

Faculté des Sciences et de la Technologies

Département de Génie électrique

Filière : électrotechnique

Mémoire de Fin d'études

Pour l'Obtention du Diplôme de Master en électrotechnique

Option : électrotechnique industrielle

Présenté par :

MESSAFRI Sabrina

BEKKOUCHE Fariel

YAMANI Abdillah

THEME :

Etude et réalisation d'un DRIVER LED 50W

Soutenu le 22/ 09/ 2024, devant le jury composé de :

	MCB	Université de Mostaganem	Président
	MCB	Université de Mostaganem	Examineur
BENZIDINE Med Ridha	MAB	Université de Mostaganem	Encadrant
BOUKORTT Abdelkader	Pr	Université de Mostaganem	Co-Encadrant

Année Universitaire 2023-2024



Dédicace

Avant tout, nous tenons à remercier le bon dieu tout puissant, et l'unique qui nous offre le courage et la volonté nécessaire pour affronter les différentes difficultés de la vie, que ce modeste projet a pu être réalisé, Dieu qui nous a donné fois, raison et lucidité. Dieu Merci.

Nous dédions ce modeste travail :

Aux plus belles créatures que Dieu a créées sur terre,

Aux sources de tendresse, de patience, de sacrifices et de générosité,

A ceux qui sont les plus chers du monde, nos pères, et nos mères, à qui nous

N'arriverions jamais à exprimer nos gratitude et nos reconnaissances, pour leurs

Amours leurs soutiens tout au long de nos études.

A nos adorables frères et nos chères sœurs.

A nos très chères grands-mères qui ne cessent pas de nous combler par leur amour et

Leur tendresse.

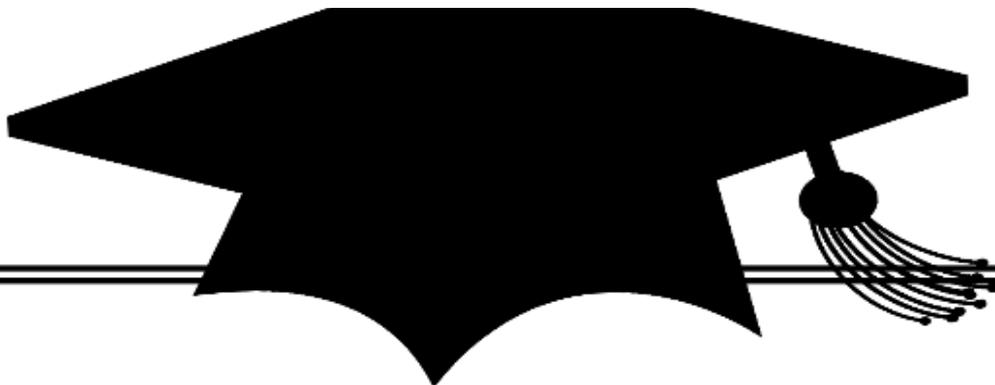
A la mémoire de nos grands-parents. A nos tantes et nos oncles qui ont toujours

Étaient à nos côtés.

A toute nos familles sans aucune exception.

A Nos meilleurs amis et collègues de la promo 2023-2024 « Electrotechnique-industriel ».

Que dieu vous protège . . .





Remerciements

Avant tout, nous remercions Allah le tout puissant, de nous avoir donné la force et le courage d'arriver à ce jour-là où nous sommes arrivées aujourd'hui.

Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements à toutes les personnes qui nous ont soutenus tout au long de la réalisation de ce mémoire.

Nous voudrions tout d'abord exprimer notre gratitude envers notre directeur mémoire, **Dr. BENZIDANEMohammed Ridha**, pour son précieux encadrement, ses conseils avisés et sa disponibilité tout au long de ce projet. Sa grande expertise et son soutien inestimable ont été essentiels pour mener à bien cette étude. Ses suggestions et recommandations nous ont permis d'améliorer la qualité de notre recherche. Nos remerciements vont également à nos familles et nos amis pour leur soutien indéfectible, leurs encouragements et leur compréhension pendant cette période intense de recherche.

Nous remercions également les membres du jury d'avoir accepté de juger ce modeste travail.

Enfin, nous tenons à remercier toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce mémoire. Votre soutien, vos conseils et vos encouragements ont été d'une valeur inestimable.

Nous sommes profondément reconnaissants envers toutes ces personnes qui ont contribué à la réussite de ce mémoire. Leur appui et leur engagement ont été une source d'inspiration et de motivation tout au long de ce parcours

Merci sincèrement à tous.

ملخص

الهدف من هذا المشروع وعملنا مع ضمان حسن سير العمل وبالتالي تجنب التقلبات التي وبالطارات الزائدة وغيرها من حالات الارتفاع في توفير الطاقة في توليد المصابيح في أنظمة الإضاءة المختلفة عن المصابيح التقليدية. الأيسر والأكثر عملية. استخدمنا BUCK, SMPS, درايڤ ليد

Résumé :

L'objectif de ce projet est de concevoir et réaliser un driver LED de 50W et d'exploiter et contrôler une ou plusieurs LED d'une puissance totale équivalente à 50W tout en s'assurant de leur bon fonctionnement et de leur durabilité. En fournissant un courant ou une tension constante, le driver stabilise l'alimentation des LED, évitant ainsi les fluctuations qui pourraient endommager les composants ou réduire leur durée de vie. Il joue également un rôle de protection en empêchant les surtensions, les surintensités et autres anomalies électriques pouvant provoquer une défaillance prématurée des LED. De plus, le driver LED efficace contribue aux économies d'énergie en minimisant les pertes et en maximisant le rendement lumineux. Conçu pour être compatible avec les tensions électriques courantes, il facilite l'intégration des LED dans divers systèmes d'éclairage. Enfin, en incluant des fonctionnalités de gestion thermique, le pilote contribue à réduire la chaleur générée par les LED, améliorant ainsi leurs performances et leur durée de vie. Il existe plusieurs types de convertisseurs adaptés à ce driver, nous avons choisi un convertisseur « BUCK » car c'est le plus simple et le plus pratique. Nous avons utilisé le SMPS (Alimentation à découpage) pour convertir le courant électrique

Les mots clés: driver LED, BUCK, SMPS

Abstract:

The objective of this project is to design and produce a 50W LED driver and to operate and control one or more LEDs with a total power equivalent to 50W while ensuring their proper functioning and durability. By providing a constant current or voltage, the driver stabilizes the LED power supply, thus avoiding fluctuations that could damage the components or shorten their service life. It also plays a protective role by preventing overvoltages, overcurrents and other electrical anomalies that can cause premature failure of the LEDs. In addition, the efficient LED driver contributes to energy savings by minimizing losses and maximizing light output. Designed to be compatible with current electrical voltages, it facilitates the integration of LEDs in various lighting systems. Finally, by including thermal management features, the driver contributes to reducing the heat generated by the LEDs, thus improving their performance and their lifespan. There are several types of converters suitable for this driver, we have chosen a "BUCK" converter because it is the simplest and most practical. We used the SMPS (Switched-Mode Power Supply) to convert the electrical current

Key words: LED driver, BUCK, SMPS

TABLE DES MATIERES

Introduction Générale.....	9
Chapitre I : Généralités sur l'éclairage	11
I.1 Introduction :	11
I.2 L'éclairage :	11
I.2.1 Définition de l'éclairage :	11
I.2.2 Les Types de l'éclairages :	11
I.3 L'éclairage public :	12
I.3.1 L'évolution des techniques d'éclairage au fil du temps :	12
I.3.2 L'objectif de l'éclairage public :	14

I.3.3	Domaine d'utilisation d'éclairage public :	15
I.3.4	Évolution récente vers l'adoption de LED :	17
I.4	L'éclairage public intelligent	18
I.4.1	Contexte de l'évolution vers l'éclairage public intelligent	19
I.4.2	Les avantages et bénéfices :	19
I.4.3	Défis et considérations des lampadaires LED intelligents :	19
I.5	Conclusion :	20
Chapitre II : Généralité sur L'alimentation à découpage (SMPS)		24
II.1	Introduction :	24
II.2	Définition d'alimentation à découpage "SMPS" (switch mode power supply) :	24
II.2.1.	Pilote de LED isolé contre Pilote de LED non isolé :	24
II.2.2.	La Dimmabilité :	25
II.2.3.	Pilotage en PWM :	26
II.3.	Circuit	27
II.3.1	Circuit de protection :	27
II.3.2	Redressement double alternance :	28
II.3.3	Filtrage de la tension redressée par un condensateur :	28
II.4	Alimentation type « FLYBUCK »	30
II.4.1	Définition et caractéristique du type « FLYBUCK » :	30
II.4.2	Principe de fonctionnement :	31
II.4.3	Les composants utilisés :	33
II.5	Alimentation type Buck :	37
II.5.1	Principe de fonctionnement :	38
II.5.2	Les modes de fonctionnement des convertisseurs DC-DC :	41
II.5.3	Limite entre la conduction continue et discontinue :	47
II.5.4	Dimensionnement des éléments du convertisseur AC/DC Buck :	48
II.6	Conclusion :	50
Chapitre III : Conception et simulation		53
III.1	Introduction :	53
III.2	Présentation :	53
III.3	Les logiciels utilisés :	53
III.3.1	Le logiciel Proteus 8 Professional (ISIS) :	53
III.3.1.1	L'environnement de travail de Proteus 8 (ISIS) :	53
III.3.1.2	Type Flyback :	56
III.3.2	Le logiciel PSIM :	59
III.3.2.1	Type Buck :	60
III.3.3	Le logiciel Proteus 8 Professional (ARES) :	62

III.3.3.1	Edition de circuit imprimé et image en 3D :	62
III.3.3.2	TYPON circuit de convertisseur BUCK sur Proteus :	65
III.3.4	Le logiciel CopperCAM :	66
III.3.5	Le logiciel Grbl contrôle :	68
III.3.5.1	Fonctionnement du logiciel Grbl contrôle :	69
III.3.5.2	Réalisation de la gravure et le perçage pour le circuit de convertisseur Buck (PCB) sur GRBL contrôle :	71
III.4	Conclusion :	73
Chapitre IV	: Réalisation pratique	76
IV.1	INTRODUCTION	76
IV.2	LaRéalisation et le principe de fonctionnement :	76
IV.3	Comment connecter un circuit :	76
IV.4	Le placement des composants sur le circuit imprimé (PCB) :	81
IV.5	Conclusion :	83
Conclusion Générale		85

TABLE DES FIGURES

Figure I- 1: Types de l'éclairages. [5]	12
Figure I- 2: L'évolution de l'éclairage public au cours du temps. [1]	14
Figure I- 3: Eclairage routier. [9].....	15
Figure I- 4: L'éclairage des espaces publics.[10]	15
Figure I- 5: Eclairage des espaces sportifs. [11].....	16
Figure I- 6: Eclairage d'ambiance. [12].....	16
Figure I- 7: Un exemple de l'éclairage public intelligent. [11]	19
Figure II- 1: Les types de SMPS.[1].....	24
Figure II- 2 : Conception isolée vs conception non isolée [3]	25
Figure II- 3: Dimming LEDs [4]	26
Figure II- 4: Influence du « Dimming ». [4].....	26
Figure II- 5: Modulation du courant en fonction de la modulation de la largeur d'impulsion. [5]	27
Figure II- 6 : circuit de protection.....	27
Figure II- 7: pont de Graëtz. [6]	28
Figure II- 8: a) forme de tension d'alimentation. b) tension redressée. [6]	28
Figure II- 9: filtrage de la tension par un condensateur. [6]	29
Figure II- 10: courbe de redressement [7]	29
Figure II- 11 : Convertisseur continu – continu.[6].....	29
Figure II- 12 : Schéma de base d'un convertisseur Flybuck. [6].....	30
Figure II- 13: Schéma de montage de convertisseur FLYBUCK.....	31
Figure II- 14 : Étape de conduction d'un convertisseur FLYBUCK.....	31
Figure II- 15 : Forme d'onde en conduction continue pour un convertisseur FLYBUCK.....	32
Figure II- 16 : fusible.....	33
Figure II- 17 : Varistor	34
Figure II- 18 : condensateur de filtrage. [8].....	34
Figure II- 19 : régulateur transistor shunt voltage.	35
Figure II- 20: bloc diagram	Figure II- 21 : symbole de circuit
Figure II- 22: Optocoupleur à sortie "Transistor". [14].....	36
Figure II- 23 : 2N440 Transistor (NPN).[15]	36
Figure II- 24 : diode zener	37
Figure II- 25 : Schéma du convertisseur Buck. [17].....	37
Figure II- 26 : principe général d'hacheur.[18]	38
Figure II- 27: Chronogrammes de courant. [19].....	38
Figure II- 28: Schéma équivalent pendant $t \in [0, \alpha T_e]$. [20].....	39
Figure II- 29 : Schéma équivalent pendant $t \in [\alpha T_e, T_e]$. [20].....	40
Figure II- 30: Formes d'ondes courant/tension dans un convertisseur Buck. [22]	41
Figure II- 31: forme du courant et de la tension de l'inductance en MCD.....	43
Figure II- 32 : forme de courant $i_h(t)$. [5]	44
Figure II- 33: la forme du courant $i_D(t)$. [5].....	45
Figure II- 34 : forme du courant $i_c(t)$	46
Figure II- 35 : forme du courant en mode critique $i(L)(t)$	48
Figure III- 1: Barre de menus. [2].....	54
Figure III- 2: La barre d'outils. [1]	Figure III- 3: Organisation de Barre d'outils de sélection des Modes ISIS. [3]
	54

Figure III- 4:La fenêtre principale du logiciel Proteus 8. [1].....	55
Figure III- 5:Sélecteur d'objets. [2].....	55
Figure III- 6:Chargement des composants sur ISIS Proteus. [2]	56
Figure III- 7 : Circuit de convertisseur FLYBUCK sur PROTUSE	57
Figure III- 8: Allure du courant de sortie sur ISIS Proteus.....	58
Figure III- 9:Allure du tension d'entrée sur ISIS Proteus.....	59
Figure III- 10:circuit de convertisseur BUCK sur PSIM.....	60
Figure III- 11: Allure de la Tension de sortie $V_s(t)$	61
Figure III- 12: Allure du courant de sortie $V_s(t)$	61
Figure III- 13: Ex. d'un schéma PCB par ISIS Proteus. [2]	63
Figure III- 14: schéma PCB du convertisseur Buck par Proteus (PCB Layout).....	65
Figure III- 15:schéma PCB du convertisseur Buck par Proteus (PCB Layout).....	65
Figure III- 16: illustration du circuit convertisseur Buck en 3D par Proteus.....	66
Figure III- 17: la fenêtre principale du CopperCAM. [7].....	68
Figure III- 18:Exp d'un fichier Gerber sur CopperCAM. [7].....	68
Figure III- 19: ultimate CNC Grbl Contrôleur software [10]	70
Figure III- 20:: Gravure d'un circuit avec Grbl contrôle. [11]	70
Figure III- 21: La gravure avec le logiciel GRBL Contrôle sur PC	71
Figure III- 22: La gravure avec le logiciel GRBL Contrôle sur PC	71
Figure III- 23: La gravure avec le logiciel GRBL Contrôle sur la machine.....	72
Figure III- 24: La gravure avec le logiciel GRBL Contrôle sur la machine.....	72
Figure III- 25: circuit imprime(PCB) de convertisseur Buck sur GRBL contrôle.	73
Figure IV- 1 : Plaque d'essai. [2].....	77
Figure IV- 2: Exp de connexions. [2]	78
Figure IV- 3: Jumpers (les câbles). [1]	78
Figure IV- 4 : circuit de convertisseur Buck sur la plaque d'essai.	79
Figure IV- 5:Mesure de l'intensité de la tension.	80
Figure IV- 6: Mesure de l'intensité de la tension.	81
Figure IV- 7:Placement des composants sur le PCB.....	82
Figure IV- 8:Le circuit de convertisseur Buck sur PCB.....	82

Introduction Générale :

L'éclairage à base de diodes électroluminescentes (LED) s'impose aujourd'hui comme une technologie incontournable, offrant des avantages tels qu'une efficacité énergétique élevée, une longue durée de vie et un impact environnemental réduit. Toutefois, pour garantir un fonctionnement optimal, les LED nécessitent une alimentation électrique stable et adaptée, fournie par un dispositif spécifique appelé driver LED.

Cependant. C'est dans ce contexte que le **driver LED** intervient, jouant un rôle essentiel dans la conversion et la régulation du courant. Ce projet porte sur l'étude et la réalisation d'un driver LED en utilisant la technologie **SMPS** (Switched Mode Power Supply), un type d'alimentation à découpage largement utilisé pour sa haute efficacité et sa capacité à convertir l'énergie avec des pertes minimales. La technologie SMPS offre des avantages notables en termes de compacité, de fiabilité, et de flexibilité pour répondre aux besoins d'alimentation des LED, tout en assurant une stabilité du courant. À travers ce projet, nous nous concentrerons sur la conception théorique, la simulation et la réalisation et pratique d'un driver LED basé sur un convertisseur SMPS, en tenant compte des exigences modernes en matière d'efficacité énergétique, de protection des composants, et de durabilité.

Dans le cadre de ce projet de fin d'études « Etude et réalisation d'un pilote led driver de 50 watts », nous avons suivi un plan structuré en quatre chapitres :

- Le 1er chapitre présente des Généralités sur l'éclairage.
- Le 2ème chapitre est consacré à la présentation des Généralité sur L'alimentation à découpage (SMPS).
- Le 3ème chapitre comporte une analyse du Conception et simulation.
- Enfin le 4ème chapitre qui illustre la Réalisation pratique.

Pour finir, le travail est achevé par une conclusion générale.

***Chapitre I :
Généralités sur l'éclairage***

Chapitre I : Généralités sur l'éclairage

I.1 Introduction :

Dans le domaine de l'éclairage, l'évolution des technologies a entraîné l'émergence de solutions d'éclairage plus efficaces, durables et adaptables. La lumière est utilisée au service des richesses de la ville de façon organisée et permettre aux différents type d'usage d'assurer des tâches visuelles nocturne en toute sécurité, tout en garantissant un confort. Et dans ce chapitre nous allons parler ; sur les types de l'éclairage, l'éclairage publicet l'objectif de l'éclairage public quelque méthode de calcul et quelque autre chose sur l'éclairage publics.

I.2 L'éclairage :

I.2.1 Définition de l'éclairage :

L'éclairage est la production et l'utilisation de lumière artificielle pour illuminer des espaces, facilitant la visibilité et créant des conditions favorables àdiverses activités, que ce soit à des fins fonctionnelles, esthétiques ou de sécurité.

I.2.2 Les Types de l'éclairages :

Il existe plusieurs types d'éclairage :

Éclairage incandescent : Les lampes à incandescence sont historiquement les plus anciennes et les plus répandues dans le grand public.Leur principe est un filament porté à incandescence dans le vide ou une atmosphère neutre empêchant sa combustion. [2]

Éclairage halogène : Tout comme la lampe à incandescence, l'ampoule halogène possède elle aussi un filament de tungstène mais protégé par des gaz halogénés (iode et brome) qui limitent sa sublimation. [3]

Éclairage fluorescent : Les lampes fluorescentes font partie des lampes à décharge. Elles fonctionnent par décharge d'un courant électrique dans une atmosphère gazeuse. Les lampes fluorescentes utilisent de la vapeur de mercure sous basse pressionLorsqu'on met le tube sous tension, des électrons sont émis par les deux électrodes de tungstène. Lors de leur trajet au travers du tube, ils entrent en collision avec les atomes de mercure. Il en résulte une libération d'énergie sous forme de rayonnement ultraviolet invisible. Ce rayonnement est absorbé par la couche fluorescente présente sur la face interne du tube et converti en rayonnement visible. [4]

Éclairage LED :Les ampoules LED ne contiennent pas de filament ou toute autre partie mécanique fragile, susceptible de s'abîmer.

Elles ne cessent pas de fonctionner subitement, la dégradation se fait graduellement tout au long de sa durée de vie. On considère que la durée de vie utile du chip (ou la puce) LED se situe entre 30.000 et 40.000 heures.

Contrairement aux ampoules incandescentes de 50 Watts qui durent entre 1000 et 2000 heures (environ 1 ou 2 ans), les ampoules LED peuvent durer plus de 35.000 heures. (35 fois de plus que l'incandescence, soit 15-20 fois de plus que l'halogène et 5-7 fois de plus que l'ampoule à basse consommation).

Une ampoule LED utilisée 12 heures par jour peuvent dure plus de 7 ans. Utilisée 8 heures par jour, elle peut durer jusqu'à 11 ans.

La durée de vie utile des LED double de celle des ampoules fluorescentes typiques et décuple de celle des ampoules incandescentes.

LED = économies et protection de l'environnement. [5]



Figure I- 1: Types de l'éclairages. [5]

I.3 L'éclairage public :

L'éclairage public joue divers rôles dans les projets de développement municipaux. Il s'agit avant tout d'une mesure visant à améliorer la sécurité des espaces publics, tant dans les zones de circulation que dans les espaces de loisirs et de divertissement. Aujourd'hui, l'éclairage public fait partie intégrante de l'environnement urbain ou communal. C'est aussi l'un des enjeux importants dans les villes du monde entier, c'est pourquoi c'est un sujet en constante évolution et en constante évolution. On peut le trouver sous différentes formes, lampadaires, bornes lumineuses, colonnes lumineuses, panneaux lumineux, feux de circulation, panneaux de sol réfléchissants, etc. [1]

I.3.1 L'évolution des techniques d'éclairage au fil du temps :

L'évolution des techniques d'éclairage au fil du temps a été marquée par des avancées significatives dans les technologies d'éclairage, ainsi que par des progrès dans la conception et la gestion des systèmes d'éclairage public.

L'histoire de l'éclairage public commence à Paris en 1667, lorsque les autorités décident de placer des lanternes garnies de chandelles au milieu et aux extrémités de chaque rue. Cet usage s'étendrait alors à toutes les villes de France. [6]

Près d'un siècle plus tard, en 1744, l'ingénieur français Dominique-François BOURGEOIS met au point un nouveau design pour les lanternes : les lanternes à réverbère (éclairé par des chandelles à huile de tripes) En 1788, l'huile de tripes a été remplacée par l'huile de colza, moins chère, moins dégoûtante et dont la flamme était plus blanche.

La lampe à pétrole reprend toutes les avancées de la lampe à huile 1780, mais est simplifiée par rapport à celle-ci, grâce à la fluidité du pétrole (distillat de pétrole) et sa capacité à monter jusqu'à environ 10 cm

parcapillarité dans la mèche.

En 1792, l'Écossais William Murdoch et le Français JP Minckelers mettent à disposition des lampes à gaz, mais après plus de 20 ans d'expérimentations diverses, la production industrielle des lampes à gaz débute réellement. Le premier est apparu à Londres en 1820. Ce n'est qu'au début du XXe siècle, grâce aux travaux de Thomas Edison, que les lampes électriques entrent en concurrence avec les lampes à gaz. Les premières lampes à décharge sont apparues vers 1880 lorsque les Premières lampes à arc ont été installées. La première lampe à décharge vraiment populaire est le fameux tube néon, apparu en 1910 et conçu par le physicien Georges Claudius. Ceux-ci ont coexisté avec les tubes fluorescents apparus dans les années 1930. De 1930 à 1980, c'est l'arrivée et le développement de la fluorescence, et la naissance de la lampe fluo compacte, aux nombreux atouts :

- ❖ 3fois plus de lumière que l'ampoule à incandescence pour la même consommation.
- ❖ Durée de vie est bien plus importante.
- ❖ Simplicité d'utilisation.

Dans le même temps, un nouveau type de lampe fait son apparition, la lampe à vapeur au sodium. Il y eut d'abord les lampes sodium basse pression en 1950, puis les lampes sodium haute pression en 1967, que l'on trouve encore aujourd'hui. Dans les années 1990, les premières LED bleues à haute puissance lumineuse voient le jour. L'avènement de cette technologie est un énorme bond en avant dans l'éclairage public :

- ❖ Bon rapport consommation/efficacité lumineuse.
- ❖ Durée de vie beaucoup plus longue qu'une lampe incandescente ou fluorescente.

En Algérie, Chlef fut la première ville du pays à introduire l'électricité en 1886, avant même Alger, Oran, Constantine et Annaba. Fourier contacte la société Edison, qui établit un projet en ce sens pour la commune d'Orléansville. Les sociétés françaises Dalloz et Ganstamide ont alors fourni les plans et devis nécessaires. Le 23 septembre 1886, les cascades de Pontéba (aujourd'hui Oum Drou, à 5 km à l'est de Chlef) sont attribuées à la ville d'Orléansville dans le but de remplacer l'éclairage des lampadaires à gaz par des luminaires électriques. [1]

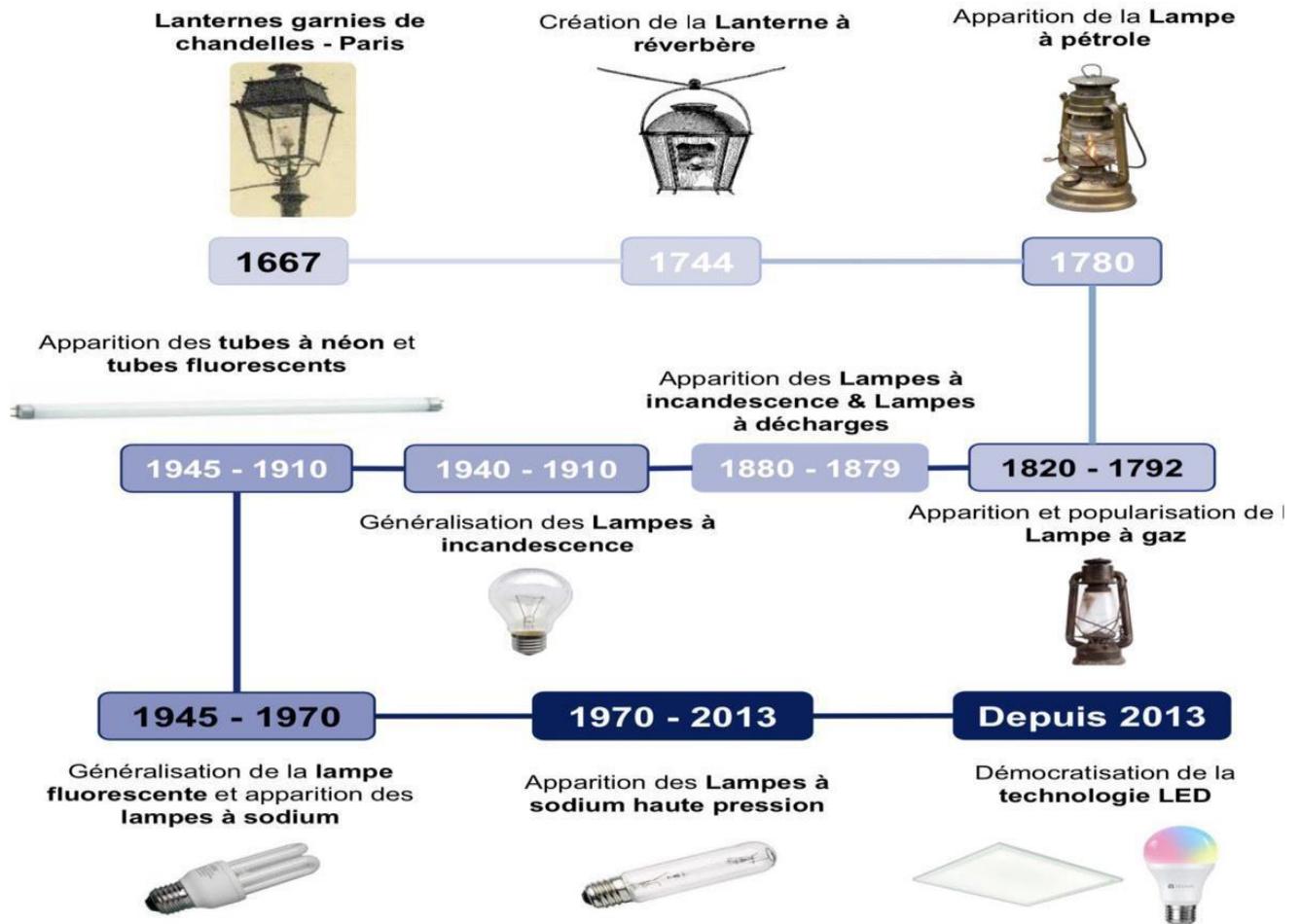


Figure I- 2: L'évolution de l'éclairage public au cours du temps. [1]

I.3.2 L'objectif de l'éclairage public :

L'éclairage public joue plusieurs rôles dans les projets d'aménagement des Communes. Il s'agit avant tout d'une mesure visant à accroître la sécurité des espaces publics, que cela soit dans les zones de circulation ou dans les zones de détente et de récréation.

