

REPUBLIQUE DU CAMEROUN

UNIVERSITE DE YAOUNDE I

ECOLE NORMALE SUPERIEURE  
D'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE

BP 886 EBOLOWA/Tél : + 237 243 71 78 16  
Site web: [www.enset-ebolowa.com](http://www.enset-ebolowa.com)  
E-mail: ensetebwa@gmail.com

DEPARTEMENT DU GENIE  
ELECTRIQUE



REPUBLIC OF CAMEROON

THE UNIVERSITY OF YAOUNDE I

HIGHER TECHNICAL TEACHERS'  
TRAINING COLLEGE

PO BOX 886 EBOLOWA/Tel : +237 243 71 78 16  
Web site: [www.enset-ebolowa.com](http://www.enset-ebolowa.com)  
Mailto: ensetebwa@gmail.com

DEPARTMENT OF ELECTRICAL  
ENGINEERING

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

# CONCEPTION ET REALISATION D'UN KIT A SOURCE HYBRIDE POUR LA CHARGE DE BATTERIE DE LAPTOP

Mémoire rédigé et soutenu en vue de l'obtention du Diplôme de Professeur  
d'Enseignement Technique de grade II (DIPET II) en Génie Electrique

OPTION : ELECTROTECHNIQUE (ET)

Par : **AFOMENGONO Martino Ynocente**

Matricule : 19W1197

Sous la direction de :

**Pr. NDJAKOMO ESSIANE Salomé**

Maitre de Conférences

Sous l'encadrement de :

**Mme. FOU DA BELLA Régine Diane**

Enseignante au département du Génie Electrique

Devant le jury composé de :

Président : **Pr MENGUE MBOM Alex**

Examineur: **Dr ABOSSOLO O. Grégoire**

Rapporteurs:

- **Pr. NDAKOMO ESSIANE Salomé**
- **Mme. FOU DA BELLA Régine Diane**



Année Académique 2020 - 2021

## **DEDICACE**

A MA FAMILLE

## REMERCIEMENTS

Je remercie toutes personnes ayant contribué de près ou de loin à ma formation et à la production de ce travail tout au long de mon stage. Ainsi je remercie particulièrement :

- Le **Professeur NDJAKOMO ESSIANE Salomé**, Directeur de l'ENSET d'Ebolowa et chef de département du Génie Electrique mon Superviseur pour ses conseils et son dynamisme qui m'ont aidé à me surpasser,
- Le **Pr MENGUE MBOM Alex** pour ses remarques faites sur les points forts de mon travail,
- Le **Dr ABESSOLO Grégoire** pour sa contribution à l'amélioration de mon travail,
- Mme **FOUDA BELLA Régine** mon Encadreur pour ses idées qui m'ont permis d'améliorer la qualité de mon travail,
- M et Mme **ADA** pour leur soutien tant financier que moral,
- M et Mme **ZAMA** pour l'accompagnement, les conseils, et le soutien envers ma personne,
- M **AFOMONGONO Gabin Ferry**, **AFOMONGONO Yvan Marterne** pour leurs conseils et leurs mots d'encouragements qui m'ont été d'une grande aide morale,
- M et Mme **ZE** pour l'attention spéciale, les conseils, les mots d'encouragement envers mon égard,
- M **ASSEMBE BISSAE Daniel** pour son aide à l'achat et l'expédition de mon matériel électronique sans qui je n'aurai pas réalisé mon projet,
- Mlle **MENGUE TONDJI Anne** pour son aide financière et son soutien moral,
- Tout le **staff administratif de l'ENSET d'Ebolowa** pour la disponibilité.

## RESUME

Ce projet porte sur **la conception et la réalisation d'un kit à source hybride pour charge de batterie de laptop**. Ce projet a pour objectif le chargement d'un laptop à partir de deux sources. Pour atteindre cet objectif, nous avons procédé à l'étude du fonctionnement d'un chargeur de laptop, relevés les caractéristiques courant, tension, puissance, afin de déterminer la puissance électrique nécessaire pour recharger un laptop. Nous avons par la suite effectué un bref recensement des sources pour recharge de laptop existantes qu'on appelle aussi « Batterie externe », nous avons étudié leur fonctionnement et leur principe de recharge. A la fin de cette étude, nous avons déterminé le type d'alimentation à implémenter dans notre projet, nous avons opté pour l'utilisation d'une source alternative qui est présente dans les écoles, maisons et bureaux et une source solaire qui est gratuite, à la portée de tous à tout moment de la journée. Ensuite nous avons dimensionné la source d'alimentation, modélisé simulé grâce à un logiciel de CAO. Enfin nous l'avons réalisé et implémenté dans un sac à main pour faciliter son transport. A la fin de ces travaux, le kit à source hydrique a fonctionné, il a accompli sa mission première qui est tout d'abord la recharge sur panneau solaire et sur prise secteur et il a rechargé un laptop durant la phase de test. Le projet n'a pas été parfait, des améliorations sont donc nécessaires dans le but de perfectionner le kit à source hybride.

## ABSTRACT

This project concerns the **design and production of a hybrid source kit for laptop charging**. This project aims to charge a laptop from two sources. To achieve this goal, we conducted a study of the operation of a laptop charger, noted the current, voltage, power characteristics, in order to determine the electrical power required to charge a laptop. We then carried out a brief inventory of existing sources for recharging laptops, also known as "External battery", we studied their operation and principle of recharging. At the end of this study, we determined the type of power supply to be implemented in our project, we opted for the use of an alternative source which is present in schools, homes and offices and a solar source which is free, available to everyone at any time of the day. Then we sized the power source, modeled and simulated using CAD software. Finally we realized and implemented it in a handbag to facilitate its transport. From this work a satisfactory result emerges; the hybrid source kit worked, it accomplished its primary mission, which is first of all recharging from a solar panel and a mains socket, and it recharged a laptop during the test phase. The project was not perfect, so improvements are needed in order to perfect the hybrid source kit

