresseur en pont de Graetz

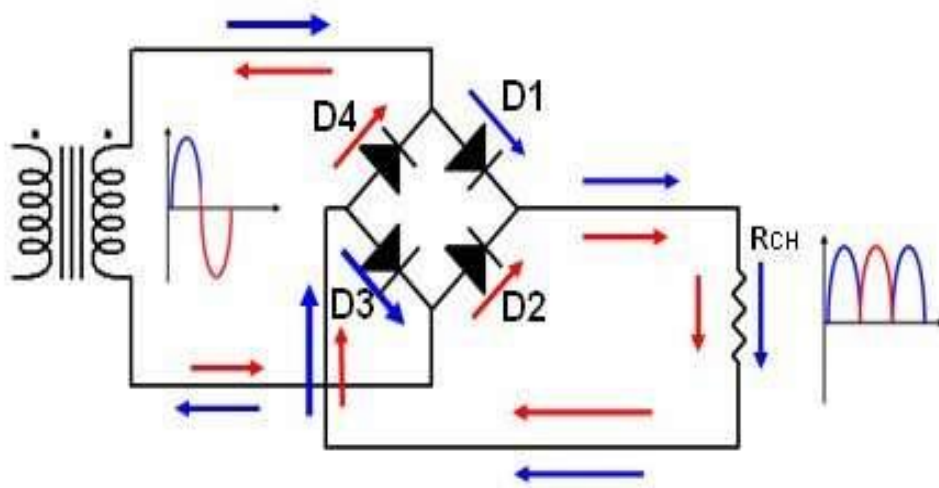


Figure I.10 : Redresseur en pont de Graetz [12].

Remarque :

Le pont de Graetz est un redresseur biphasé qui peut être alimenté par le réseau monophasé, de ce fait un véritable montage monophasé est un redresseur simple alternance.

I.5.2 Redressement :

Le redressement permet de transformer une tension alternative en une tension toujours positive ou nulle par rapport à une valeur de référence.

Deux possibilités de redressement existent :

- ✓ **Le redressement simple alternance** : la diode ne se bloque que pendant l'alternance négative de la tension de générateur, le courant ne peut circuler que pendant l'alternance positive de **U**.
- ✓ **le redressement double alternance** : la tension du générateur **U** et c'est deux fois mieux, le courant reste en permanence positif ou nul $I \geq 0$, donc il ne peut pas être négative il circule dans un seul sens (il est redressé).

Pont de Graetz : Cette fonction utilise un pont de Graetz composé de 4 diodes, réalisant le redressement double alternance. Ces diodes, sont utilisées comme interrupteurs.

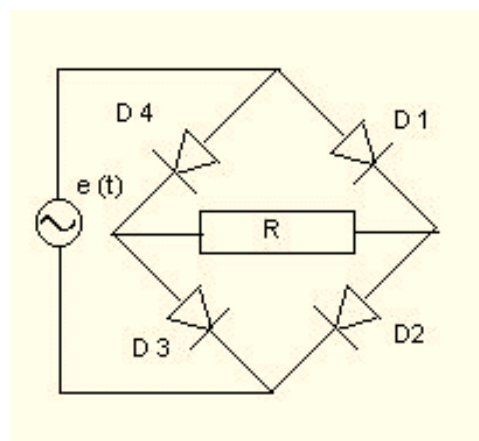


Figure I.11 : Pont de Graetz [4].

Seules les diodes pour lesquelles la tension d'anode dépasse la tension de seuil sont conductrices (D1, D3). (D2,D4) sont bloquées. Le courant dans la charge est unidirectionnel.

Il faut faire suivre ce pont d'un filtre et d'un régulateur pour obtenir une tension **continue**.

La saturation des fils et des diodes passantes est proportionnelle à l'intensité du courant qui les traverse.

- ✚ **Avantage** : les diodes bloquées sont soumises à une tension inverse égale à V_{max} .
- ✚ **Inconvénient** : la chute de tension dans le pont est égale à deux seuils de diode.

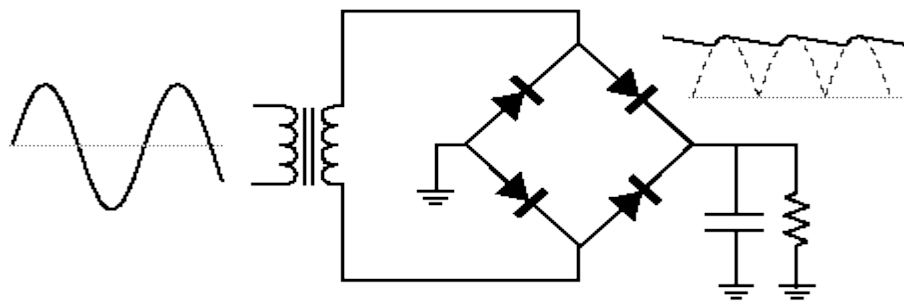


Figure I.12: Principe de Filtrage [4].

Le condensateur se chargera pendant la conduction de la diode et restituera son énergie pendant son blocage.

Le condensateur de filtrage permet de lisser la tension de sortie.

Type	Onde de sortie	Fréquence de sortie	Nombre de diodes	Exemple d'utilisation	Tension moyenne
Simple alternance		Égale à celle de l'entrée	1	Calculatrice Radio	$\frac{V_{max}}{\pi}$
A point milieu		Double de l'entrée	2	Redressement de petite tension	$\frac{2V_{max}}{\pi}$
En pont		Double de l'entrée	4	Bloc d'alimentation	$\frac{2V_{max}}{\pi}$

Tableau I.1 : Caractéristiques des circuits de redressements [8].

I.6 Filtrage :

Afin de stabiliser la tension de sortie d'une alimentation, on doit mettre en place un dispositif de filtrage qui nous permet de rendre l'allure de la tension mono ou double alternance issue du redressement (transformateur), en une tension positive continue.

Elle s'effectue à l'aide des condensateurs de filtrage.

Le condensateur transforme une tension redressée en une tension aussi constante que possible.

La tension aux bornes de sortie de cette fonction ne doit pas être inférieure à une valeur spécifique.

Les condensateurs de filtrage placés en sortie des convertisseurs sont soumis à des contraintes importantes, car ils doivent conduire à des faibles ondulations de la tension alors que les variations du courant sont importantes. Ce sont des condensateurs à électrolyte solide.

Capacité élevée (centaine de microfarad) leur résistance série est la plus petite possible car c'est la principale cause d'ondulation de la tension de sortie. Donc on utilise des modèles à faible résistance série. [8]

Facteur de filtrage
$$S = \frac{u_{ond\ entrée}}{u_{ond\ sortie}}$$

Type de filtre	Composants	Utilisation
Capacitif	1 condensateur	Très employé par les alimentations à courant continu de faible et moyenne puissances.
Inductif	1 bobine	Surtout employé pour les alimentations fournissant de forts courants.
LC	1 bobine 1 condensateur	Circuit où il y a variation de la résistance de charge.
CLC	1 bobine 2 condensateurs	Système à faible courant qui nécessite une bonne régulation.

Tableau I.2 : Caractéristiques des circuits de filtrage.[8]

La figure suivante présente les diverses étapes de la transformation d'une onde alternative en une tension continue.

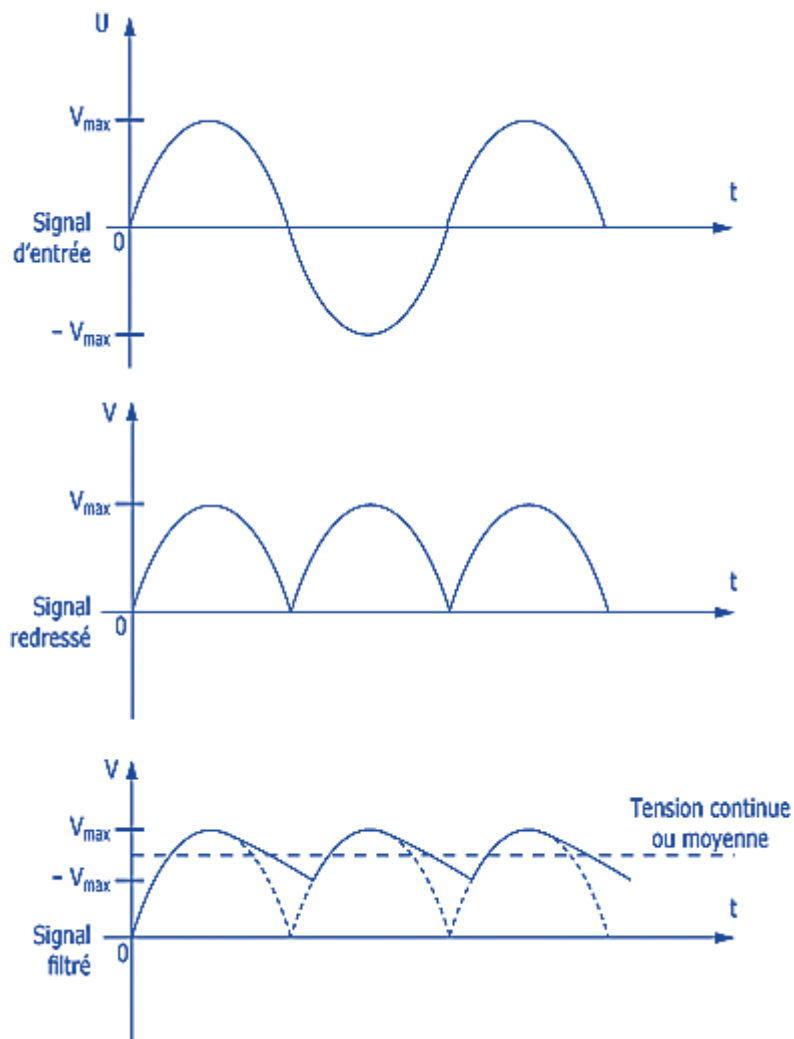


Figure I.13 : Les étapes de la transformation d'une onde alternative [12].

I.7 Stabilisation :

On peut réaliser une alimentation continue avec les éléments étudiés : transformateur, redresseur et filtre, mais pour améliorer les choses on ajoute en général un stabilisateur ou un régulateur.

a. Définition :

Un régulateur est un system bouclé qui asservit la tension de sortie à une référence très stable.

b. Le but :

C'est de maintenir constante la tension aux bornes d'une charge.

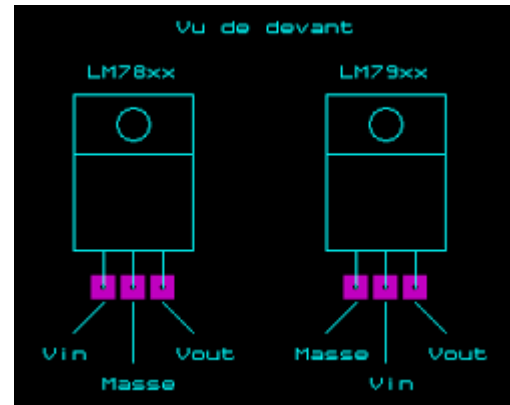
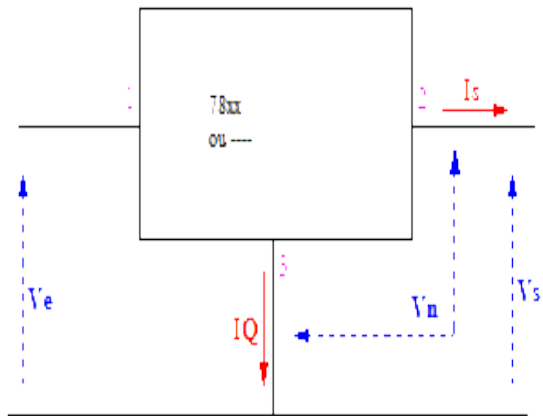


Figure I.14 : Schéma du régulateur **Figure I.15 :** LM78xx et LM79xx[3].

➤ Décomposons le nom de ces régulateurs :

78=> régulateur positif.

79=> régulateur négative.

xx=> tension de sortie fixe.

c. Constituants :

Le régulateur linéaire comporte :

1. Circuit de régulation.
2. Élément de référence (diode Zener).
3. Circuit d'erreurs rebouclé sur la régulation.

c.1 Diode Zener :

Lorsque le courant demandé est peu élevé, on stabilise une tension continue en faisant appel à une diode Zener, éventuellement associé à un transistor. La diode Zener est le composant principal du régulateur de tension, un circuit qui maintient la tension de charge constante malgré les grandes variations de tension de secteur et de la résistance de charge.

c.2 Caractéristique :

Une diode Zener est une diode à semi-conducteur conçue pour un fonctionnement en polarisation inverse. Elle à la caractéristique de fonctionner dans la région de claquage, à la différence des autres diodes. Elle fonctionne mieux dans cette région, elle est appelée aussi diode de claquage. [2]

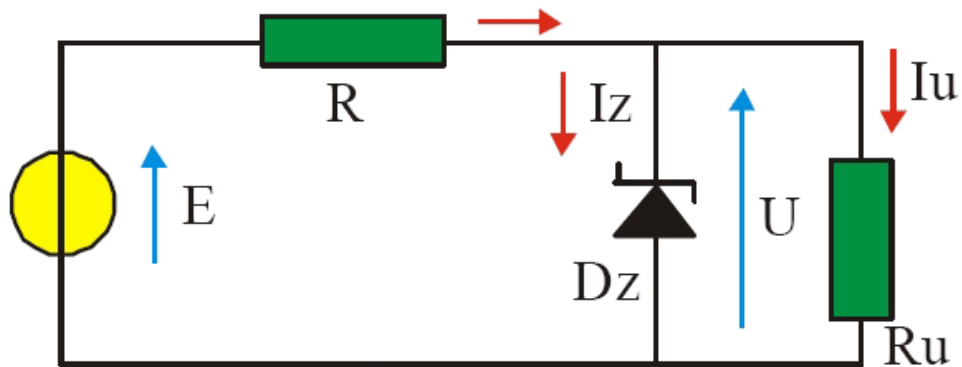


Figure I.15 : Circuit de stabilisation a une diode Zener [3].

I.8 Protection et surveillance des alimentations :

L'alimentation est généralement équipée d'un certain nombre de dispositifs de protection, qui peuvent éviter ou limiter les conséquences des pannes de fonctionnement.