L'objectif de l'éclairage public est de :

- Sécuriser les déplacements grâce à une bonne perception des obstacles par tous les usagers, qu'ils soient à pied ou motorisés
- Assurer la sécurité des personnes et des biens par un éclairage d'ambiance satisfaisant
- Repérer aisément les lieux et les points particuliers, carrefours, passages piétonniers, etc.
- Permettre les activités nocturnes, sportives ou autres
- Créer une ambiance agréable en harmonie avec les différents espaces
- Valoriser les bâtiments et les façades ainsi que les espaces verts
- Éviter les nuisances lumineuses telles que l'éblouissement et l'effet de zone obscures
- Maîtriser l'intégration des installations, candélabres et luminaires, avec le mobilier urbain dans leur environnement de jour, sans occasionner de gêne majeure. [7]

I.3.3 Domaine d'utilisation d'éclairage public :

Chaque éclairage public demande une planification rigoureuse, même s'il s'agit de l'éclairage non-lié Aux aspects sécuritaires. Les spécialistes ont pour objectif de confectionner un réseau adapté à sa Fonction qui respecte les normes avec une faible consommation électrique et une faible pollution Lumineuse tout en garantissant une intégration harmonieuse dans l'environnement. [7]

1.Eclairage routier :

L'éclairage des routes la nuit réduit le risque d'accidents avec des voitures circulant à grande vitesse. [8]



Figure I- 3:Eclairage routier. [9]

2.L'éclairage des espaces publics :

L'éclairage des espaces publics facilite leur surveillance pendant la nuit dans le but de prolonger leur utilité et de prévenir des accidents et des crimes. En créant une atmosphère détendue, ils sécurisent donc les utilisateurs. Par conséquent, l'illumination des espaces publics augmente la qualité de vie et stimule souvent les activités économiques dans les agglomérations principales. [7]



Figure I- 4:L'éclairage des espaces publics.[10]

3.Eclairage des espaces sportifs :

Pour permettre des activités sportives pendant des heures d'obscurité, il faut éclairer les terrains de sport avec des projecteurs spécialisés. Il est important que ceux-ci soient assez puissants et ne dérangent pas les joueurs pour éviter des accidents. [7]



Figure I- 5: Eclairage des espaces sportifs. [11]

4.Eclairage d'ambiance :

L'éclairage des bâtiments et monuments intéressants souligne leur importance, conçoit des points d'identification et crée une atmosphère agréable. De plus, ce type d'éclairage peut prévenir des graffiti et décharges aléatoire des déchets. Il faut être prudent lors de l'éclairage des espaces verts publics, car cela peut nuire aux plantes. [77]



Figure I- 6: Eclairage d'ambiance. [12]

I.3.4 Évolution récente vers l'adoption de LED :

L'adoption croissante des LEDs (diodes électroluminescentes) dans l'éclairage a été l'une des évolutions les plus significatives ces dernières années. Cette transition vers les LEDs a été motivée par plusieurs facteurs clés, notamment leur efficacité énergétique, leur longue durée de vie.

Les luminaires LED, ou Light Emitting Diodes, offrent une myriade d'avantages par rapport aux sources lumineuses traditionnelles. [13]

Voici quelques-unes des raisons de cette évolution :

- **Efficacité énergétique redéfinie :**

Un des atouts majeurs des LED réside dans leur efficacité énergétique remarquable. Ces luminaires réduisent la consommation d'énergie, générant des économies significatives pour les municipalités tout en contribuant à la réduction de l'empreinte carbone, un pas essentiel vers des villes plus durables.

- **Longue durée de vie :**

Les luminaires LED surpassent leurs homologues traditionnels en termes de durabilité. Leur longue durée de vie réduit la fréquence des remplacements, minimisant ainsi les coûts de maintenance pour les municipalités et contribuant à une gestion plus efficace des ressources.

- **Lumière de qualité et sécurité renforcée :**

La qualité de la lumière émise par les LED crée des espaces publics plus sécuritaires et accueillants. Cette technologie offre une meilleure visibilité nocturne, réduisant les risques d'accidents et contribuant à la sécurité des piétons et des conducteurs.

- **Personnalisation de l'éclairage urbain :**

Les LED permettent une flexibilité exceptionnelle dans la conception de l'éclairage urbain. Les municipalités peuvent ajuster l'intensité et la couleur de la lumière pour s'adapter aux différentes exigences, créant ainsi des ambiances adaptées à divers moments de la journée et à des événements spécifiques.

- **Réduction des coûts opérationnels et retour sur investissement :**

L'adoption des luminaires LED représente non seulement une avancée écologique, mais également un choix économique judicieux pour les municipalités. La réduction de la consommation d'énergie et des coûts de maintenance se traduit par un retour sur investissement rapide, libérant des fonds pour d'autres initiatives communautaires.

- **Réduction de la pollution lumineuse :**

Une autre dimension essentielle du passage aux luminaires LED est la réduction de la pollution lumineuse. Cette technologie permet un meilleur contrôle de la direction et de l'intensité de la lumière, minimisant ainsi les impacts négatifs sur la faune, les astronomes amateurs, et améliorant la qualité du sommeil des résidents.

- Les initiatives intelligentes des villes éclairées :

Les villes modernes intègrent de plus en plus les technologies intelligentes dans leur infrastructure. Les luminaires LED, avec leur capacité à être contrôlés à distance et à s'adapter aux besoins changeants, s'intègrent parfaitement dans ces initiatives intelligentes, contribuant à la création de villes connectées et durables. [13]

I.4 L'éclairage public intelligent

Les réseaux d'éclairage public sont la porte d'entrée des villes intelligentes. Le retrofit d'infrastructures (mâts, boîtiers, luminaires, etc.) offre l'opportunité de mettre en place de nouveaux capteurs (caméras, capteurs de lumière, de pollution, de bruit, de température, de trafic, etc.) capables de communiquer dans le cadre d'un réseau local de transmission de données fournissant nouveau service quotidien.

L'éclairage de rénovation est plus qu'un simple meilleur éclairage à moindre coût. C'est aussi apporter plus de sécurité, de visibilité, de confort et de bien-être dans les espaces publics. Valorisant le patrimoine architectural d'une ville par l'animation et l'éclairage, l'éclairage public intelligent permet de réduire la facture énergétique, l'un des principaux enjeux des collectivités. Il contribue également au développement économique de la région.

Tout l'enjeu est de fournir un éclairage précis, éveillé et durable tout en réduisant la consommation : ne fournir que la lumière nécessaire pour voir et être vu, assurer la sécurité, tout en favorisant une gestion plus efficace en déployant des dispositifs à haut rendement (LED, lampes à vapeur de sodium) pour optimiser efficacité énergétique. La réhabilitation des réseaux d'éclairage public peut être associée à de nouveaux services : signalisation routière, gestion du trafic, vidéosurveillance, équipements de mesure de la pollution, Wi-Fi, etc. Ces services à forte valeur ajoutée contribuent à améliorer les déplacements grâce à une mobilité intelligente et responsable, à réduire les niveaux de pollution grâce à une meilleure régulation de la circulation et à rendre les espaces publics plus sûrs, plus agréables et plus humains. [11]

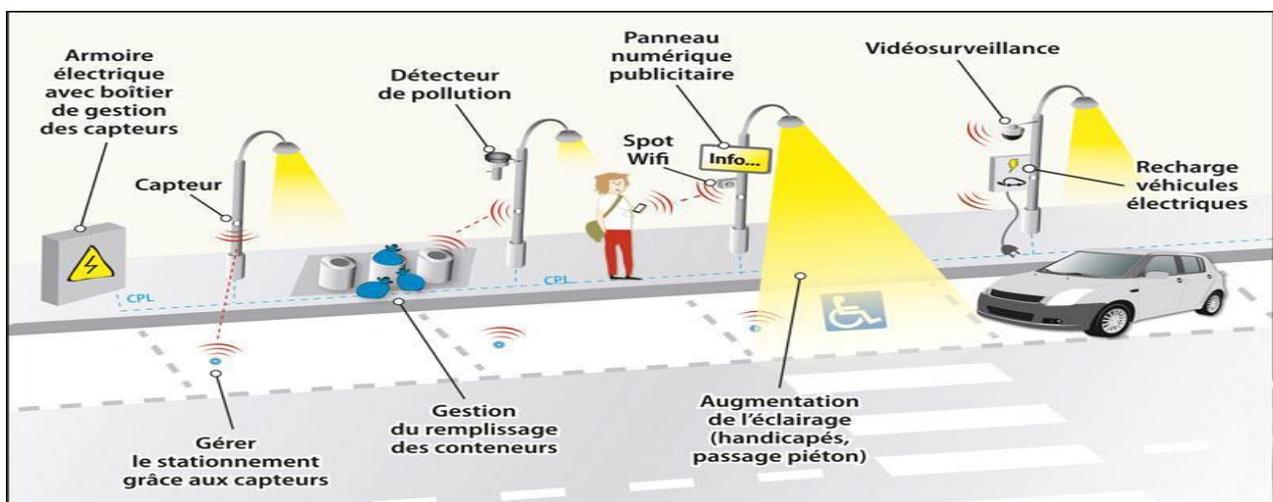


Figure I- 7: Un exemple de l'éclairage public intelligent. [11]

I.4.1 Contexte de l'évolution vers l'éclairage public intelligent

L'évolution vers l'éclairage public intelligent est motivée par plusieurs facteurs, À la base, un lampadaire LED intelligent combine une technologie d'éclairage LED économe en énergie avec des capteurs avancés, une connectivité sans fil et des systèmes de contrôle intelligents. Cette fusion donne naissance à une solution d'éclairage non seulement écologique, mais également adaptable, contrôlable et capable d'améliorer la qualité globale de la vie urbaine. [14]

I.4.2 Les avantages et bénéfices :

Les avantages et bénéfices de l'éclairage public intelligent sont nombreux. En plus des avantages mentionnés ci-dessus en termes de réduction des coûts et de la consommation d'énergie grâce à des commandes de gradation flexibles ; une satisfaction accrue des piétons grâce à des mesures de sécurité améliorées ; la réduction des coûts de réparation et de maintenance grâce au logiciel de surveillance et la réduction des émissions de carbone et de la pollution lumineuse, l'éclairage public intelligent offre également des avantages en termes de durée de vie accrue des lampes et temps de réponse plus courts en cas de panne ; une planification architecturale améliorée basée sur des modèles de trafic réels et des informations pertinentes et des opportunités de revenus accrues, telles que la location de poteaux pour l'affichage numérique ou d'autres services. [15]

L'éclairage public intelligent peut également servir de plateforme pour le déploiement de services et d'applications supplémentaires, tels que la surveillance de la qualité de l'air, le suivi du trafic et la fourniture d'informations aux citoyens.

I.4.3 Défis et considérations des lampadaires LED :

Bien que les avantages des lampadaires LED soient substantiels, leur mise en œuvre comporte certains défis et considérations :

***Investissement initial** : le coût initial de mise en œuvre d'un système d'éclairage public à LED intelligent peut être plus élevé que celui des systèmes traditionnels. Cependant, les économies réalisées sur les coûts opérationnels à long terme dépassent souvent cet investissement initial.

***Confidentialité et sécurité des données** : La collecte de données par ces lumières soulève des inquiétudes quant à la confidentialité et à la sécurité des données. Un cryptage approprié, des protocoles de communication sécurisés et des politiques strictes de gestion des données sont essentiels pour répondre à ces préoccupations.

***Maintenance et expertise technique** : les lampadaires LED intelligents nécessitent une expertise technique spécialisée pour l'installation, la maintenance et le dépannage. Les municipalités doivent disposer des ressources nécessaires pour gérer et entretenir efficacement ces systèmes.

***Interopérabilité** : garantir que les différents composants et systèmes de différents fabricants puissent communiquer de manière transparente est crucial pour le succès d'un réseau d'éclairage public à LED intelligent. [14]

I.5 Conclusion :

Dans ce chapitre, on a exposé brièvement l'historique de l'éclairage public, et expliquer le rôle Et la fonction du système d'éclairage public, ainsi que les différentsDomaine d'utilisation d'éclairagepublic. Nous avons également parlé de L'éclairage public intelligent.

Dans le prochain chapitre nous allons axer notre travail sur l'étude et la simulation de l'alimentation à découpage (SMPS).

Bibliographie du chapitre I :

[1] Zergaoui Mohamed, Réda Selmani Mahmoud Abdessalam, Développement et réalisation d'un système de supervision en temps réel de l'éclairage public, DEPARTEMENT DE GENIE ELECTRIQUE. 2022, Université de Mostaganem.

[6] Alyssa BINARD. Pierre Danré. Éloïse François. Jonas Topin. LIVRE BLANC Smart lighting L'éclairage public intelligent. Janvier 2022. Ecole ingénieurs France.

[7] Daniel Schumann, Saber Afli. GUIDE TECHNIQUE, ECLAIRAGE PUBLIC, Caisse de Prêts et de Soutien des Collectivités Locales (CPSCL), Tunisie
<http://www.cpscl.com.tn/upload/telechargement/telechargement659.pdf>

[8] Nourelhouda, M., Étude et réalisation d'un système intelligent pour la commande d'éclairage publique et surveillance de quelques paramètres atmosphériques, in Génie électrique. juin 2018, Université Oum El Bouaghi.

[13] Éclairage public écologique : L'ère des luminaires LED
<https://www.ecoenvironnement.net/eclairage-public-ecologique-ere-des-luminaires-led/>

Webographie du chapitre I :

[2] Éclairage incandescent https://fr.electricalinstallation.org/fr/wiki/Les_diff%C3%A9rentes_technologies_de_lampes#Lampes_%C3%A0_incandescence

[3] [l'éclairage halogène](#)

[4] Éclairage fluorescent <https://energieplus-lesite.be/techniques/eclairage10/sources-lumineuses/lampes-a-decharge/tubes-fluorescents/>

[5] Éclairage led <https://www.barcelonaed.fr/blog/blog-d-information-et-guides-sur-l-eclairage-led/les-raisons-pour-passer-a-l-eclairage-led/>

[9] Éclairage routier <https://www.rtf.be/article/l-eclairage-intelligent-va-changer-nos-habitudes-10911506>

[10] L'éclairage des espaces publics <https://www.batiweb.com/actualites/publi-redactionnels/renover-judicieusement-l-eclairage-public-de-sa-commune-un-moyen-d-associer-gains-financiers-et-environnementaux-par-l-ademe-37736>

[11] L'éclairage des espaces sportifs <https://www.upowertek.com/fr/pilotes-de-led-non-isoles-et-isoles-pour-les-applications-de-clairage-sportif/>

[12] éclairage d'ambiance <https://cls-led.com/fr/projets/farwaniya-mosque/>

[14] Contexte de l'évolution vers l'éclairage public

intelligent <https://www.alitecn.com/fra/article-5377724780986723.html>

[15] Les avantages et bénéfices <https://www.techtarget.com/iotagenda/definition/smart-streetlight>

Chapitre II :
Généralité sur L'alimentation à
découpage (SMPS)

Chapitre II : Généralité sur L'alimentation à découpage (SMPS)

II.1 Introduction :

Une alimentation à découpage (SMPS) est un convertisseur Continu /Continu. Celui-ci est beaucoup utilisé dans l'électronique, TV, Ordinateur,

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 du 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%)

Dans ce chapitre on consacre l'étude du convertisseur type FLYBUCK et BUCK.

II.2 Définition d'alimentation à découpage "SMPS" (switch mode power supply) :

Un SMPS (Switched-Mode Power Supply) est un type d'alimentation électrique couramment utilisé dans l'industrie de l'éclairage. Elle est conçue pour convertir efficacement l'énergie électrique d'une forme à une autre en utilisant des dispositifs de commutation tels que des transistors ou des MOSFET.

Cette alimentation contient de deux types :

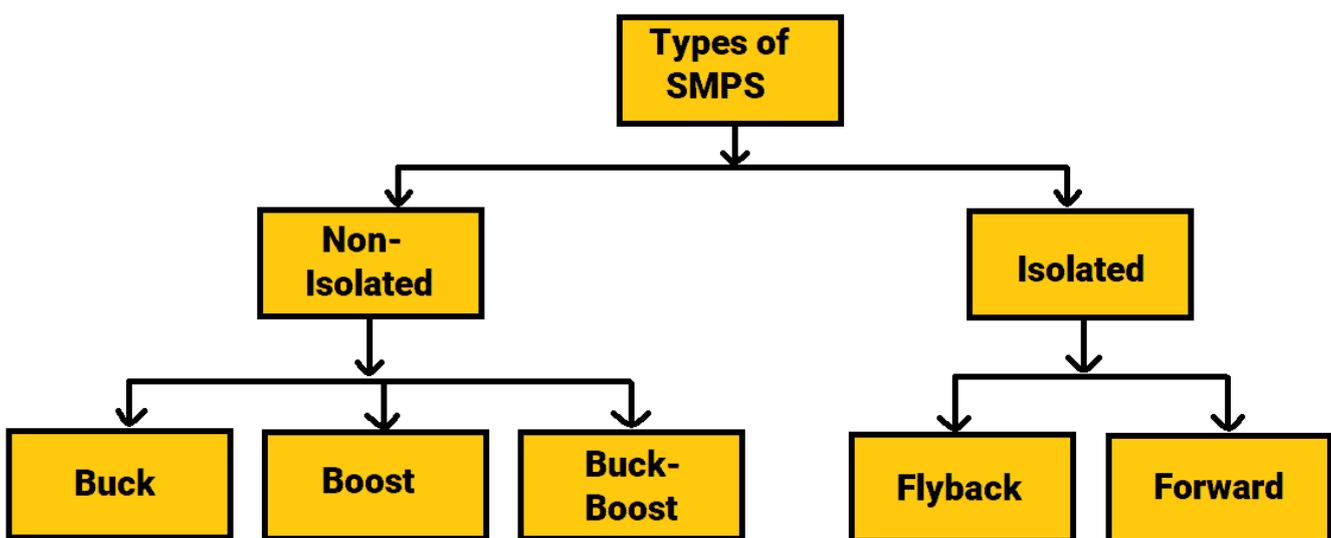


Figure II- 1:Les types de SMPS.[1]

II.2.1.Pilote de LED isolé contre Pilote de LED non isolé :

Actuellement, sur le marché général de l'éclairage LED, il existe une différence non isolée et isolée pour les puissances des pilotes. La conception non isolée est limitée aux produits à double isolation, tels que les produits alternatifs aux ampoules, y compris les LED et le produit est intégré et scellé dans un plastique non conducteur, de sorte que l'utilisateur final n'a aucun risque de choc électrique. Les produits de classe II sont isolés, le prix est relativement cher, mais l'utilisateur peut accéder à la LED et au câblage de sortie (généralement appliqué dans l'éclairage LED et l'éclairage public), ce produit est essentiel. [1]

Avec transformateur d'isolement ou isolation électrique, l'alimentation du pilote de LED signifie que la LED peut être directement touchée à la main sans choc électrique. Sans transformateur d'isolement, bien qu'il puisse toujours utiliser une coque de protection pour obtenir une certaine isolation mécanique, mais cette fois, la LED ne peut pas être en contact direct avec lorsqu'elle est au travail.[1]

Lorsque nous comparons ces deux éléments, les deux sont appelés alimentations à découpage. La conception isolée a une isolation de tension adéquate entre l'entrée et la sortie, et normalement elle est de $4V_{in} + 2000V$ selon UL et CE et de $3750V_{ac}$ selon les normes 3C. L'isolation empêche la haute tension d'entrée de pénétrer dans la sortie, améliorant ainsi la sécurité et sacrifiant l'efficacité (~-5%) et le coût (~+50%) en utilisant un transformateur hautement isolé plutôt qu'une inductance comme composant de transfert de main-d'œuvre. La conception non isolée est tout le contraire, et elle est principalement adoptée dans les conceptions intégrées à faible consommation. [2]

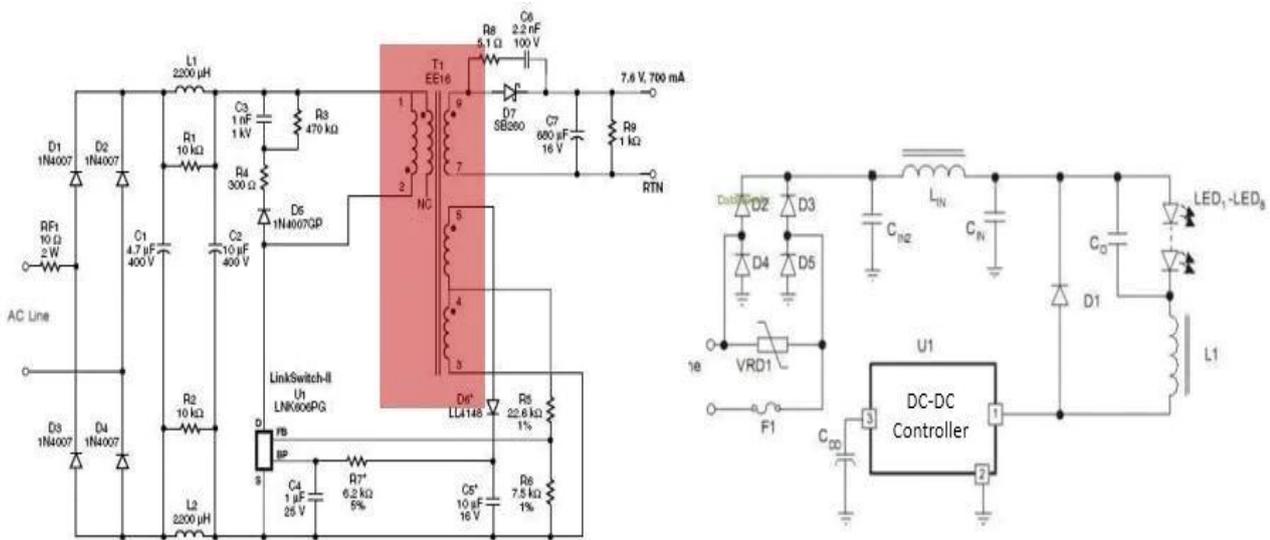


Figure II- 2 : Conception isolée vs conception non isolée [3]

II.2.2. La Dimmabilité :

La définition de dimmable est faite varier la quantité de lumière produite par sa source lumineuse afin qu'elle produise plus ou moins de lumen. Dimmable signifie " dont la luminosité peut être réduite". Une source lumineuse (que ce soit une ampoule ou un luminaire) émet une certaine quantité de lumière, exprimée en Lumen (lm). Une ampoule dimmable signifie que vous pouvez faire varier l'intensité lumineuse et donc diminuer l'intensité pour faire une ambiance plus tamisée. Il est donc maintenant possible de jouer avec l'éclairage et de le contrôler. [4]



Figure II- 3: DimmingLEDs [4]

- Efficacité de la LED

Lorsque le luminaire LED est “dimmé” par son alimentation, une variation de l’efficacité et du facteur de puissance ($\cos \phi$) de l’alimentation apparait.[4]

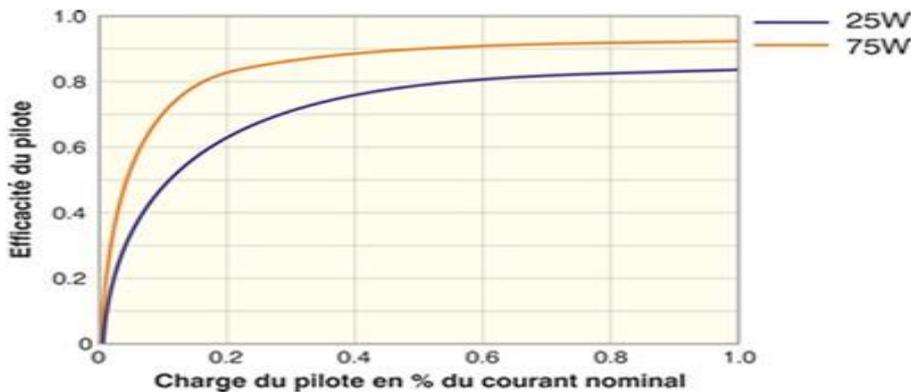


Figure II- 4: Influence du « Dimming ». [4]

Une Efficacité plus élevée améliore non seulement l’efficacité lumineuse globale, mais permet également au pilote LED de générer moins de chaleur, ayant ainsi une meilleure durée de vie. À l’ère des LED, l’efficacité est de plus en plus importante pour économiser plus d’énergie. [2]

II.2.3. Pilotage en PWM :

Le pilotage en PWM (Pulse Width Modulation) est souvent utilisé dans le domaine de l’éclairage sachant que les LEDs sont très peu sensibles à ce type de modulation. L’avantage également est que ce pilotage permet de réaliser un dimming comme le montre la figure suivante.[4]

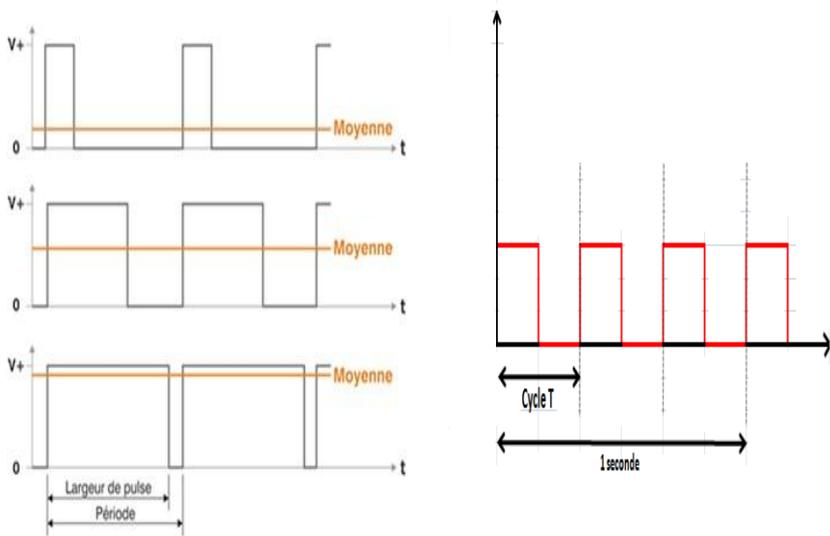


Figure II- 5: Modulation du courant en fonction de la modulation de la largeur d'impulsion. [5]

II.3. Circuit

II.3.1 Circuit de protection :

Les circuits électriques sont protégés contre les surcharges et les court-circuit par un coupe-circuit qui peut être un plomb, une cartouche-fusible ou un petit disjoncteur divisionnaire. En cas d'échauffement, si trop d'appareils fonctionnent en même temps le circuit protégé ou en cas de court-circuit, le fusible fond ou le disjoncteur divisionnaire disjoncte.