**LISTE DES FIGURES**

**Figure 1:** Principe de fonctionnement d'un chargeur de laptop [15] ..... 3

**Figure 2:** Structure interne d'un chargeur de laptop [2]..... 3

**Figure 3:** (a) Chargeur LENOVO (b) Chargeur PB HEV (c) Chargeur universel ..... 4

**Figure 4:** Chargeur de laptop solaire [5] ..... 5

**Figure 5:** Pile secondaire de 20 éléments Planté pouvant se charger en énergie [3]..... 6

**Figure 6:** Batterie de John Goodenough [7] ..... 7

**Figure 7:** Batterie de 12V au plomb Pb ouverte [1] ..... 7

**Figure 8:** Batterie de 12V au plomb Pb fermée [1] ..... 8

**Figure 9:** batterie de 12V au nickel Ni [1] ..... 8

**Figure 10:** batterie de 3,7V au lithium polymère Li-ion [1] ..... 8

**Figure 11:** batterie de 3,7V au lithium polymère Li-Po [1] ..... 9

**Figure 12:** (a) boîtier de l'alimentation linéaire, (b) Alimentation linéaire de 12Volts [15] ..... 10

**Figure 13 :** (a) alimentation buck, (b) alimentation boost, (c) alimentation buck-boost [1-15] ..... 11

**Figure 14 :** (a) alimentation Flyback, (b) alimentation Forward, (c) alimentation Puch-pull [16] ..... 11

**Figure 15:** (a) comparaison puissance volumique, (b) Comparaison puissance massique [15] ..... 12

**Figure 16:** Comparaison tension puissances des alimentations à découpage [15]..... 12

**Figure 17:** Régulateur à diode zener [1]..... 13

**Figure 18:** Régulateur série [1] ..... 14

**Figure 19:** Régulateur série avec asservissement de la tension de sortie [1] ..... 14

**Figure 20:** Régulation d'une tension avec 7805 [13] ..... 15

**Figure 21:** Régulation d'une tension avec LM317 [13] ..... 15

**Figure 22 :** (a) Batterie externe Power Gorilla avec afficheur, (b) batterie externe Maxoak . 17

**Figure 23 :** Synoptique du fonctionnement ..... 21

**Figure 24 :** Alimentation boost ..... 22

**Figure 25 :** Panneau solaire PV ..... 23

**Figure 26 :** Régulateur de tension LM317 ..... 24

**Figure 27 :** Batterie au lithium ion ..... 25

**Figure 28 :** BMS 3S..... 26

**Figure 29 :** Amplificateur opérationnel LM324 ..... 27

**Figure 30:** Cycle d'hystérésis [11] ..... 30

**Figure 31:** Cycle d'hystérésis [11] ..... 31

**Figure 32:** Schéma de principe d'une alimentation de type élévateur [1]..... 32

**Figure 33:** Schéma équivalent lorsque Q est passant [1] ..... 32

**Figure 34:** Schéma équivalent lorsque Q est ouvert [1] ..... 33

**Figure 35:** chronogramme de l'alimentation boost [1] ..... 34

**Figure 36:** courbe de transfert de l'alimentation boost [1]..... 35

**Figure 37:** régulateur de tension 12,6V [12] ..... 38

**Figure 38 :** Régulateur de courant LM317 [12] ..... 39

**Figure 39:** Schéma de simulation du circuit de puissance de l'alimentation boost..... 40

**Figure 40:** Simulation du régulateur de charge ..... 41

<b>Figure 41:</b> Simulation de l'indicateur du niveau de charge du banc de batterie .....	42
<b>Figure 42:</b> Simulation du système de basculement du niveau de tension .....	42
<b>Figure 43:</b> Simulation du régulateur de tension pour PB HEV .....	43
<b>Figure 44:</b> Résultat simulation alimentation boost tension de sortie .....	44
<b>Figure 45:</b> Résultat simulation alimentation boost courant de sortie .....	44
<b>Figure 46:</b> Résultat de la simulation du régulateur de charge .....	45
<b>Figure 47:</b> Résultat simulation de l'indicateur de niveau de charge du banc de batterie à 100% .....	45
<b>Figure 48:</b> Résultat simulation de l'indicateur de niveau de charge du banc de batterie à 25% .....	46
<b>Figure 49:</b> Résultat de la simulation du système de basculement de niveau de tension en position 1 .....	46
<b>Figure 50:</b> Résultat de la simulation du système de basculement de niveau de tension en position 2 .....	47
<b>Figure 51:</b> Résultat de la simulation du régulateur de tension pour PB HEV .....	47
<b>Figure 52:</b> Câblage du kit à source hybride .....	49
<b>Figure 53:</b> Présentation du kit source hybride.....	50
<b>Figure 54:</b> Test de fonctionnement de la carte du kit source hybride .....	50

**LISTE DES TABLEAUX**

<b>Tableau I:</b> Comparaison des caractéristiques électriques de trois chargeurs de laptops. ....	4
<b>Tableau II :</b> Avantages et inconvénients des batteries les plus utilisées [10].....	9
<b>Tableau III:</b> Niveau de tension en fonction des ports [1].....	16
<b>Tableau IV:</b> Puissance maximale fournie en fonction des ports.....	17
<b>Tableau V:</b> Rôles et caractéristiques des matériels restants.....	27
<b>Tableau VI:</b> Liste du matériel.....	29
<b>Tableau VII:</b> Synthèse des résultats obtenus.....	48
<b>Tableau VIII:</b> Evaluation du cout du prototype.....	51



## LISTE DES ABREVIATIONS

BMS : Battery manager system

3S : Trois éléments en série

PWM : Pulse Width Modulation

PV : Photovoltaïque

BT : Basse Tension

UC : Microcontrôleur

PIC : Programmable interface controller

MOSFET : Metal Oxyde Semiconductor Field Effect Transistor

ISIS : Intelligent Schematic Input System

ARES : Advanced Routing And Editing Software

PCB : Printed Circuit Board

EMI : Electromagnetic Interface

PFC : Power Factor Correction

AOP : Amplificateur opérationnel

Wc : Watt crête

## Table des matières

DEDICACE.....	i
REMERCIEMENTS .....	ii
RESUME.....	iii
ABSTRACT .....	iv
LISTE DES FIGURES .....	v
LISTE DES TABLEAUX.....	vii
LISTE DES ABREVIATIONS .....	viii
INTRODUCTION GENERALE.....	1
CHAPITRE I : REVUE DE LA LITTERATURE.....	2
INTRODUCTION.....	2
I.1 Généralités sur les chargeurs de laptops .....	2
I.1.1 Définition .....	2
I.1.2 Principe de fonctionnement.....	2
I.1.3 Structure interne d'un chargeur de laptop .....	3
I.1.4 Caractéristiques électriques d'un chargeur d'origine de laptop .....	3
I.1.5 Quelques chargeurs de laptop .....	4
I.1.6 Avantages du chargeur de laptop .....	5
I.1.7 Inconvénients du chargeur de laptop.....	5
I.2 Généralités sur les batteries externes .....	5
I.2.1 Définition .....	5
I.2.2 Composition d'une batterie externe .....	5
A. Les batteries .....	6
a. Les types de batteries :.....	7
b. Avantages et inconvénients des différentes batteries les plus utilisées .....	9
B. Les alimentations à découpage .....	10
a. Rappel sur les alimentations linéaires .....	10
b. Alimentations à découpage.....	10
b-1) Type d'alimentations à découpage .....	11
c. Les régulateurs de charge .....	12
a. Le régulateur à diode zener .....	13
b. Le régulateur série .....	13
c. Le régulateur série avec asservissement de la tension de sortie .....	14
d. Le régulateur de tension en circuit intégré à tension fixe.....	14
e. Le régulateur de tension en circuit intégré à tension réglable .....	15