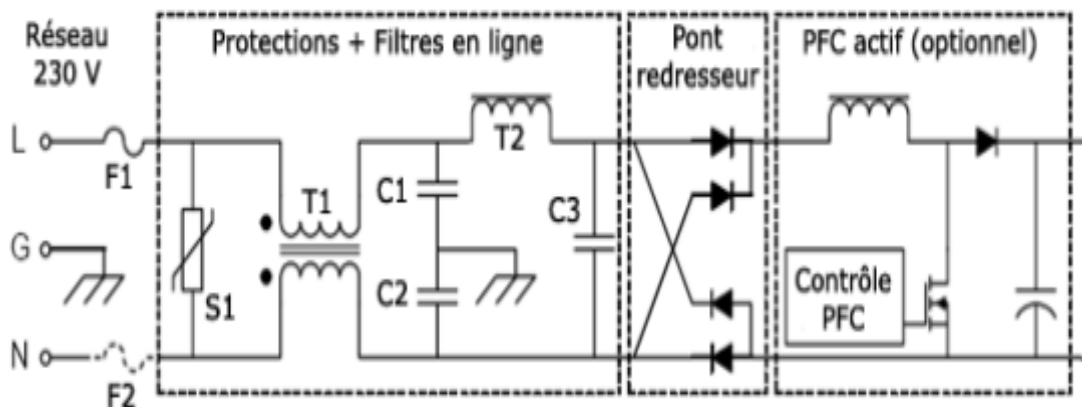


Figure I.16 : Composants de protections Fusible, Varistor et filtre antiparasite[3].

L c'est la phase et **N** le neutre de Fusible.

S1 c'est le Varistor.

T1 et T2 sont des filtres Antiparasite.

Le premier élément de sécurité indispensable est un fusible F1 qui protégera le réseau d'une défaillance de l'alimentation, et pas l'inverse ! Il sautera au cas où un court-circuit venait à se produire, au découpage notamment. Dans ce cas, le courant appelé devient extrêmement élevé et le fusible fond pour ne pas surcharger le réseau.

On continue dans la sécurité avec un Varistor, noté S1, qui protège l'alimentation des surtensions brutales qu'il peut y avoir si jamais la foudre venait à s'abattre pas loin. En temps normal, cet élément a une très grande résistance électrique, le courant de fuite qui le traverse est donc négligeable et rien ne se passe. Par contre, lorsque la tension augmente brutalement au-delà d'un certain seuil, sa résistance chute d'un seul coup et il court-circuite alors directement l'entrée. Comme il est capable d'absorber une très grosse énergie durant la fraction de seconde que dure le phénomène, il évite que la haute tension n'endommage ce qui se trouve derrière lui. Ça ne remplace pas un vrai système parasurtenseur, mais c'est une sécurité supplémentaire qui peut s'avérer bien utile.

On trouve juste derrière lui plusieurs filtres pour empêcher les parasites hautes fréquences générés par l'étage de découpage (ou d'un PFC actif) de remonter vers le réseau pour le polluer. Sur le schéma, on a 2 filtres T1 et T2 avec les condensateurs associés C1, C2 et C3, mais il peut y en avoir 3 pour encore plus d'efficacité. Le filtre T1 s'occupe des interférences dites en mode commun et T2 s'occupe de celles en mode différentiel. On ne s'étalera pas sur les différences qui sont liées au sens du parcours du courant dans certains fils et aux interactions interlignes. Le but est de bloquer les hautes fréquences grâce à des condensateurs et des ferrites d'antiparasitage qui font office de barrière. Ils produisent très peu de pertes pour le rendement final.[1,5]

I.9 Le transistor :

Le premier transistor a été créé par Shockley en 1951, ce dispositif extraordinaire emballa les esprits et chacun prédit de multiples applications à ce nouveau dispositif.

L'impact du transistor sur l'électronique fut énorme, il a permis la création de toutes sortes de dispositifs tels les circuits intégrés, le microprocesseurs, presque tous les appareils électroniques conçus actuellement comportent ce dispositif.

Le transistor est un composant semi-conducteur avec trois électrodes actives, il est utilisé comme interpréteur électronique commandé à l'ouverture et à la fermeture. [8,5]

I.9.1 Transistor bipolaire à jonction(BJT) :

Le transistor BJT (Bipolaire jonction transistor) est un interrupteur électronique doté de trois régions à semi-conducteurs séparées par deux jonctions PN, ces trois régions sont appelées : Emetteur, Base et Collecteur.

La jonction PN reliant la région de la base à celle de l'émetteur est appelée : Jonction Base-Emetteur.

La jonction PN reliant la région de la base à celle de collecteur est appelée : Jonction Base-collecteur.

❖ **Symbole de transistor bipolaire :**

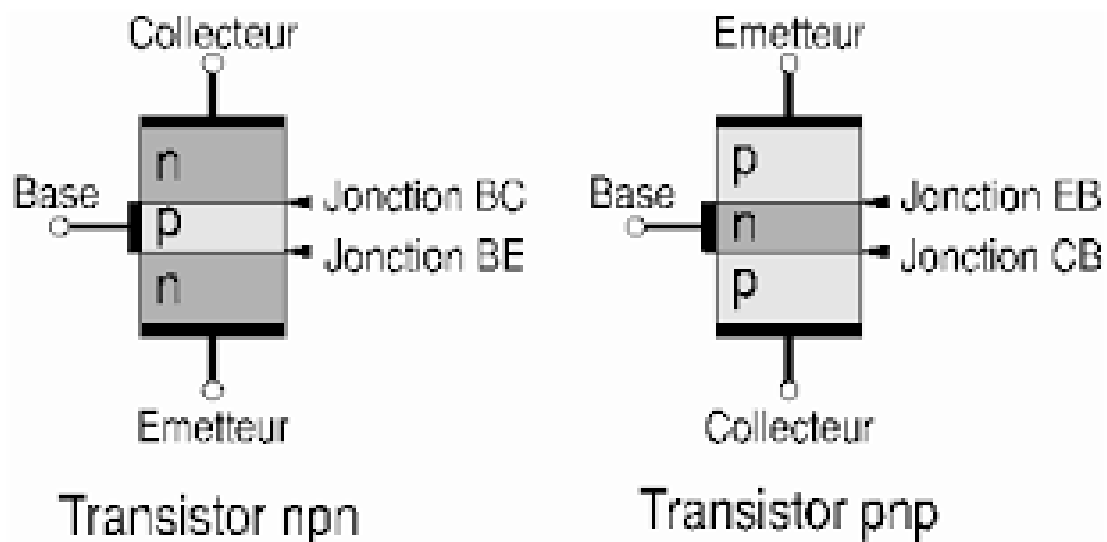


Figure I.17 : Structure des transistors PNP et NPN [8].

❖ **Principe :** L'émetteur a pour fonction d'émettre des électrons dans la base, la base est très étroite, elle conduit les électrons injectés par

l'émetteur dans le collecteur, ce dernier est le plus large des trois régions, il recueille ou collecte les électrons provenant de la base, il dissipe plus de chaleur que l'émetteur et la base.

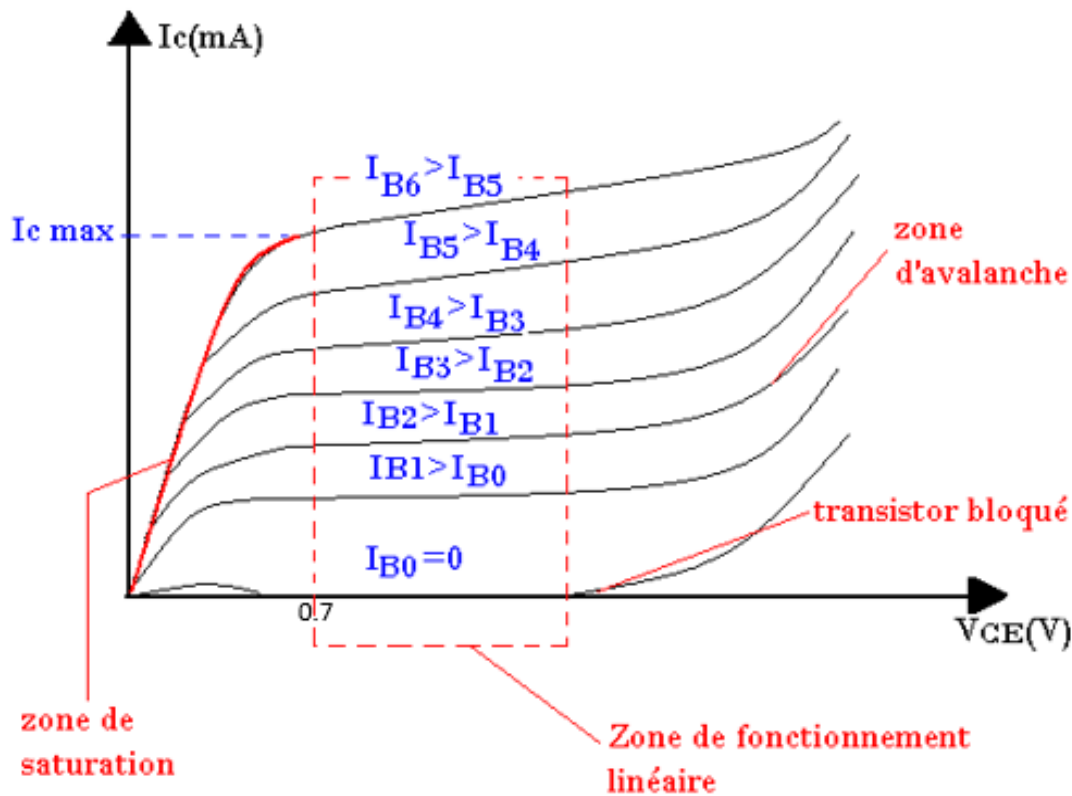


Figure I.18: Caractéristiques d'un transistor bipolaire [8].

- **Zone de blocage** : quand $I_B=0, V_{be}=0$, le transistor est en région de blocage.
- **Zone de saturation** : $V_{be}>0.7$, les jonctions base-émetteur et base-collecteur sont en polarisation directe. le courant de base traverse la jonction base-émetteur et par conséquent, $I_c=0$.

Lorsque les deux jonctions sont sous polarisation directe, le transistor passe dans sa région de saturation.

- **Zone linéaire (active)** : lorsqu'on augmente V_{cc} , V_{ce} augmente aussi graduellement à cause de l'augmentation du courant au collecteur. I_c augmente aussi à cause de la jonction base-collecteur sous polarisation directe. Lorsque V_{ce} excède, la jonction base-collecteur on passe en

polarisation inverse et le transistor passe dans sa région opérationnelle linéaire.

- **Zone d'avalanche (claquage) :** lorsque V_{ce} atteint une valeur suffisamment élevée, la jonction base-collecteur sous polarisation inverse passe à l'état de claquage et le courant au collecteur augmente rapidement.

Remarque : un transistor ne doit jamais être utilisé dans sa région d'avalanche. [8]

I.9.2 Le transistor MOSFET :

Le transistor MOSFET (Métal-Oxyde Semi-Conducteur Field Effect Transistor) ou transistor à effet de champ à semi-conducteur métal-oxyde, diffère du BJT puisqu'il ne possède pas de jonction PN.

Le MOSFET module le courant qui le traverse à l'aide d'un signal appliqué sur son électrode grille.

- Les types de MOSFET :

1. **les MOSFET à enrichissement :** Ils sont les plus utilisés du fait de leur non conduction en l'absence de polarisation, de leur forte capacité d'intégration ainsi que pour leur fabrication plus aisée.
2. **les MOSFET à appauvrissement :** Ceux-ci se caractérisent par un canal conducteur en l'absence de polarisation de grille.

- Symboles de transistors MOSFET :

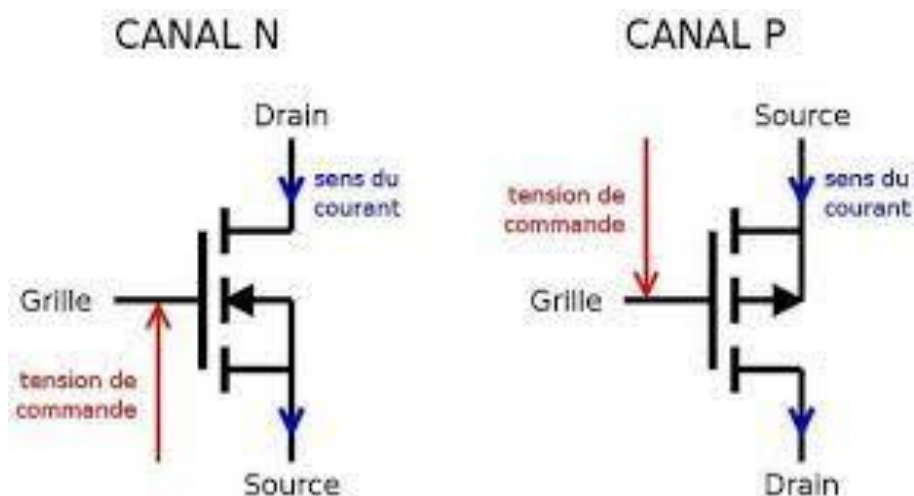


Figure I.19 : Structure de base de transistor MOSFET [12].

Comparaison au transistor bipolaire :

Fonctionnement lié au déplacement d'un seul type de porteur (les porteurs majoritaire électrons ou trous),

composant unipolaire. Simple à fabriquer, surface réduite (plus haut niveau d'intégration). Très forte impédance d'entrée ($M\Omega$).

Facteur de bruit inférieur au transistor bipolaire. Facteur de mérite (produit $G \times BP$) inférieur au transistor bipolaire.

I.10 Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons donné des aperçus sur le fonctionnement des alimentations linéaires et ainsi de connaître le principe et les étapes de fonctionnement d'une alimentation.

Les avantages :

1. Une tension de sortie parfaitement continue.
2. Une régulation dynamique rapide.

Les inconvénients :

1. La taille et le poids du transformateur.
2. Le mauvais rendement dû à la puissance dissipée dans le régulateur.

Dans le chapitre suivant on va étudier les alimentations à découpage qui sont légères, peu encombrantes et possèdent un excellent rendement, c'est pour ça qu'elles sont très utilisées.

Chapitre II :

Alimentation

à découpage

II.1 Introduction :

Les alimentations à découpage sont des convertisseurs continu-continu (DC-DC) qui permettent de fournir une tension continue variable, à partir d'une source à tension continue constante, Elles fonctionnent selon un principe totalement différents, elles sont basées sur les éléments suivants :

- Un contacteur statique commandé à fréquence fixe mais à rapport cyclique variable. La gamme de fréquence allant de quelque dizaine de KHZ à plusieurs centaines de KHZ.
- Une inductance permettant l'accumulation d'énergie durant une partie du cycle et sa restitution durant l'autre partie.
- Un condensateur de filtrage stocke l'énergie pour l'étage de coupage.
- Transistor de découpage (technologie MOS) monté sur radiateur.
- Optocoupleur assurant l'isolation des parties hautes et basses tension.

Les alimentations à découpage sont très employées dans les appareils électroniques (PC, TV, appareils de mesure,...) et dans les centres de télécommunication.[3,4]

II.2 Définition :

Une alimentation à découpage est une alimentation électrique dont la régulation est assurée par un composant électronique utilisé en commutation (transistor). C'est un convertisseur continu/continu, qui permet de fournir une tension continue variable, elle est très utilisée dans l'électronique.