On a utilisé dans notre circuit un " Fusible" pour protège contre les surintensités causées par des court-circuit, "NTC" (Négative températurecoefficient) pour limite le courant d'appel initial pour protéger les composants sensibles lors de la mise sous tension, "Varistor" pour absorbe les surtensions transitoires provenant du réseau électrique, protégeant ainsi les composants contre les dommages causés par des pics de tension.

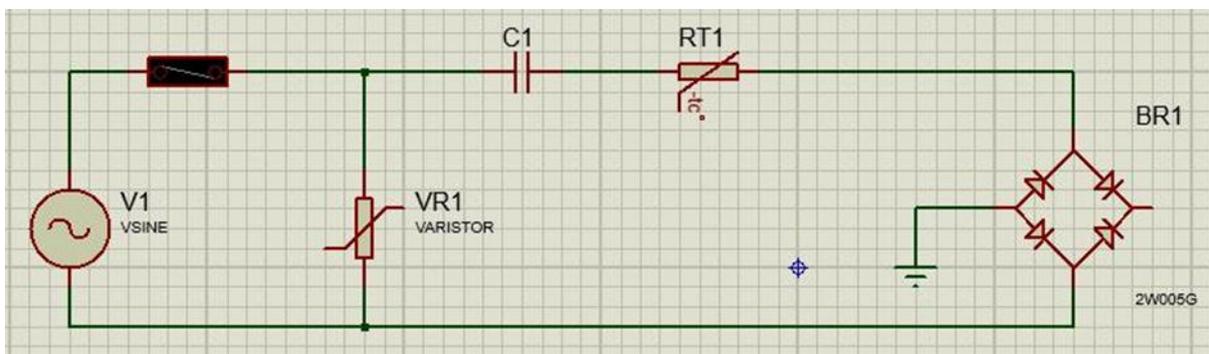


Figure II- 6 : circuit de protection.

II.3.2 Redressement double alternance :

Pour obtenir le redressement double alternance on utilise le pont de Graëtz qui est constitué de quatre diodes montées en parallèle deux par deux. Les diodes D1 et D2 sont à cathodes communes et les diodes D3, D4 sont à anodes communes (voir figure 1).

Le pont est alimenté par une tension alternative sinusoïdale telle que :

$$v_e(t) = V_{e\max} \sin(\omega t)$$

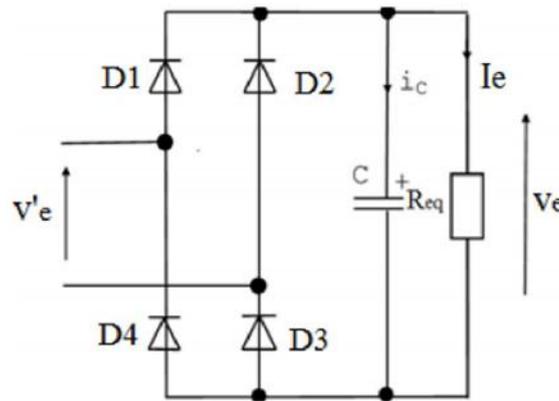


Figure II- 7: pont de Graëtz. [6]

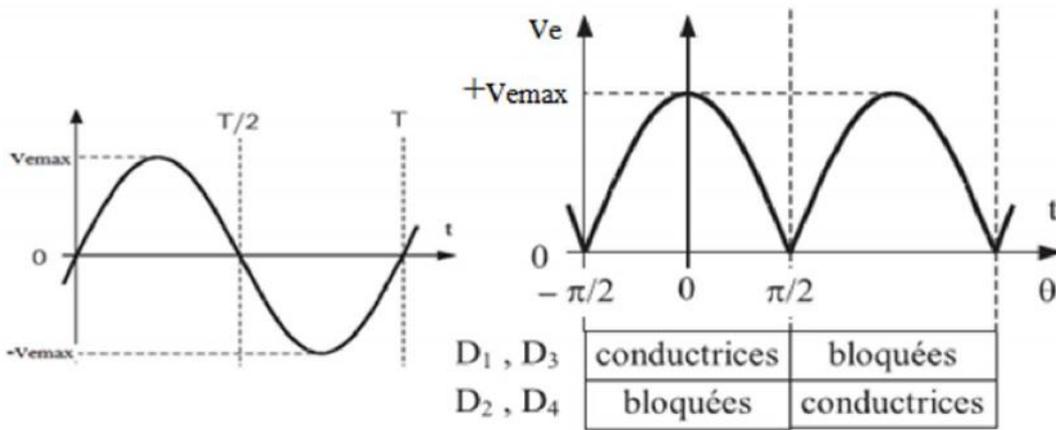


Figure II- 8: a) forme de tension d'alimentation. b) tension redressée. [6]

II.3.3 Filtrage de la tension redressée par un condensateur :

Le filtrage de la tension par un condensateur en parallèle sur les borne de sortie du pont devrait être utilisé le redresseur relie alors directement deux dipôle de tension, réseaux et condensateur (Figure II.9).

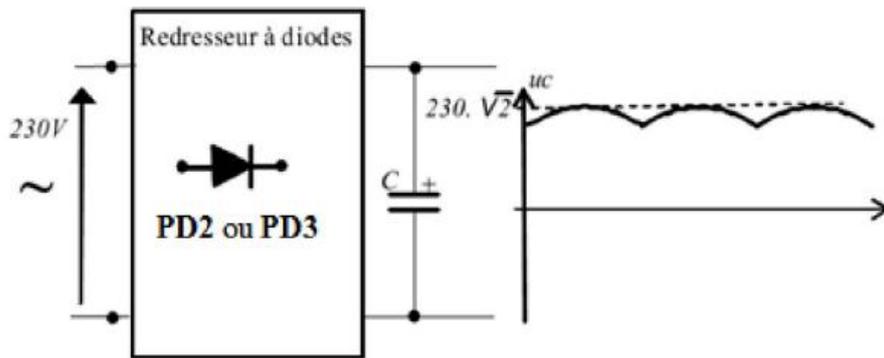


Figure II- 9: filtrage de la tension par un condensateur. [6]

L'association pont de diode + condensateur constitue le dispositif d'alimentation d'une multitude d'appareil, aussi bien dans le domaine d'éclairage public ou de l'électrotechnique.

- **Tension redressée :**

Plus la capacité du condensateur est grande, plus celui-ci va lisser la tension. On le voit sur le graphique : la courbe en rouge est lissée avec un condensateur ayant une capacité moins forte que le courbe bleu.

La qualité du lissage dépend aussi du courant consommé et de la fréquence : plus le circuit consomme de courant plus le condensateur se déchargera vite, et plus la fréquence est élevée, plus il sera rechargé souvent. [7]

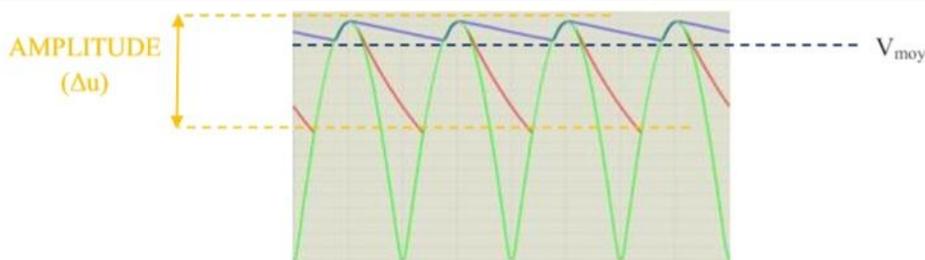


Figure II- 10: courbe de redressement [7]

- **Convertisseurs continu-continu :**

Un convertisseur continu/continu, également appelé hacheur, est un convertisseur statique qui utilise des composants à semi-conducteurs pour alimenter une charge sous une tension continue réglable à partir d'une source de tension continue constante.

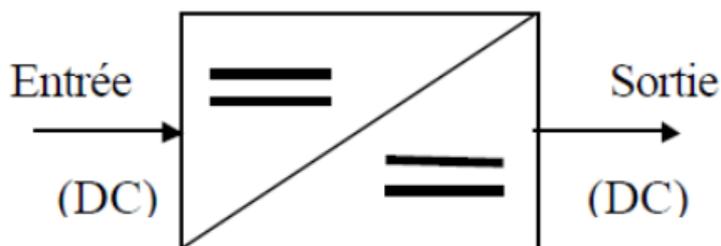


Figure II- 11 : Convertisseur continu – continu.[6]

II.4 Alimentation type « FLYBUCK »

II.4.1 Définition et caractéristique du type « FLYBUCK » :

Un convertisseur FLYBUCK est une alimentation à découpage avec une isolation entre l'entrée et la sortie. Le convertisseur FLYBUCK est probablement la structure la plus utilisée en industrie électronique (moniteur LCD, télévision CRT, lecteur de DVD). Généralement réservé aux applications de puissance réduite [7].

Le montage FLYBUCK est basé sur un hacheur à stockage inductif, il est utilisé pour des puissances allant jusqu'à 150 W et a une fréquence qui peut atteindre 150 kHz. La tension V_e est constante, l'élément magnétique fonctionne en inductance d'accumulation d'énergie. L'énergie est emmagasinée durant la période de conduction de transistor H (de 0 à αT), puis restituée par le secondaire (de αT à T) ; pour une démagnétisation incomplète la tension de sortie est donnée par :

$$V_s = V_e \frac{N_2}{N_1} \times \frac{\alpha}{1-\alpha} \quad (1.1)$$

Et peut être ajusté par le rapport cyclique α ou par le rapport de nombre de spires, pour une démagnétisation incomplète la tension de sortie est donnée par :

$$V_s = V_e \times \alpha \times \sqrt{\frac{R \times T}{2 \times L}} \quad (II.2)$$

On peut être l'ajuster par la variation du rapport cyclique ou par la période de charge T , l'ondulation de la tension de sortie :

$$\Delta V_s = \frac{i_s \times \alpha}{C \times F} \quad (II.3)$$

Ondulation du courant d'entrée :

$$\Delta i_1 = \frac{V_e \times \alpha}{L_p \times F} \quad (II.4)$$

L_p est l'inductance primaire du transformateur.

La régulation est assurée par le comparateur et l'oscillateur MLI (ou PWM), tel que d'un diode rapide

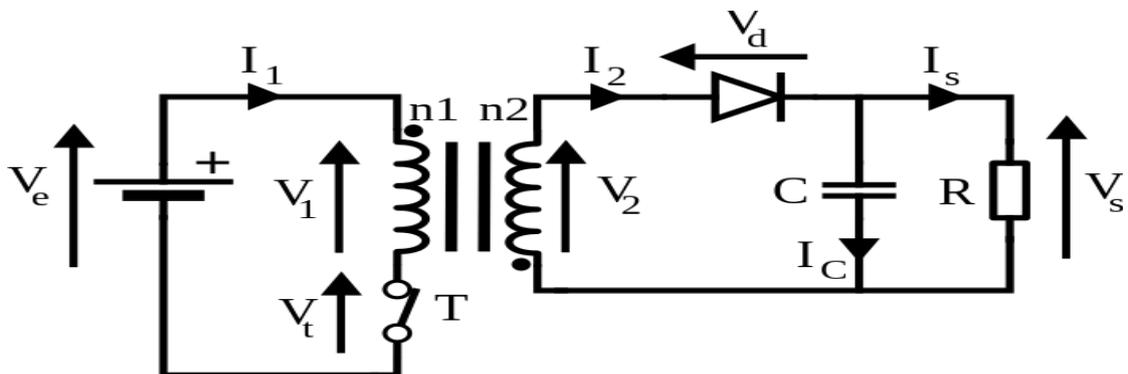


Figure II- 12 : Schéma de base d'un convertisseur Flyback. [6]

I.4.2 Principe de fonctionnement :

Le convertisseur Flyback fonctionne en stockant de l'énergie magnétique dans un transformateur pendant la phase de conduction et en libérant cette énergie pendant la phase de coupure pour fournir une tension de sortie régulée. Le contrôle précis du MOSFET permet d'ajuster la tension de sortie selon les besoins de l'application.

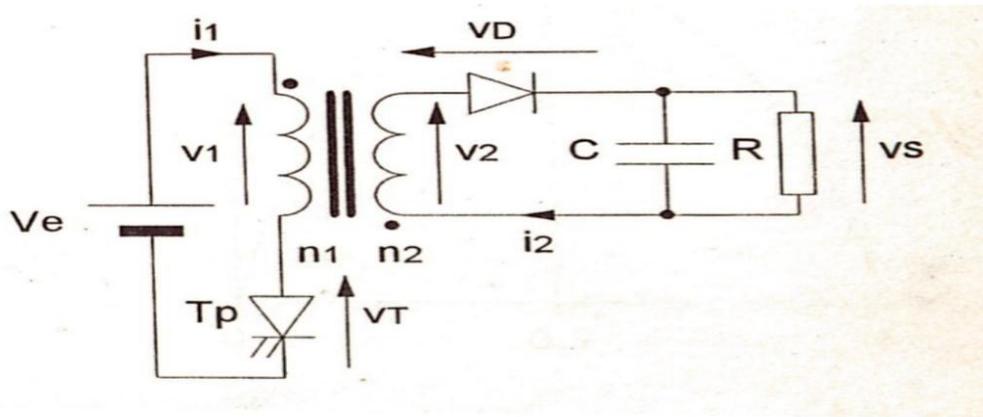


Figure II- 13: Schéma de montage de convertisseur FLYBUCK

La fermeture de l'interrupteur entraîne le stockage d'énergie dans l'inductance primaire (dans le circuit magnétique et dans l'éventuel entrefer, en fait), la diode est alors bloquée. Lorsqu'il s'ouvre, la continuité du flux magnétique entraîne la mise en conduction de la diode et l'énergie stockée est transmise à la charge.

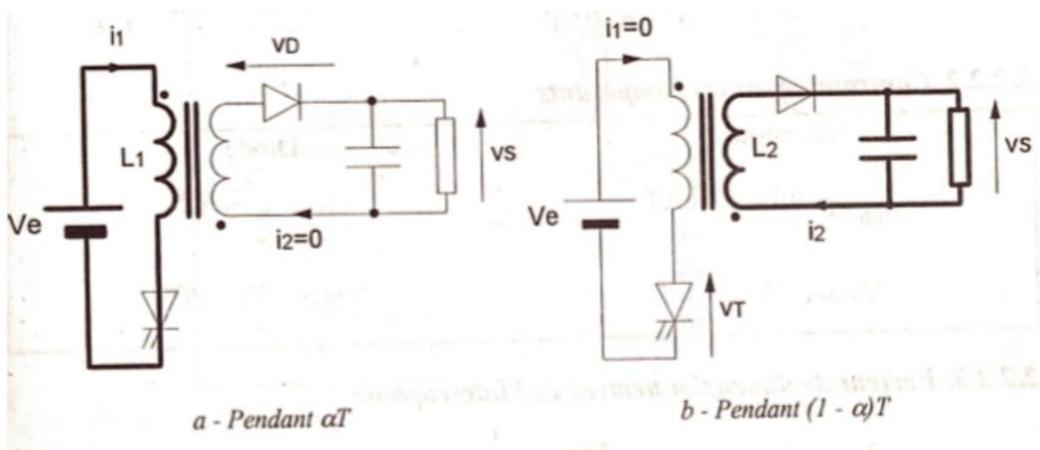


Figure II- 14 : Étape de conduction d'un convertisseur FLYBUCK

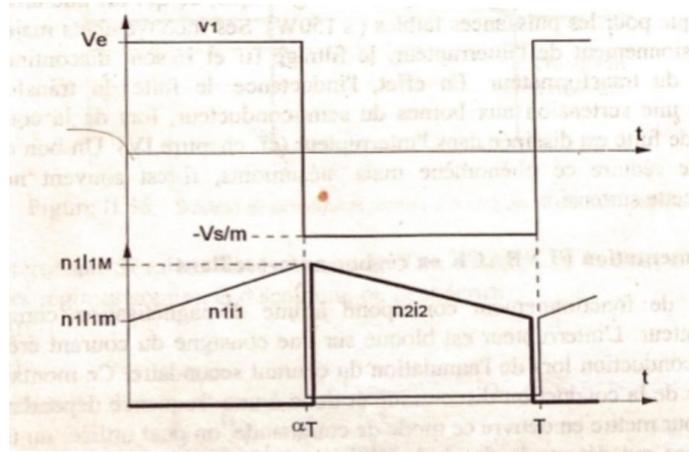


Figure II- 15 : Forme d'onde en conduction continue pour un convertisseur FLYBUCK

*Dimensionnement des éléments du convertisseur Flybuck :

1. Le cahier des charges : Nous allons procéder au dimensionnement des composants du convertisseur flyback en mode de conduction continue (MCC), en tenant compte des caractéristiques spécifiées dans le cahier des charges suivant.

- Tension d'entrée : $V_e = (160_265)$ V (filtrée et redressée)
- Tension de sortie : $V_s = (24_36)$ V
- Fréquence de découpage : $f = 100$ kHz.
- Ondulation relative de la tension de sortie : ΔV_s
- Ondulation relative du courant de sortie : ΔI_s
- Courant de sortie : $I_s = 1.5$ A
- Condition de la conduction discontinue : α

1. Equations et forme d'onde :

De 0 à αT , $i_1 = I_{1,\min} + \frac{V_e}{L_1} t$ et $V_D = -(V_s + mV_e) < 0$.

La continuité du flux s'écrit $n_1 I_{1,\max} = n_2 I_{2,\max}$. De αT à T , on a $i_2 = I_{2,\max} - \frac{V_s}{L_2} t$ et $V_T = V_e + \frac{V_s}{M}$

On a alors si $I_{2,\text{moyen}} = I_s$

$$\frac{V_s}{V_e} = \frac{m\alpha}{1-\alpha} \quad (\text{II. 5})$$

$$I_{1,\text{moyen}} = \frac{m\alpha I_s}{1-\alpha} \quad (\text{II. 6})$$

$$\Delta V_s = \frac{\alpha^2 m v_e}{(1-\alpha) RCF} \quad (\text{II. 7})$$

$$\Delta I_s = \frac{\alpha V_e}{L1F} \quad (\text{II. 8})$$

Calcul de rapport cyclique $\alpha = \frac{V_s - N}{V_e}$

N : rapport de transformation du transformateur dans le Flybuck

Après calcul, nous utilisons la relation suivant pour déterminer la capacité C :

$$\Delta V_s / V_s = \left(\frac{\alpha}{RCF} \right)$$

Alors nous obtenons :

$$C = 2.2\mu\text{F}$$

II.4.3 Les composants utilisés :

- **Fusible** : dispositif de sécurité (protection) qui interrompt le flux de courant électrique lorsqu'il dépassé un certain niveau, prévenant ainsi les dommages aux appareils et réduisant les risque d'incendie.



Figure II- 16 : fusible

- **Varistor** : un composant électrique dont la résistance varie en fonction de la tension appliquée à ces bornes son rôle principal est de protéger le circuit contre les surtensions transitoires.



Figure II- 17 : Varistor .

- **Bridge** : Son rôle principal consiste à redresser le signal alternatif en éliminant la composante négative du courant, ce qui permet d'obtenir une tension continue et constante
- **Condensateur**: le rôle de condensateur est filtrer et absorber certain signal alors indispensable dans un circuit électrique qui nécessite une grande précision. [8]

$$C = \frac{I}{\Delta U \cdot f} \quad (\text{II.9})$$

Avec :

C = la capacité du condensateur (μF)

I = le courant supposé constant (A)

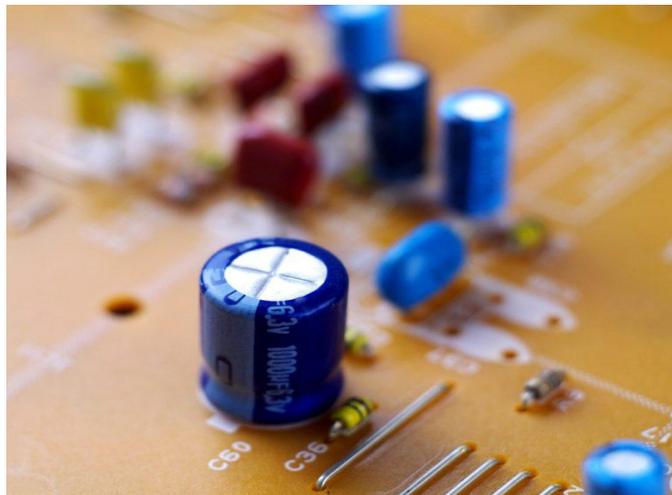


Figure II- 18 : condensateur de filtrage. [8]

La capacité de condensateur donnée par :

$$C = I_{out} \cdot \frac{I_{out} \cdot \Delta}{DV_{out} \cdot f} \quad (\text{II.10})$$

Avec :

I_{out} : le courant de sortie

Δ : le rapport cyclique

Δv_{out} : la variation de tension sur la sortie

f : la fréquence

- **Circuit snubber** :est essentiel pour éliminer les pics de tension et limiter la vitesse de changement du courant et de la tension [9].
- **Transformateur** :Le rôle des transformateurs est de veiller à ce que l'énergie soit transformée en courant à moyenne ou basse tension pour le réseau de distribution [10].
- **Résistance** :utilisées pour décharger les condensateurs à des niveaux de tension sécuritaire après la mise hors tension et pour décharger les batteries lors de tests [11]

La résistance donnée par :

$$R = \frac{V_{out}}{I_{in}} \quad (\text{II.11})$$

Avec :

V_{out} : est le courant de sortie

I_{in} : est le courant d'entrée

- **L'inductance** :Le lissage par inductance consiste à placer une inductance en série avec la charge. Le lissage se fait par lissage du courant de charge [12].

La valeur de L'inductance donnée par :

$$L = \frac{V_{in} - V_{out}}{\Delta I \cdot f} \cdot \Delta \quad (\text{II.12})$$

Avec :

V_{in} : est la tension de sortie

V_{out} : est la tension de sortie

ΔI : la variation de courant à travers de l'inductance

f : est la fréquence

Δ : est le rapport cyclique

- **TL431 (transistor logique)**: régulateur de tension. Il permet notamment de réaliser un équivalent à une diode zener dont la tension de claquage serait configurable avec un pont diviseur de tension [12].



Figure II- 19 : régulateur transistor shunt voltage.

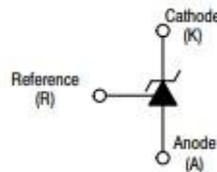
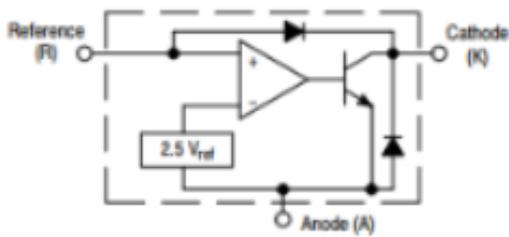


Figure II- 20: bloc diagram Figure II- 21 : symbole de circuit

- **Optocoupleur** :L'optocoupleur garantit l'isolation galvanique grâce à la transmission de l'information en mode optique. [14]

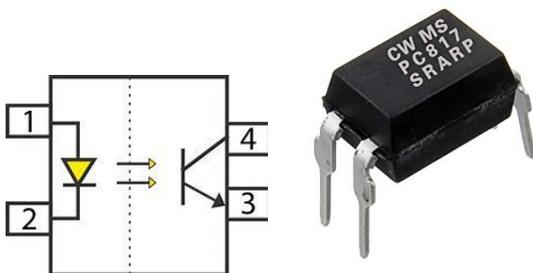


Figure II- 22: Optocoupleur à sortie "Transistor". [14]

- **Transistor** : Il permet notamment le redressement, la modulation ou l'amplification des signaux électriques. On le retrouve généralement à l'intérieur des circuits électroniques, que ce soit en haute ou en basse tension [15].

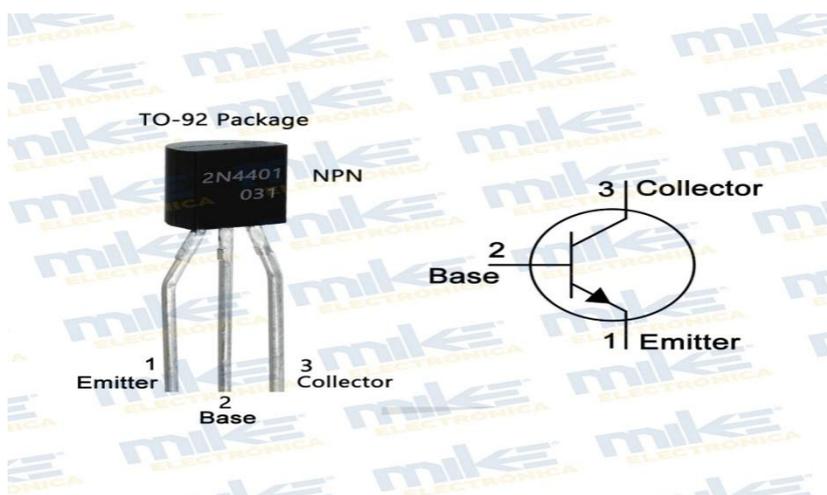


Figure II- 23 : 2N440 Transistor (NPN).[15]

- **Mosfet** :Un MOSFET est un dispositif semi-conducteur faisant partie de la famille des transistors. En électronique, sa fonction est d'acheminer le voltage nécessaire vers une charge Ils jouent ainsi en quelque sorte le même rôle qu'un interrupteur. [16]

- **Diode zener** : maintenir une tension fixe aux bornes de la diode lorsqu'elle présente une polarisation inverse

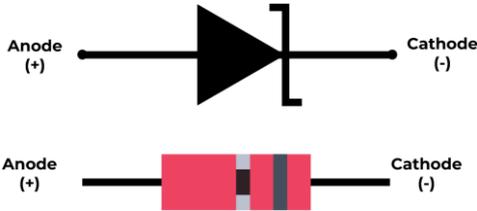


Figure II- 24 : diode zener

Cette technologie est très utilisée à l'heure actuelle et est considérée comme très importante en raison de ses nombreux avantages en raison de l'indisponibilité de ses composants. Mais nous ne pouvons pas l'utiliser. Nous utiliserons donc une autre technologie équivalente en fonction et dont les composants sont disponibles. Cette technologie est appelée « BUCK »

II.5 Alimentation type Buck :

Un convertisseur Buck, ou hacheur série, est une alimentation à découpage qui convertit une tension continue en une autre tension continue de plus faible valeur. Un convertisseur Buck bien conçu possède un fort rendement (jusqu'à 95 %) et offre la possibilité de réguler la tension de sortie.