I.2.3	Caractéristiques d'une batterie externe .....	15
A.	Le port de charge .....	16
B.	La tension de sortie.....	16
C.	La puissance fournie .....	16
I.2.4.	Quelques batteries externes .....	17
I.2.5	Avantages de la batterie externe pour laptop .....	17
I.2.6	Inconvénients de la batterie externe pour laptop.....	17
I.3	Contexte et situation du problème .....	18
I.4	Les objectifs du projet.....	18
	CONCLUSION .....	19
	CHAPITRE II : OUTILS ET METHODES.....	20
	INTRODUCTION.....	20
II.1	Outils .....	20
II.1.1	Cahier de charge .....	20
A.	Les besoins .....	20
B.	Les clients .....	20
II.1.2	Schéma synoptique et fonctionnement .....	21
A.	Schéma synoptique .....	21
B.	Fonctionnement .....	21
II.1.3	Conception du kit a source hybride .....	22
II.1.3.1	L'alimentation boost .....	22
II.1.3.2	Panneau Solaire PV.....	23
II.1.3.3	Régulateur de charge.....	24
II.1.3.4	Banc de batterie.....	25
II.1.3.5	Le BMS .....	26
II.1.3.6	L'indicateur de niveau de batterie.....	26
II.1.3.7	Autres composants utilisés.....	27
II.1.4	Liste du matériel utilisé.....	29
II.2	Méthodes .....	29
II.2.1	Description générale du kit à source hybride.....	29
II.2.2	Rappels sur le magnétisme et les matériaux magnétiques .....	30
a.	Les matériaux .....	30
b.	Le cycle d'hystérésis .....	30
c.	Les formes de circuits.....	30

d. Les pertes .....	31
e. Les inductances simples .....	31
II.2.3 Dimensionnement de l'alimentation à découpage boost .....	32
A. Schéma de principe.....	32
B. Principe de fonctionnement et schémas équivalents .....	32
C. Calcul de la fonction de transfert $V_S = f(V_E)$ .....	33
D. Analyse des chronogrammes .....	33
E. Choix de la bobine.....	34
F. Choix du condensateur .....	35
G. Le rendement de l'alimentation est : .....	35
H. La courbe de transfert : .....	35
I. L'ondulation de sorties .....	35
J. Utilisation .....	35
II.2.4 Dimensionnement du système solaire PV.....	36
II.2.5 Dimensionnement du panneau PV.....	36
A. Calcul de la puissance crête nécessaire .....	36
B. Calcul du nombre de panneau en série .....	36
C. Calcul du nombre de branche en parallèle.....	36
D. Calcul du nombre total des panneaux.....	36
E. Calcul de la puissance crête à installer .....	36
II.2.6 Dimensionnement du banc de batterie .....	37
A. Calcul de la capacité de la batterie nécessaire .....	37
B. Calcul du nombre de branche en parallèle.....	37
C. Calcul du nombre de batterie en série .....	37
D. Calcul du nombre total de batterie.....	37
E. Calcul de la capacité totale de batteries .....	37
II.2.7 Dimensionnement du régulateur de charge.....	37
A. Calcul de la tension de sortie .....	38
B. Calcul du courant de sortie .....	38
CONCLUSION .....	39
CHAP 3 : RESULTATS ET INTERPRETATION.....	40
INTRODUCTION.....	40
III.1 Modélisation et simulation .....	40
III.1.1 Modélisation et simulation de l'alimentation boost .....	40

III.1.2 Simulation du régulateur de charge .....	41
III.1.3 Simulation de l'indicateur de niveau de charge du banc de batterie .....	41
III.1.4 Simulation du système de basculement de niveau de tension .....	42
III.1.5 Simulation du régulateur de tension pour PB HEV .....	43
III.2 Résultats et commentaires .....	43
III.2.1 Résultats de la simulation de l'alimentation boost et commentaires.....	43
III.2.2 Résultat de la simulation du régulateur de charge et commentaires.....	45
III.2.3 Résultats de la simulation de l'indicateur du niveau de charge du banc de batterie et commentaires.....	45
III.2.4 Résultats de la simulation du système de basculement de niveau de tension et commentaires.....	46
III.2.5 Résultats de la simulation du régulateur de tension pour PB HEV et commentaires	47
III.3 Synthèse des résultats obtenus.....	48
III.2 Résultat de l'expérimentation.....	48
III.2.1 Schéma de câblage (voir annexe 1, 2 et 3) .....	48
III.2.2 câblage .....	49
III.2.3 test de fonctionnement.....	49
III.3 Analyse financière .....	50
CONCLUSION .....	51
REFERENCES MEDIAGRAPHIQUES .....	53
ANNEXES .....	54

## INTRODUCTION GENERALE

Il y a tous justes 39 ans, en Avril 1981, l'Osborne 1, premier ordinateur portable fait son entrée. Un ordinateur non pas seulement destiné à aux grandes entreprises comme son grand frère l'IBM 5100, mais aux plus grand nombre d'utilisateur [1]. Aujourd'hui, l'utilisation de l'ordinateur portable ou « laptop » est devenue très courante. On l'utilise dans toutes les situations, que ce soit en voiture, au lycée, à l'université, cet outil est devenu indispensable et super pratique. Le temps que nous consacrons à nos laptops étant de plus en plus sollicité, il est vital de les recharger lorsqu'ils se vident de leur énergie. Il arrive que nous soyons éloignés d'une prise secteur ou que nous soyons dans une zone sans électricité où il est impossible de recharger notre laptop, la solution est d'avoir sous la main une batterie externe pour utiliser un laptop plus longtemps. Il est donc crucial de penser à une autre façon de les recharger, de trouver une source d'énergie hybride compacte et robuste qui nous permettra d'accumuler de l'énergie électrique ainsi de prolonger le temps d'utilisation de notre laptop.

Notre travail qui a pour intitulé « Conception et réalisation d'un kit à source hybride pour charge de batterie de laptop » a pour objectif de permettre aux utilisateurs de laptop de recharger la majorité de laptops peu importe la zone où ils se trouvent et cela en tout temps. C'est dans cette optique nous devons : Concevoir un système de gestion de charge des différents laptops, dimensionner les cellules de batteries qui permettront de stocker de l'énergie, concevoir un système de recharge de la source hybride en mode « prise secteur » et « solaire », implémenter le kit à source hybride dans un outil (mallette ou sac à dos).

Pour cela, nous subdiviserons ce travail en trois chapitres. Ainsi dans le chapitre I intitulé revue de la littérature, nous présenterons les généralités sur les chargeurs de laptops, les généralités sur les batteries externes encore appelé « Power Bank », le contexte et situation du problème enfin les objectifs du projet. Au chapitre II, intitulé outils et méthodes nous présenterons le cahier de charge, le fonctionnement, le schéma synoptique de notre projet, une description détaillé de la conception de la source hybride la méthode utilisée ainsi que le matériel utilisé pour la réalisation du dit projet. Au chapitre III, intitulé résultats et interprétation nous présenterons les résultats de la simulation, les commentaires, la réalisation et une analyse financière.