II.3 But du découpage :

Une alimentation à découpage transforme le **230 V** alternatif en **345-400 V** continue, puis hache cette tension à haute fréquence pour en faire un train de fines impulsions (durée de 0.00001 seconde), dont la moyenne lissée et filtrée donnera les tensions nécessaires en sortie.

II.4 Caractéristiques de cette alimentation :

- Une légère ondulation de la tension de sortie.
- Un très haut rendement.

- Un faible encombrement.
- Une boucle d'avertissement relativement complexe.
- Une réponse plus lente aux perturbations.
- Une régulation relativement importante de perturbation électromagnétique.

II.5 Principe de fonctionnement :

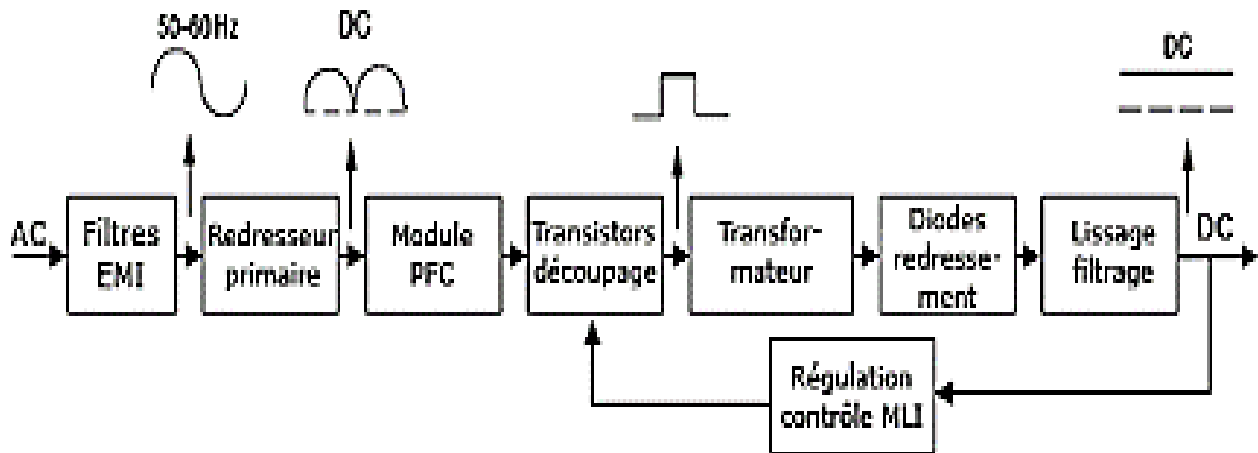


Figure II.1 : Principe de fonctionnement d'une alimentation à découpage [4].

- La tension continue obtenue (par redressement et filtrage) est découpée par un ou des interrupteurs fonctionnant en commutation. Ce découpage s'opère à haute fréquence (supérieure à 20 kHz, c.-à-d. au-delà des fréquences audibles).
- L'isolement galvanique est obtenu par un transformateur haute fréquence.
- La tension continue désirée est générée par redressement et filtrage de la tension découpée.
- La régulation s'effectue par action sur le temps de conduction des interrupteurs statiques (transistor de commutation) et ces derniers étant au primaire, il est nécessaire que la chaîne de retour soit isolée galvaniquement.[1,5]

II.6 Types d'alimentations à découpage :

Il existe deux groupes essentiels des alimentations à découpage :

1- Alimentations à découpage non isolé galvaniquement : Le principe de fonctionnement de ces alimentations est lié au comportement de l'inductance. On trouve dans ce type :

- Alimentations fonctionnant en abaisseur ou Hacheur Série, Buck.
- Alimentations fonctionnant en élévateur ou Hacheur Parallèle, Boost.
- Alimentations fonctionnant en inverseur ou Hacheur à stockage inductif, Buck-Boost .

2- Alimentations à découpage isolé galvaniquement : Pour ce groupe d'alimentations on trouve :

- Alimentations Flyback.
- Alimentations Forward.
- Alimentations Puch-pull.

II.6.1 Alimentations à découpage non isolé galvaniquement

a. Alimentation découpage Buck (Un convertisseur Buck) :

i. Définition :

Ou hacheur série, est une alimentation à découpage qui convertit une tension continue en une autre tension continue de plus faible valeur.

ii. Principe de fonctionnement :

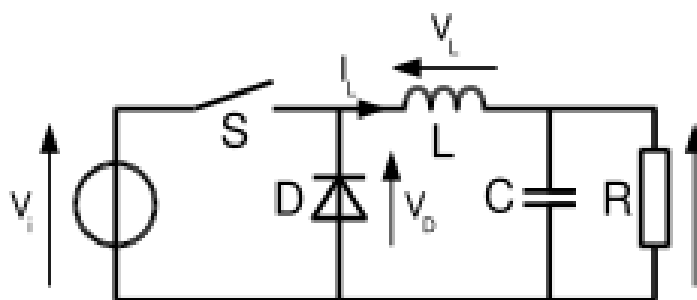


Figure II.2 : Montage d'un montage BUCK [5].

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

- Dans l'état passant, l'interrupteur S (voir la figure) est fermé, la tension aux bornes de l'inductance vaut $V_1 = V_i - V_0$. le courant traversant l'inductance augmente linéairement. La tension aux bornes de la diode étant négative, aucun courant ne la traverse.
 - Dans l'état bloqué, l'interrupteur est ouvert. La diode devient passante afin d'assurer la continuité du courant dans l'inductance. La tension aux bornes de l'inductance vaut $V_1 = V_0$. le courant traversant l'inductance décroît.
- ✓ Lorsque ce convertisseur fonctionne en mode conduction continue, on a les formes d'onde de courant et de tension suivants :

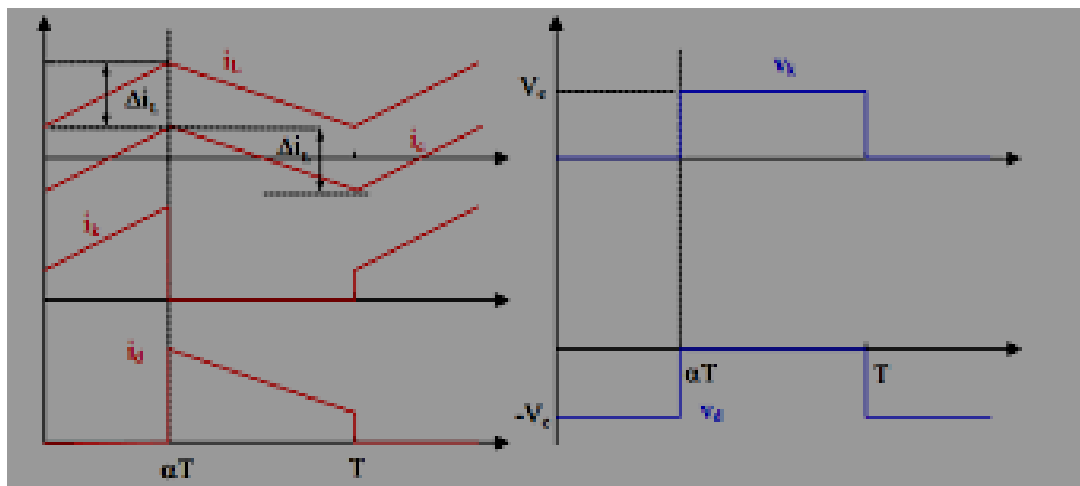


Figure II-3 : Formes d'ondes (courants à gauche, tension à droite) [5].

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

$$V_s = \alpha * V_e$$

α est compris entre 0 et 1. La tension de sortie est toujours inférieure à la tension d'entrée. Le convertisseur abaisseur en tension.

Et en courant :

$$I_{kmax} = I_{dmax} = I_{lmax} = I_s + \frac{\Delta I I}{2}$$

Ce type de convertisseur est utilisé pour des applications que l'on peut classer en deux catégories :

- Les applications visant à obtenir une tension continue fixe (régulée) à partir d'un générateur de tension supérieure :
 - Convertisseur des 12-24 V fournis par une batterie d'ordinateur portables vers les quelques Volts nécessaires au processeur.
 - Convertisseur de la tension du secteur redressée en continue fixe.
- Les applications permettant d'obtenir une tension réglable mais toujours inférieure à celle présentée en entrée.

Pour ces deux applications, on souhaite également que l'impédance interne du système ainsi créée soit faible, du même ordre de grandeurs que celle du générateur qui alimente le dispositif, ce qui interdit l'usage d'un diviseur de tension dissipant sous forme de chaleur l'excès de tension et possédant un faible rendement ce qui est réhhibitoire pour les applications d'électronique de puissance.

Un convertisseur Buck bien conçu possède un fort rendement (jusqu'à 95%) et offre la possibilité de réguler la tension de sortie.[2,5,7]

b. Alimentation découpage boost (Un convertisseur boost):

i- Définition :

Ou hacheur parallèle, est une alimentation à découpage qui convertit une tension continue à une autre tension continue de plus forte valeur.

ii-Principe de fonctionnement :

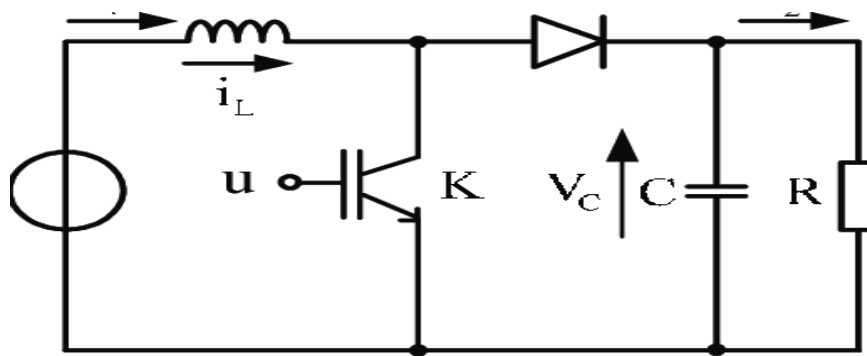


Figure II.4 : Montage d'un montage Boost [5].

Le fonctionnement d'un convertisseur Boost peut être divisé en deux phases distinctes selon l'état de l'interrupteur **K** :

- Une phase d'accumulation d'énergie : lorsque l'interrupteur **K** est fermé (état passant), cela entraîne l'augmentation du courant dans l'inductance donc le stockage d'une quantité d'énergie sous forme d'énergie magnétique. La diode **D** est alors bloquée et la charge est alors déconnectée de l'alimentation.
- Lorsque l'interrupteur est ouvert, l'inductance se trouve alors en série avec le générateur, le courant traversant l'inductance traverse ensuite la diode **D**, le condensateur **C** et la charge **R**. il en résulte un transfert de l'énergie accumulée dans l'inductance vers la capacité.

En mode de conduction continue, on a les formes d'ondes de courant et de tension de la figure II.5 :

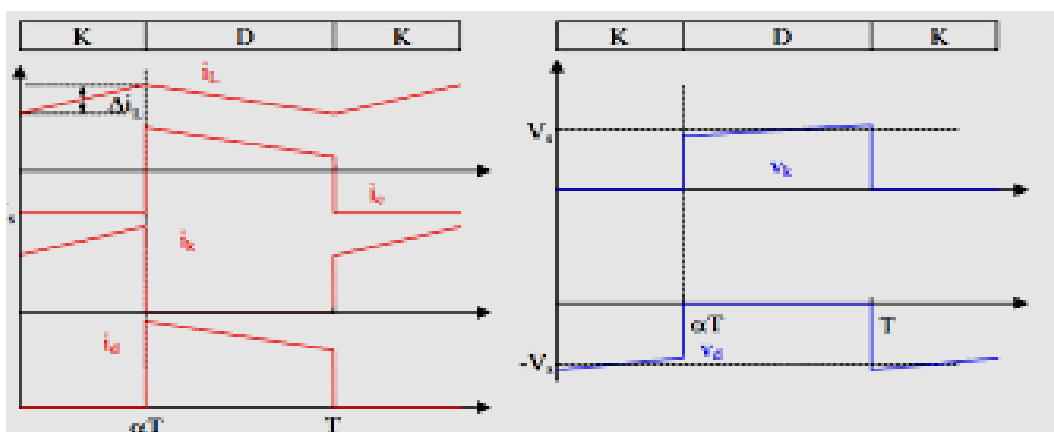


Figure II.5 : Formes d'ondes (courants à gauche, tension à droite) [5].

La tension de sortie en valeur moyenne :

$$V_s = \frac{1}{1-\alpha} * V_e$$

α est compris entre 0 et 1, la tension en sortie est supérieur à la tension d'entrée, le montage est élévateur en tension.

Le courant moyen dans l'inductance : $I_L = \frac{I_s}{1-\alpha}$

On utilise un convertisseur boost lorsqu'on désire augmenter la tension disponible d'une source continue.

Les systèmes alimentés par batterie d'accumulateurs utilisent souvent plusieurs accumulateurs en série afin de disposer d'un niveau de tension suffisamment élevé. La place disponible étant souvent limitée, il n'est pas toujours possible de disposer d'un nombre suffisant d'éléments. Un convertisseur boost permet d'augmenter la tension fournie par les batteries et ainsi diminuer le nombre d'éléments nécessaire pour atteindre le niveau de tension désiré. Les systèmes d'éclairage-sont exemples typiques d'utilisations des convertisseurs boost.[1,2,5,7]

- Les convertisseurs boost sont utilisés dans des applications de faible puissance comme les systèmes d'éclairage portatifs. Une diode électroluminescente blanche nécessite une tension de 2.7 à 3.6 V environ pour fonctionner, un convertisseur boost permet d'augmenter la tension fournie par une pile de 1.5 V afin de réaliser une lampe torche faible consommation.

c. Alimentation découpage Buck-boost:

i- Définition :

Un convertisseur Buck-Boost est une alimentation à découpage qui convertit une tension continue en une autre tension de plus grande valeur mais de polarité inverse. Un inconvénient de ce convertisseur est que son interrupteur ne possède pas de borne reliée au zéro, compliquant ainsi sa commande.

ii- Principe de fonctionnement :

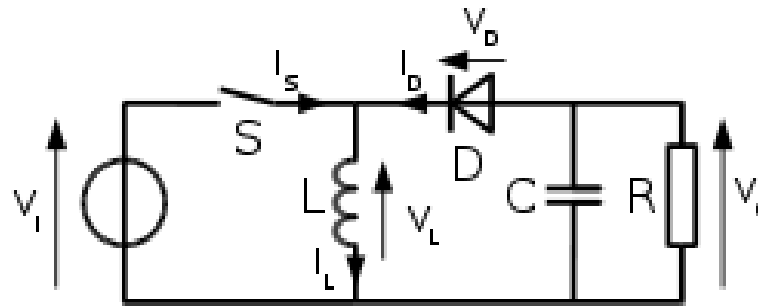


Figure II.6 : Schéma de base d'un convertisseur Buck-Boost [5].