Convertisseur dévolteur peut être souvent trouvé dans la littérature sous le nom d'hacheur Buck ou hacheur série. La figure (1) présente le schéma de principe du convertisseur dévolteur. Son application typique est de convertir sa tension d'entrée en une tension de sortie inférieure. [17]

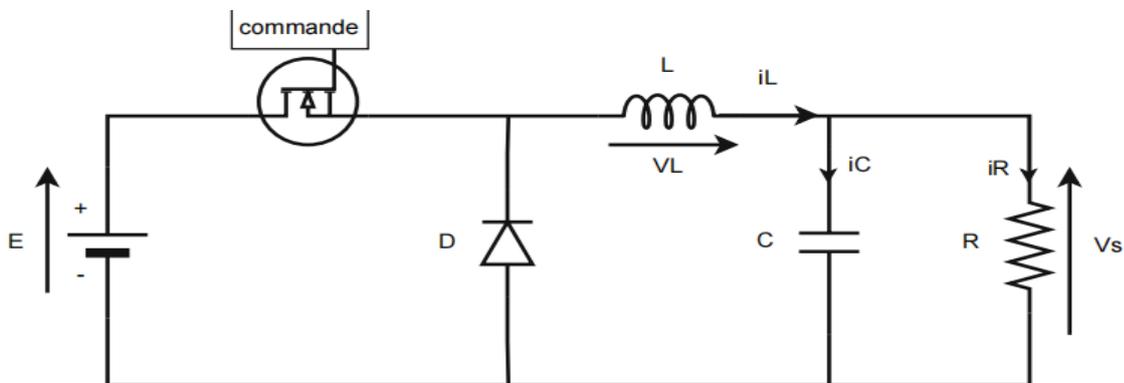


Figure II- 25 : Schéma du convertisseur Buck. [17]

Principe d'un hacheur dévolteur (BUCK) :

Le principe d'un tel convertisseur est d'assurer la fluence d'énergie entre une source de tension continue, et une source de courant continu. [18]

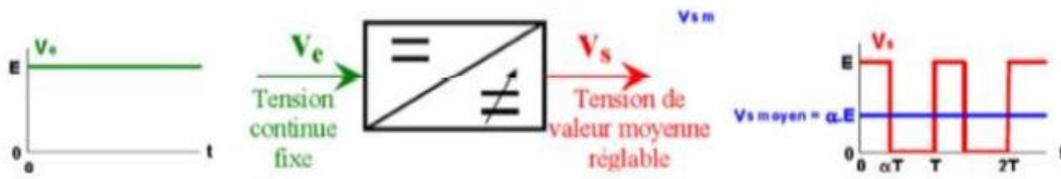


Figure II- 26 :principe général d'hacheur.[18]

II.5.1 Principe de fonctionnement :

On note :

α : le rapport cyclique des impulsions qui commandent l'interrupteur.

T_e :étant la période des impulsions.

Quand l'interrupteur est fermé pendant la durée $[\alpha T_e]$, la tension appliquée aux bornes de la diode. L'interrupteur est commandé à la fréquence de découpage $F_e=1/T_e$ la source V_e fournit de l'énergie la charge et à l'inductance.

Pendant le temps $t \in [\alpha T_e, T_e]$ l'interrupteur s'ouvre et l'énergie emmagasinée dans l'inductance commande la circulation du courant dans la diode de roue libre D. La tension à ses bornes est donc nulle.

Les chronogrammes (tracés dans le cas idéal) de la figure (1.2) sont tracés dans le cas d'une conduction continue, c'est-à-dire que le courant ne repasse jamais par zéro.

Pour calculer la relation entre la tension d'entrée et celle de sortie, on exprime que la tension moyenne aux bornes de l'inductance est nulle. [19]

$$E = \alpha \cdot V_s \quad (1.1)$$

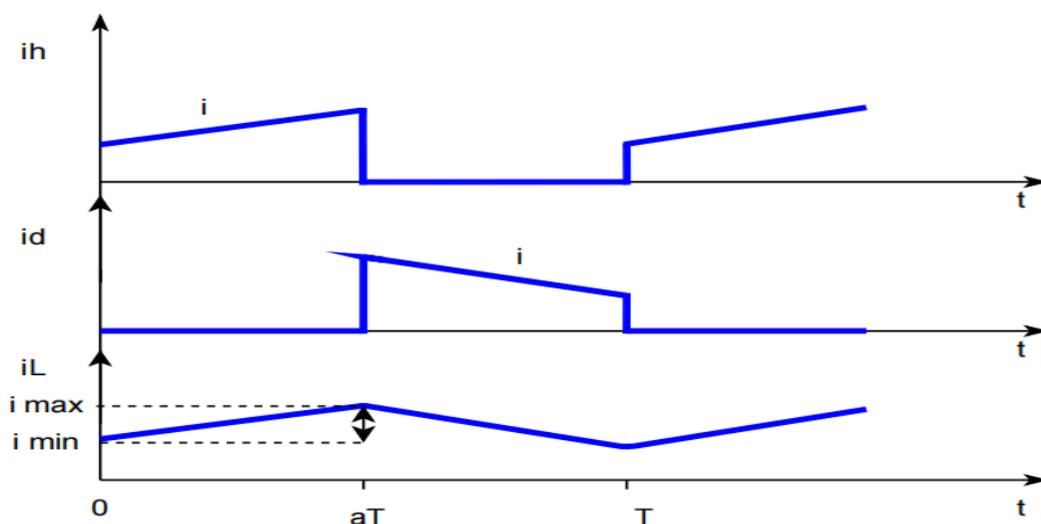


Figure II- 27: Chronogrammes de courant. [19]

Modèle mathématique équivalent :

Pour pouvoir synthétiser les fonctions d'hacheur abaisseur à l'état d'équilibre, il est nécessaire de présenter les schémas équivalents du circuit à chaque position de l'interrupteur H. [20]

1er cas l'interrupteur H fermé ($t \in [0, \alpha T_e]$) :

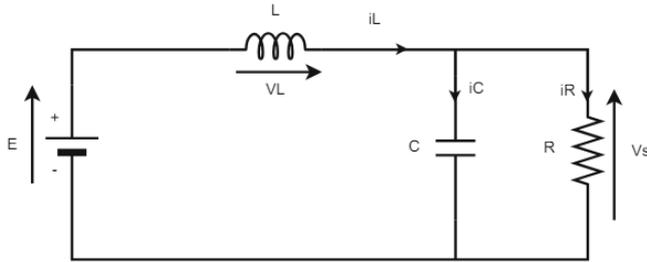


Figure II- 28: Schéma équivalent pendant $t \in [0, \alpha T_e]$. [20]

Les équations régissant le fonctionnement de l'interrupteur H à l'état fermé sont données ci-dessous. Lorsqu'on applique la loi de Kirchhoff sur le circuit ci-dessus on aura l'équation suivante :

$$E = V_L + V_S + V_H(1.2)$$

Dans le cas d'un interrupteur idéal on a : $V_H = 0$

$$E = V_L + V_S(1.3)$$

$$V_L = L \frac{di}{dt}$$

$$E = L \frac{di}{dt} + V_S$$

$$E - V_S = L \frac{di}{dt}$$

$$(E - V_S) dt = L di(t)$$

$$\int (E - V_S) dt = \int L di(t)$$

$$(E - V_S) t = Li(t) + K$$

à partir de la solution de l'équation du premier ordre, nous obtenons :

$$i(t) = (E - V_S) / (L) t + K$$

Pour $t = 0$:

$$i(0) = K = i_{min}$$

Pour $t = \alpha T$:

$$i(\alpha T) = i_{max} = \frac{E - V_S}{L} \alpha T + K$$

$$i_{max} = \frac{E - V_S}{L} \alpha T + i_{min}$$

L'ondulation de courant Δi :

$$\Delta i = i_{max} - i_{min}$$

$$\Delta i = \frac{E - V_S}{L} \alpha T$$

$$\Delta i = \frac{E - V_S}{L \cdot f} \alpha$$

2ème cas l'interrupteur H ouvert ($t \in [\alpha T_e, T_e]$) :

Les équations régissant le fonctionnement de l'interrupteur H à l'état ouvert sont données ci-dessous :

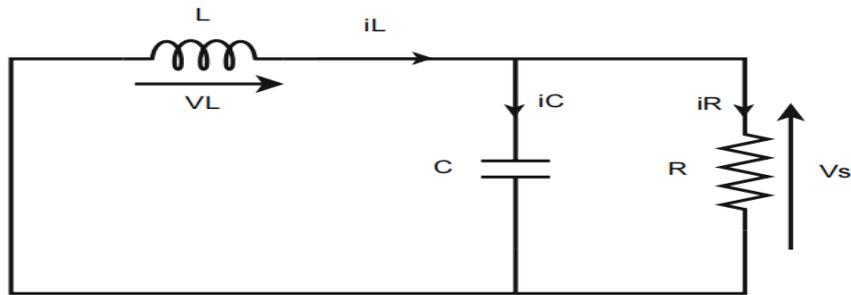


Figure II- 29 : Schéma équivalent pendant $t \in [\alpha T_e, T_e]$.20

Applique la loi de Kirchhoff sur le circuit ci-dessus on aura l'équation suivante :

$$V_L + V_S + V_D = 0$$

Dans le cas d'un interrupteur D idéal on a : $V_D = 0$

$$V_S = -V_L = -L \frac{di}{dt}$$

$$V_S = -L \frac{di}{dt}$$

$$V_S dt = -L di$$

$$\int (V_S) dt = - \int L di(t)$$

$$(V_S)t = -Li(t) + K$$

a partir de la solution de l'équation du premier ordre, nous obtenons :

$$i(t) = \frac{-V_S}{L}t + K \quad (1.23)$$

Pour $t = \alpha T$:

$$i(\alpha T) = i_{\max} = \frac{-V_S}{L}\alpha T + K$$

$$K = \frac{V_S}{L}\alpha T + i_{\max}$$

Donc : $i(t) = \frac{-V_S}{L}t + \frac{V_S}{L}\alpha T + i_{\max}$

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

Pour $t = T$:

$$i(T) = i_{\min} = \frac{V_S}{L}(\alpha T - T) + i_{\max}$$

L'ondulation de courant Δi :

$$\Delta i = i_{\max} - i_{\min} = \frac{-V_S}{L}(\alpha - 1)T = \frac{V_S}{L}(1 - \alpha)T$$

$$\Delta i = \frac{V_S}{L.f}(1 - \alpha) \quad [20]$$

Le rapport cyclique : est défini comme étant le rapport entre la durée de conduction de l'interrupteur H et la période de commutation T : $\alpha = \frac{t_{on}}{T}$

Pour l'étude du convertisseur on utilisera la méthodes d'études séquentielles.

Le convertisseur est considéré comme un réseau électrique maillé, le fonctionnement global du système étudié est décomposé en une succession de séquences élémentaires, définies par la conduction ou la non-conduction des semi-conducteurs. [21]

II.5.2 Les modes de fonctionnement des convertisseurs DC-DC :

Généralement les convertisseurs DC-DC peuvent être classifiés en première approximation selon deux modes :

- Mode de conduction continue ou CCM en anglais : (Continuos Conduction Mode)
- Mode de conduction discontinue ou DCM en anglais :(Discontinuons Conduction Mode)

Les modes CCM ou DCM sont directement liés au point de fonctionnement du convertisseur et peuvent chacun être représentés par un modèle à temps continu ou bien à temps discret. [20]

A) Mode de conduction continue (CCM) :

Quand un convertisseur Buck travaille en mode de conduction continue, le courant I_L traversant l'inductance ne s'annule jamais. La figure 3 montre les formes d'ondes du courant et de la tension dans un convertisseur Buck.[22]

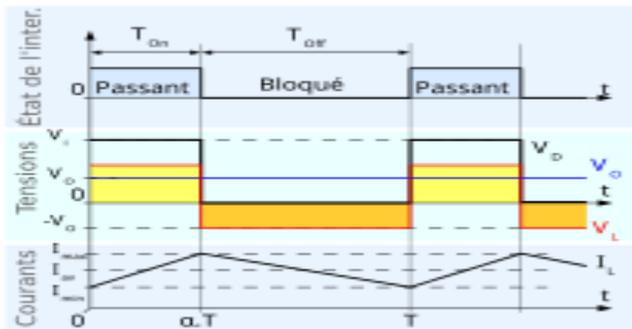


Figure II- 30: Formes d'ondes courant/tension dans un convertisseur Buck. [22]

Le taux d'accroissement de I_L est donné par :

$$V_L = L \frac{di_L}{dt}$$

Avec V_L égale $(V_i - V_0)$ pendant l'état passant et $-V_0$ durant l'état bloqué. Par conséquent, l'augmentation de I_L durant l'état passant est donnée par :

$$\Delta I_{L_{on}} = \int_0^{\alpha.T} dI_L = \int_0^{\alpha.T} \frac{V_L}{L} dt = \frac{(V_i - V_0) \cdot \alpha.T}{L}$$

De même, la baisse du courant dans l'inductance durant l'état bloqué est donnée par :

$$\Delta I_{L_{off}} = \int_{\alpha.T}^T dI_L = \int_{\alpha.T}^T \frac{V_L}{L} dt = -\frac{V_0 \cdot (T - \alpha.T)}{L}$$

Si on considère que le convertisseur est en régime permanent, l'énergie stockée dans chaque composant est la même au début et à la fin de chaque cycle de commutation. En particulier, l'énergie stockée dans l'inductance est donnée par :

$$E = \frac{1}{2} L \cdot I_L^2$$

En conséquence, le courant I_L traversant l'inductance est le même au début et à la fin de chaque cycle de commutation. Ce qui peut s'écrire de la façon suivante :

$$\Delta I_{L_{on}} + \Delta I_{L_{off}} = 0$$

En remplaçant $\Delta I_{L_{on}}$ et $\Delta I_{L_{off}}$ par leur expression, on obtient :

$$\frac{(V_i - V_o) \cdot \alpha \cdot T}{L} - \frac{V_o \cdot (T - \alpha \cdot T)}{L} = 0$$

Ce qui peut se réécrire de la façon suivante :

$$V_o = \alpha \cdot V_i$$

Grâce à cette équation, on peut voir que la tension de sortie varie linéairement avec le rapport cyclique. Le rapport cyclique étant compris entre 0 et 1, la tension de sortie V_o est toujours inférieure à celle d'entrée.

B) Mode de Conduction Discontinu (MCD) : Dans ce cas, l'énergie emmagasinée dans l'inductance L est transférée totalement à la charge. Le courant dans l'inductance s'annule avant la fin d'une période de commutation. Le courant dans l'inductance est discontinu. [23]

Equation de fonctionnement :

1 ère séquence de conduction ($0 \leq t \leq \alpha T$) :

A $t=0$ on ferme l'interrupteur H, la diode D est bloquée

Dans cette phase la variation du courant dans l'inductance est donnée par l'équation suivante :

$$v_e(t) = v_L(t) + v_s(t) + v_k(t)$$

$$v_k(t) = 0 \Rightarrow v_L(t) = v_e(t) - v_s(t)$$

$$\Rightarrow L \frac{di_L(t)}{dt} = v_e(t) - v_s(t)$$

A partir de la solution de l'équation du premier ordre, nous obtenons :

$$i_L(t) = \frac{v_e - v_s}{L} t + i_L(0) \dots \dots \dots \text{eq(17)}$$

$$i_L(0) = 0$$

Pour $t = \alpha T$

$$i_L(\alpha T) = \frac{v_e - v_s}{L} (\alpha T) = i_{Lmax} \dots \dots \dots \text{eq(18)}$$

2 ème deuxième séquence de conduction ($\alpha T \leq t \leq \alpha' T$) :

$\alpha' T$: est le temps de décroissance de $i_L(t)$

(Origine en αT)

$$\Rightarrow i_L(t) = \frac{-v_s}{L} t + i_{Lmax}$$

$$i_L(\alpha' T) = 0 \Rightarrow i_{Lmax} = \frac{-v_s}{L} (\alpha' T) \dots \dots \dots \text{eq(19)}$$

A partir des eq (18) et (19)

$$\text{Donc } \frac{v_e - v_s}{L} (\alpha T) = \frac{v_s}{L} \alpha T \Rightarrow \frac{v_s}{v_e} = \frac{\alpha}{\alpha + \alpha'}$$

$$\Rightarrow \alpha' = \alpha \frac{v_e - v_s}{v_s} \dots \dots \dots \text{eq(20)}$$

La figure suivante donne les allures du courant $i_L(t)$ et de la tension $v_L(t)$:

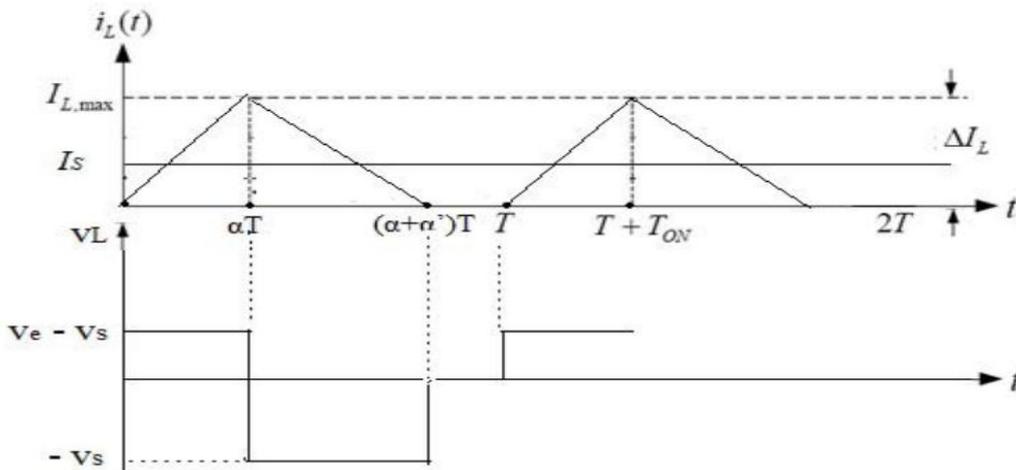


Figure II- 31: forme du courant et de la tension de l'inductance en MCD.

D'autre part $I_s = I_{Lmoy}$ donc $I_s = \frac{1}{T} \left(\frac{1}{2} * I_{Lmax} \alpha T + \frac{1}{2} * I_{Lmax} \alpha' T \right)$

$$I_s = \frac{1}{2} I_{Lmax} (\alpha + \alpha') \dots \dots \dots \text{eq (21)}$$

A l'aide des eq (18), (20), et (21) on obtient :

$$I_s = \frac{v_e - v_s}{2Lf} * \alpha \left(\alpha \frac{v_e}{v_s} \right)$$

$$\Rightarrow I_s = \frac{\alpha^2}{2Lf} * \frac{v_e}{v_s} * (v_e - v_s)$$

$$V_s = V_e * \frac{1}{1 + \frac{2Lf_s}{\alpha^2 V_e}} \dots \text{eq (22). [24]}$$

En MCC. En effet, la tension de sortie dépend non seulement de la tension d'entrée et du rapport cyclique α , mais aussi de la valeur de l'inductance L, de la période de commutation T et du courant de sortie [10].

Tension aux bornes de l'interrupteur : lorsque D est passant on a : $v_{kmax} = V_{emax}$

Tension aux borne de la diode : lorsque H passant on a : $v_{dmax} = |V_e|$

Courant de source $i_e(t)$ et l'interrupteur $i_h(t)$:

Pendant la Première phase de conduction ($0 \leq t \leq \alpha t$) : $i_e(t) = i_h(t)$

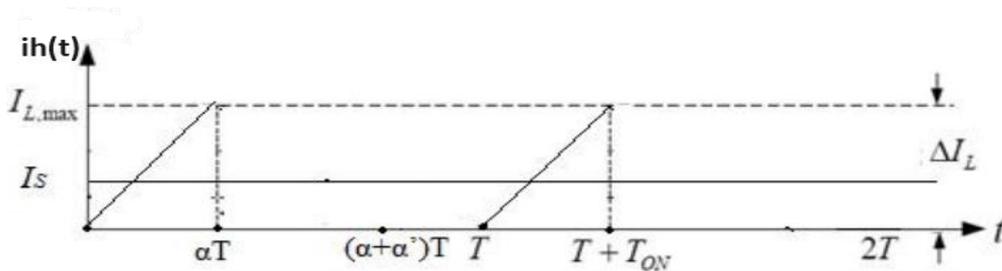


Figure II- 32 : forme de courant $i_h(t)$. [5]

L'expression de courant :

$$i_h(t) = \frac{I_{L,max}}{\alpha T} t$$

Donc : $i_k^2(t)$ vaut :

$$i_k^2(t) = \left(\frac{I_{L,max}}{\alpha T} \right)^2$$

La valeur efficace i_{keff}^2 est égale à la valeur moyenne de $i_k^2(t)$, donc :

$$i_{keff}^2 = \frac{1}{T} \int_0^{\alpha T} I_k^2(t) dt = \frac{1}{T} \left[\left(\frac{I_{L,max}}{\alpha T} \right)^2 * \frac{t^3}{3} \right]_0^{\alpha T}$$

$$\Rightarrow I_{keff} = \sqrt{\frac{\alpha}{3}} I_{L,max} \dots \text{eq(23)}$$

Courant dans la diode $I_D(t)$:

Pendant la deuxième phase de conduction ($\alpha T \leq t \leq (\alpha + \alpha') T$) :

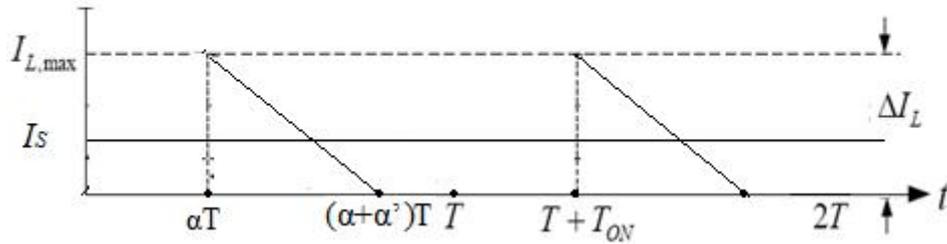


Figure II- 33: la forme du courant $i_D(t)$. [5]

L'expression du courant :

$$i_D(t) = -\frac{I_{Lmax}}{\alpha'T} (t - \alpha T) + I_{Lmax}$$

Donc : $i_D^2(t)$ vaut :

$$i_D^2(t) = \left(\frac{I_{Lmax}}{\alpha'T} (t - \alpha T) \right)^2 + (I_{Lmax})^2 - 2 \left(\frac{I_{Lmax}}{\alpha'T} (t - \alpha T) \right) (I_{Lmax})$$

La valeur efficace i_{Deff}^2 est égale à la valeur moyenne $i_D^2(t)$ de donc :

$$i_{Deff}^2 = \frac{1}{T} \int_{\alpha T}^{\alpha T + \alpha' T} i_D^2(t) dt = \frac{1}{T} \left[(I_{Lmax})^2 (t - \alpha T) + \left(\frac{I_{Lmax}}{\alpha'T} \right)^2 \frac{(t - \alpha T)^3}{3} - 2 \left(\frac{I_{Lmax}}{\alpha'T} \right) (I_{Lmax}) \frac{(t - \alpha T)^2}{2} \right]_{\alpha T}^{\alpha T + \alpha' T}$$

$$= \frac{1}{T} (I_{Lmax})^2 \left(\frac{\alpha'T}{3} \right) = I_{Lmax} \sqrt{\frac{\alpha'}{3}}$$

$$I_{Deff} = I_{Lmax} \sqrt{\frac{\alpha'}{3}} \dots \dots \dots \text{eq (24). [5]}$$

• **Calcul de C :**

Le condensateur de sortie C sert à filtrer la tension de sortie. Plus la valeur de C est grande, plus le signal de sortie est lissé, mais d'autre part, le courant absorbé atteint des pics plus considérables. Les paramètres dimensionnant d'un condensateur sont sa capacité et la tension max qu'il peut supporter. La valeur du condensateur nous sera donnée à partir de valeur crête-à- crête du signal V_s en régime permanent dont il dépend. [25]

On a $i_c(t) = i_L(t) - I_s$

On peut tracer la forme de courant $i_c(t)$

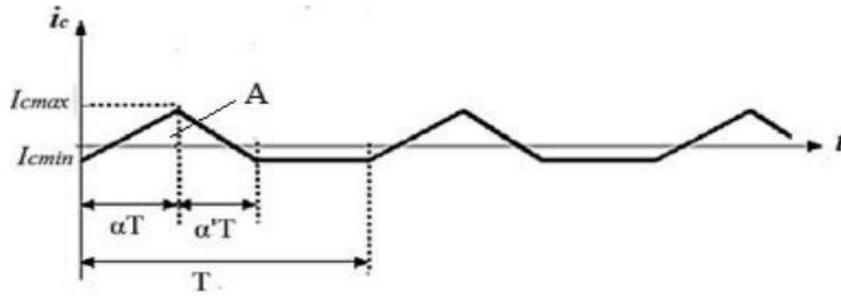


Figure II- 34 : forme du courant $i_c(t)$

$$\Delta v_s = v_2 - v_1 = \frac{1}{C} \int_{t_1}^{t_2} \delta I_L(t) dt$$

Donc $\Delta v_s = \frac{1}{C} * A$ et $A = \frac{1}{2} * I_{cmax} * (t_2 - t_1)$

On calcule : $(t_2 - t_1)$ et I_{cmax} , I_{cmin}

- **Pendant la première phase de conduction ($0 \leq t \leq \alpha t$) :**

$$t=0 \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} i_L(t) = 0 \\ I_s = \frac{1}{2} I_{Lmax} (\alpha + \alpha') \end{array} \right\} \Rightarrow I_{cmin} = -\frac{I_{Lmax}}{2} (\alpha + \alpha')$$

$$t=\alpha T \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} i_L(t) = 0 \\ I_s = \frac{1}{2} I_{Lmax} (\alpha + \alpha') \end{array} \right\} \Rightarrow I_{cmax} = \frac{I_{Lmax}}{2} (2 - (\alpha + \alpha'))$$

On peut écrire l'équation du courant de C :

$$i_c(t) = \frac{(I_{cmax} - I_{cmin})}{\alpha T} t + I_{cmin}$$

$$\Rightarrow i_c(t) = \frac{I_{Lmax}}{\alpha T} t - \frac{I_{Lmax}}{2} (\alpha + \alpha')$$

$$i_c(t) = 0 \Rightarrow \frac{I_{Lmax}}{\alpha T} t - \frac{I_{Lmax}}{2} (\alpha + \alpha') = 0$$

$$\Rightarrow t = t_1 = \frac{\alpha T}{2} (\alpha + \alpha')$$

- **Pendant la deuxième phase de conduction ($\alpha T \leq t \leq (\alpha + \alpha') T$) :**

$$t=\alpha T \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} i_L(t) = I_{Lmax} \\ I_s = \frac{1}{2} I_{Lmax} (\alpha + \alpha') \end{array} \right\} \Rightarrow I_{cmax} = \frac{I_{Lmax}}{2} (2 - (\alpha + \alpha'))$$

$$t = (\alpha + \alpha') T \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} i_L(t) = 0 \\ I_s = \frac{1}{2} I_{Lmax} (\alpha + \alpha') \end{array} \right\} \Rightarrow I_{cmin} = -\frac{I_{Lmax}}{2} (\alpha + \alpha')$$

On peut écrire l'équation du courant de C :

$$i_c(t) = \frac{(I_{cmax} - I_{cmin})}{\alpha'T} (t - \alpha T) + I_{cmax}$$

$$\Rightarrow i_c(t) = -\frac{i_{Lmax}}{\alpha'T} (t - \alpha T) + \frac{i_{Lmax}}{2} (2 - (\alpha + \alpha')); \alpha'T = (\alpha + \alpha')T - \alpha T$$

$$i_c(t) = 0 \Rightarrow -\frac{i_{Lmax}}{\alpha'T} (t - \alpha T) + \frac{i_{Lmax}}{2} (2 - (\alpha + \alpha')) = 0$$

$$\Rightarrow t = t_2 = (\alpha + \alpha') \left(1 - \frac{\alpha'}{2}\right) T$$

On calcule : $t_2 - t_1$

$$(t_2 - t_1) = (\alpha + \alpha') \left(1 - \frac{\alpha'}{2} - \frac{\alpha}{2}\right) = T = \frac{(2 - (\alpha + \alpha'))}{2} (\alpha + \alpha') T$$

$$A = \frac{1}{2} * I_{cmax} * (t_2 - t_1) = \frac{1}{2} \frac{i_{Lmax}}{2} (2 - (\alpha + \alpha')) \frac{(2 - (\alpha + \alpha'))}{2} (\alpha + \alpha') T$$

$$i_{Lmax} = \frac{v_s \alpha' T}{L} \quad \text{et} \quad v_s = \frac{\alpha v_e}{(\alpha + \alpha')} \Rightarrow i_{Lmax} = \frac{\alpha' \alpha v_e T}{(\alpha + \alpha') L}$$

Donc : $A = \frac{\alpha' \alpha v_e (2 - (\alpha + \alpha'))^2}{8 L f^2}$

Alors : $\Delta v_s = \frac{1}{c} * A = \frac{\alpha' \alpha v_e (2 - (\alpha + \alpha'))^2}{8 L C f^2}$

$C = \frac{\alpha' \alpha v_e (2 - (\alpha + \alpha'))^2}{8 \Delta v_s L f^2}$ eq (25)

• **Calcule l'inductance L :**

On a : $i_{Lmax} = \frac{v_s \alpha' T}{L}$

Alors : $L_{min} \geq \frac{v_s \alpha' T}{i_{Lmax}}$ eq(26)

II.5.3 Limite entre la conduction continue et discontinue :

Le convertisseur fonctionne en conduction discontinue quand le courant demandé par la charge est faible, et il fonctionne en conduction continue pour les courants plus importants. La limite entre conduction continue et conduction discontinue est atteinte quand le courant dans l'inductance s'annule juste au moment de la commutation.