## CHAPITRE I : REVUE DE LA LITTERATURE

### INTRODUCTION

Une batterie externe est un dispositif de stockage de l'électricité transportable pour un usage personnel. On distingue plusieurs types de batteries externes entre autres : les batteries externes pour smartphones, les batteries externes pour laptops. Les applications sont nombreuses, la capacité d'une batterie externe varie entre 2000mAh et 50000mAh, les moins puissantes sont utilisées pour la recharge des smartphones tandis que les plus puissantes sont destinées à un usage plus large comme la recharge de laptop, l'alimentation d'un cœur artificiel [2]. Il est question dans ce chapitre de faire une revue de la littérature sur les batteries externes, nous présentons les généralités sur les chargeurs de laptop pour comprendre tout d'abord le principe de fonctionnement de ceux-ci, à la suite nous présentons les généralités sur les batteries externes, la problématique sur les batteries externes existantes et enfin nous donnons les objectifs du projet.

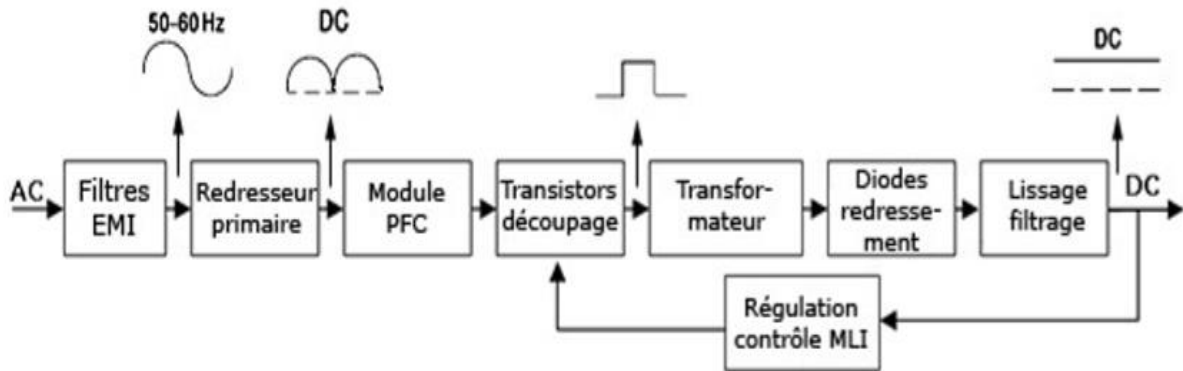
#### I.1 Généralités sur les chargeurs de laptops

##### I.1.1 Définition

Un chargeur de laptop est une alimentation fixe qui permet de recharger la batterie du laptop en courant continu avec une autonomie sans limite. Créé en 1973 à la naissance du prototype du nom d'IBM Special Computer APL Machine Portable (SCAMP), le premier ordinateur portable accessible au public [1]. Il se connecte sur une prise secteur à courant alternatif 220V (au Cameroun). Il en existe sous plusieurs formes en fonction de la marque, les caractéristiques électriques diffèrent également d'un modèle à l'autre.

##### I.1.2 Principe de fonctionnement

Un chargeur de laptop est composé principalement : D'un filtre à EMI qui va supprimer les perturbations, d'un pont redresseur à diode pour obtenir du courant continue à partir du courant alternatif, d'un module PFC qui va améliorer la stabilité en corrigeant le signal sinusoïdale afin de limiter les pertes électriques, d'un transistor de découpage qui va contrôler la tension à la sortie, d'un transformateur pour amplifier le signal et isoler le circuit primaire di circuit secondaire, d'une diode de redressement, d'un filtre en sortie pour éliminer les parasites et d'une boucle de régulation MLI pour assurer [15].

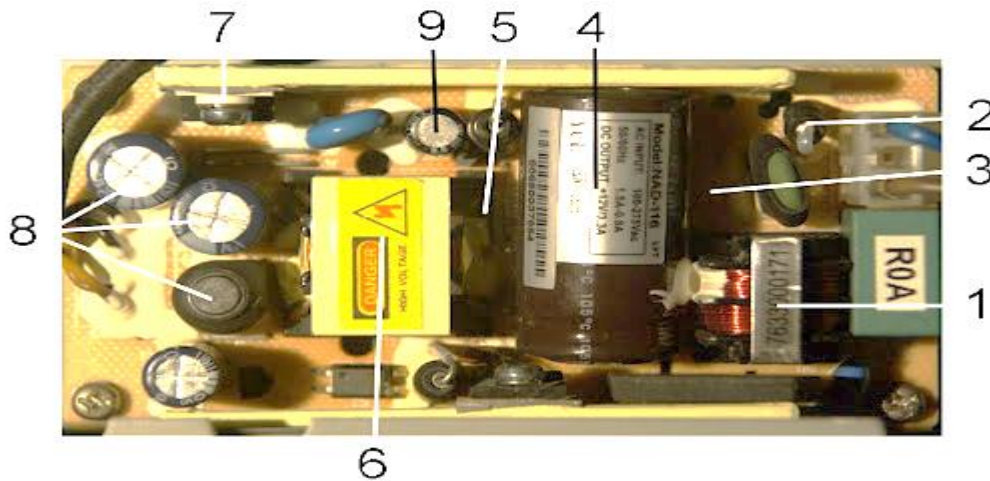


**Figure 1:** Principe de fonctionnement d'un chargeur de laptop [15]

### I.1.3 Structure interne d'un chargeur de laptop

Un chargeur de laptop est composé de plusieurs éléments mis ensemble pour produire une tension continue fixe. La structure interne d'un chargeur de laptop est donnée par la figure ci-dessous :

- (1) Filtre EMI, (2) fusible de protection, (3) redresseur primaire, (4) module PFC, (5) diode de redressement, (6) transformateur, (7) diode de redressement, (8) condensateur de filtrage et bobine de lissage, (9)



**Figure 2:** Structure interne d'un chargeur de laptop [2]

### I.1.4 Caractéristiques électriques d'un chargeur d'origine de laptop

On distingue sur le marché de nombreux chargeurs de laptops, ces chargeurs qui ont des caractéristiques différentes ne sont donc pas destinés à recharger des laptops identiques. Ils doivent remplir une série de conditions pour remplacer le chargeur original pour cela un chargeur doit avoir :



- Une tension d'alimentation égale à la tension de charge du laptop,
- Un courant débité égale ou supérieur au courant de charge du laptop,
- Une puissance fournie supérieure ou égale à la puissance appelée par le laptop.