Le fonctionnement d'un convertisseur Buck-Boost peut être divisé en deux configurations suivant l'état de l'interrupteur (figure II.5):

- Dans l'état passant, l'interrupteur S est fermé, conduisant ainsi à une augmentation de l'énergie stockée dans l'inductance.
- Dans l'état bloqué, l'interrupteur S est ouvert. L'inductance est reliée à la charge et à la capacité. Il en résulte un transfert de l'énergie accumulée dans l'inductance vers la capacité et la charge.

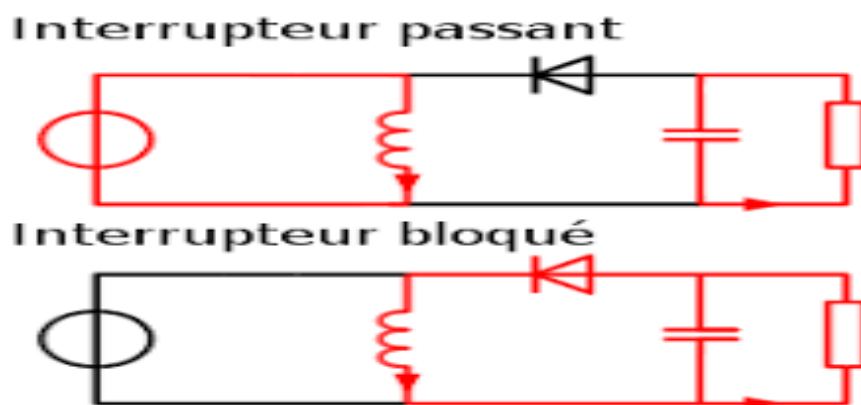


Figure II.7 : Les deux configurations d'un convertisseur Buck-Boost suivant l'état de l'interrupteur S [8] .

- **Comparé aux convertisseurs Buck et Boost :** les principales différences sont :
- La tension de sortie est de polarité inverse de celle d'entrée.
 - La tension de sortie peut varier de 0 à $-\infty$ (pour un convertisseur idéal).

En conduction continue, les formes d'ondes de courant et de ce convertisseur sont présentées dans la **figure II-8**:

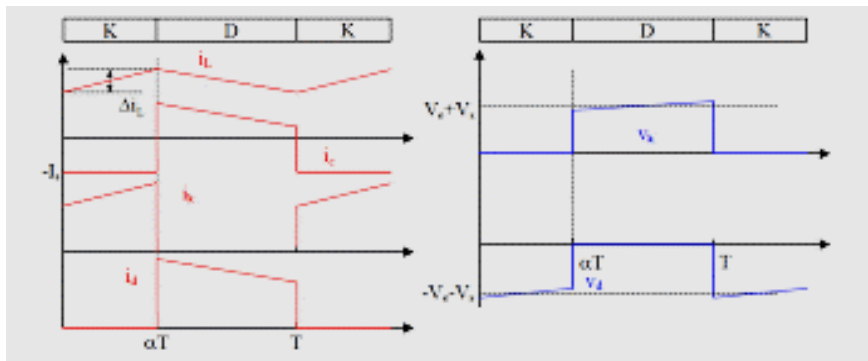


Figure II-8: Formes d'ondes(courants à gauche, tension à droite) [5].

La tension de sortie moyenne :

$$V_s = \frac{\alpha}{1-\alpha} * V_e$$

Le courant moyen traversant l'inductance a pour valeur :

$$I_L = \frac{I_s}{1-\alpha}$$

Et en courant :

$$I_{Kmax} = I_{dmax} = I_{lmax} = \frac{I_s}{1-\alpha} + \frac{\Delta I_L}{2} \quad [1,2,5,7]$$

II.6.2 Alimentations à découpage isolé galvaniquement :

Principe :

Ces convertisseurs AC-DC sont alimentés par une source de tension alternative qui est le secteur (en générale monophasé) son fonctionnement utilise au départ une tension continue (dans le cas d'une source alternative, la tension est juste redressée par un pont de diode de graetz et lissée par un condensateur électrolytique de puissance). Le rendement de ce type d'alimentation est proche des 80%.

1) Asymétrique :

a. Alimentation Flyback :

Le montage Flyback est basé sur celui du hacheur à stockage inductif, il est utilisé pour des puissances allant jusqu'à 100W et à fréquence qui peut atteindre 150KHz.

Pour transformer un tel hacheur en alimentation à découpage, il est nécessaire d'insérer une isolation galvanique entre l'interrupteur et le filtre de sortie. Nous allons remplacer l'inductance par deux inductances couplées, bobinées sur le même noyau, on obtient alors le schéma ci-dessous.

La magnétisation de l'inductance est réalisée par l'enroulement 1, alors que la démagnétisation est réalisée par l'enroulement 2.

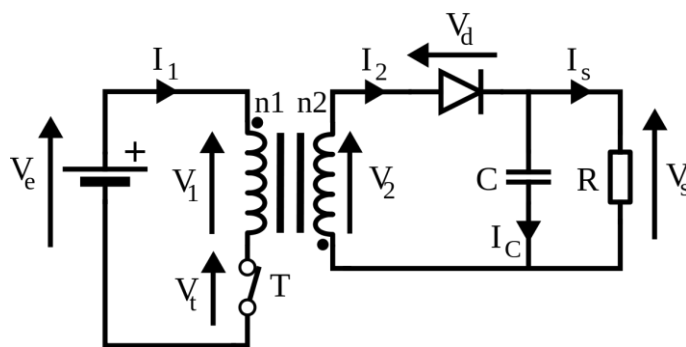


Figure II.9 : Schéma d'alimentation Flyback [2].

➤ Etude des formes d'ondes :

On supposera que la constante de temps RC du filtre de sortie est très grande devant la période de fonctionnement T de l'alimentation, nous assimilerons donc tension de sortie à une constante.

- R la réluctance du circuit magnétique du transformateur.
- \emptyset le flux dans le circuit magnétique.
- n_1 le nombre de spires du transformateur au primaire.
- n_2 le nombre de spires du transformateur au secondaire.
- α le rapport cyclique.

Si $t \in [0 \alpha T]$ (interrupteur fermé)

- L'interrupteur est passant d'où $V_t=0 \Rightarrow V_1=V_e \Rightarrow V_2=(-n_2/n_1) V_e$
attention à la position des bornes homologues sur l'inductance couplé $V_1=+n_1 \cdot d\phi/dt$
- La tension V_s est nécessairement positive, or $V_d=V_2-V_s < 0$, donc D est bloquée. On stocke alors de l'énergie dans le circuit primaire de l'inductance couplée. On note R la réluctance du circuit magnétique.

La continuité du flux dans le circuit magnétique entraîne la continuité des ampères tours au niveau de l'inductance couplé. Le courant magnétisant consécutif à la présence du flux dans l'inductance ne pouvant plus passer par l'enroulement 1 (interrupteur bloqué), il est forcé dans l'enroulement 2, entraînant la mise en conduction de la diode.

Si $[t = \alpha T]$

$$A t = \alpha T^-, i_1 = I_{1\max} = (V_e \cdot \alpha T) / L_1 + I_{1\min}$$

$$D'où \quad n_1 \cdot i_{1\max} = R\phi_{\max}$$

$$A t = \alpha T^+, i_2 = I_{2\max}$$

$$d'où \quad n_2 \cdot i_{2\max} = R\phi_{\max}$$

On en déduit qu'à l'instant :

$$t = \alpha T^+ \Rightarrow n_2 \cdot n_1 = n_1 \cdot i_{1\max}$$

Si $t \in [\alpha T, T]$

- La diode D est passante, la relation d'Hopkinson nous donne alors :

$$N_1 \cdot i_1 + n_2 \cdot i_2 = n_2 \cdot i_2 = R\phi$$

$$D'où \quad V_s = (n_2^2 / R)(di_2/dt) = L_2 \cdot (di_2/dt)$$

Où L_2 représente l'inductance de l'enroulement 2, on en déduit alors :

$$L_2(di_2/dt)=-V_s \Rightarrow i_2=(-V_s.t/L_2)+I_{2max}$$

Il est alors possible par une simple loi des mailles de déduire la tension aux bornes de l'interrupteur :

$$V_t=V_e+V_s(n_1/n_2)$$

Les formes d'ondes sont alors les suivantes :

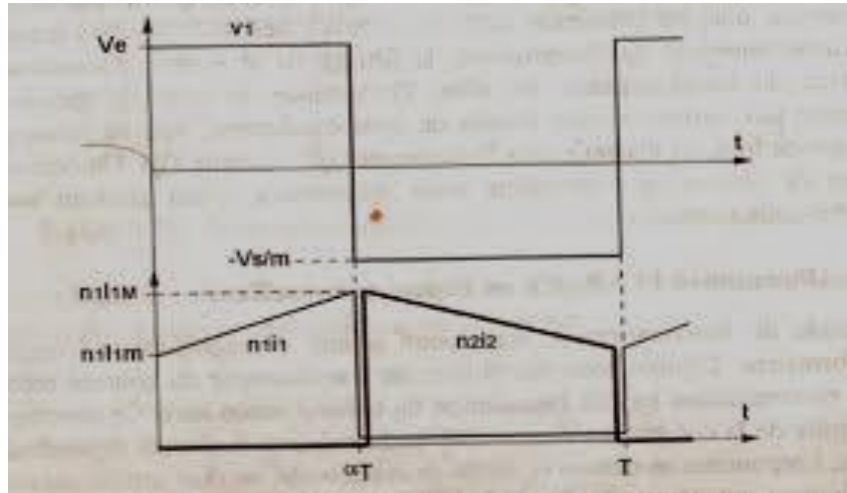


Figure II.10 : Forme d'onde en conduction continue pour un convertisseur Flyback [2].

➤ **Avantages :**

- Architecte économique pour les faibles puissances (<150W)
- Meilleur rendement
- Un seul composant bobiné

➤ **Inconvénients :**

- L'énergie étant stocké dans l'inductance couplée et dans le condensateur de sortie, ceux-ci deviennent encombrants pour les puissances supérieurs à 200W, et l'alimentation Flyback devient alors moins intéressante.
- Risque de surtension lors du fonctionnement à vide. [1,5,7,8]

b. Alimentation Forward :

➤ Principe :

C'est un convertisseur à restitutions d'énergie ou transfert direct, il est utilisé en majorité pour des applications en tensions faibles.

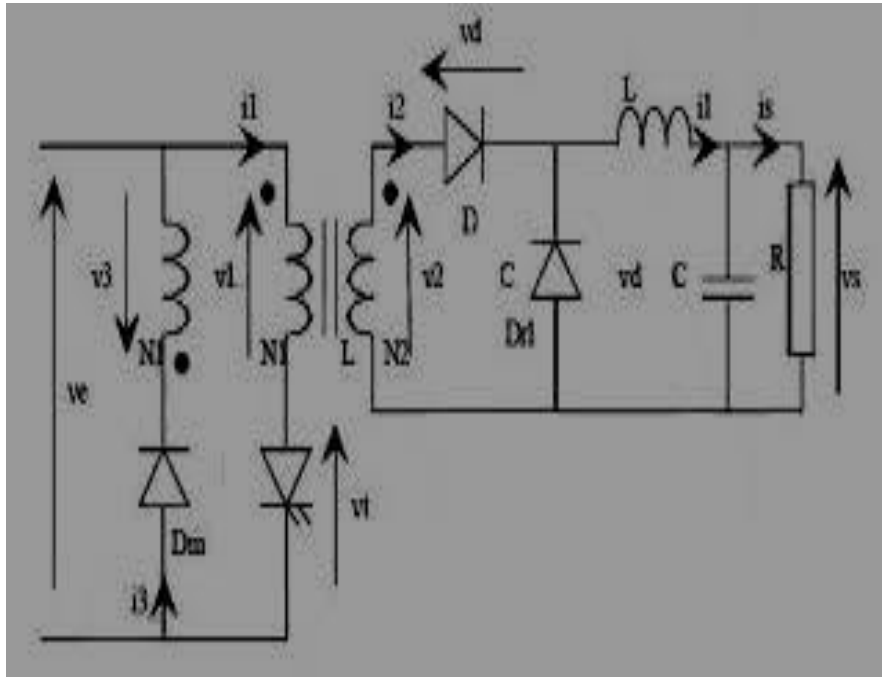


Figure II.11 : Schéma d'une alimentation Forward [2].

Le transformateur est placé en série avec l'interrupteur statique du hacheur, la diode de roue libre étant placée au secondaire du transformateur. Un troisième enroulement (tension V_3) est placé sur le noyau du transformateur. Il permet la démagnétisation du transformateur après la phase de conduction de l'interrupteur T. la diode D permet de forcer la démagnétisation par le troisième enroulement.

Le fonctionnement peut être divisé en deux phases :

- **De $[0 \text{ à } \alpha T]$** l'interrupteur est passant, le primaire est soumis à la tension il s'en suit la magnétisation du transformateur, et un transfert d'énergie de la source vers le filtre et la charge, via le transformateur et la diode D.
- **De $[\alpha T \text{ à } T]$** l'interrupteur est bloqué. Il apparait une phase de roue libre au niveau secondaire (continuité du courant dans l'inductance via la diode de roue libre), et une phase de démagnétisation du

transformateur par continuité du courant magnétisant à travers le troisième enroulement. Il est nécessaire d'attendre la fin de la démagnétisation du transformateur avant d'entrer à nouveau dans une phase de magnétisation et de transfert d'énergie.

➤ **Etude des formes d'ondes :**

On supposera que le filtrage est suffisamment efficace pour que la tension de sortie V_s soit constante. Le courant I_s sera alors lui aussi constant.

Si $t \in [0, \alpha T]$ (interrupteur fermé)

- Détermination de la valeur de V_1 et V_2 :

L'interrupteur est passant d'où : $V_1=0 \Rightarrow V_1=V_e \Rightarrow V_2=(n_2/n_1) V_e$

- Détermination du courant i_1 :

La diode est passante et la diode roue libre bloquée ($V_{DRL} = -V_2$, D_{rl} est nécessairement bloquée...)