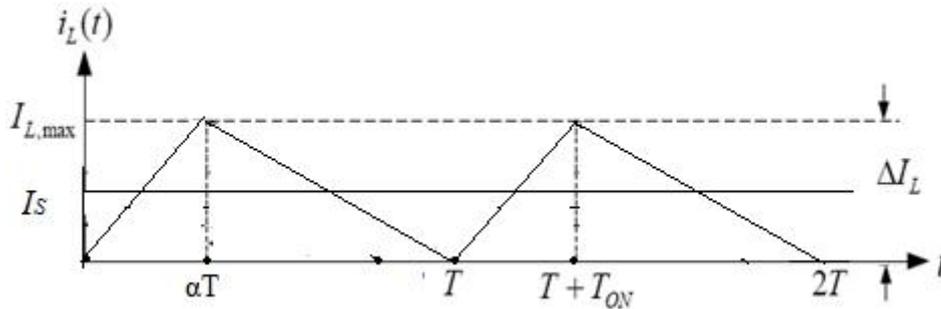


Figure II- 35 :forme du courant en mode critique $i(L) (t)$

$$I_s = I_{Lmoy(lim)} = \frac{I_{Lmax}}{2} = \frac{V_s}{2LF} (1 - \alpha) \dots \dots \dots \text{eq (27)}$$

Si la fréquence de commutation F et la résistance de la charge R désirées sont établies, alors il existe une valeur minimale I_{Lmin} pour l'inductance qui assure le mode de conduction continue.

$$I_{Lmin} = \frac{(1-\alpha)}{2F} R \dots \dots \dots \text{eq (28)}$$

Si la valeur de l'inductance L et la résistance de la charge désirée sont établies, alors il existe une valeur minimale pour la fréquence de commutation qui assure le mode de conduction continue.

$$F_{min} = \frac{(1-\alpha)}{2L} R \dots \dots \dots \text{eq (29)}$$

Si la fréquence de commutation F et la valeur de l'inductance L désirées sont établies, alors il existe une valeur minimale pour la résistance de la charge R qui assure le mode de conduction continue.

$$R_{min} = \frac{2LF}{(1-\alpha)} \dots \dots \dots \text{eq (30). [21]}$$

II.5.4 Dimensionnement des éléments du convertisseur AC/DC Buck :

b) Le cahier des charges :

Nous allons procéder au dimensionnement des composants du convertisseur Buck en mode de conduction discontinue (MCD), en tenant compte des caractéristiques spécifiées dans le cahier des charges suivant.

- Tension d'entrée : $V_e = 220V$ (filtrée et redressée)
- Tension de sortie : $V_s = (90_160) V$
- Fréquence de découpage : $f = 100 \text{ kHz}$.
- Ondulation relative de la tension de sortie : ΔV_s
- Ondulation relative du courant de sortie : ΔI_s
- Courant de sortie : $I_s = 0.310 A$
- Condition de la conduction discontinue : $\alpha + \alpha' = 1$

c) Calcul et sélection des composants :

D'après le cahier des charges et en utilisant les résultats de l'étude théorique du chapitre II en mode de conduction discontinue (MCD), nous allons calculer les paramètres suivants :

- Le rapport cyclique α :

$$\frac{V_s}{V_e} = \frac{\alpha}{\alpha + \alpha'} \Rightarrow \frac{V_s}{V_e} (\alpha + \alpha')$$

Alors : $\Rightarrow \alpha = \frac{150}{220} * 1 \approx 0.681$

- La période de fonctionnement :

$$T = \frac{1}{F} = \frac{1}{100 * 10^3} \Rightarrow 10\mu s$$

- Les temps de conduction **ton**:

$$\mathbf{ton:} \alpha \cdot T \Rightarrow 0.681 * 10 = 6.81\mu s$$

- Temps de non-conduction t_{off} :

$$\alpha' = (1 - \alpha) = 1 - 0.681 = 0.319$$

$$\alpha' \cdot T = 0.319 * 10 = 3.19\mu s$$

- La résistance de charge :

$$R = \frac{V_s}{I_s} = \frac{150}{0.310} \Rightarrow R = 483.87\Omega$$

- La valeur max du courant de l'inductance :

$$I_{Lmax} = \frac{2I_s}{\alpha + \alpha'} = \frac{2(0.310)}{1} = 0.62A$$

- Le courant moyen à travers l'inductance :

$$I_{Lmoy} = I_s = \frac{V_s}{R} = \frac{150}{483.87} = 0.310A$$

- La valeur min de l'inductance :

$$\frac{V_e - V_s}{L} \alpha \cdot T = I_{Lmax} \Rightarrow L_{min} = \frac{V_e - V_s}{I_{Lmax}} \alpha \cdot T$$

$$= \frac{220 - 150}{0.62} (6.81 * 10^{-6}) = 0.76 mH$$

- Ondulation relative de la tension de sortie :

$$\Delta V_s = 163.4 - 5.67 * 10^{-4}$$

$$= 163.399433$$

- Ondulation relative du courant de sortie :

$$\begin{aligned}\Delta I_s &= 0.315 - 1.1 \cdot 10^{-6} \\ &= 0.1350011\end{aligned}$$

- Calcul de la capacité C :

$$C = \frac{\alpha' \alpha v_e (2 - (\alpha + \alpha'))^2}{8 \Delta v_s L f^2}$$

II.6 Conclusion :

Dans ce chapitre, on a exposé la généralité sur l'alimentation à découpage, et expliquer le rôle Et la fonction du système de cette alimentation, ainsi que les différents types d'utilisation (isolée, non isolée), (BUCK, FLYBUCK). Dans le prochain chapitre nous allons axer notre travail sur la simulation de l'alimentation à découpage (SMPS) et son cahier de charge

Bibliographie et webographie du chapitre II :

- [1] <https://www.ledaplus.com/fr/2016/09/isolated-led-driver-non-isolated-led-driver/>
- [2] <https://www.upowertek.com/fr/guide-ultime-du-pilote-led/>
- [3] <https://www.ledaplus.com/fr/2016/09/isolated-led-driver-non-isolated-led-driver/>
- [4] [Dimming LED](#)
- [5] https://energieplus-lesite.be/techniques/eclairage10/ballasts-et-drivers/drivers-led/#Mode_de_pilotage
- [8] [Quel est le rôle d'un condensateur dans un circuit électrique ? - IZI by EDF \(izi-by-edf.fr\)](#)
- [9] [Circuits Snubber | Comment ça marche, application et avantages \(electricity-magnetism.org\)le role de capacité - Google Search](#)
- [10] [Quel rôle joue un transformateur dans le réseau électrique ? | Enedis](#)
- [11] <https://www.mdresistor.com/resistances-de-charge-decharge/#:~:text=Le>
- [12] [tout savoir sur le triphasé \(installations-electriques.net\)](#)
- [13] [doritique.fr : le portail de l'informatique, de l'électronique et de la domotique](#)
- [14] [Les Optocoupleur \[Entrées Sorties des systèmes informatiques\] \(ensam.eu\)](#)
- [15] [Guide complet sur les transistors : maîtrisez les essentiels \(rs-online.com\)](#)
- [16] [Pourquoi utiliser un transistor de puissance MOSFET ? | PRAN Systems](#)
- [6] Guy Chateigner, Michel Boes, Daniel Bouix, Jacques Vaillant, Daniel Verkindère <<MANULE DE GENIEELECTRIQUE >> Edition Dunod.2007.
- [7] -https://document.technique-achat.com/FIF/Calcul_pont_de_diode_v.pdf
- [17] H. Zinedine, Réalisation d'une alimentation variable SEPIC avec régulation de tension et protection contre surcharge, Université Larbi Ben MHihi- OUM EL BOUAGHI, 2016/2017
- [18] Etude et simulation d'un convertisseur AC/DC type BUCK (Abaisseur de tension) Mémoire de Fin d'Etudes Université Mohamed Khider Biskra
- [19] Z. Housseem, Modélisation Et simulation d'un système photovoltaïque, Université Badji Mokhtar - ANNABA, 2019
- [20] Modélisation et Commande d'un Convertisseur Buck via les Modèles Flous de type Takagi-Sugeno Université Larbi Tébéssi – Tébéssa –
- [21] : Henri Foch « Méthodes d'étude des convertisseurs statiques », Technique de L'ingénieur, traité génie électrique. D 3 156
- [22] [https://fr.wikipedia.org/wiki/Wikip%C3%A9dia:Accueil_principalLe]
- [23] : M. BOUKALI-HACENE OMAR « conception et réalisation d'un Générateur Photovoltaïque Muni d'un convertisseur MPPT pour une Meilleure Gestion énergétique » thèse de magistère 2010/2011
- [24] : Alimentation à découpage. Cours alim découpée STS.doc On peut voir que l'expression de la tension de sortie est bien plus compliquée que celle obtenue
- [25] : Sofiane ait chabane, Romain Girard « Dimensionnement des composants passifs d'un convertisseur Buck » UFR PH ITEM - Université Joseph Fourier

Chapitre III :
Conception et simulation

Chapitre III : Conception et simulation

III.1 Introduction :

Nous rappelons que le but du travail est d'étudier et simuler un convertisseur AC/DC abaisseur de tension de type Buck et Flybuck. Pour cela, dans ce chapitre nous dimensionnons les éléments du circuit en nous basant sur le cahier des charges fourni. Nous allons simuler le circuit à l'aide du programme PSIM pour le type Buck et PROTEUS pour le type Flybuck, dans des conditions idéales et réelles afin d'observer les formes d'onde et les valeurs des paramètres suivants : $V_s(t)$, $I_s(t)$, $V_c(t)$, $I_c(t)$, $V_L(t)$, $I_L(t)$, $V_D(t)$, $I_D(t)$, $V_e(t)$, $I_e(t)$. Et pour la création du Typon de convertisseur Buck on a utilisé les logiciels Proteus, Grbl contrôle et Copper Cam.

III.2 Présentation :

Afin de réaliser un Driver LED 50W on a choisi les logiciels « PROTEUS », « PSIM », « Grbl contrôle », « CopperCam » à cause de leur simplicité pour effectuer ce travail.

Dans les parties ci-dessous, on présente les détails techniques de cette simulation.

III.3 Les logiciels utilisés :

III.3.1 Le logiciel Proteus 8 Professional (ISIS) :

Proteus est une suite logicielle destinée à l'électronique. Développé par la société Labcenter Electronics. Deux logiciels principaux composent cette suite, ISIS et ARES. [1]

III.3.1.1 L'environnement de travail de Proteus 8 (ISIS) :

A) **Le logiciel ISIS** de Proteus Professional est principalement connu pour éditer des schémas électriques. Par ailleurs, permet également de simuler ces schémas ce qui permet de déceler certaines erreurs dès l'étape de conception. Indirectement, les circuits électriques conçus grâce à ce logiciel peuvent être utilisés dans des documentations car le logiciel permet de contrôler la majorité de l'aspect graphique des circuits. [1]

Le lancement de Proteus 8 donne un environnement classique de type Windows, Constitué d'une fenêtre principale, d'une bibliothèque et d'un ensemble de barres d'outils :

- **La fenêtre principale** comprend une Zone de travail destinée au développement des circuits à simuler et à tester.
- **Une Bibliothèque d'objets** affiche la liste des objets (circuits électriques, électroniques,) utilisés dans l'application en cours. Sauvegarde
- **Barre de menus** : Cette barre permet de gérer notre travail (ouverture, impression, mode d'affichage, etc.).

1- Barres d'outils de commande : Ces barres fournissent un accès équivalent aux commandes des menus. Elles peuvent être masquées par la commande "Barre d'outils" du menu "Affichage".

2- Barre d'outils de sélection de mode : Cette barre permet de sélectionner un outil parmi les 3 modes d'édition disponibles.

3- Barre d'outils d'orientation : Cette barre permet d'afficher et de contrôler la rotation et la réflexion d'un objet placé ou à placer. [1]



Figure III- 1: Barre de menus. [2]

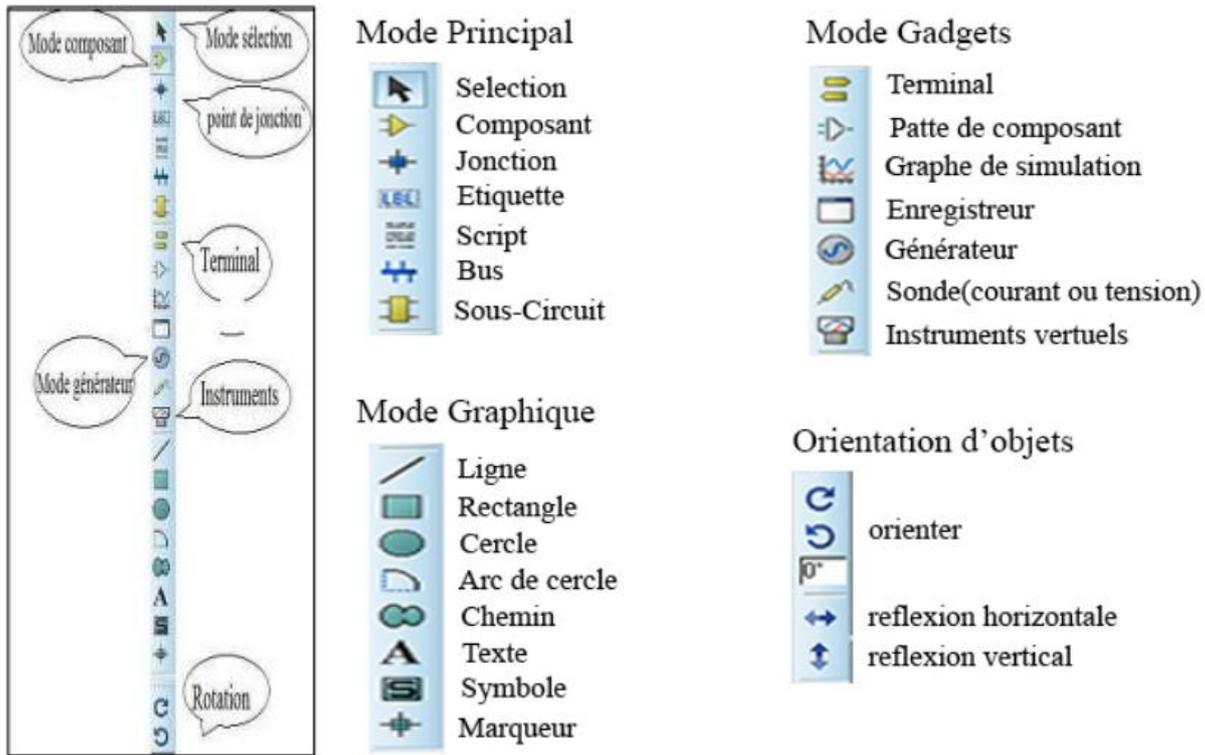


Figure III- 2: La barre d'outils. [1] Figure III- 3: Organisation de Barre d'outils de sélection des Modes ISIS. [3]

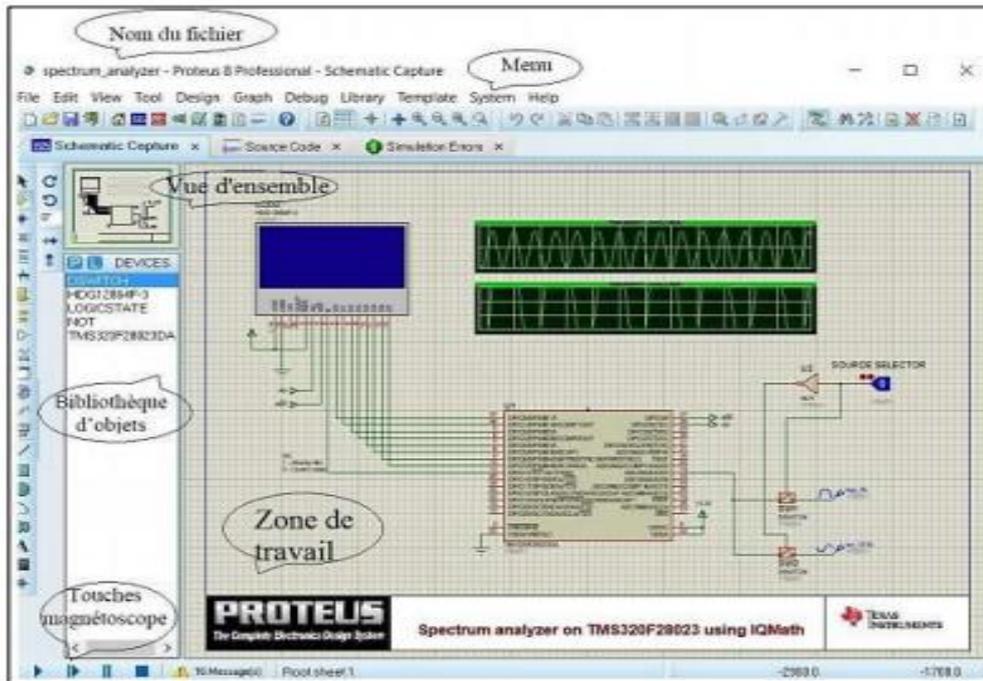


Figure III- 4:La fenêtre principale du logiciel Proteus 8. [1]

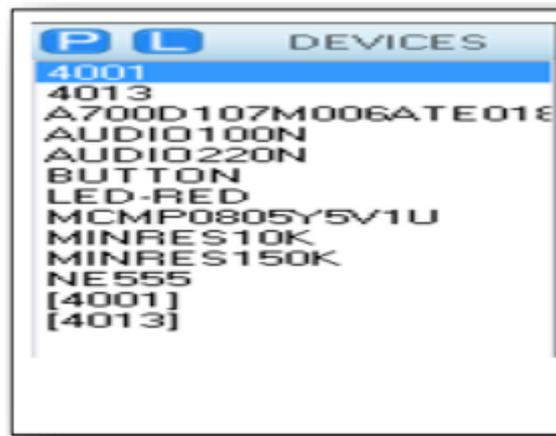


Figure III- 5:Sélecteur d'objets. [2]

Le sélecteur d'objets liste les différents éléments, selon le mode de travail choisi. Les types d'objets qui peuvent y apparaître sont les composants, les terminaux, les pattes, les symboles graphiques, les marqueurs, les graphes. [2]

Edition d'un schéma :

Ajout d'un composant : Chargement d'un composant

Avant de commencer un projet, vous devez d'abord pré-charger et mettre en attente les différents composants que vous comptez utiliser. Il est néanmoins possible de les charger plus tard. Les composants disponibles sont regroupés dans des bibliothèques classées par thèmes, Pour charger un composant :



a) Cliquer sur l'icône Composant de la barre d'outils de sélection démodés.



b) Appuyer sur la touche P du sélecteur d'objets.

c)

d) La fenêtre "Pickdevices" apparaît : Dans le cas où vous ne connaissez pas la catégorie où se trouve le composant désiré, il suffit de taper son nom ou quelques lettres dans la zone "Mots clés" afin que l'application sélectionne certaines catégories susceptibles d'accueillir le composant recherché. Une fois ce choix fait ou si vous connaissez la catégorie, il suffit de :

e) Sélectionner la catégorie.

f) Cliquer sur l'objet, son aperçu apparaît dans la fenêtre de droite.

g) Double-cliquer sur l'objet désiré pour le charger. Celui-ci sera ajouté dans la liste "Devise" du sélecteur d'objets.

h) Une fois tous les objets chargés, fermer la fenêtre "Pickdevices". [2]

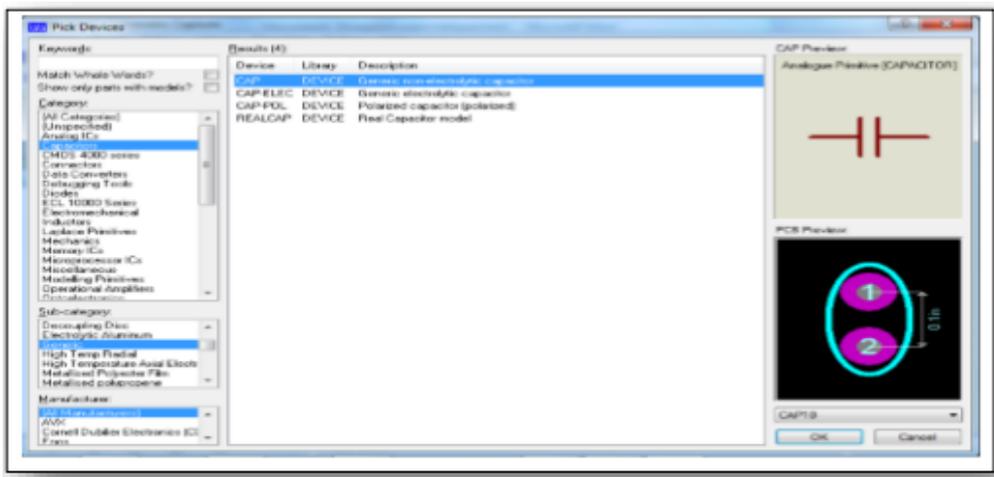


Figure III- 6:Chargement des composants sur ISIS Proteus. [2]

III.3.1.2 Type Flybuck :

1. Simulation du montage :

Le schéma de simulation sur logiciel PROTUSE est illustré dans la figure suivante :

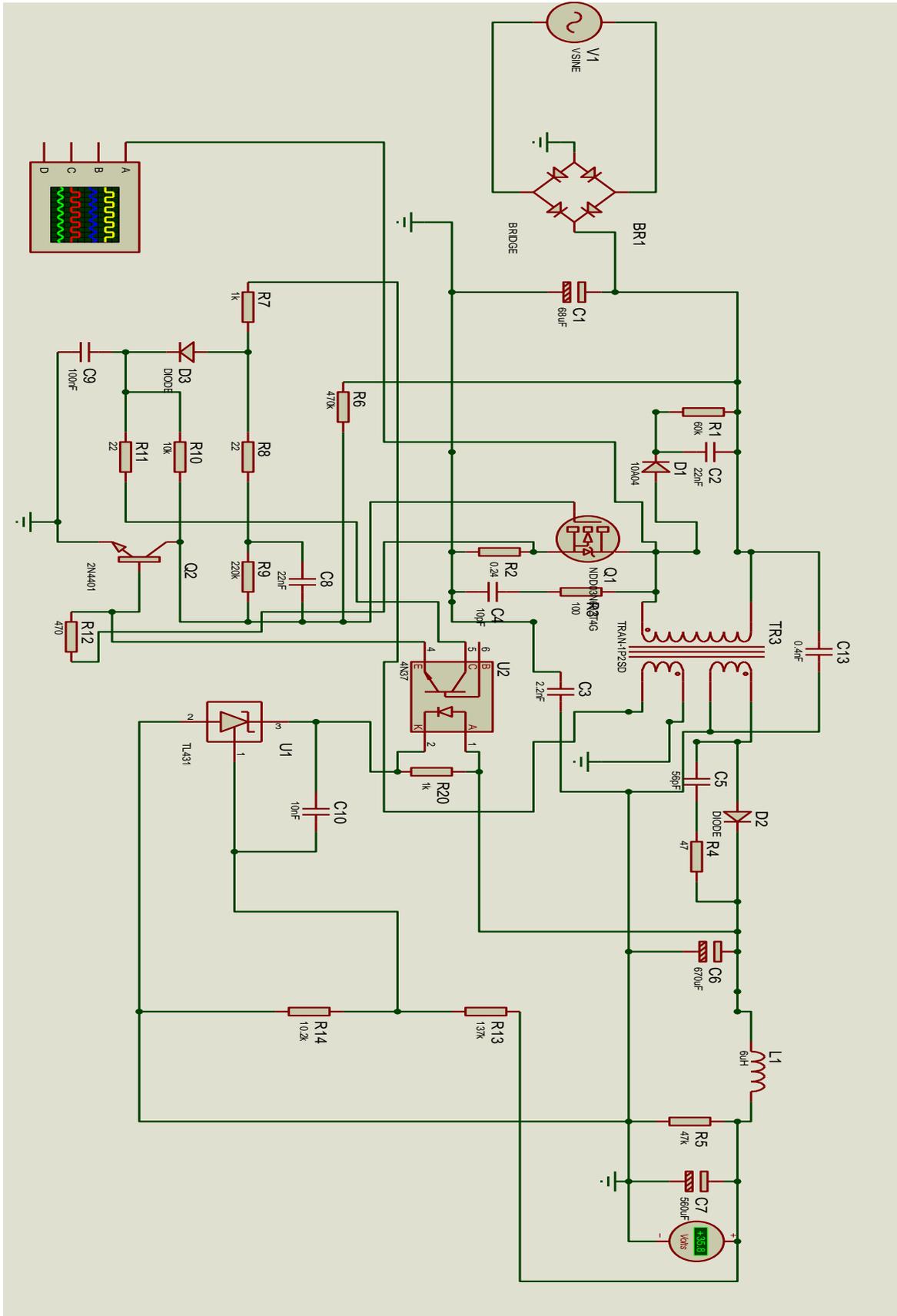


Figure III- 7 : Circuit de convertisseur FLYBUCK sur PROTUSE

2. Résultats de simulation :

a)

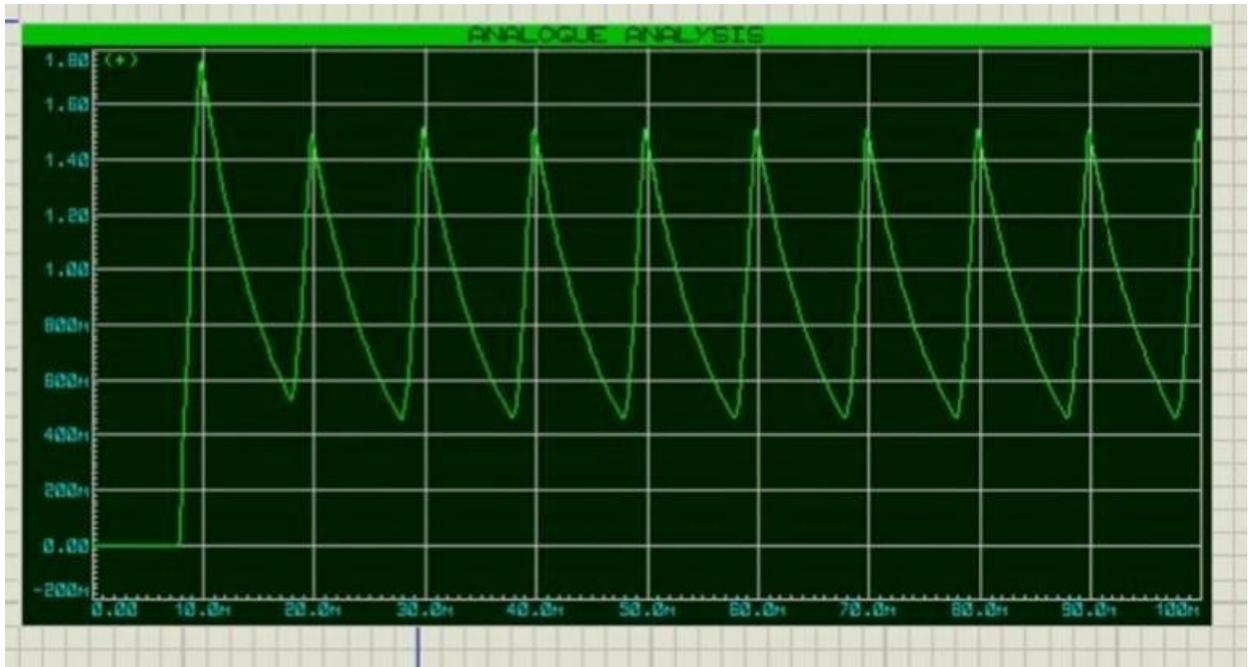


Figure III- 8: Allure du courant de sortie sur ISIS Proteus.