Selon le modèle de laptop, le chargeur est conçu pour fournir une puissance maximale de 45W, 65W, 90W, 130W. Le tableau ci-dessous nous donne une comparaison des caractéristiques entre trois chargeurs de laptops :

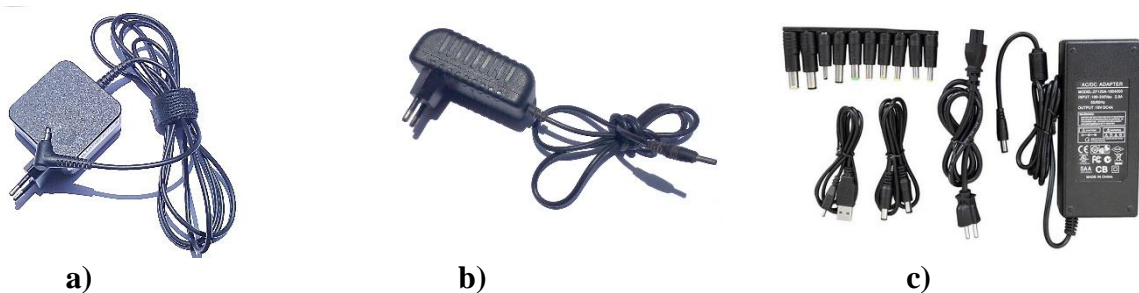
**Tableau I:** Comparaison des caractéristiques électriques de trois chargeurs de laptops.

	TOSHIBA	LENOVO	PB HEV
<b>Tension de sortie (V)</b>	19	20	5
<b>Courant de sortie (A)</b>	3,42	2.25	2
<b>Puissance délivrée (W)</b>	65	45	10

Il existe également des chargeurs universels qui en réglant manuellement le niveau de tension s'adaptent à la tension du laptop, ainsi il est possible de charger des marques de laptops ayant des caractéristiques électriques différentes.

### I.1.5 Quelques chargeurs de laptop

Nous distinguons différentes marques et formes en fonctions de la tension du courant et de la puissance :



**Figure 3:** (a) Chargeur LENOVO (b) Chargeur PB HEV (c) Chargeur universel

On distingue également des chargeurs solaires pour laptop, ces chargeurs possèdent des panneaux solaires PV pour produire du courant continu afin d'alimenter un laptop. Son principal inconvénient est que son utilisation ne peut se faire à la nuit tombée car l'utilisation de ce chargeur est conditionnée par le fait que sa source est l'énergie solaire.



**Figure 4:** Chargeur de laptop solaire [5]

### **I.1.6 Avantages du chargeur de laptop**

Un chargeur de laptop présente l'avantage de fournir une source d'énergie inépuisable. Il est léger et moins encombrant et facile d'utilisation. Son prix est à la portée de tous.

### **I.1.7 Inconvénients du chargeur de laptop**

Comme un chargeur de laptop doit toujours rester connecter à une prise d'alimentation, il est impossible de l'utiliser s'il survient une panne d'électricité. Son fonctionnement est donc dépendant de l'alimentation sur une prise secteur. Il n'est pas possible de recharger deux laptops de marques différentes avec un même chargeur car les fiches de connexions ne sont pas compatibles d'une marque à l'autre.

## **I.2 Généralités sur les batteries externes**

### **I.2.1 Définition**

Une batterie externe est un accumulateur portatif qui permet de stocker de l'énergie pour pouvoir recharger un laptop ou un smartphone en courant continu. Elle remplace donc valablement un chargeur d'origine mais seulement avec une autonomie limitée [1].

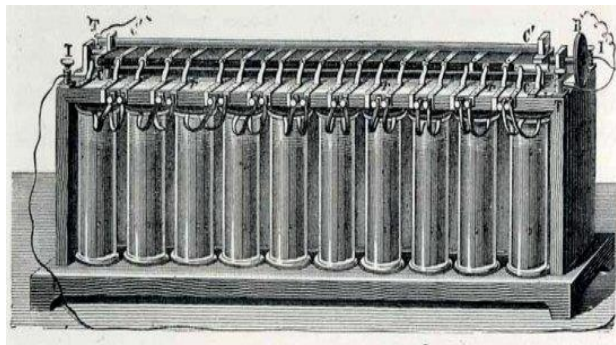
### **I.2.2 Composition d'une batterie externe**

Une batterie externe est un ensemble d'éléments mis ensemble pour assurer la recharge d'un appareil compatible. Elle est composée :

- D'une batterie pour accumuler de l'énergie électrique,
- D'une alimentation à découpage,
- D'un régulateur de charge et de décharge.

## A. Les batteries

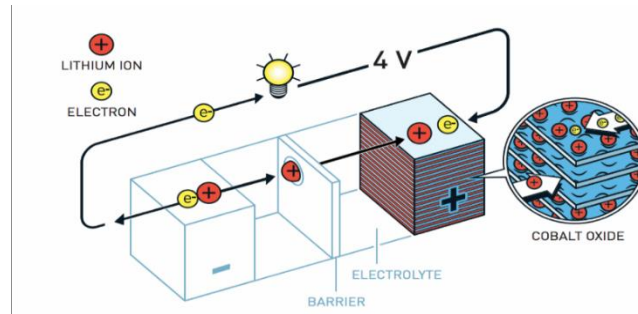
Il est principalement connu pour l'invention de l'Accumulateur électrique (batterie au plomb), Gaston Planté est un physicien et inventeur français Né le 22 avril 1834 à Orthez (Pyrénées-Atlantiques), il décède le 21 mai 1889 à Meudon. Son premier modèle se compose d'un rouleau spiralé de deux feuilles de plomb pur séparées par un tissu en lin, plongé dans un récipient en verre contenant une solution d'acide sulfurique. L'année suivante, il présente une batterie au plomb de neuf cellules à l'Académie des sciences. Ce type de batterie permettra en 1899 à une voiture électrique de franchir la vitesse de 100 km/h. Par la suite, ce type de batterie est devenu le premier type de batterie rechargeable commercialisé. En 1859, il met au point l'accumulateur plomb/acide, la première batterie électrique rechargeable [3].



**Figure 5:** Pile secondaire de 20 éléments Planté pouvant se charger en énergie [3].

Par la suite, dans les années 1970, Stanley **Whittingham** cherchait à trouver une alternative aux énergies fossiles. Il commence des recherches sur les supra conducteurs, c'est là qu'il a découvert un matériau extrêmement riche en énergie dont il s'est servie pour créer une cathode innovante dans une batterie au lithium. Ses travaux ont donc abouti à la création d'une batterie qui avait un grand potentiel mais qui n'était pas viable car trop explosive [3]. **John**

**Goodenough**, Professeur de la Cockrell School of Engineering de l'Université du Texas à Austin démontre en 1980 que l'oxyde de cobalt avec des ions lithium intercalés pouvait produire jusqu'à 4 volts qui ouvre donc la voie vers des possibilités d'envisage des batteries plus puissantes.



**Figure 6:** Batterie de John Goodenough [7]

En 1985 **Akira Yoshino** a pu créer la première batterie au lithium-ion viable en se basant sur les travaux de **John Goodenough** [7]. Cette batterie légère, rechargeable et puissante est utilisée dans tous les domaines, des téléphones portables aux ordinateurs portables et même des véhicules électriques. Elle sert également à stocker de l'énergie provenant du solaire et l'éolienne [6]

**a. Les types de batteries :**

On distingue plusieurs types de batteries, elles se différencient par leur tension, leur capacité leur taille, leur poids et par le matériau utilisé pour les fabriquer. Les principales sont :

- **Les batteries au plomb ouvertes avec un électrolyte d'acide sulfurique dilué d'eau distillée Pb :** aussi appelées acide ou gel, elles sont les plus utilisées. Elles sont les moins chères des batteries mais leur technologie est ancienne, très peu performante, excessivement polluante [9].