On peut écrire pour l'inductance L : $L(di/dt)=V_2 \Rightarrow i_1 = (V_2-V_s).t/L + i_{1min}$, il y'a croissance linéaire du courant dans l'inductance sous la tension V_2-V_s

- Détermination de i_1 :

La relation d'Hopinkson permet d'écrire : $n_1.i_1 - n_2.i_2 + n_3.i_3 = R\Phi$ le courant i_1 est sortant. La maille V_e, V_{dm}, V_3 nous donne $V_{dm} = -V_e - V_3 = -V_e - V_1 = 2V_e < 0$

Donc la diode D_m est bloquée. On obtient alors $n_1.i_1 - n_2.i_2 = R\Phi$,

D'où $i_1 = (R/V_1)\Phi + (n_2/n_1) i_2$ le courant i_1 se décompose en un courant magnétisant i_{10} , et un courant secondaire $(n_2/n_1).i_2$

$i_{10} = (R/n_1)\Phi(t)$ or $V_1 = +n_1(d\Phi/dt)$ d'où $\Phi(t) = (V_e/n_1)t$ (circuit initialement démagnétisé, constante d'intégration nulle). On trouve alors l'expression de i_1 complète :

$$i_1 = (RV_e.t)/(n_1^2) + (n_2/n_1)((V_2-V_s)t/L + i_{1min})$$

Si $t \in [\alpha T, T]$ (interrupteur ouvert). [1,5,7,8]

➤ **Etude de la démagnétisation :**

La continuité du flux dans le circuit magnétique entraîne la continuité des ampères tours magnétisants. L'interrupteur étant bloqué, la topologie du circuit impose une continuité du courant magnétisant à travers D_m , permettant ainsi la récupération de l'énergie stockée dans le circuit magnétique par la source de tension. (La diode D interdit une démagnétisation par le secondaire). Alors $V_3 = -V_e$

Le nombre de spires de l'enroulement de démagnétisation étant le même que celui de l'enroulement 1, la durée de démagnétisation est égale au temps de conduction de l'interrupteur (la démagnétisation prend fin pour $t = (2 \cdot \alpha T)$ le courant i_3 est donc symétrique par rapport à i_1 . On peut alors calculer la valeur de la tension V_t aux bornes de l'interrupteur : $V_t = V_e - V_1 = V_e - V_3 = 2 \cdot V_e$ une fois la démagnétisation finie, la diode D_m est bloquée, les courants i_1 et i_3 sont nuls, d'où : $V_1 = V_3 = 0 \Rightarrow V_t = V_e$

- Etude au secondaire du transformateur :

La continuité du courant dans l'inductance du filtre est assurée par la diode de roue libre, qui devient passante. On peut écrire pour l'inductance L :

$$(L di_1 / dt) = -V_s \Rightarrow i_1 = -(V_s \cdot t) / L + I_{1max}$$

➤ Formes d'ondes :

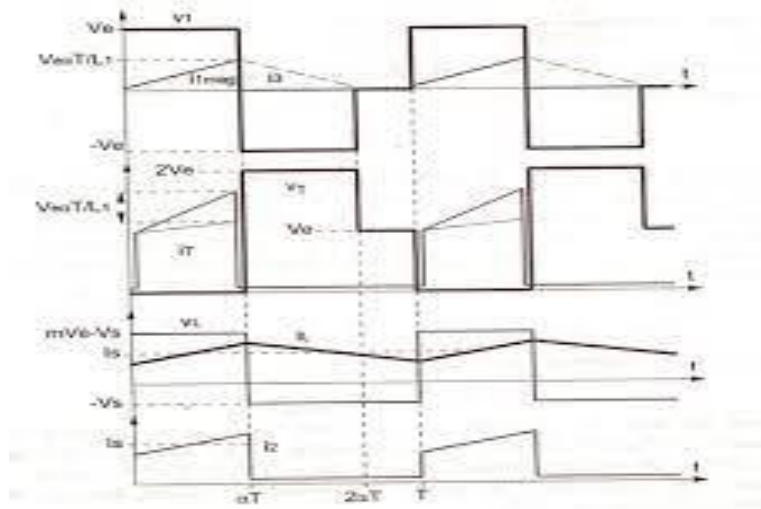


Figure II.12 : Formes d'ondes alimentation Forward [2].

Le calcul de valeur de la tension de sortie en fonction de n_1 , n_2 , α et V_e est rapide si l'on se base sur la tension aux bornes de l'inductance de lissage, dont la valeur moyenne est nulle en régime permanent. On peut alors écrire :

$$\frac{1}{T} \left(\left(\frac{n_1}{n_2} V_e - V_s \right) \alpha T - V_s (1 - \alpha) T \right) = 0 \text{ d'où } V_s = \left(\frac{n_2}{n_1} \right) V_e \cdot \alpha$$

Le principe de démagnétisation par un troisième enroulement n'est pas le seul possible. En faible puissance, on peut trouver des montages où l'énergie stockée dans le circuit magnétique est dissipée, comme cela est réalisé pour les transformateurs d'impulsion :

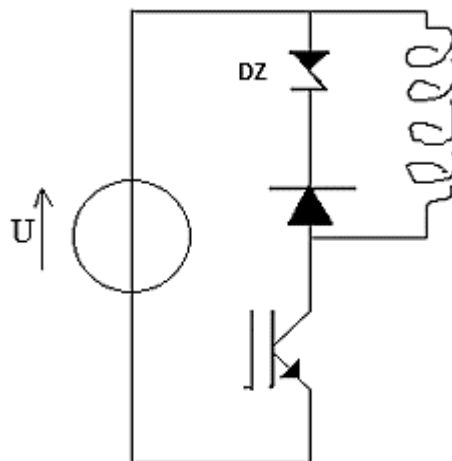


Figure II.13 : Diode Zener (DZ) fixant la tension de démagnétisation [8].

➤ Les avantages et les inconvénients :

Cette architecture s'adapte bien à la sortie basse tension fort courant car le filtrage de sortie est aisé, pour des puissances d'environ 100 à 500 watt. Elle présente néanmoins des inconvénients inhérents à la structure :

- Présence de deux composants magnétiques.
- Nécessité de prévoir un système de démagnétisation de transformateur.
- Mauvaise utilisation de circuit magnétique du transformateur, qui n'est utilisé que dans un quadrant magnétique (de 0 à B_m , le flux ne changeant pas de signe).

2) Symétrique :

Définition :

Dans ce cas le cycle magnétique du transformateur est symétrique par rapport à l'origine dans le plan (B, H). Ce mode de fonctionnement conduit théoriquement à une meilleure utilisation des CM, mais nécessite au moins deux interrupteurs.

L'alimentation à découpage Push-pull est un convertisseur DC-DC isolé non réversible qui permet d'abaisser ou d'élever la tension de sortie. Elle est choisie lorsque la puissance de sortie est de quelques centaines de Watts. La famille de ces alimentations est divisée en trois :

- 1- Push-pull à double primaire avec point milieu.
- 2- Push-pull à demi-pont.
- 3- Push-pull à pont complet.

Principe de fonctionnement :

Cette alimentation est alimentée par un onduleur pour exploiter les deux quadrants du cycle magnétique du transformateur. Elle peut fonctionner en mode continu ou discontinu selon la variation du courant dans l'inductance L à

la sortie du convertisseur. L'étude en valeurs instantanées et en valeurs moyennes des différentes grandeurs d'entrée et de sortie, permet de calculer cette inductance et les inductances des enroulements du transformateur et aussi la capacité du condensateur de sortie. La détermination des valeurs maximales du courant à l'état "on" et de la tension à l'état "off" des interrupteurs de puissance et des diodes, permet de dimensionner ces derniers par un choix convenable. [1,4,5,7,8]

2.1 Alimentation Push-Pull à double primaire avec point milieu :

Considérons un montage à transistors MOSFET (Fig.II.14) :

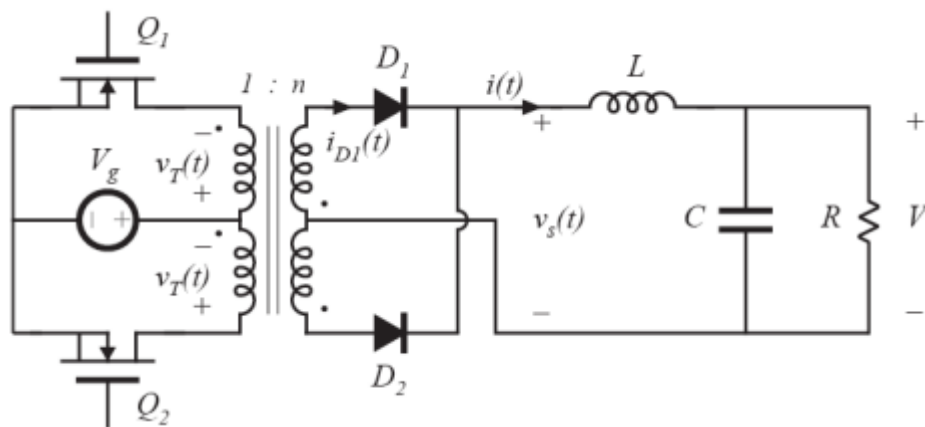


Figure II.14 : Principe de l'alimentation Push-Pull à double primaire avec point milieu [13].

2.2 Alimentation Push-Pull à demi-pont :

Selon le schéma de principe donné ci-dessous (Fig.II.15), il est à noter que :

- Les condensateurs C_1 et C_2 sont identiques et de capacité suffisamment importante pour considérer que la tension à leurs bornes est constante, égale à $V_E/2$.
- Le demi-pont fonctionne en onduleur, ce qui permet d'obtenir une tension alternative en créneaux aux bornes de l'enroulement primaire n_1 .
- Le redressement au secondaire s'effectue :

- Soit par un pont redresseur monophasé PD2,
- Soit par un montage à point milieu (comme sur la figure II.15)

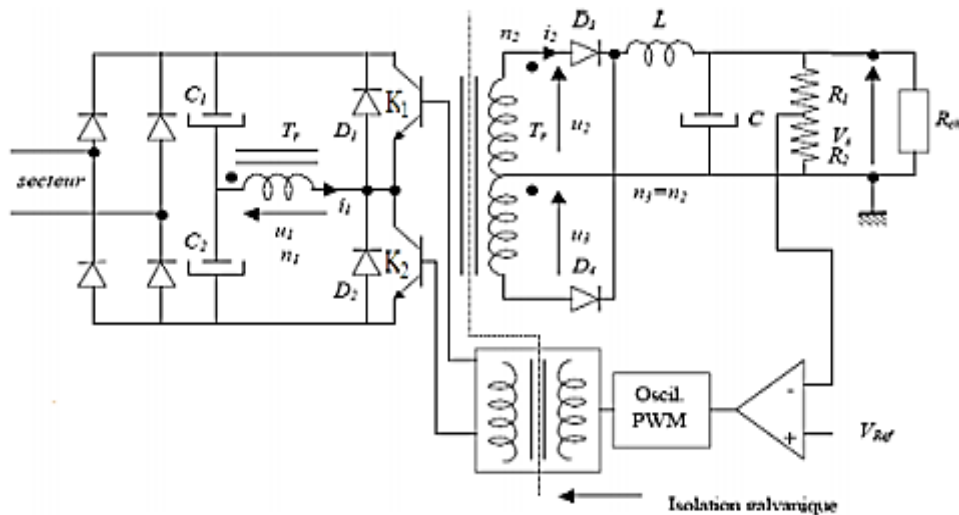


Figure II.15 : Principe de l'alimentation - Push-Pull à demi pont [13].

➤ **Avantages :**

- fortes puissances possibles.
- utilisation rationnelle du transformateur par emploi de son **CM** dans le premier et le troisième quadrant, flux symétrique (si utilisation d'une capacité en série avec le primaire).

➤ **Inconvénients :**

- nécessité d'un circuit de commande pour deux interrupteurs.
- redressement en sortie par deux diodes et une self de filtrage, ce qui nécessite deux bobinages dans le secondaire du transformateur. [1,3,7,8]

2.3 Alimentation Push-Pull à pont complet :

Considérons le cas d'un montage à transistors de type MOSFET (Figure II.16) :

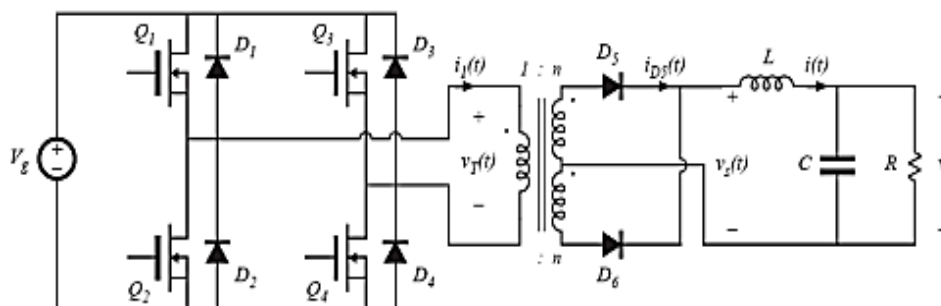


Figure II.16 : Principe de l'alimentation Push-Pull à pont complet [13].

➤ **Fonctionnement :**

Les interrupteurs d'un même bras de pont sont commandés de façon complémentaire, avec un temps de conduction d'une demi-période. Le déphasage entre les commandes des deux bras de pont est noté αT avec $\alpha < 1/2$.

Nous allons étudier qualitativement le fonctionnement de cette alimentation dans ses différentes phases de fonctionnement, en négligeant le courant magnétisant :

Pour $t \in [0, \alpha T]$:

- Les transistors **T1** et **T4** sont commandés, $V_1 = V_e$, il y a croissance du flux dans le circuit magnétique.
- La diode **D5** conduit, l'inductance est soumise à une tension positive ($mV_e - V_s$), il y a croissance de courant **IL**.
- Il y a croissance du courant I_1 ($I_1 = mIs$).

Pour $t \in [\alpha T, T/2]$:

- Les transistors **T1** et **T3** sont commandés, la continuité du courant magnétisant I_1 impose la mise en conduction de la diode **D3**, alors $V_1 = 0$, le flux dans le circuit magnétique est constant.
- L'inductance est soumise à une tension négative, ($-V_s$), il y a décroissance du courant **IL**, qui est fourni par la diode **D5**.
- Il y a décroissance du courant I_1 ($I_1 = mIs$).

Pour $t \in [T/2, T/2 + \alpha T]$:

- Les transistors **T2** et **T3** sont commandés, $V_1 = -V_e$, le flux dans le circuit magnétique est décroissant.
- La diode **D6** conduit, l'inductance est soumise à une tension positive ($mV_e - V_s$), il y a croissance du courant **IL**.
- Il y a décroissance du courant I_1 ($I_1 = -mIs$).