Cette figure indique une réponse transitoire, le courant atteint environ 1.8 V au maximum et semble diminuer périodiquement.

L'Allure de la courbe peut indiquer le phénomène de variations rapides et continus dans le signal de sortie.

b)

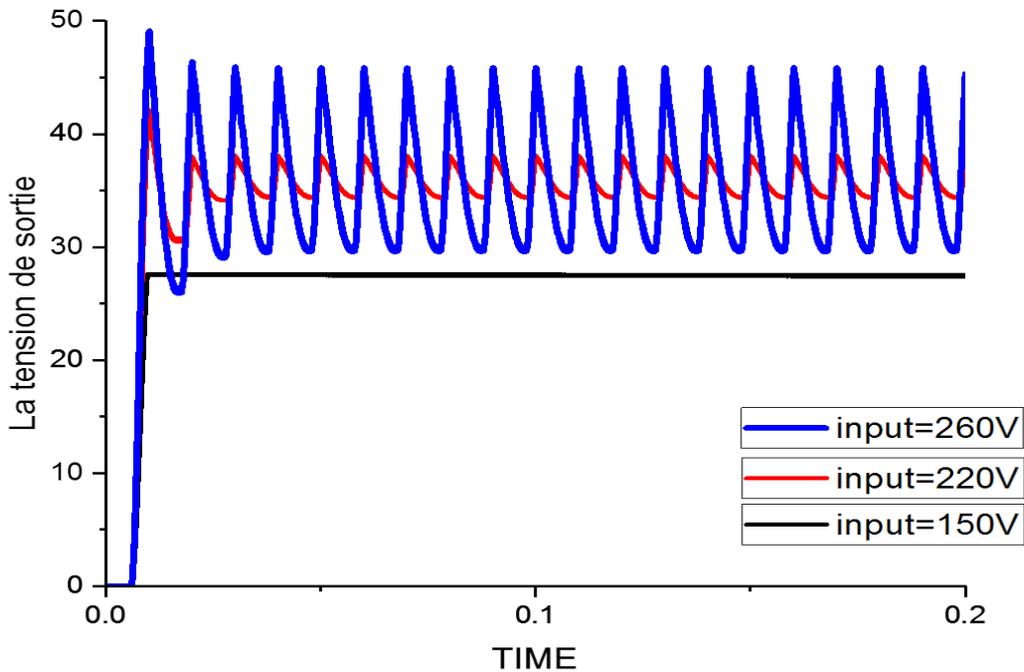


Figure III- 9:Allure du tension d'entrée sur ISIS Proteus.

La figure représente la caractéristique du convertisseur SMPS sous différentes tensions d'entrée (260V, 220V et 150V) sans charge. On observe que la tension de sortie présente une oscillation initiale avant de se stabiliser. Pour une tension d'entrée de 260V (courbe bleue), les oscillations sont plus prononcées comparativement aux tensions d'entrée de 220V (courbe rouge) et 150V (courbe noire). Ces variations indiquent que l'amplitude des oscillations de la tension de sortie dépend de la tension d'entrée appliquée, avec une plus grande oscillation observée pour une tension d'entrée plus élevée. Ce comportement pourrait refléter la réponse transitoire du convertisseur SMPS à différentes tensions d'entrée, suggérant une variation de la régulation en fonction de la tension d'entrée.

III.3.2 Le logiciel PSIM :

PSIM est un logiciel de simulation et de conception spécialisé dans l'électrotechnique et l'électronique de puissance, les systèmes de motorisation et le contrôle numérique. Développé par **Powersim Inc.** PSIM est reconnu pour sa capacité à simuler des circuits complexes avec une grande précision et une rapidité d'exécution remarquable. Il est constitué de deux programmes :

- PSIM : Dessin du schéma et simulation (Calcul des variables).
- SIMVIEW : Tracé des courbes. [4]

III.3.2.1 Type Buck :

1. Simulation Du Montage :

Le schéma ainsi que les résultats de simulation sont montrés dans les figures ci-après. Les figures montrent la modélisation du circuit du convertisseur étudié utilisant Sim Power System.

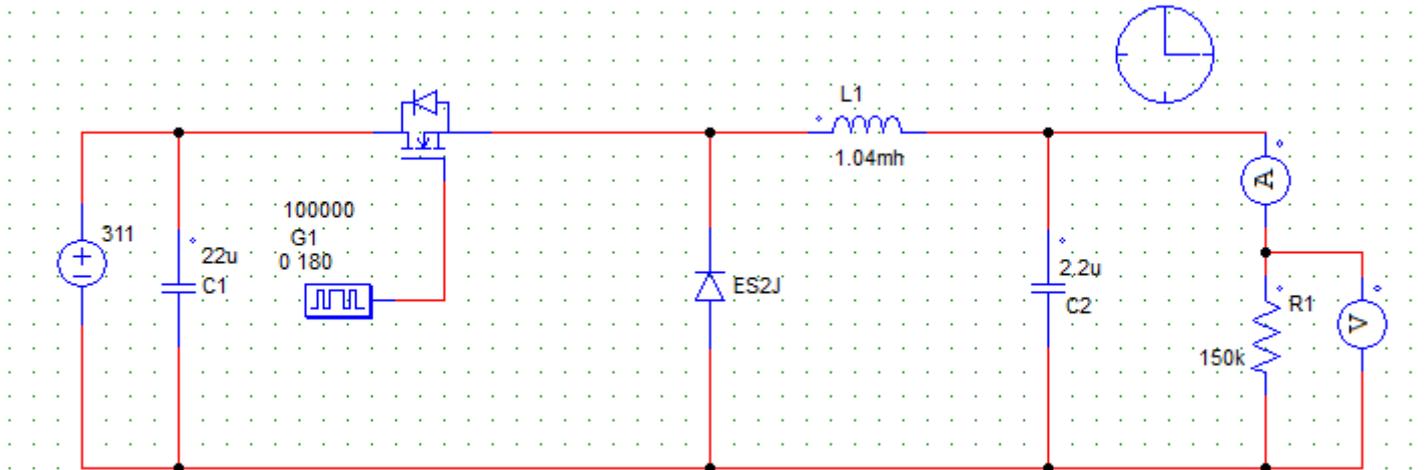


Figure III- 10:circuit de convertisseur BUCK sur PSIM

2. Résultats de simulation :

a)

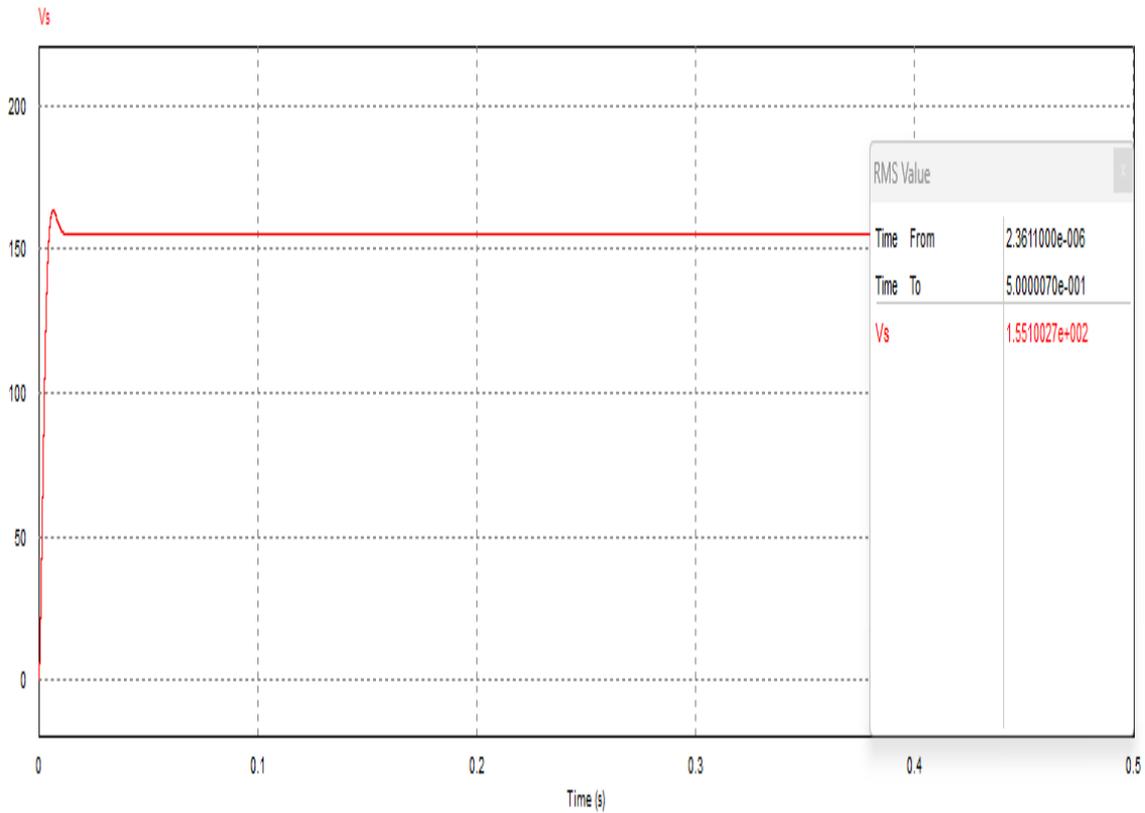


Figure III- 11: Allure de la Tension de sortie Vs (t)

La figure représente la tension de sortie Vs qui dépend du mode de fonctionnement MCD

En régime permanent, on remarque que la tension de sortie oscille autour de 155 v

b)

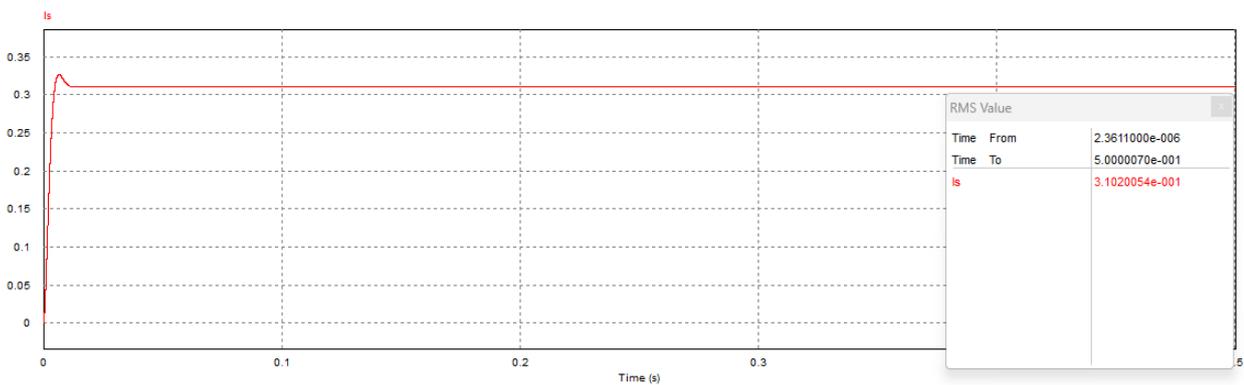


Figure III- 12: Allure du courant de sortie Vs(t)

La figure représente la courant de sortie Is qui dépend du mode de fonctionnement MCD

En régime permanent, on remarque que le courant de sortie oscille autour de 0.310 A

- **Variation de Vin : Variation de Vin :**

Lorsque V_{in} augmente, le rapport cyclique α diminue pour réduire la tension de sortie et maintenir I_s constant.

À l'inverse, lorsque V_{in} diminue, α augmente pour augmenter la tension de sortie et maintenir I_s constant.

- **Effets sur la Tension de Sortie (V_s) :**

En DCM, les variations rapides de V_{in} peuvent introduire des ondulations dans V_s . Un contrôleur de boucle de rétroaction ajuste α pour minimiser ces variations et maintenir la stabilité de V_s dans les limites spécifiées (90V à 160V).

- **Conception de circuits imprimé :**

Pour la réalisation des circuits imprimés, des nombreux outils et logiciels sont disponibles, tels que Multisim, EasyEDA, Alitium Design, Proteus, OrCAD et EAGLE. Ces programmes sont largement utilisés pour la simulation des circuits ainsi que pour la conception des circuits imprimés. Dans ce projet, nous avons conçu notre PCB en utilisant proteuscar, parmi les versions freeware, il donne plus d'espace pour les plaquettes, CopperCAM et Grbl Contrôle.

III.3.3 Le logiciel Proteus 8 Professional (ARES) :

B) Le logiciel ARES est un outil d'édition et de routage qui complète parfaitement ISIS. Un schéma électrique réalisé sur ISIS peut alors être importé facilement sur ARES pour réaliser le PCB (Printed circuit board) de la carte électronique. Bien que l'édition d'un circuit imprimé soit plus efficace lorsqu'elle est réalisée manuellement, ce logiciel permet de placer automatiquement les composants et de réaliser le routage automatiquement. [1]

III.3.3.1 Edition de circuit imprimé et image en 3D :

L'écran ARES :

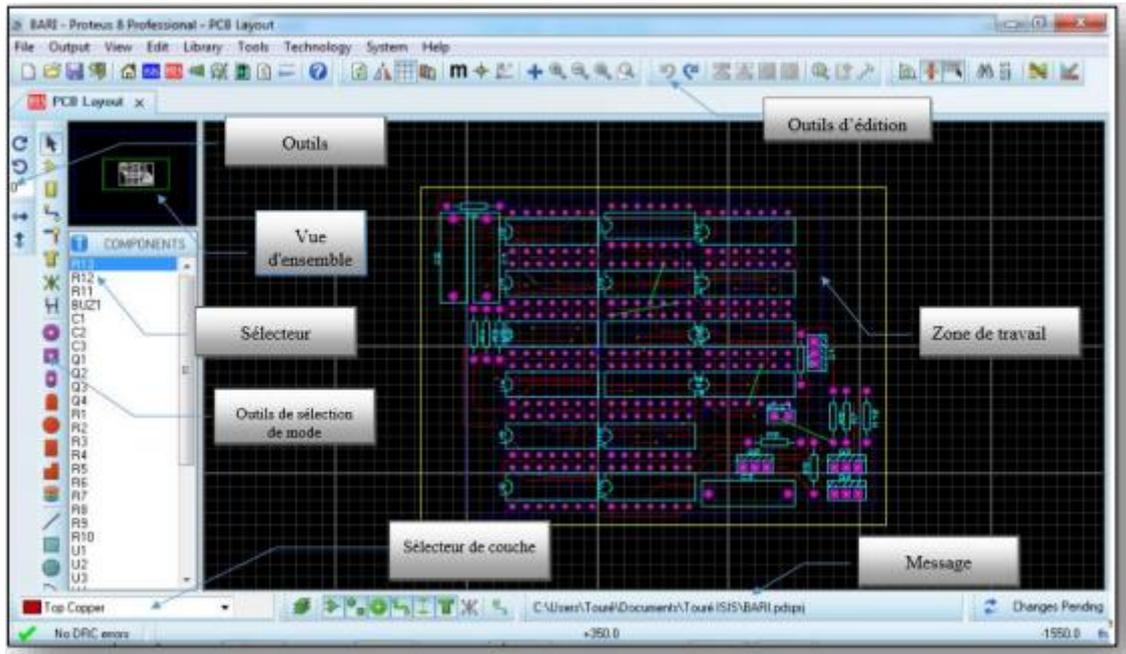


Figure III- 13: Ex. d'un schéma PCB par ISIS Proteus. [2]

• **DEBUT DE CREATION DU CIRCUIT IMPRIME :**

a) **Un composant :** Cliquer sur le bouton  « Composants », puis le placer dans la zone de travail.

b) **Une piste :** Pour tracer une piste , cliquer sur bouton piste  des outils de placement et deroutage.

c) **Création d'un Typon :**

- Cliquer du sur l'un des boutons mode graphique 
- Sélectionner le mode de traçage des bordures 
- Utiliser les outils graphiques pour dessiner les contours du circuit (la forme doit être fermée). [2]

SELECTION DES EMPREINTES A UTILISER :

Si vous n'avez pas préalablement saisi le schéma avec ISIS ou si vous souhaitez rajouter des empreintes des composants (points test, connecteurs...), procéder comme suit :

a) Cliquer sur le bouton  de placement de boîtiers.

- b) Cliquer sur le bouton  "Prendre des boîtiers".
- c) Tapez un mot clef ou sélectionnez une catégorie.
- d) Cliquer 2× sur le boîtier pour l'ajouter à la sélection.
- e) Recommencer en (C) pour sélectionner d'autres boîtiers.
- f) Fermer la fenêtre. [2]

PLACEMENT DESEMPREINTES DE COMPOSANTS :

a) **Placement automatique des empreintes :**

- Cliquer sur le menu outil, choisir Placement Automatique.
- Vérifier que tous les composants sont choisis puis valider par ok

b) **Placement manuel des empreintes :**

- Cliquer sur le bouton  "Composants".
- Cliquer sur le composant choisi.
- Placer la souris où le composant doit être positionné. Cliquer, le composant est placé. [2]

ROUTAGE

a) **Lancement du routage automatique :**

- Cliquer sur « Outils / Routeur automatique » ou le bouton 
- Cliquez sur commencer les routages. Cliquez sur commencer les routages.

b) **Routage manuel :**

- Cliquer sur le bouton  "Pistes".
- Cliquer 2× sur « DEFAULT »
- Choisir la taille des pistes.
- Cliquer sur « OK ». [2]

III.3.3.2 TYPON circuit de convertisseur BUCK sur Proteus :

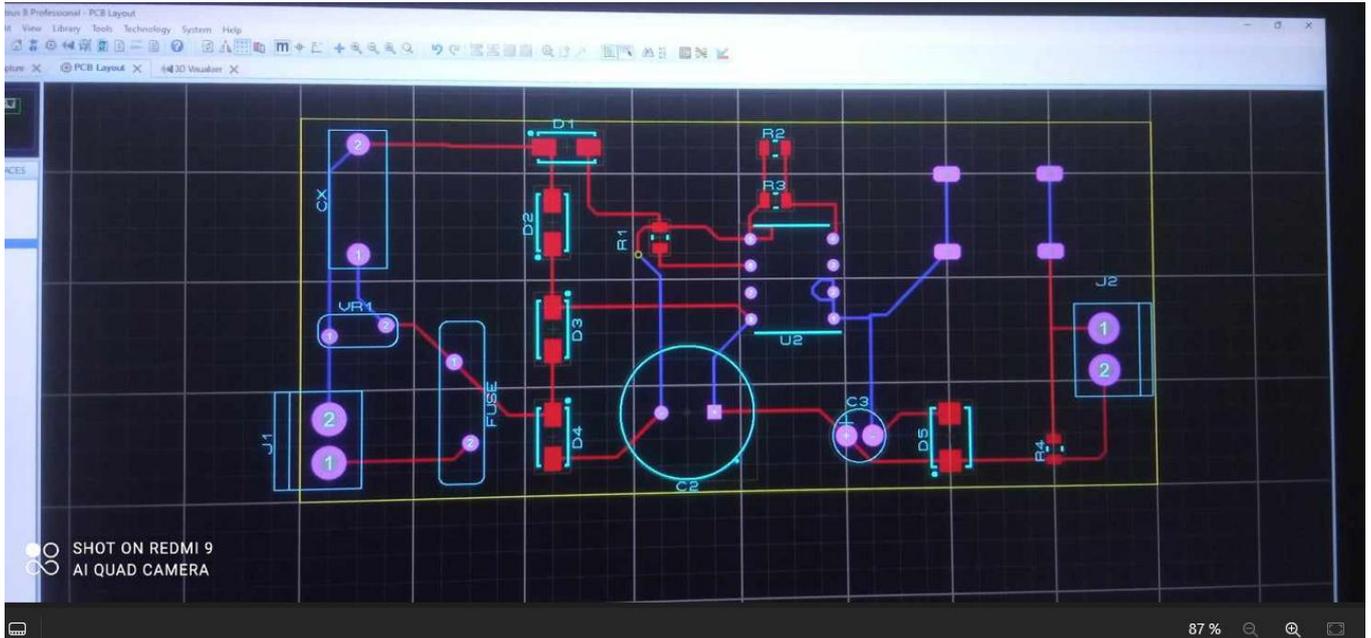


Figure III- 14: schéma PCB du convertisseur Buck par Proteus (PCB Layout)

- Le circuit imprimé :

Le système de pointage :

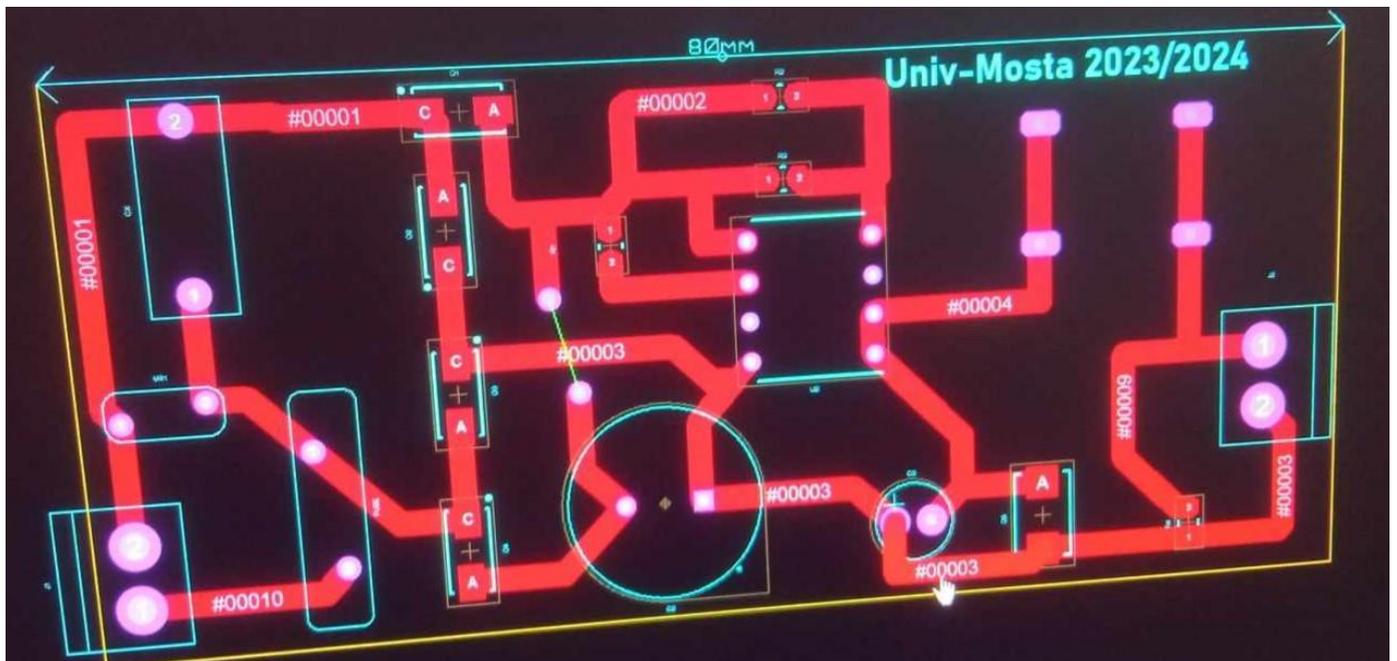


Figure III- 15:schéma PCB du convertisseur Buck par Proteus (PCB Layout)

- Image du circuit imprimé en 3D :

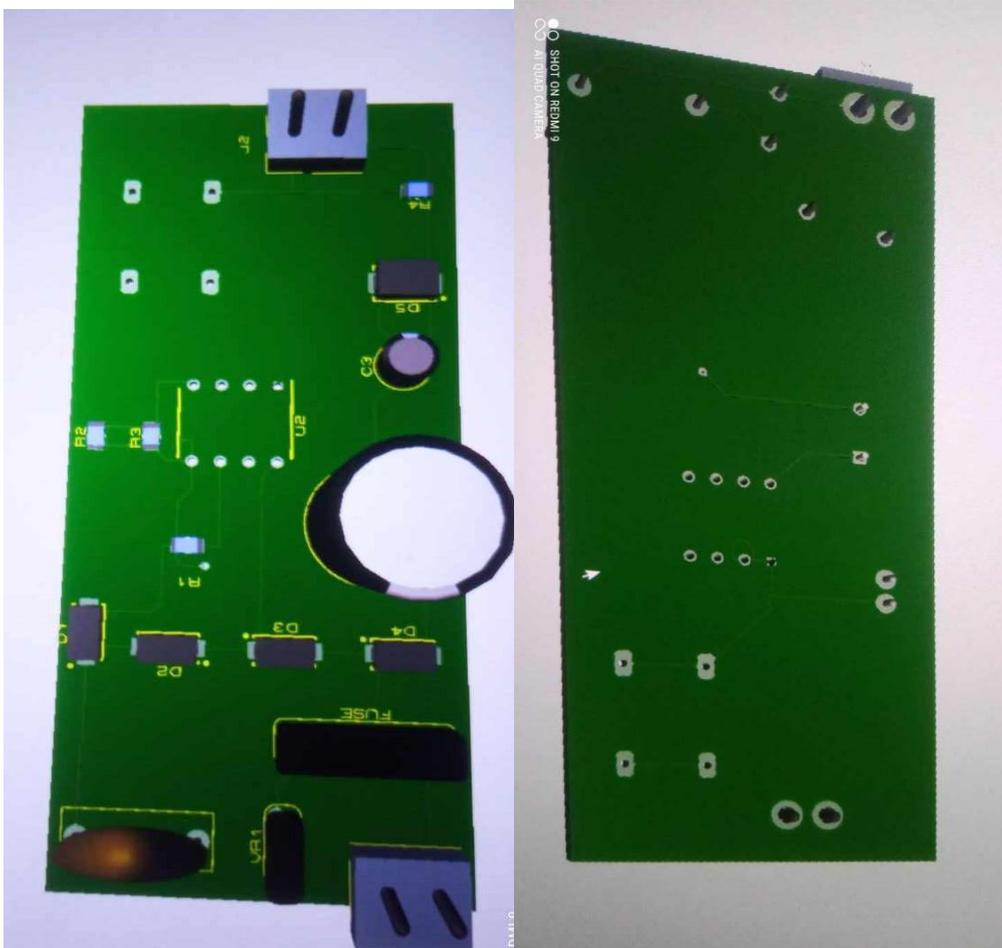


Figure III- 16: illustration du circuit convertisseur Buck en 3D par Proteus.