**Figure 7:** Batterie de 12V au plomb Pb ouverte [1]

- **Les batteries au plomb fermées avec un électrolyte gélifié :** elle ne nécessite pas d'entretien. Egalement peu performante et excessivement polluantes [10].



**Figure 8:** Batterie de 12V au plomb Pb fermée [1]

- **Les batteries au nickel Ni:** elles sont plus légères que le plomb et bon marché [9].



**Figure 9:** batterie de 12V au nickel Ni [1]

- **Les batteries au lithium-ion Li-ion:** Stables avec la densité énergétique la plus élevée du marché, lithium-Polymère, technologie sèche prometteuse. Elles sont réservées aux systèmes photovoltaïques portables où leur grande capacité de décharge (six fois mieux que le plomb) est leur grand intérêt [9].



**Figure 10:** batterie de 3,7V au lithium polymère Li-ion [1]

- **Les batteries au lithium polymères Li-Po:** elles sont une variante de la technologie lithium ion. Elles sont beaucoup utilisées dans le modélisme pour une question de poids. Cette technologie est un peu plus stable que le lithium ion [9].



**Figure 11:** batterie de 3,7V au lithium polymère Li-Po [1]

**b. Avantages et inconvénients des différentes batteries les plus utilisées :**

Le tableau ci-dessous résume les types de batteries avec leurs inconvénients et avantages :

**Tableau II :** Avantages et inconvénients des batteries les plus utilisées [10]

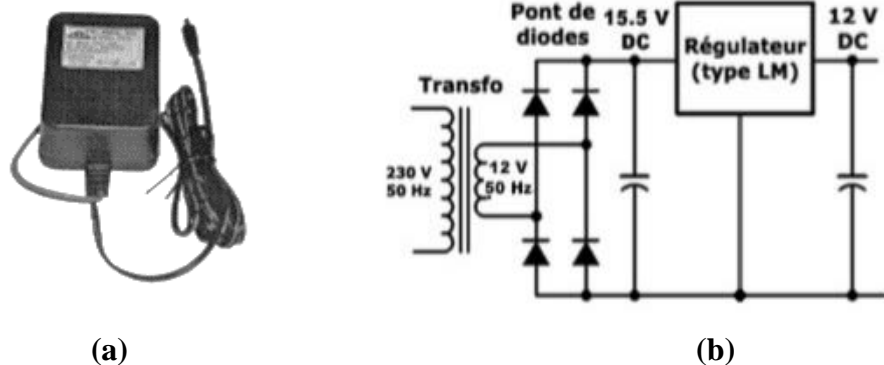
Type de batterie	Avantages	Inconvénients
Batteries au Plomb	Bon marché, pas d'effet mémoire, bonne durée de vie	Poids élevé, faible autonomie, sensible au froid et difficilement transportable en raison d'acide liquide (pour les véhicules électriques, certains fabricants utilisent un mélange eau-acide gélifique et non liquide). Elles demandent un entretien régulier
Batteries au Nickel	Plus légères que le plomb et plutôt bon marché et bénéficient d'une meilleure autonomie.	Effet mémoire (décharger complètement la batterie avant de la recharger), polluantes, autonomie moyenne par rapport aux batteries lithium.
Batteries au Lithium (li-ion ou Li-Po)	légère, bonne autonomie, pas d'effet mémoire, grande variété de formes.	batterie très onéreuses, s'usent dans le temps même sans utilisation.

## B. Les alimentations à découpage

### a. Rappel sur les alimentations linéaires

Ce sont des alimentations composées d'un transformateur abaisseur connecté sur un réseau BT, d'un pont redresseur, d'un régulateur linéaire de tension et d'un condensateur de filtrage.

Elles sont utilisées pour fournir une source continue. Mais il réside un problème du fait que le régulateur linéaire, qui agit comme une résistance variable occasionne des chutes de tensions. Celles-ci génèrent donc des pertes et une puissance thermique qu'il faut évacuer. Le rendement d'une alimentation linéaire est mauvais (25-50%) à cause de la dissipation d'énergie [11]. Si on devait utiliser un système linéaire pour alimenter un laptop de 65Watts, il faudrait consommer pas moins de 130watts. Il est donc question de trouver une solution plus efficace, et l'alimentation à découpage en est l'idéale.



**Figure 12:** (a) boîtier de l'alimentation linéaire, (b) Alimentation linéaire de 12Volts [15]

### b. Alimentations à découpage

Les structures d'alimentation à découpage telles que nous les rencontrons actuellement sont en fait directement dérivées de la structure des alimentations stabilisées, où l'on aurait cherché à minimiser les deux inconvénients principaux des alimentations dites linéaires [13]:

- la taille et le poids du transformateur,
- le mauvais rendement dû à la puissance dissipée dans le régulateur.

Ce type de convertisseur est fréquemment utilisé dans les systèmes de petites, moyennes et grandes puissances [11]. Ces alimentations issues, en général, du secteur permettent d'obtenir des sources à tensions constantes (plus rarement à courants constants).

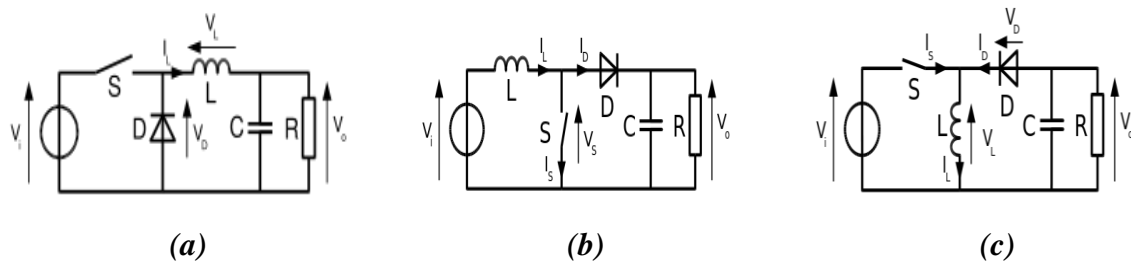
### b-1) Type d'alimentations à découpage

On distingue deux groupes essentiels d'alimentations à découpage :

- **Alimentations à découpage non isolé galvaniquement**

Le principe de fonctionnement de ces alimentations est lié au comportement de l'inductance. On trouve dans ce type les :

- Alimentations fonctionnant en abaisseur ou Hacheur Série, Buck
- Alimentations fonctionnant en élévateur ou Hacheur Parallèle, Boost (c'est l'alimentation que nous implémenterons)
- Alimentations fonctionnant en inverseur ou Hacheur à stockage inductif, Buck-Boost