Pour $t \in [T/2 + \alpha T, T]$:

- Les transistors **T2** et **T4** sont commandés, la continuité du courant magnétisant I_1 impose la mise en conduction de la diode **D4**, V_{10} , le flux dans le circuit magnétique est constant.
- L'inductance est soumise à une tension négative, $(-V_s)$, il y a décroissance du courant I_L , qui est fourni par la diode **D6**.
- Il y a croissance du courant I_1 ($I_1 = -mI_s$). [1,5,7]

➤ **Les formes d'ondes :**

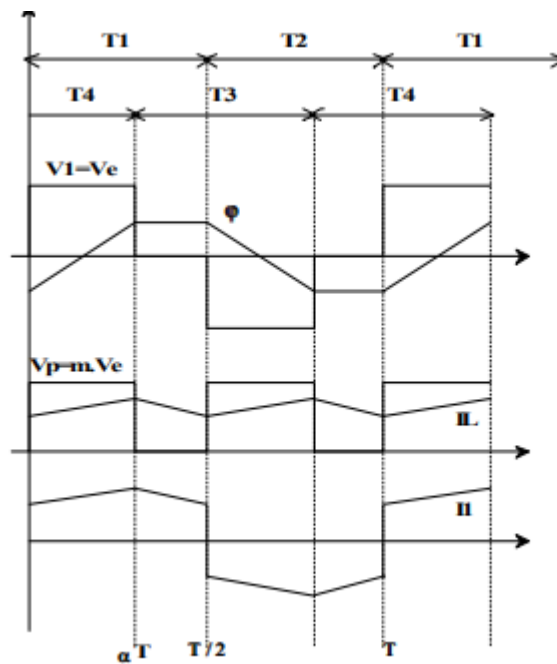


Figure II.17 : Forme d'onde d'une alimentation push-pull [8].

➤ **Avantages :**

- mêmes avantages que pour le demi-pont.
- très fortes puissances possibles.
- la mise en parallèle de transformateurs est courante.

➤ **Inconvénients :**

- nécessité d'un circuit de commande pour quatre interrupteurs.
- redressement en sortie par deux diodes et une self de filtrage, ce qui nécessite deux bobinages dans le secondaire.

II.7 Les composants passifs dans les alimentations à découpage :

Une alimentation à découpage est essentiellement constituée, en dehors des interrupteurs statiques, de composants magnétiques fonctionnant en haute fréquence. Le choix et le bon dimensionnement de ces composants est un élément essentiel lors de l'avant-projet d'une alimentation à découpage.

Les condensateurs :

1 Le phénomène :

Deux conducteurs séparés par un isolant constituent un condensateur. La valeur de ce condensateur, ou sa capacité, s'exprime de façon générale par :

$$C = \epsilon \cdot \frac{S}{e} ,$$

Avec :

- $\epsilon = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r$ permittivité diélectrique ou constante diélectrique ($\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-8}$).

- S est la surface des armatures.

- e est l'épaisseur de l'isolant.

La valeur de capacité étant directement proportionnelle à ϵ_r .

2 Les condensateurs dans les alimentations à découpage :

Les condensateurs que nous rencontrons dans les alimentations à découpage remplissent deux rôles distincts : ils servent de réservoir d'énergie lors des variations de commande ou de charge, et ils servent également de condensateur de découplage ou de filtrage vis à vis du fonctionnement haute fréquence de l'alimentation. C'est pourquoi certains constructeurs ont développé une gamme de condensateur spécifique pour les alimentations à découpage et autres systèmes d'électronique de puissance. Ce sont les condensateurs chimiques dits à faible résistance série, qui présentent des valeurs de capacité importantes, tout en présentant une excellente tenue en

fréquence. Si toutefois les performances de ces condensateurs se trouvaient insuffisantes, il est possible d'associer deux condensateurs de technologies différentes, par exemple un condensateur aluminium en parallèle avec un condensateur polypropylène.[2,3,8,11]

II.8 Points forts et points faibles des alimentations à découpage :

➤ Points forts :

- le transformateur travaille à une fréquence f de 20 kHz très supérieure à celle du réseau 50 Hz, il est donc de dimension réduite.
- Le rendement de l'alimentation est supérieur à 80% (contre 60% maximum pour les alimentations linéaires).

➤ Points faibles :

- Elles sont moins simples à mettre en œuvre que les alimentations linéaires.
- Une ondulation résiduelle due au découpage subsiste en sortie, la stabilité relative se situe entre 10^{-2} et 10^{-3} .
- Elles sont perturbatrices pour l'environnement électrique et électronique, les parasites rayonnés sont importants du fait du découpage.[3,11]

II.9 Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons montré le principe de fonctionnement des alimentations à découpage ainsi que leurs différents types, tout en indiquant leurs avantages et inconvénients. Les alimentations à découpage sont légères, peu encombrantes et possèdent un excellent rendement, c'est pour ça qu'elles sont très utilisées en électronique embarqué. Le choix d'une alimentation à découpage s'effectue selon la puissance de sortie désirée et sa réalisation pratique nécessite un dimensionnement de ses différents éléments (condensateurs, bobines, transformateur et choix des interrupteurs).

Chapitre III :

Analyse du circuit

III.1 Introduction :

Les alimentations basses tensions du type chargeur ou petit transformateur (téléphone, chargeur PC, téléviseurs, démo électrique, etc). abaissent le 230V alternatif à quelques volts à l'aide d'un transformateur, le redressent grâce à un pont de diodes, le lisse grâce à un condensateur et le régulent (pas toujours) pour fournir du 12 V continu par exemple.

Le problème c'est que le régulateur linéaire, qui agit comme une résistance variable s'occupant de maintenir ce 12 V en sortie quelles que soient la tension d'entrée et la charge appliquée, occasionne une chute de tension (on passe de 15 à 12 V par exemple). Celle-ci génère donc des pertes et une puissance thermique qu'il faut évacuer.

Le rendement d'un tel système est très mauvais (25-50 %) car on dissipe beaucoup d'énergie inutilement, mais il est suffisant pour de très petites puissances car c'est très peu cher à fabriquer. Néanmoins, on emploie de plus en plus du découpage pour optimiser et réduire énormément la taille de ces adaptateurs. Si on utilisait ce genre de système linéaire pour alimenter un PC qui demanderait 300W, il faudrait consommer pas loin de 900W pour que le système fonctionne, avec une différence de 600 W qui partirait en chaleur ! En 50 Hz, il faudrait un gros transformateur, pesant pas loin de 10 kg , pour être capable de fournir 300 W, en plus des 600 W de pertes induites par la régulation, qu'il faudra bien dissiper... [11]

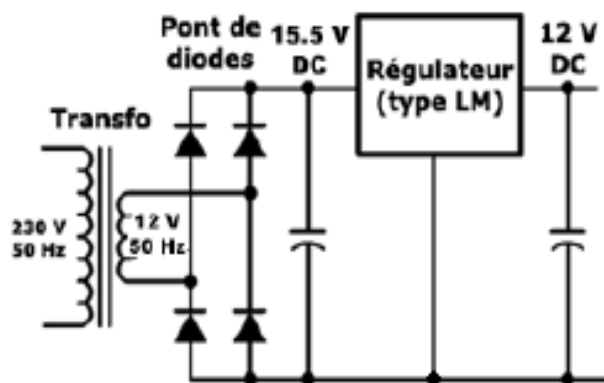


Figure III.1 : Régulateur de tension de type LM.

Il faut donc trouver une solution beaucoup plus efficace et c'est là que le découpage intervient. Pour faire simple, une alimentation à découpage transforme le 230 V alternatif en 325-400 V continu, puis hache cette tension à haute fréquence pour en faire un train de fines impulsions, dont la moyenne lissée et filtrée donnera les tensions nécessaires en sortie (5 et 12 volt).

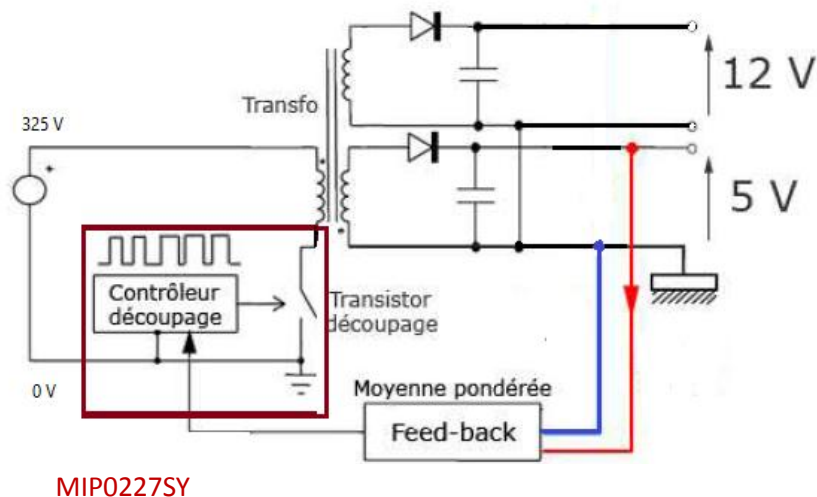


Figure III.2 : Schéma de principe de fonctionnement.

III.2 Description du circuit:

Le montage que nous allons étudier est une alimentation de type flyback pour une tension continue avec un rendement typique de 80% et une gamme de puissance entre 0 et 150 watt.

Ce schéma a la particularité d'utiliser un transformateur à quatre enroulements pour réaliser une isolation galvanique : primaire, deux secondaires et auxiliaire. Un enroulement secondaire est utilisé pour la régulation et l'auxiliaire enroulement est pour alimenter l'opto-coupleur (PC817B). L'interrupteur utilisé par ce convertisseur n'est pas un interrupteur Mosfet classique, mais un interrupteur avec sa commande intégrée (circuit intégré à puce unique avec alimentation haute tension MOSFET et circuits de commande MOS "MIP0227SY"). Ce dernier découpe la tension continue à l'aide du signal retourné de la sortie, cela facilite le contrôle de la tension générée.

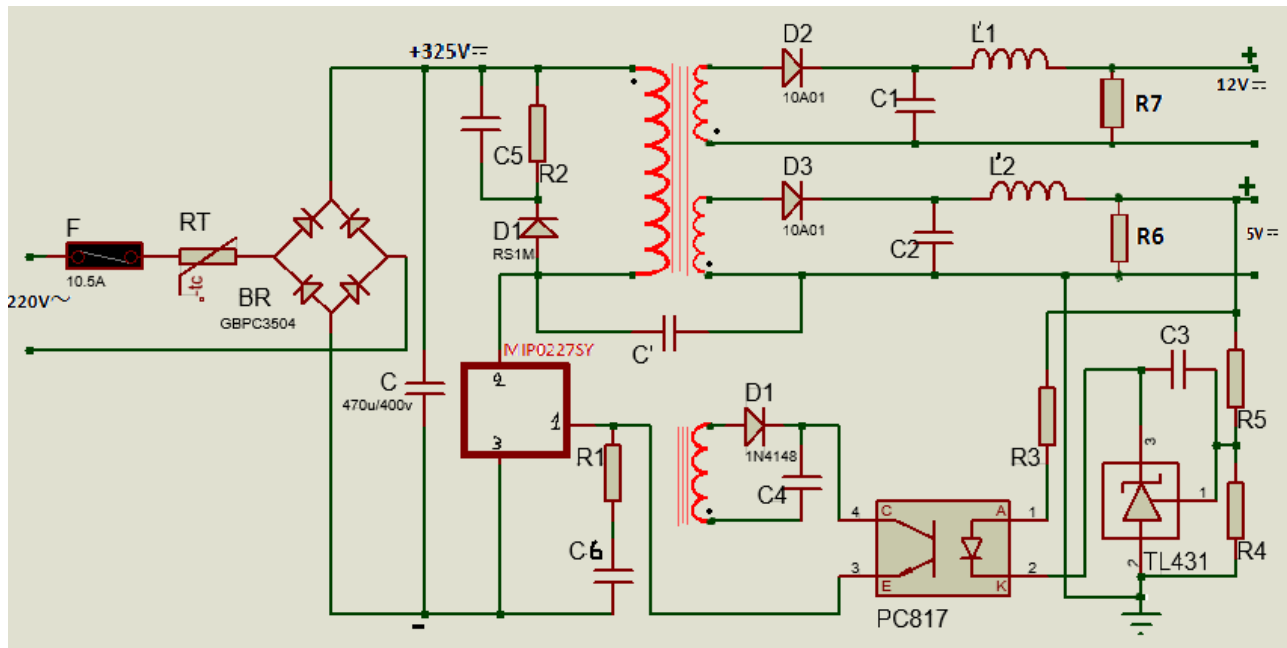


Figure III.3 : Schéma électrique de notre application .

III.3 Analyse structurelle et fonctionnelle:

- III.3.1) Bloc redressement de réseau :

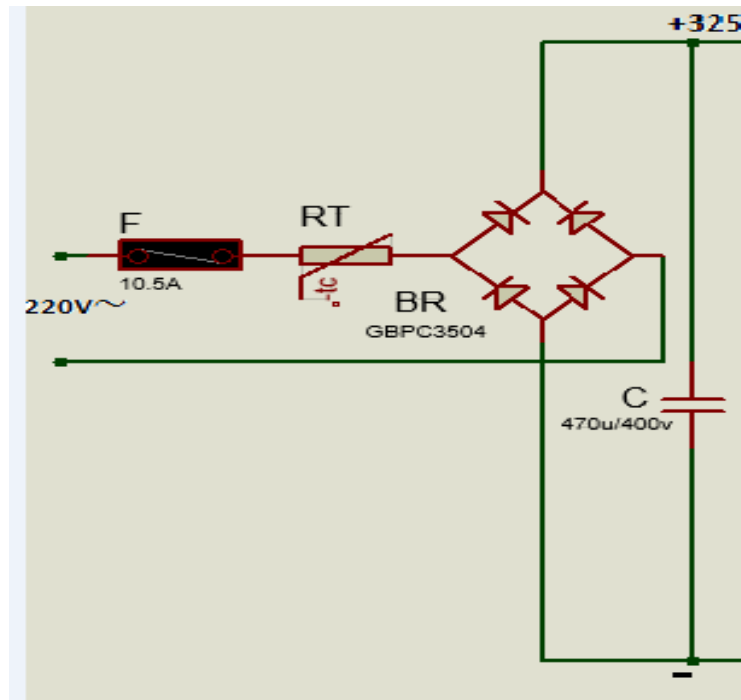


Figure III.4 : Schéma bloc redressement de réseau.

Le fusible et la résistance thermique protègent les composants électroniques des forts courants ou des hautes tensions d'entrée. La valeur de la tension aux bornes du condensateur de charge **C** augmente après avoir été convertie en tension constante au moyen d'un pont de diodes(GSIB1540).

- III.3.2) Bloc découpage de la tension et transfert :

Pour découper la tension, on utilise l'interrupteur intelligent (MIP02237 SY) qui va s'ouvrir et fermer très rapidement (régime de commutation) et l'on injecte les impulsions à haute fréquence (entre 32KHz et 100KHz) dans l'enroulement primaire du transformateur.