III.3.4 Le logiciel CopperCAM :

CopperCAM est un programme fonctionnant dans l'environnement Microsoft Windows. Il permet aux utilisateurs d'une machine à commande numérique de transformer des fichiers Gerber ou Excellon, issus d'un logiciel de CAO électronique, en un parcours d'outil de perçage et de gravure pour isoler les pistes. Il peut produire un fichier CNC et appeler directement un pilote d'usinage externe pour un enchaînement sans manipulation de fichiers. [5]

CopperCAM n'est pas un logiciel de routage électronique, ni même un logiciel de conception de circuits. Ses fonctionnalités sont relativement peu nombreuses. Il ne propose aucune fonction de dessin, et ne s'occupe par conséquent que d'un travail de préparation des trajectoires de gravure (par « gravure anglaise ») et perçage à partir d'un circuit existant. [5]

La **séquence d'utilisation** de CopperCAM est simple :

- Ouverture d'un **fichier Gerber** contenant une des couches
- Ouverture des éventuelles **couches suivantes** (maximum 4)

- Détection ou pointage du **contour de détournage**
- Ouverture d'un **fichier Excellon** pour les perçages éventuels
- Alignement des couches (automatique ou manuel)
- Pointage des pistes représentant les **textes à graver au centre**
- Calcul automatique des **contours d'isolation**
- Hachurage automatique de zones pour y enlever tout le cuivre
- Vérification des **outils de perçage** et des alésages éventuels
- Enfin, **envoi des données** au logiciel de pilotage ou à la machine. [6]
 - **Points clés du fonctionnement de CopperCAM**
 - a) **Simplicité d'utilisation** : CopperCAM est conçu pour être accessible, avec une interface simple qui guide les utilisateurs à travers les étapes du processus, depuis l'importation des fichiers jusqu'à la fabrication du PCB.
 - b) **Précision** : Le logiciel permet un contrôle précis des paramètres de la machine CNC, garantissant des circuits imprimés de qualité.
 - c) **Flexibilité** : CopperCAM prend en charge différents types de machines CNC, ce qui le rend adapté aussi bien aux amateurs qu'aux professionnels.
 - d) **Automatisation** : Il automatise la conversion des fichiers Gerber en G-code, simplifiant considérablement la préparation des PCB pour la fabrication. [5]

Avantages :

- a) **Autonomie** : Permet de fabriquer des PCB en interne sans passer par un fabricant tiers.
- b) **Compatibilité CNC** : S'intègre facilement avec une grande variété de machines CNC.
- c) **Gain de temps** : Automatisation des parcours d'outils, évitant de devoir les configurer manuellement.

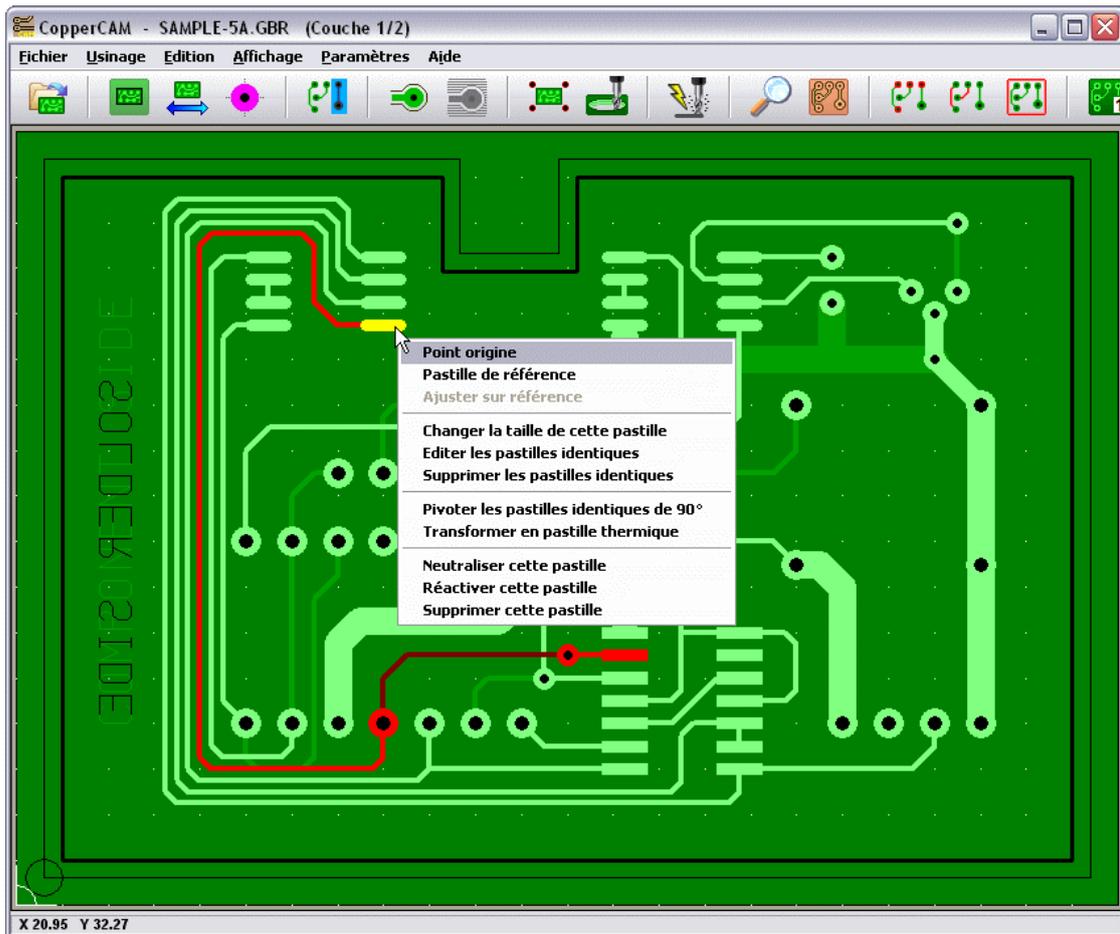


Figure III- 17: la fenêtre principale du CopperCAM. [7]

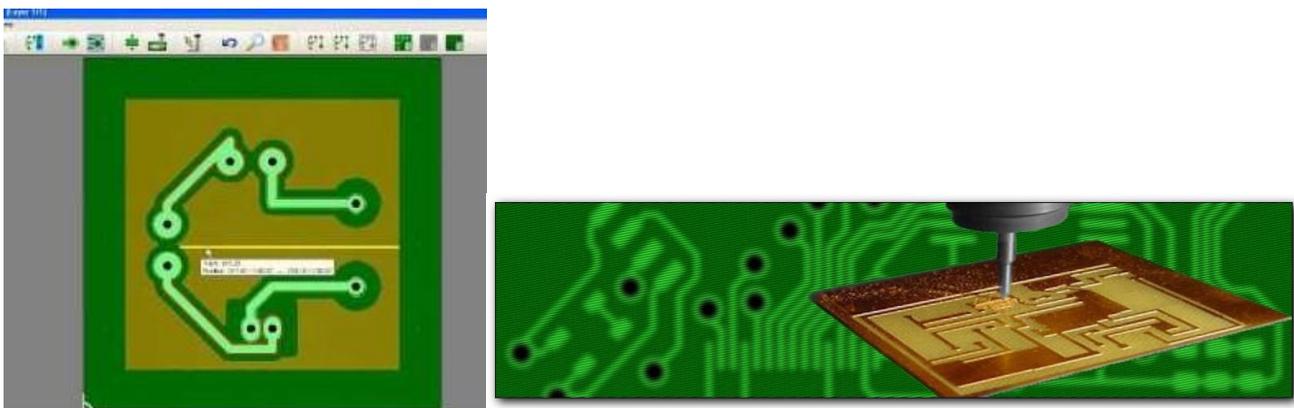


Figure III- 18:Exp d'un fichier Gerber sur CopperCAM. [7]

III.3.5 Le logiciel Grbl contrôle :

GRBL est un logiciel pour contrôler le mouvement de machines qui font des gravures. La plupart des imprimantes 3D Open-Source sont basées sur GRBL. Il a été adapté pour être utilisé dans des centaines de projets, comprenant des machines à découpe laser, des écritoires manuelles automatisés,

perceuses, peintre de graffiti et machines à dessins bizarroïdes... En raison de ses performances, de sa simplicité et de sa frugalité en besoins matériels, GRBL a grossi en un vrai petit phénomène Open Source. GRBL est destiné pour la production non intensive. Nous l'utilisons pour tous nos fraisages, depuis Laptop où PC, utilisant d'excellentes interfaces utilisateur. Il est écrit en C optimisé pour utiliser les fonctions intelligentes des puces Atmega328, pour obtenir un timing précis et des fonctions asynchrones. Il est capable de maintenir un taux de pas supérieur à 30kHz, et délivre un courant propre de pulsations de contrôle. [8]

III.3.5.1 Fonctionnement du logiciel Grbl contrôle :

Grbl est un logiciel libre fonctionnant sur des cartes à microcontrôleur de type Arduino, permettant de transférer du G-code d'un ordinateur équipé d'un port USB au contrôleur de moteurs pas-à-pas de machines-outils à commande numérique, telles que des imprimantes 3D ou des machines de découpe laser. Cette approche constitue une alternative à l'utilisation du port parallèle de l'ordinateur (dit "LPT", ou "port imprimante"), en voie de disparition sur les ordinateurs récents. Grbl permet ainsi de rendre accessible ce type de machines-outils, traditionnellement très onéreuses, à des fab-lab et aux amateurs éclairés. [9]

- a) Installation et configuration
- b) Importation des fichiers G-code
- c) Contrôle manuel et positionnement
- d) Exécution des fichiers G-code
- e) Fonctions supplémentaires

Avantages pour la fabrication de PCB :

- Usinage de haute précision : GRBL Control, associé à une machine CNC bien calibrée, permet de réaliser des gravures précises et des perçages précis pour les PCB.
- Contrôle total : Les utilisateurs ont un contrôle complet sur les paramètres d'usinage et peuvent ajuster la machine pour s'adapter à différents types de PCB (épaisseur de la carte, complexité de la conception, etc.).
- Open source et gratuit : GRBL et GRBL Control sont open-source et gratuits, ce qui en fait une solution accessible pour les amateurs et les professionnels.

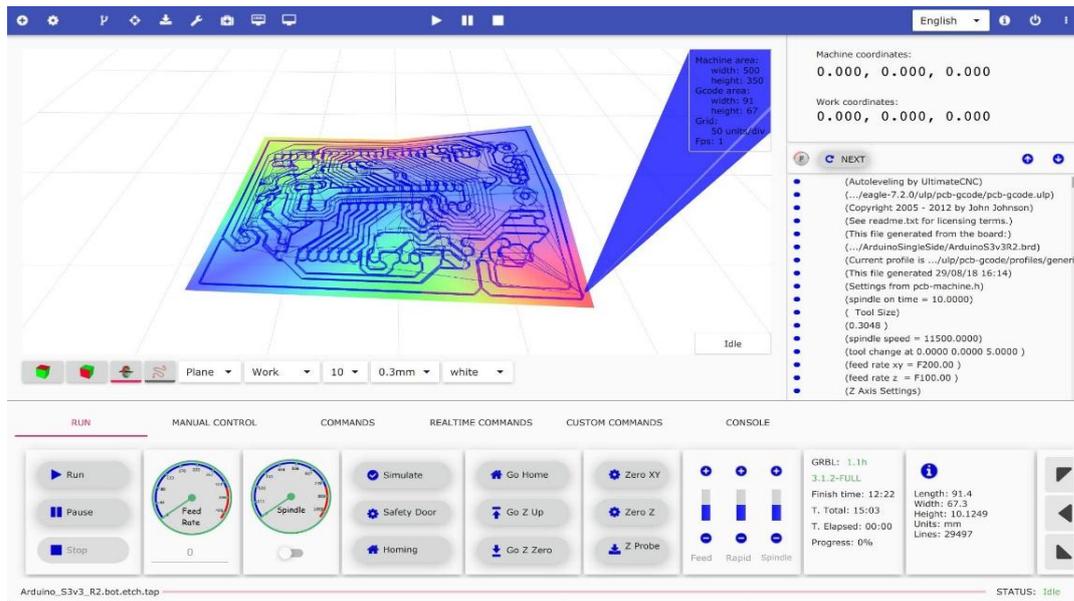


Figure III- 19: ultimate CNC Grbl Contrôleur software [10]

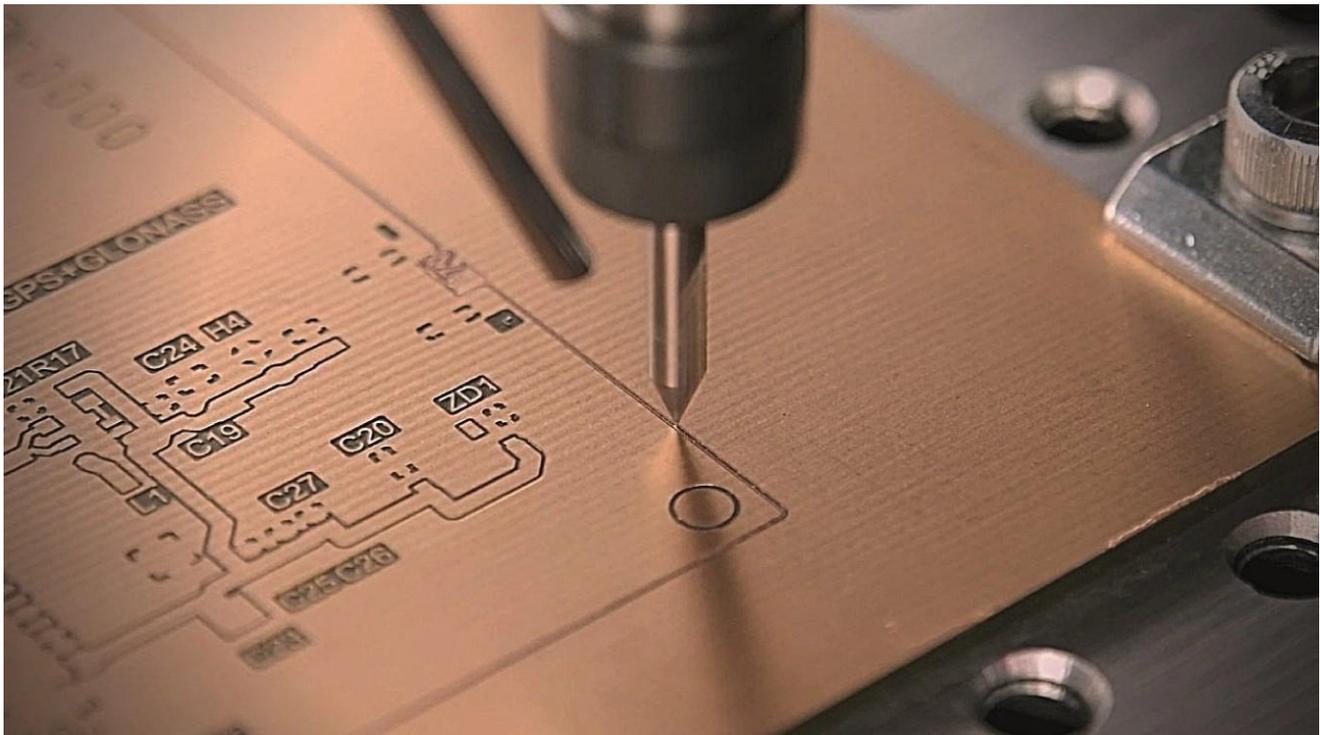


Figure III- 20:: Gravure d'un circuit avec Grbl contrôle. [11]

III.3.5.2 Réalisation de la gravure et le perçage pour le circuit de convertisseur Buck (PCB) sur GRBL contrôle :

Nous allons maintenant passer à la préparation de PCB et à sa gravure à l'aide du programme GRBL Contrôle.

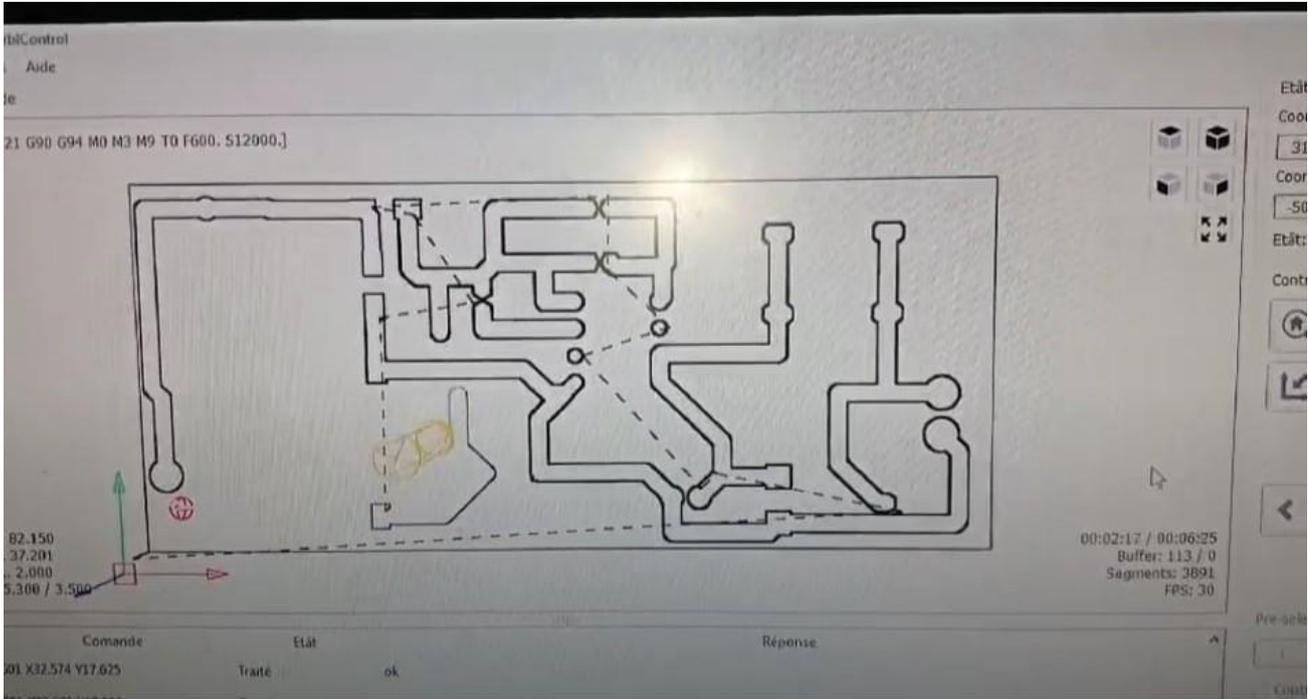


Figure III- 21: La gravure avec le logiciel GRBL Contrôle sur PC

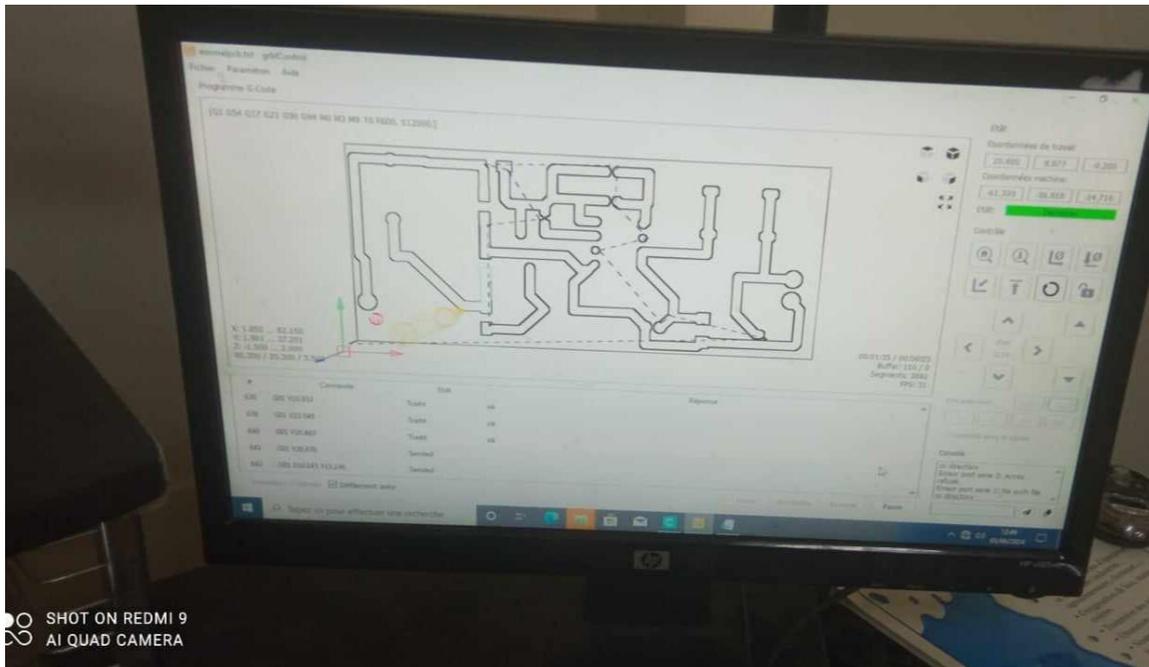


Figure III- 22: La gravure avec le logiciel GRBL Contrôle sur PC

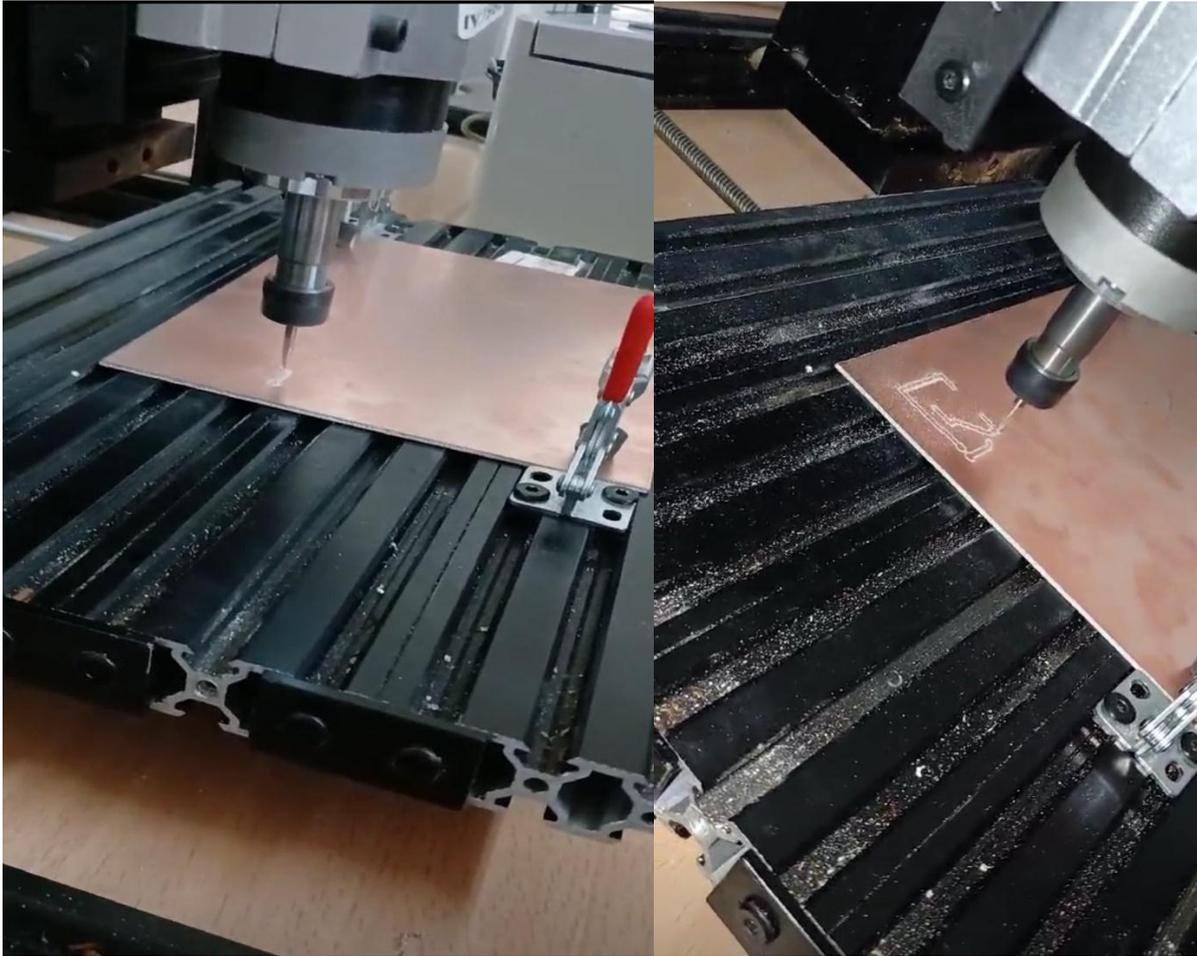


Figure III- 23: La gravure avec le logiciel GRBL Contrôle sur la machine.



Figure III- 24: La gravure avec le logiciel GRBL Contrôle sur la machine

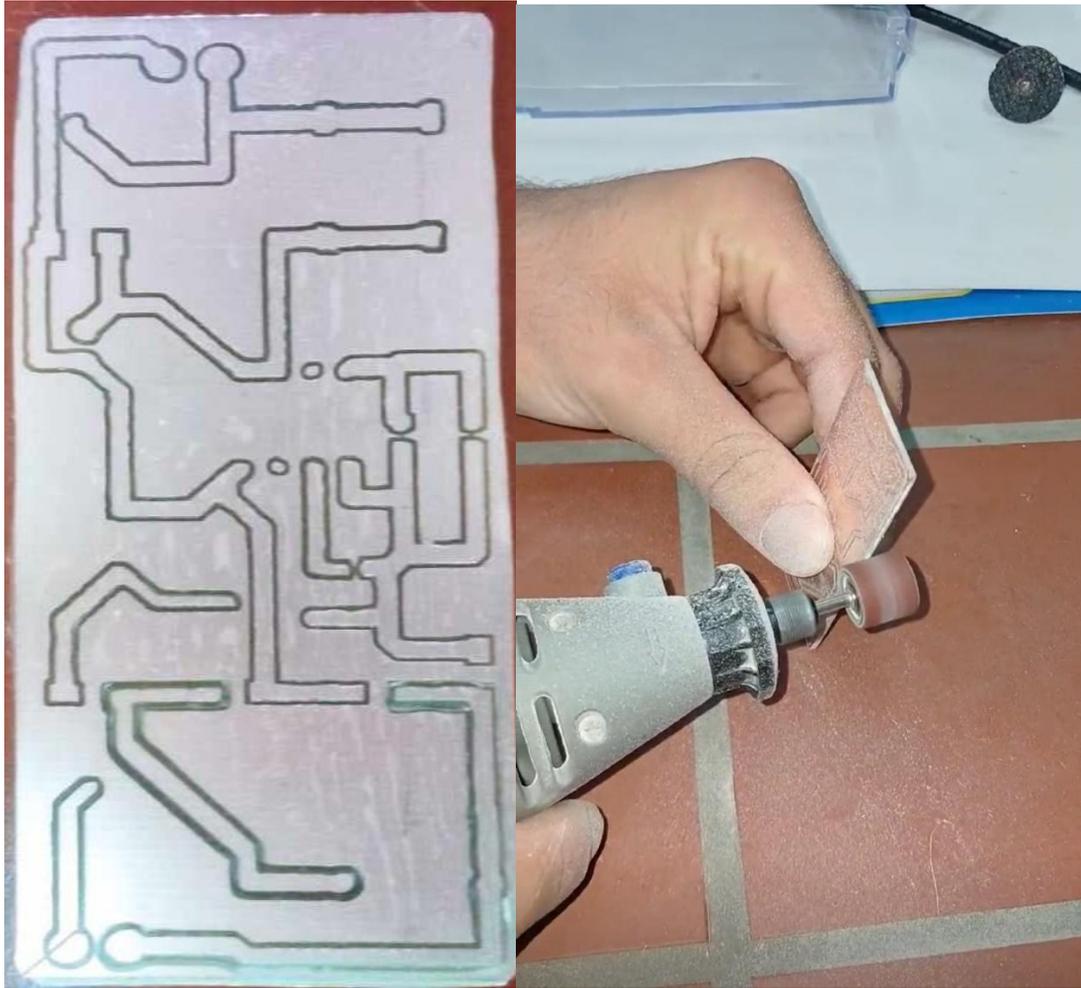


Figure III- 25: circuit imprimé(PCB) de convertisseur Buck sur GRBL contrôle.