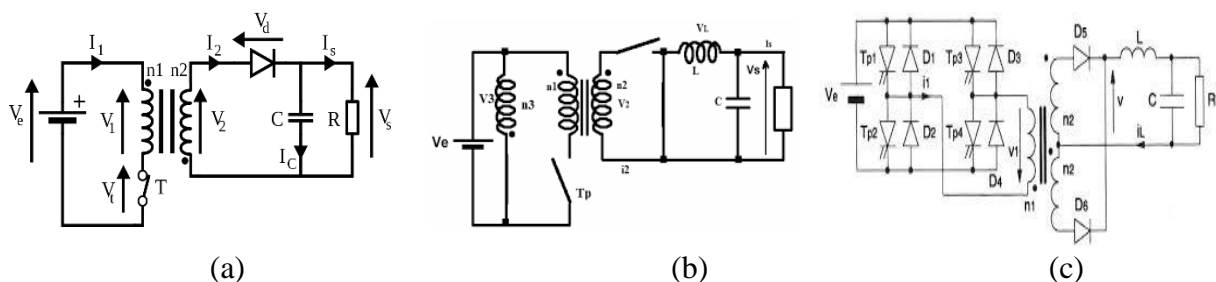


**Figure 13 :** (a) alimentation buck, (b) alimentation boost, (c) alimentation buck-boost [1-15]

- **Alimentations à découpage isolé galvaniquement**

Pour ce groupe d'alimentations on trouve les:

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

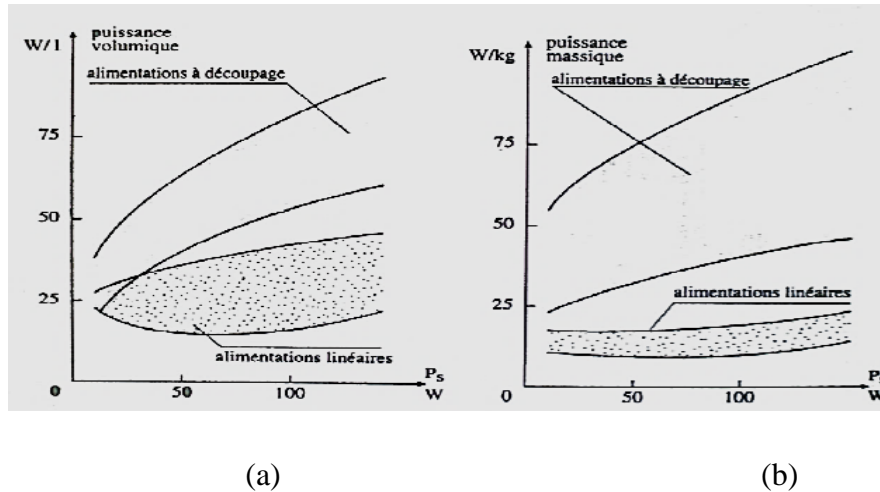


**Figure 14 :** (a) alimentation Flyback, (b) alimentation Forward, (c) alimentation Puch-pull [16]



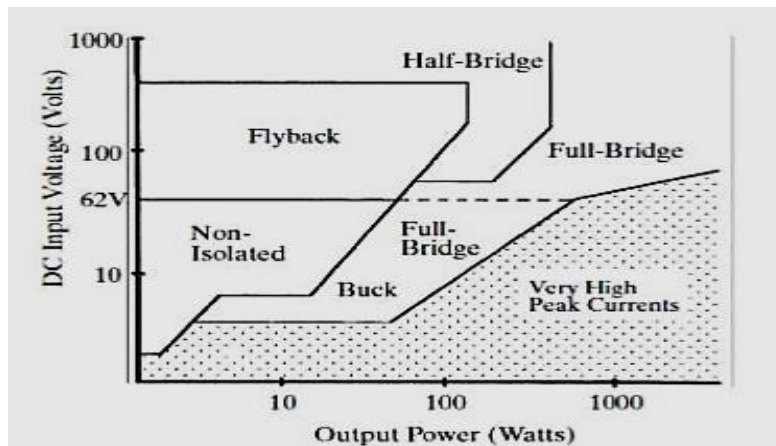
- **Comparaison entre des différents types d'alimentations**

Les courbes ci-dessous nous montrent la différence entre une alimentation linéaire et une alimentation à découpage du point de vue puissance volumique et puissance massique :



**Figure 15:** (a) comparaison puissance volumique, (b) Comparaison puissance massique [15]

La courbe ci-dessous nous montre la différence entre les différents types d'alimentation à découpage :



**Figure 16:** Comparaison tension puissances des alimentations à découpage [15]

### c. Les régulateurs de charge

Pour une recharge par énergie solaire, il est primordial de connecter un régulateur de charge entre la source d'énergie et la batterie à recharger. Le fonctionnement d'un système solaire PV débute avec des générateurs PV (panneaux solaires) qui vont convertir l'énergie

solaire en énergie électrique continu. Cette énergie est ensuite collectée et conduite au régulateur de charge qui a pour responsabilité de contrôler la charge et la décharge des batteries afin d'éviter les surcharges et décharges profondes des batteries.

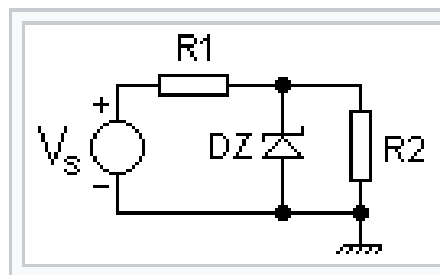
On distingue plusieurs types de régulateurs de charges :

- Le régulateur à diode zener
- Le régulateur série,
- Le régulateur série avec asservissement de la tension de sortie,
- Le régulateur en circuit intégré à tension fixe,
- Le régulateur en circuit intégré à tension réglable.

#### a. Le régulateur à diode zener

Un régulateur linéaire est un régulateur de tension reposant sur un composant actif qui travaille dans sa zone linéaire ou sur un composant passif, comme une diode zener, qui travaille dans sa zone inverse.

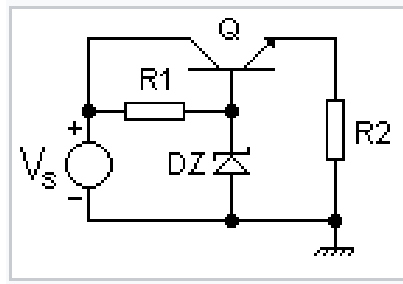
Ce type de régulateur est utilisé pour les faibles puissances (tension de référence comme exemple). La diode doit donc être prévue pour pouvoir supporter le surplus de courant la traversant au cas où la charge serait connectée.



**Figure 17:** Régulateur à diode zener [1]

#### b. Le régulateur série

Ici, un transistor est directement relié à la référence de tension qui est notre diode zener. Ce montage offre de meilleures performances qu'un régulateur à diode zener simple car le courant de base du transistor ne charge presque pas la diode zener, limitant ainsi les variations de la tension zener dues aux variations de charges.