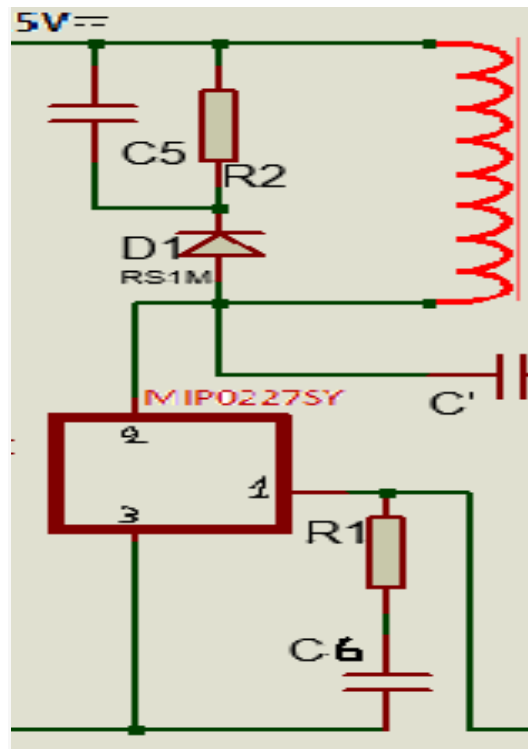


Figure III.5 : Schéma bloc découpage et transfert de tension

RCD snubber : c'est un circuit qui est largement utilisé dans les alimentations à découpage pour protéger les transistors (MOSFET dans notre cas) d'une augmentation soudaine de la tension et du courant par absorption, il affecte également la fréquence pour être meilleur. Le condensateur agit comme un réservoir de puissance. Quand le transistor est bloqué, le condensateur se charge à travers la résistance. Et quand il est saturé , le condensateur se décharge et ainsi de suite.

- III.3.3) Bloc redressement et filtrage secondaire :

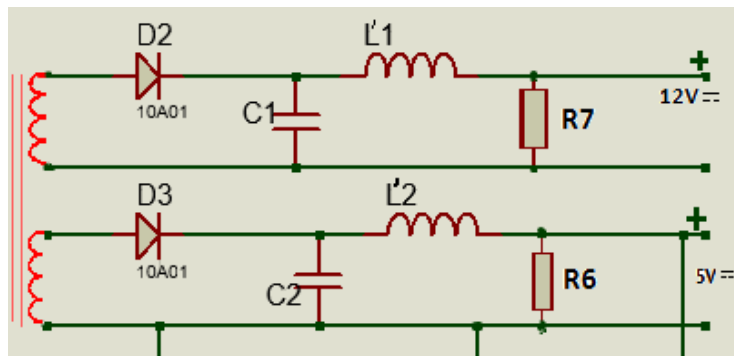


Figure III.6 : Schéma bloc redressement et filtrage secondaire .

La tension alternative produite aux bornes de l'enroulement secondaire est convertie a une tension continue grâce aux :
 Les diodes D2,D3 assurent le redressement de secondaire .
 L'1 , L'2 sont des selfs de lissage des pointes de courant.
 La sortie est filtrée en hautes fréquences par C1 et C2
 Les résistances R6 et R7 pour décharger le courant à la masse en l'absence d'une charge sur la sortie, ce qui aiderait à stabiliser le système dans le circuit.

- III.3.4) Bloc mesure tension avec isolation galvanique:

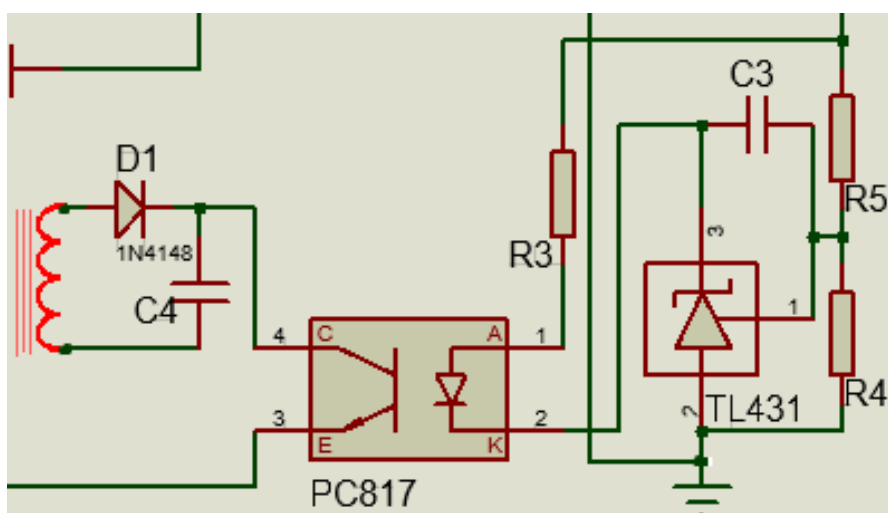


Figure III.7 : Schéma bloc mesure tension et isolation galvanique.

Pour contrôler le processus de coupe du courant et maintenir une tension constante (5v ou 12v), le retour d'informations au circuit de commande intelligent est fourni par l'optocoupleur (PC817) qui assure l'isolation entre le primaire et le secondaire.

Une tension proportionnelle de 5v est récupérée afin de constituer une grandeur de mesure qui est ensuite ramenée et comparée à une référence de tension (Ref) de façon à réaliser une commande de régulation. Le circuit de ce bloc fonctionne en mode linéaire.

Pour le fonctionnement de l'optocoupleur, nous avons besoin d'une alimentation continue à l'interne, et c'est ce que nous fournit la bobine auxiliaire.

Nota :

le condensateur C' est utilisé pour diminuer les ondes électromagnétiques d'interférences (EMI).

III.4 Processus de calcul de l'alimentation et de choix des composants :

On peut distinguer deux phases :

Phase 1 : on accumule de l'énergie dans L1 (transistor passant et diode D bloquée)

Phase 2 : on bloque le transistor, D s'amorce et l'énergie est transférée à la sortie à travers D.

Le condensateur C lisse la tension de sortie. [4,10]

Nota : Le primaire L1 et le secondaire L2 ne conduisent jamais en même temps.

Il existe deux modes de fonctionnement avec chacun ses avantages et inconvénients :

- démagnétisation complète ou régime **discontinu**.
- démagnétisation incomplète ou régime **continu**.^[10]

Le cahier des charges donne V_e , V_s , P_s . La tension max aux bornes du transistor est aussi donnée. On prend souvent une marge de 20% pour s'assurer de la

tension supportée par le transistor (prise en compte les pics de tension résiduels).

$K = \frac{n_2}{n_1}$ rapport du nombre de spires secondaire/primaire . [8,10]

Fonctionnement discontinu :

Le mode de fonctionnement est appelé discontinu lorsque le flux dans les enroulements a le temps de s'annuler au cours d'un cycle

$$V_e = L_1 \cdot \frac{di}{dt} \quad i(t) = \frac{V_e}{L_1} \cdot t$$

En conduction discontinue, $i(t)$ part de zéro

Pendant le temps $t_1 = \alpha T$, le transistor est passant et I_1 croît linéairement jusqu'à la valeur :

$$I_{L1max} = \frac{V_e}{L_1} \cdot \alpha T \quad (1)$$

La diode D est bloquée et supporte une tension inverse : $V_s + k \cdot V_e$

L'énergie emmagasinée dans le circuit magnétique vaut alors :

$$W_e = \frac{1}{2} \cdot L_1 \cdot (I_{L1max})^2 \quad (2)$$

(1) Dans (2) :

$$W_e = \frac{1}{2} \cdot V_e^2 \cdot \frac{(\alpha T)^2}{L_1} \quad (3) \quad [8,10]$$

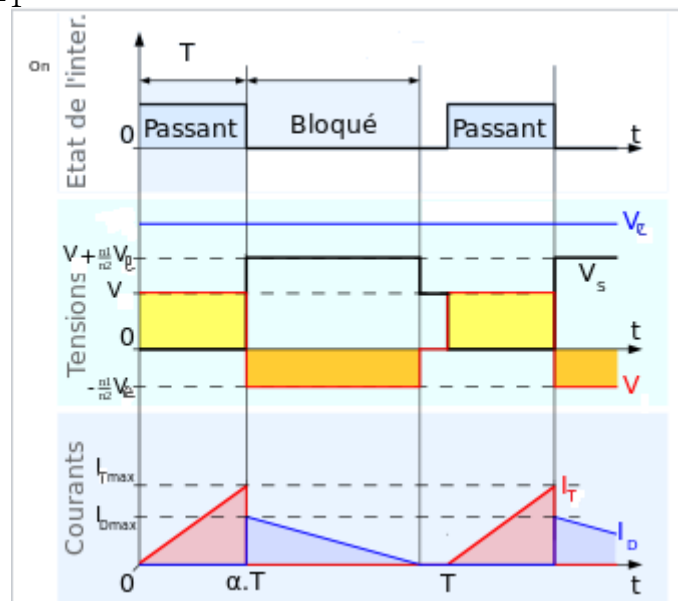


Figure III.8 : Formes d'ondes courant/tension dans un convertisseur Flyback en conduction discontinue.[8]

A partir de l'équation (3) on peut alors calculer la tension de sortie V_s .
 En effet, la puissance au primaire vaut $P_e = We/T$. En supposant le montage sans pertes, elle est intégralement transmise à la charge ; La puissance disponible en sortie P_s est donc égale à P_e . Comme on a aussi : $P_s = V_s^2/R$, il vient :

$$\frac{V_s}{V_e} = \alpha \sqrt{\frac{R \cdot T}{2 \cdot L_1}}$$

a. D devient alors passante. La tension de sortie V_s (supposée constante) se retrouve aux bornes du secondaire. Elle est ramenée au primaire dans le rapport $1/k$ d'où :

La relation : $V_T = V_e + V_s/k$ nous donne k .

b. Les relations : $t_2 \cdot V_s/k = V_e \cdot t_1$ et $t_1 + t_2 \leq 0,8 \cdot T$ nous donnent t_1
 (On prendra souvent $t_1 + t_2 = 0,8T$).

c. La relation : $L_1 = \frac{R \cdot T}{2} \cdot \left(\frac{\alpha \cdot V_e}{V_s}\right)^2$ nous donne L_1 .

d. Les relations : $I_{Dmax} = \frac{n_1}{n_2} \cdot \frac{V_e}{L_1} \cdot \alpha T$ et $I_{Tmax} = \frac{V_e}{L_1} \cdot \alpha T$
 nous donnent les courants max dans la diode et le transistor, $(t = \alpha T)$. [8,10]

Fonctionnement continue :

Dans ce mode de fonctionnement, le flux dans le circuit magnétique ne s'annule jamais.

$$V_e = L_1 \cdot \frac{di}{dt}$$

$$i(t) = \frac{V_e}{L_1} \cdot t + I_{1min}$$

En conduction continue, $i(t)$ part de I_{1min} .

Pendant le temps $t_1 = \alpha T$, le transistor est passant et I_1 croit linéairement jusqu'à la valeur :

$$I_{L1max} = \frac{V_e}{L_1} \cdot \alpha T + I_{1min}$$

La diode D est bloquée et supporte une tension inverse : $V_s + k \cdot V_e$
 L'énergie emmagasinée dans le circuit magnétique vaut alors :

$$W_e = \frac{1}{2} \cdot L_1 \cdot (I_{L1max})^2 \dots \dots \dots (2)$$

$$(1) \text{ Dans } (2) : W_e = \frac{1}{2} \cdot V_e^2 \cdot \frac{(\alpha T)^2}{L_1} \dots \dots \dots (3)$$

[8,10]

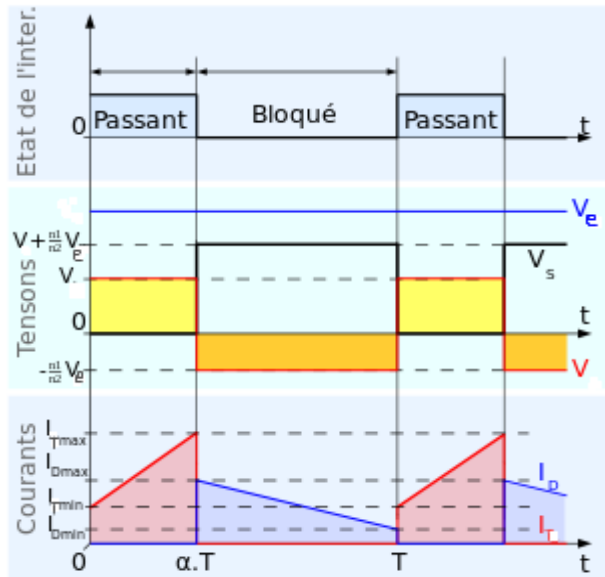


Figure III.9 : Formes d'ondes courant/tension dans un convertisseur Flyback en conduction continue.[8]

a. D devient alors passante. La tension de sortie V_s (supposée constante) se retrouve aux bornes du secondaire. Elle est ramenée au primaire dans le rapport $1/k$ d'où :

La relation $V_T = V_e + V_s/k$ nous donne k .

b. Les relations : $\frac{V_s}{V_e} = \frac{\alpha}{1-\alpha} \cdot \frac{n_2}{n_1}$ et $\frac{V_s}{V_e} = \alpha \sqrt{\frac{R \cdot T}{2 \cdot L_1}}$ donne

$$\alpha = 1 - \frac{n_2}{n_1} \cdot \sqrt{\frac{2L_1}{RT}}$$

c. Si on se situe à la limite de conduction discontinue La relation :

$$L_1 = \frac{V_e^2}{2P_s} \cdot \alpha^2 \cdot T \quad \text{nous donne } L_1.$$

d. Les relations :
$$I_{Dmax} = \frac{n_1}{n_2} \cdot \frac{V_e}{L_1} \cdot \frac{\alpha T}{2} + \frac{P_s}{V_s(1+\alpha)}$$

et
$$I_{Tmax} = \frac{V_e}{L_1} \cdot \frac{\alpha T}{2} + \frac{P_s}{V_s(1+\alpha)} \cdot \frac{n_2}{n_1}$$

nous donnent les courants max dans la diode et le transistor, ($t=\alpha T$). [8,10]

III.5 Circuit imprimé de notre application :

Voici notre schéma de circuit imprimé obtenu par ARES.

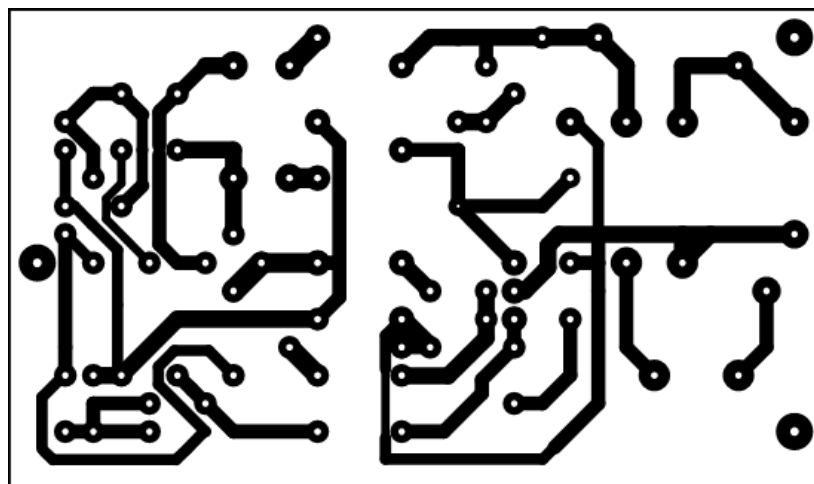


Figure III.10 : Le circuit imprimé

III.6 Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons étudié l'application de l'alimentation à découpage (flyback). Nous avons fait la description détaillée de tous les éléments qui composent chaque bloc de notre schéma du circuit, ce qui facilite le choix des éléments nécessaires pour atteindre une bonne efficacité avec un rendement élevé.