III.4 Conclusion :

Dans ce chapitre, on a présenté le dimensionnement et simulation du convertisseurs type (Buck et Flybuck) en nous basant sur le cahier des charges fourni. Pour chaque type de convertisseur, les composants ont été dimensionnés en fonction des conditions de fonctionnement en mode de conduction continue (pour le Flybuck) et en mode de conduction discontinue (MCD) (pour le Buck). Les simulations ont été réalisées à l'aide des logiciels PSIM et PROTUSE pour observer les formes d'onde des différentes tensions et courants dans des conditions idéales et réelles. Aussi on a réalisé le circuit imprimé à l'aide des logiciels Proteus, Copper Cam et Grbl contrôle.

Bibliographie et webographie du chapitre III :

- [1] M. TOURE Mohamed Lamine « Proteus Professional (ISIS & ARES) »
- [2] COULIBALY Mohamed « Détection du complexe QRS par la Méthode de Laguna »
- [3] IABBADEN Zinedine et LAHLOU Farid « Réalisation d'un module de distribution d'énergie à base d'une carte Arduino méga 2560 »
- [4] [PSIM](#)
- [5] <https://www.scribd.com/document/437920131/Copper-Cam>
- [6] <https://www.galaad.net/coppercam-fra.html>
- [7] [image d'un Ex de schéma sur CopperCAM](#)

- [8] Achraf BOUJLIDA. IhebDAYEH. BadiyELMABROUK « Machine de découpe laser »
- [9] [Grbl](#)
- [10] [Grbl sur PC](#)
- [11] [Gravure avec Grbl](#)

***Chapitre IV :
Réalisation pratique***

Chapitre IV : Réalisation pratique

IV.1 INTRODUCTION

Dans cette partie du mémoire, nous abordons la réalisation pratique du driver LED, étape cruciale pour concrétiser les concepts théoriques étudiés précédemment. La mise en œuvre pratique implique la sélection des composants électroniques, l'assemblage du circuit, et la validation des performances du driver conçu. L'objectif est de traduire les spécifications techniques en un prototype fonctionnel qui répond aux exigences d'efficacité énergétique, de stabilité, et de fiabilité. Cette phase permet également de tester et d'affiner le design, en identifiant les éventuels ajustements nécessaires pour garantir le bon fonctionnement du driver LED dans des conditions réelles d'utilisation.

IV.2 La Réalisation et le principe de fonctionnement :

Pour la réalisation d'un Driver LED on à passer par plusieurs étapes : d'abord, Pour alimenter une LED, qui nécessite généralement un courant constant on utilise un convertisseur de courant (comme un régulateur de commutation) pour transformer et stabiliser l'alimentation électrique, et réguler la tension d'entrée supérieure à une tension plus basse. Voici comment cela fonctionne :

Lorsque le mosfet est allumé (fermé), le courant passe à travers l'inductance et la led, ce qui permet à l'énergie de s'accumuler dans l'inductance tout en maintenant une tension stable aux bornes de la led. Quand le mosfet est éteint (ouvert), le courant continue de circuler grâce à l'inductance, assurant un courant constant à travers la led. Pendant cette phase, l'inductance libère l'énergie précédemment stockée pour continuer à alimenter la led. En ajustant le rapport cyclique du mosfet, on peut réguler le courant moyen traversant la led, garantissant ainsi un flux lumineux stable et constant. Ensuite, nous avons utilisé des composants comme des transistors, des diodes Schottky, et des condensateurs sont utilisés pour lisser le signal électrique et assurer une distribution efficace du courant. Pour notre Driver, on a intégré un circuit de protection contre les court-circuités, les surcharges ou les variations de température, afin de prolonger la durée de vie des LEDs et d'assurer leur fonctionnement en toute sécurité. On a déjà parlé de tous les composants dans les chapitres précédent 2,3.

Le Driver LED est un élément essentiel pour garantir le bon fonctionnement des LEDs, en leur fournissant un courant constant et en les protégeant des fluctuations électriques, tout en assurant une efficacité énergétique optimale.

IV.3 Comment connecter un circuit :

Les connexions entre les composants sont réalisées par des jumpers, sortes de petits câbles. Et avec une plaque d'essai (breadboard). [1]

A) La plaque d'essai :

Une platine d'expérimentation (appelée breadboard) permet aux scientifiques et aux techniciens de réaliser des prototypes de montages électroniques, des tests et des expériences sans soudure et donc de pouvoir réutiliser les composants.

La plaque d'essai est composée d'une surface plane et d'un système de fixation qui permet de maintenir des échantillons et des instruments en place. La plaque d'essai est très utile pour les tests et les expériences qui nécessitent une précision et une stabilité. Dans cet article, nous allons vous présenter la plaque d'essai et expliquer son principe d'utilisation :

Une telle plaque d'essai est d'une très grande utilité pour réaliser des montages électroniques sans soudure, en association notamment avec une carte à microcontrôleur telle que les cartes Arduino. La plaque d'essai s'utilise avec des straps, bouts de fils en cuivre monobrin de taille et de longueur différentes. Les extrémités des straps doivent dénudés sur 1 cm environ. [2]

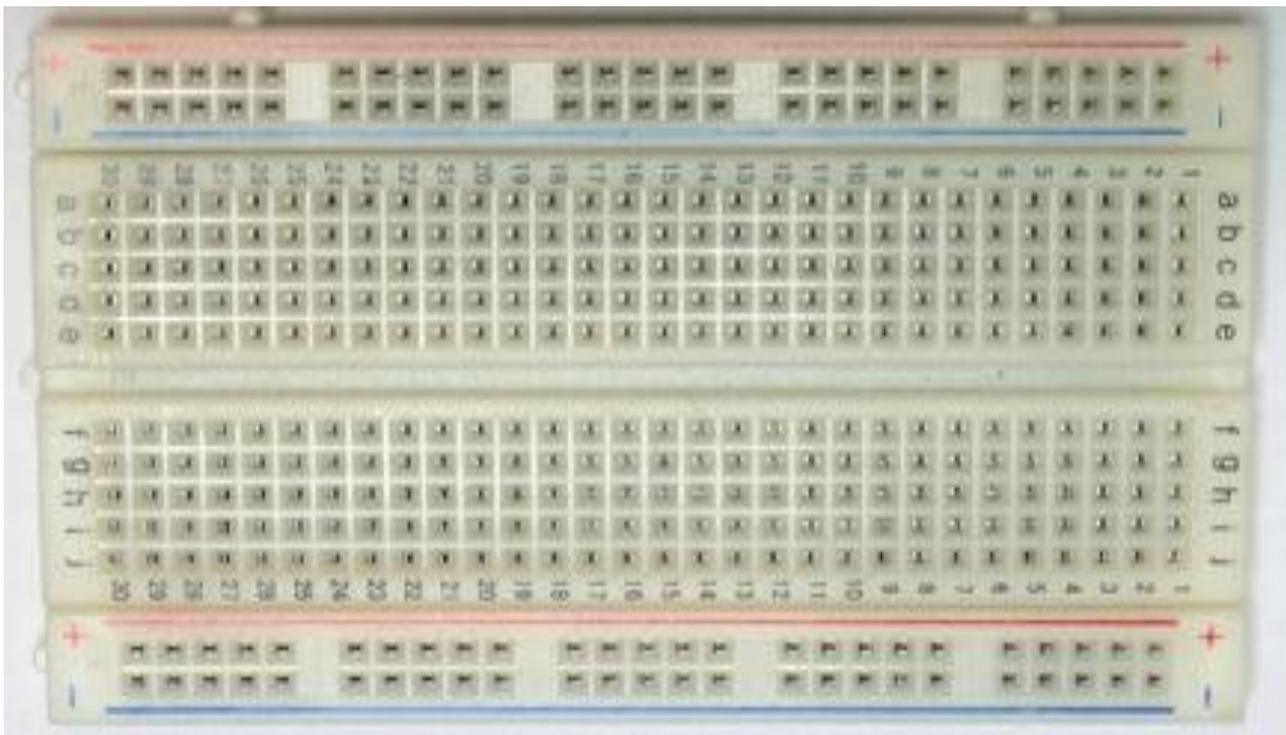


Figure IV- 1 : Plaque d'essai. [2]

B) Les connexions internes:

Tous les points d'une même ligne du bus alimentation (en rouge et en noir sur le schéma) sont connectés entre eux.

Tous les points d'une demi-colonne sont connectés entre eux (en bleu sur le schéma).

Les colonnes sont coupées en deux par le rail central qui permet de mettre des composants « à cheval ». [2]

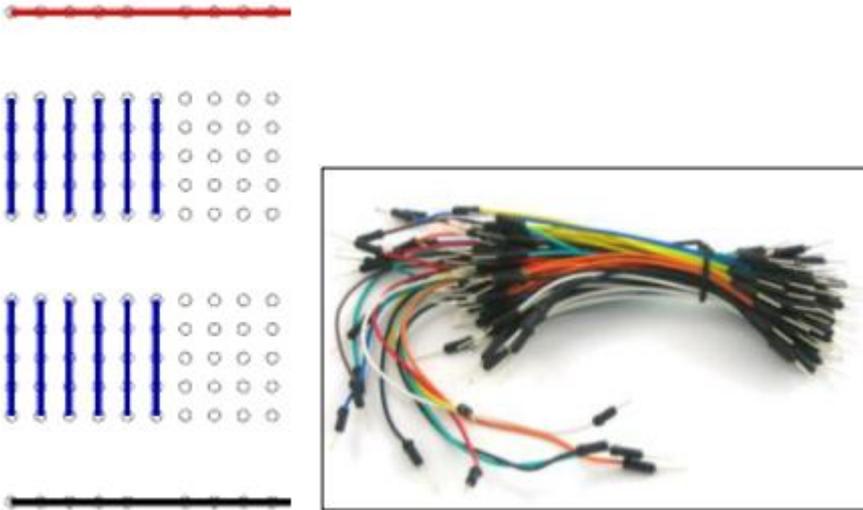


Figure IV- 2: Exp de connections. [2] Figure IV- 3: Jumpers (les câbles). [1]

C) Mise en oeuvre pratique :

Se faire une réserve de straps le plus simple, c'est acheter quelques mètres de câble téléphonique en 6 ou 8 brins et fabriquer ses straps avec. On pourra mettre ses straps dans un simple casier à couverts.

Connecter avant tout le bus d'alimentation en mettant le +5V en HAUT et le 0V en BAS, afin de réaliser un circuit réel qui sera très proche du schéma théorique.

Ensuite, on réalise le montage voulu.[2]

Si on branche deux éléments dans un groupe de cinq connecteurs, ils seront reliés entre eux. Il en est de même des alignements de connecteurs rouges (pour l'alimentation) et bleus (pour la terre). [1]

D) La réalisation du circuit de convertisseur Buck sur la plaque d'essai :

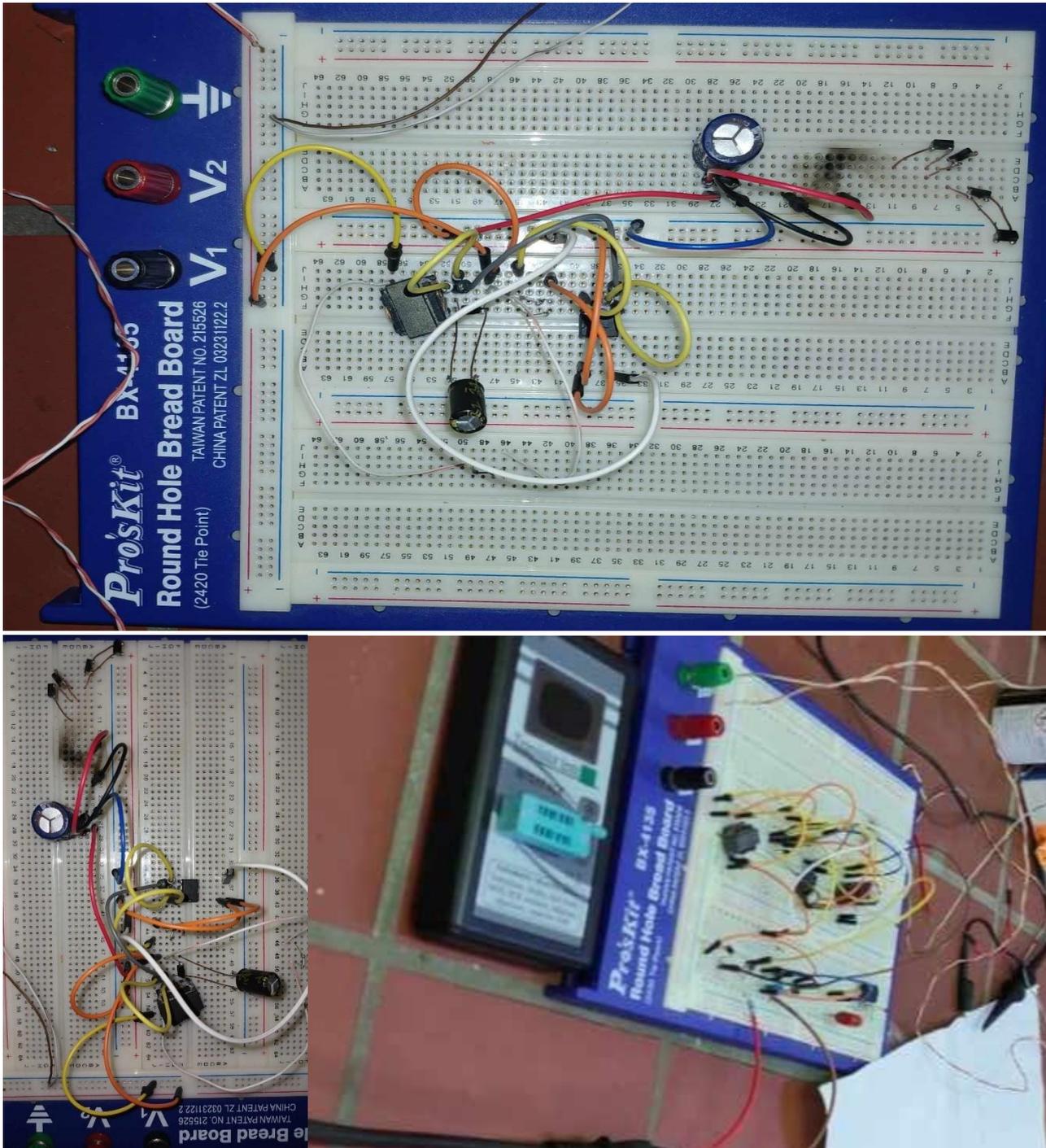


Figure IV- 4 : circuit de convertisseur Buck sur la plaque d'essai.

Après avoir les composants nécessaires pour réaliser le circuit et d'après les claculs et le cahier de charge dans les chapitres précédent 2 et 3, nous avons précédemment testé le fonctionnement du circuit, principalement le convertisseurBuck, sur une plaque d'essai, en effectuant les ajustements et modifications nécessaires.

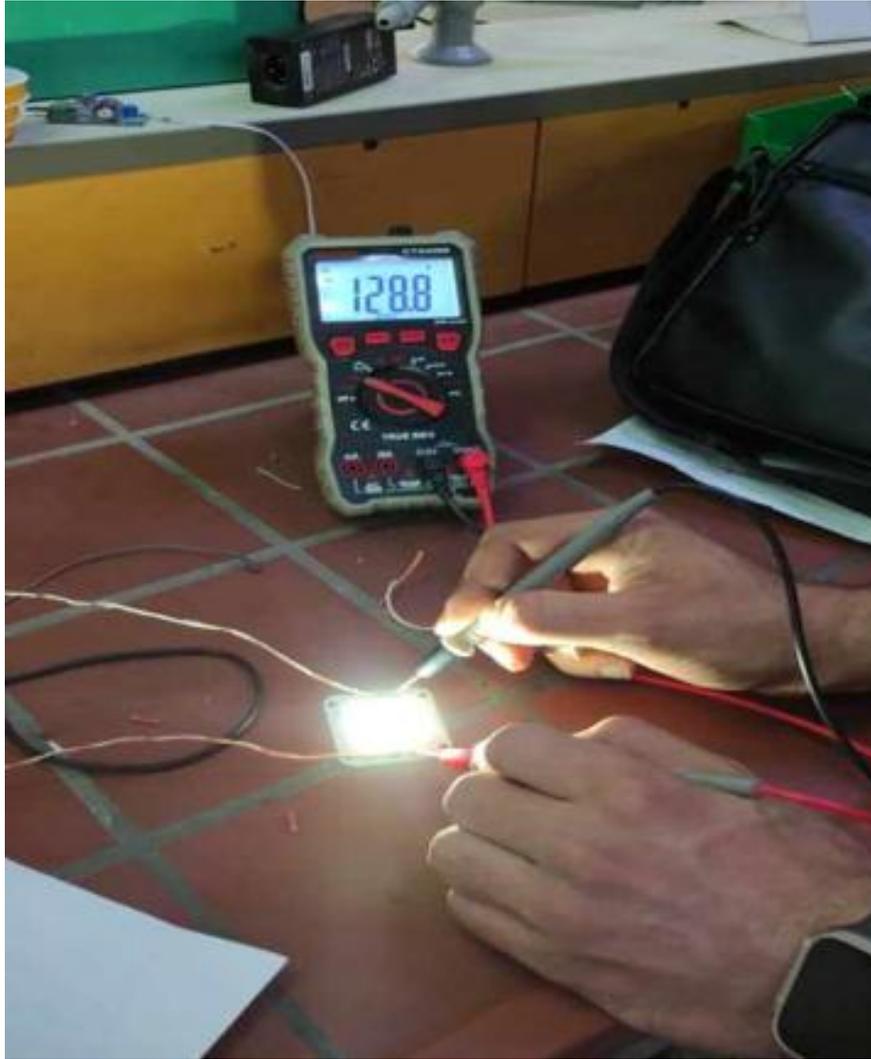


Figure IV- 5: Mesure de l'intensité de la tension.

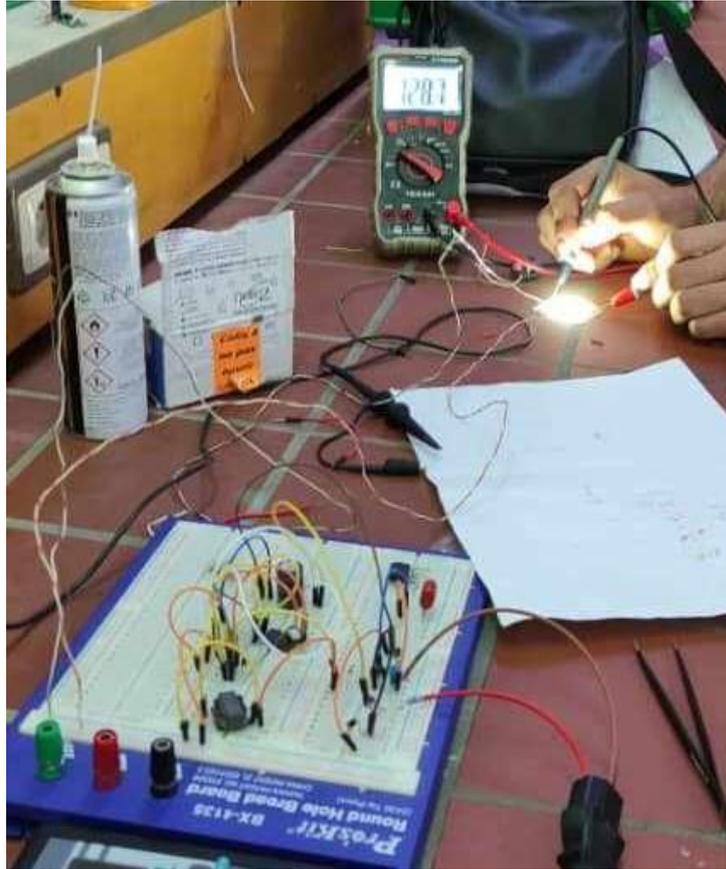


Figure IV- 6: Mesure de l'intensité de la tension.

Une fois que la LED s'allume avec succès, nous mesurons maintenant l'intensité de la tension.

IV.4 Le placement des composants sur le circuit imprimé (PCB) :

Après avoir testé le circuit de convertisseur Buck sur une plaque d'essai (breadboard), le placement des composants sur un circuit imprimé (PCB) nécessite une approche plus organisée et définitive pour garantir la fonctionnalité du circuit dans un format plus compact et durable.

Lors du placement des composants, on a commencé par les composants critiques, comme les régulateurs de tension et les circuits intégrés, en veillant à les positionner de manière à minimiser les longueurs de piste pour les signaux importants. Les condensateurs doivent être placés à proximité des broches d'alimentation des puces pour garantir une alimentation propre. Ensuite, on a placé les composants passifs (résistances, condensateurs, etc.) autour des composants actifs en respectant leur schéma de connexion et en optimisant l'espace disponible sur la carte.

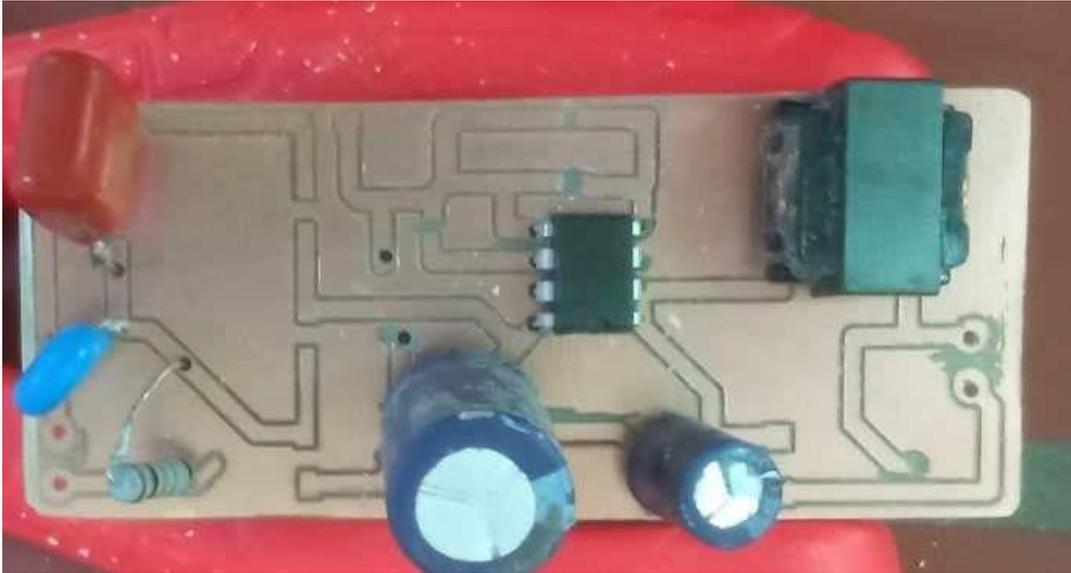


Figure IV- 7:Placement des composants sur le PCB.

On a fait une bonne séparation entre les zones analogiques et numériques pour éviter les interférences, et de positionner les composants polarisés (comme les diodes et condensateurs électrolytiques) en respectant leur polarité.

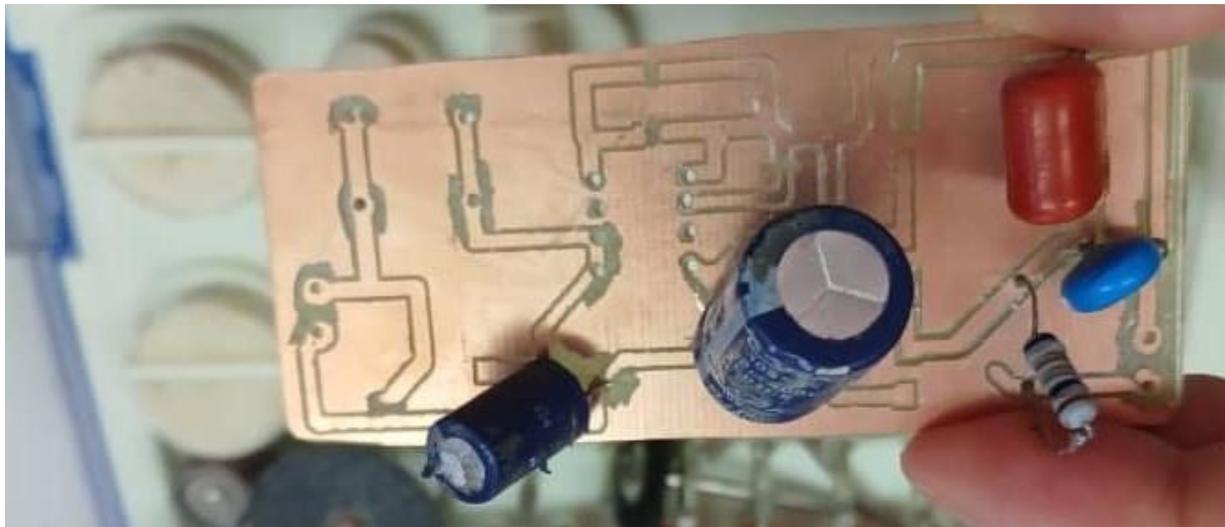


Figure IV- 8:Le circuit de convertisseur Buck sur PCB.

Une fois tous les composants placés, nous avons ensuite router les pistes pour assurer que les connexions soient courtes et directes pour minimiser les parasites et les pertes de signal. Ce processus transforme le circuit testé sur la breadboard en une version compacte et stable sur un PCB, prête à être produite.

IV.5 Conclusion :

Dans ce chapitre, après avoir montré les principes de base sur lesquels repose la conception du circuit imprimé que nous avons réalisé, nous avons effectué la finale réalisation on a effectué quelques mesures pour valider notre étude théorique.

Bibliographie et webographie du chapitre IV :

[1] Mlle DJEHAICHE Rania, Mlle BENZIOUCHE Nihad. Etude et Application d'un Système de Communication M2M.

[2]<https://www.mon-club-elec.fr/presentation-et-principe-dutilisation-de-la-plaque-dessai/#:~:text=La%20plaque%20d%27essai%20est,et%20des%20instruments%20en%20place>

Conclusion Générale

Conclusion générale

L'objectif de ce travail a été d'étudier, de réaliser et de concevoir un driver LED de 50W, intégrant un SMPS (Switched Mode Power Supply), constitue un projet technique complexe et enrichissant. En utilisant des logiciels comme Proteus et PSIM pour la simulation, ainsi que CopperCAM et GRBL Control pour la conception et la fabrication du PCB, ce projet illustre un processus complet, de la conception à la production. La simulation dans Proteus et PSIM a permis de valider le fonctionnement théorique du circuit, notamment la gestion de la puissance et de l'efficacité énergétique du SMPS, avant de passer à la phase de prototypage.

L'utilisation de CopperCAM et GRBL Control pour la réalisation du PCB a permis de transformer la conception virtuelle en un circuit physique. L'installation des composants électroniques sur ce PCB a finalisé le processus, donnant un driver LED fonctionnel, capable de gérer une puissance de 50W. Ce projet met en lumière l'importance de la simulation pour anticiper et corriger les problèmes potentiels, ainsi que la précision nécessaire à la fabrication des circuits électroniques complexes. Il constitue une excellente application des principes de l'électronique de puissance et de la fabrication assistée par ordinateur (FAO), tout en développant des compétences en gestion de projet, conception, simulation et production.