Conclusion générale :

Dans notre travail nous avons présenté une étude sur l'analyse du fonctionnement et le dimensionnement d'une alimentation à découpage symétrique de type flyback, dont la structure s'adapte bien aux sorties basses tensions et forts courants.

Dans cette étude nous avons :

- Présenté les principales structures des alimentations à découpage, avec leurs avantages. Le choix du type d'alimentation à découpage dépend essentiellement de la puissance et de la tension de sortie désirée.
- présenté une idée générale sur les différents types des alimentations à découpage, et une étude analytique du fonctionnement de ces types ainsi que l'étude de la régulation de la tension de sortie, nécessaire face aux variations de la charge.
- analysé le fonctionnement de l'alimentation à découpage Flyback complet, selon les modes de conduction continue et discontinue avec la détermination des ondulations de courant et de la tension de sortie dans le but de dimensionner les inductances de bobines et les condensateurs de sorties employés, ainsi que le choix des éléments de puissance à partir de la détermination des valeurs maximales des courants et des tensions.

Comme perspectives pour ce travail, nous proposons :

- L'étude détaillée de la protection de ce type d'alimentation à découpage.
- la réalisation de ce type d'alimentation à découpage pour une utilisation didactique au niveau du laboratoire, et en fine, le choix d'une alimentation à découpage peut se révéler un peu compliqué vu la diversité des modèles. Que choisir parmi le prix, le silence, la puissance disponible, la stabilité, la régulation, le rendement, les petits plus etc.

Bibliographie

[1] **Pierre Mayé** Les alimentations électroniques. 3^e édition

[2] **ANDRIAMBOLOLONAINA Jean Louis Yvon** et **RAKOTO Zo Tahiana Mickael** : *ETUDE ET APPLICATIONS DES ALIMENTATIONS A DECOUPAGE*. UNIVERSITE D'ANTANANARIVO.

[3] **Kaïd Kasbah Meriem & Kouah Soulef**

Etude d'une alimentation à découpage *Flyback*, mémoire de Master en Génie Electrique,
Université Larbi Ben M'hidi, Oum El-Bouaghi.

[4] **Temdi Walid Et Drif Lahcene** : Etude et conception d'une alimentation à découpage. Université Aboubakr Belkaïd.

[5] **Alimentations à découpage – Convertisseurs à résonance"** 2 édition J-P.FERRIEUX - F. FOREST - Ed MASSON.

[6] **Dr.walid issa.** <https://www.youtube.com/c/WalidIssaPlus>.

[7] **Ivan FRANCOIS** Alimentation à découpage.

[8] **WIKIPEDIA**

[9] <http://www.astuces-pratiques.fr/electronique/alimentation-a-decoupage-principe>

[10] **ALIMENTATION A DECOUPAGE FLYBACK.**

Ph Dondon © Copyright 2000.

<http://dondon.vvv.enseirb-matmeca.fr/puissance/flyback/Flyback.html>

[11] **LES CIRCUITS D'ALIMENTATION**

<https://www.epsic.ch/branches/electronique/techn99/elnthcircuit/CIRALIM.html>

[12] **SIDIMOHAMED Farida & BELHARET Rahim** Etude des alimentations à découpage.

[13] **FAiZ Mohamed & Hefaz Farid** Etude d'une alimentation à découpage push-pull.

Annexe

Intelligent Power Devices (IPDs)

Panasonic

MIP0221SY, MIP0222SY, MIP0223SY, MIP0224SY, MIP0225SY, MIP0226SY, MIP0227SY Silicon MOS IC

■ Features

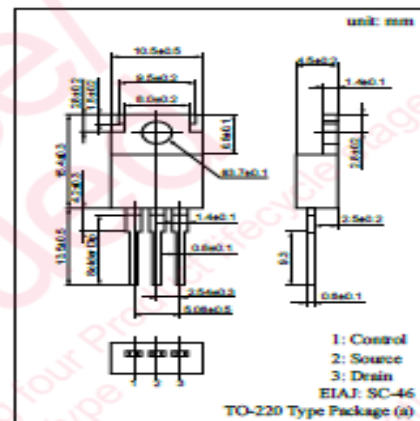
- Single chip IC with high breakdown voltage power MOS FET and CMOS control circuits
- Allowing to input worldwide mains (AC 85 to 274V)
- A pulse-by-pulse overcurrent protection circuit and a timer auto-restart circuit are integrated.

■ Applications

- Switching power supply (to 90W)
- AC adaptor
- Battery charger

■ Absolute Maximum Ratings (Ta = 25 ± 3°C)

Parameter	Symbol	Ratings	Unit
Drain voltage	V _D	700	V
Control voltage	V _C	5	V
Output current	I _D	MIP0221SY	0.3
		MIP0222SY	0.585
		MIP0223SY	1.15
		MIP0224SY	1.72
		MIP0225SY	2.4
		MIP0226SY	2.9
MIP0227SY	3.5	A	
Control current	I _C	0.1	mA
Channel temperature	T _{ch}	150	°C
Storage temperature	T _{stg}	-55 to +150	°C



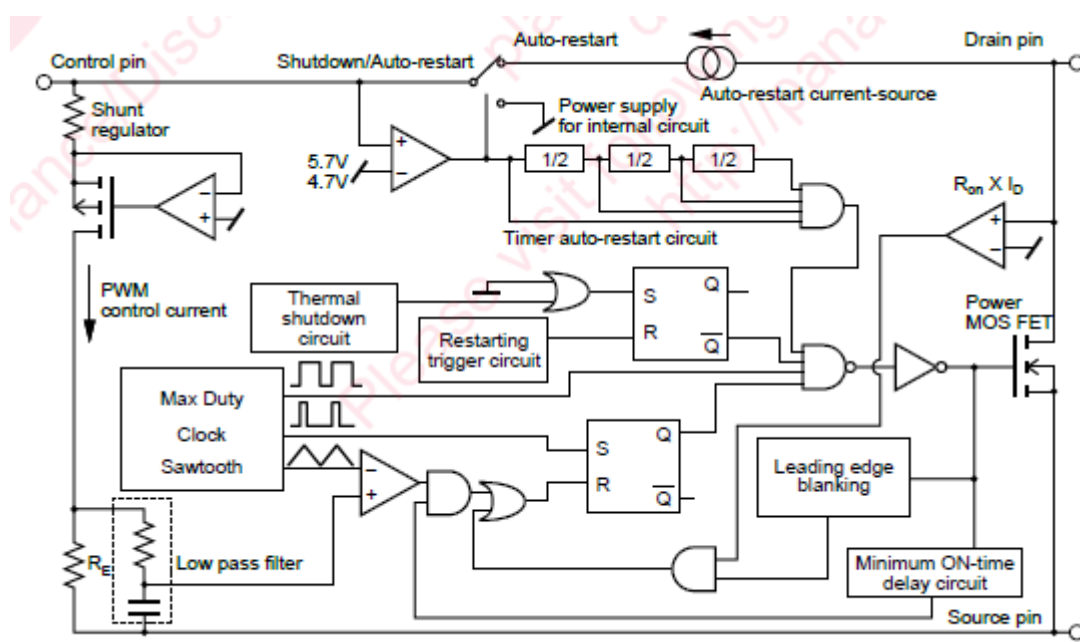
Request for your special attention and precautions in using the technical information and semiconductors described in this book

- (1) If any of the products or technical information described in this book is to be exported or provided to non-residents, the laws and regulations of the exporting country, especially, those with regard to security export control, must be observed.
- (2) The technical information described in this book is intended only to show the main characteristics and application circuit examples of the products. No license is granted in and to any intellectual property right or other right owned by Panasonic Corporation or any other company. Therefore, no responsibility is assumed by our company as to the infringement upon any such right owned by any other company which may arise as a result of the use of technical information described in this book.
- (3) The products described in this book are intended to be used for standard applications or general electronic equipment (such as office equipment, communications equipment, measuring instruments and household appliances). Consult our sales staff in advance for information on the following applications:
 - Special applications (such as for airplanes, aerospace, automobiles, traffic control equipment, combustion equipment, life support systems and safety devices) in which exceptional quality and reliability are required, or if the failure or malfunction of the products may directly jeopardize life or harm the human body.
 - Any applications other than the standard applications intended.
- (4) The products and product specifications described in this book are subject to change without notice for modification and/or improvement. At the final stage of your design, purchasing, or use of the products, therefore, ask for the most up-to-date Product Standards in advance to make sure that the latest specifications satisfy your requirements.
- (5) When designing your equipment, comply with the range of absolute maximum rating and the guaranteed operating conditions (operating power supply voltage and operating environment etc.). Especially, please be careful not to exceed the range of absolute maximum rating on the transient state, such as power-on, power-off and mode-switching. Otherwise, we will not be liable for any defect which may arise later in your equipment.
 - Even when the products are used within the guaranteed values, take into the consideration of incidence of break down and failure mode, possible to occur to semiconductor products. Measures on the systems such as redundant design, arresting the spread of fire or preventing glitch are recommended in order to prevent physical injury, fire, social damages, for example, by using the products.
- (6) Comply with the instructions for use in order to prevent breakdown and characteristics change due to external factors (ESD, EOS, thermal stress and mechanical stress) at the time of handling, mounting or at customer's process. When using products for which damp-proof packing is required, satisfy the conditions, such as shelf life and the elapsed time since first opening the packages.

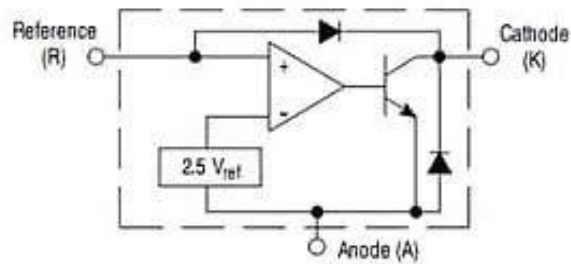
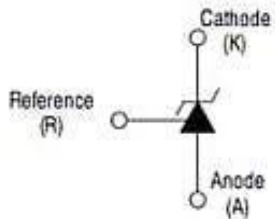
■ Electrical Characteristics (T_C = 25 ± 2°C)

	Parameter	Symbol	Conditions	min	typ	max	Unit
Control functions	Output frequency	f _{OSC}	I _C = 2mA	90	100	110	kHz
	Maximum duty cycle	MAXDC	I _C = 2mA	64	67	70	%
	Minimum duty cycle	MINDC	I _C = 10mA			3	%
Auto-restart	Control pin charging current	I _C	V _C = 0	-2.4	-1.9	-1.2	mA
			V _C = 5V	-2	-1.5	-0.8	
	Auto-restart threshold voltage	V _{C(off)}		5	5.7	6.3	V
	Lockout threshold voltage	V _{C(off)}		4	4.7	5.3	V
	Auto-restart hysteresis voltage	ΔV _C		0.5	1	1.5	V
	Auto-restart duty cycle	T _{low} /T _{TM}			5	8	%
Auto-restart frequency	f _{TRM}			1.2		Hz	
Circuit protection	Self-protection current limit	I _{LIMIT}	MIP021SY	0.23	0.25	0.28	A
			MIP022SY	0.45	0.5	0.55	
			MIP023SY	0.9	1	1.1	
			MIP024SY	1.35	1.5	1.65	
			MIP025SY	1.8	2	2.2	
			MIP026SY	2.25	2.5	2.75	
			MIP027SY	2.7	3	3.3	
	Leading edge blanking delay	t _{BLK(LE)}	I _C = 3mA		0.25		μs
	Current limit delay	t _{AK(OCL)}	I _C = 3mA		0.1		μs
	Thermal shutdown temperature	T _{OTP}	I _C = 3mA	130	140	150	°C
	Power-up reset threshold voltage	V _{C,reset}		2.3	3.3	4.2	V
Output	ON-state resistance	R _{DS(on)}	I _D = 0.025A		31.2	36	Ω
			I _D = 0.1A		15	18	
			I _D = 0.2A		8.5	10	
			I _D = 0.3A		5.8	6.7	
			I _D = 0.3A		4	5	
			I _D = 0.3A		3.3	4	
			I _D = 0.3A		2.6	3	
	OFF-state current	I _{DSS}	V _{DS} = 650V, Output MOS FET disabled		0.01	0.25	mA
	Breakdown voltage	V _{DSS}	I _D = 0.25mA, Output MOS FET disabled	700			V
	Rise time	t _r			0.1	0.2	μs
Fall time	t _f			0.1	0.2	μs	
Power supply voltage	Drain supply voltage	V _{DS(MOS)}		36			V
	Shunt regulator voltage	V _C	I _C = 3mA	5.4	5.7	6.1	V
	Control supply/discharge current	I _{CD1}	Output MOS FET enabled	0.7	1.4	1.8	mA
		I _{CD2}	Output MOS FET disabled	0.5	0.8	1.1	mA

Block diagram(MIP0227SY).



- Pin 1. Reference
 Pin 2. Anode
 Pin 3. Cathode



TL431 programmable shunt regulator diode.

Résumé :

Dans ce mémoire, nous avons mené une étude sur une alimentation à découpage qui permet de convertir une source de tension alternative 220v en une basse tension continue de 5v ou 12v avec une puissance élevée de 50W ou 120W.

De cette étude on a déduit que l'alimentation à découpage a un excellent rendement, cela dépend de la précision dans le choix des composants du produit.

Mots clefs :

Alimentation a découpage, Push-Pull, Forward, Flyback, Alimentation linéaire, MOSFET .

Abstract :

In this memoir, we conducted a scientific study on a switching power supply that can convert a 220v AC voltage source into a 5v or 12v low DC voltage with a high power of 50W or 120W.

From this study it was deduced that the switching power supply has an excellent efficiency, it depends on the precision in the choice of the components of the product.

Key words :

Power supply , Push-Pull, Forward, Fly back, Linear power supply, MOSFET .

خلاصة :

في هذه المدكرة قمنا بتقديم دراسة علمية حول مزود طاقة يسمح بتحويل مصدر جهد متناوب 220 فولط الى جهد منخفض 5 فولط او 12 فولط مع طاقة عالية ذات 50وات او 120وات. من هذه الدراسة استنتجنا أن مزود طاقة التحويل تكون له كفاءة ممتازة ، وهذا يعتمد على الدقة في اختيار مكونات المنتج.

الكلمات الدالة:

مغذيات الطاقة ، بوش-بول ، فوروود ، فلايباك ، مغذيات الطاقة الخطية ، موسفات