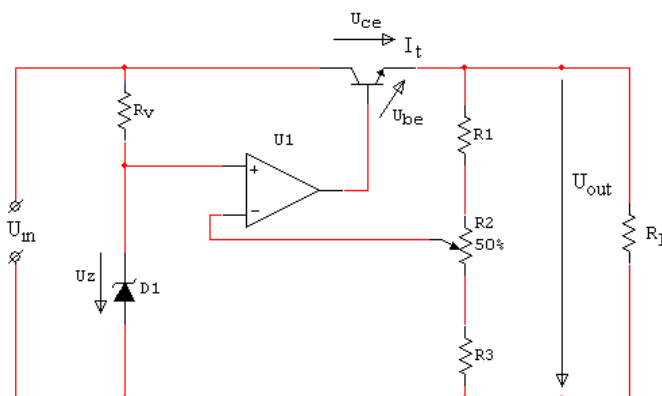


**Figure 18:** Régulateur série [1]

**c. Le régulateur série avec asservissement de la tension de sortie**

L'asservissement en tension est fait grâce à l'amplificateur opérationnel U1 ainsi qu'au pont diviseur de tension constitué de R1, R2, R3. Le diviseur de tension va fournir une image de la tension de sortie  $U_{out}$  à l'amplificateur opérationnel qui augmente la tension de sortie si la tension de référence est en dessous de l'image et vice versa. [13]

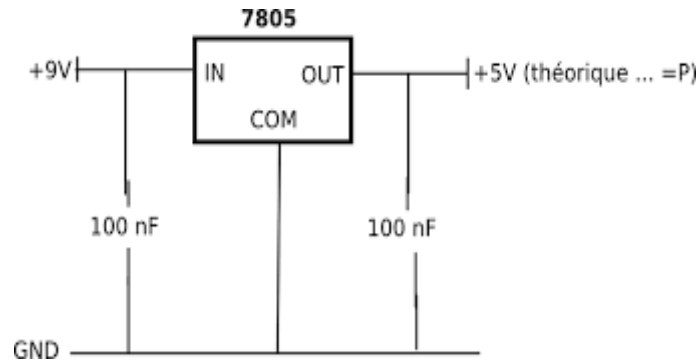
Ce montage offre d'excellentes performances car il est très peu sensible aux variations de la charge.



**Figure 19:** Régulateur série avec asservissement de la tension de sortie [1]

**d. Le régulateur de tension en circuit intégré à tension fixe**

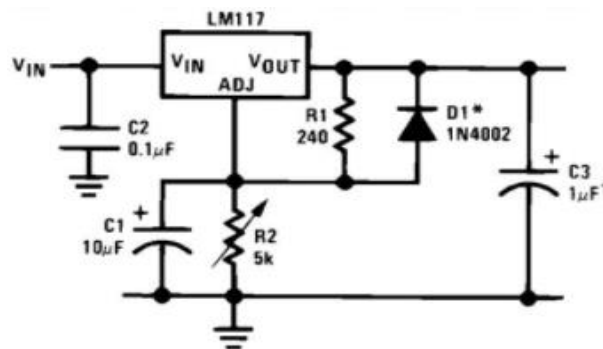
La série des 78XX sont des régulateurs de tension positive, tandis que la série des 79XX sont des régulateurs de tension négative. Ils acceptent un courant plus ou moins important. Ils sont utilisés dans les montages de faibles puissances [12].



**Figure 20:** Régulation d'une tension avec 7805 [13]

### e. Le régulateur de tension en circuit intégré à tension réglable

Les séries 317 et 337 indiquent un régulateur de tension variable. De même principe de fonctionnement que le régulateur à tension fixe, à la seule différence qu'il peut fournir n'importe quelle tension régulée cela à l'intérieur d'une plage spécifiée par le fabricant. Une ou deux résistances externes sont utilisées pour régler la tension de sortie.



**Figure 21:** Régulation d'une tension avec LM317 [13]

### I.2.3 Caractéristiques d'une batterie externe

Un accumulateur remplacera le chargeur d'ordinateur portable et permettra de le recharger efficacement en cas d'urgence. Pour assurer le bon fonctionnement d'une batterie externe il faut remplir un certain nombre de conditions: premièrement que la tension d'alimentation soit égale à la tension de charge du laptop, deuxièmement que le courant débité soit égal ou supérieur au courant de charge du laptop enfin que la puissance fournie soit supérieure ou égale à la puissance appelée par le laptop.

Une batterie externe se caractérise par :

- Le port de charge,
- La tension de sortie,
- La puissance fournie.

#### A. Le port de charge

Un laptop peut être alimenté par une batterie externe de 3 manières différentes, ceci en fonction du port de sortie disponible sur celle-ci. Ainsi nous distinguons :

- Le port AC,
- Le port DC,
- Le port USB-C PD.

#### B. La tension de sortie

Des niveaux de tensions normalisés sont fixés pour les différents types de ports, le tableau ci-dessous les résume :

**Tableau III:** Niveau de tension en fonction des ports [1]

Type de port	Niveau de tension
port USB-C PD	5V
	9V
	12V
	19V
	20V
Port DC	9V
	12V
	16V
	20V
port AC	120V
	230V

#### C. La puissance fournie

Pour assurer le bon fonctionnement de la batterie externe il faut que la puissance maximale fournie par l'accumulateur soit supérieur ou égale à celle du laptop. Les puissances maximales en fonction des ports sont données par le tableau ci-contre :

**Tableau IV:** Puissance maximale fournie en fonction des ports

Type de port	Puissance maximale
port USB-C PD	45 W
port DC	130 W
port AC	85 W

#### I.2.4. Quelques batteries externes

Nous présentons ici, quelques accumulateurs disponibles sur le marché. Nous distinguons différents modèles en fonctions de la tension et de la quantité d'électricité.



(a)



(b)

**Figure 22 :** (a) Batterie externe Power Gorilla avec afficheur, (b) batterie externe Maxoak

#### I.2.5 Avantages de la batterie externe pour laptop

Une batterie externe présente l'avantage d'être mobile, on peut stocker de l'énergie pour alimenter un appareil au moment voulu. On peut l'utiliser pour recharger plusieurs marques de laptops grâce à la fiche multiple.

#### I.2.6 Inconvénients de la batterie externe pour laptop

Les batteries externes présentent tout de même un risque d'incendie ou d'explosion. Sa production nécessite l'utilisation de matières premières dangereuses ou en voies de raréfaction ce qui a un impact sur l'environnement.

### I.3 Contexte et situation du problème

Que nous soyons au bureau, à l'université, en voiture, que nous notre laptop soit à court d'énergie et qu'il n'y a pas de prise secteur pour brancher un chargeur du laptop, la solution miracle est d'avoir une batterie externe sous la main. Il impératif de faciliter au maximum l'utilisation d'une batterie externe surtout, lorsque nous savons qu'il faut absolument respecter les consignes de réglages de niveau de tension sur celle-ci au moment de recharger notre laptop.

Il existe sur le marché une multitude de batteries externes avec des caractéristiques plus ou moins similaires. Malgré tout cela, il n'existe pas encore une batterie externe capable de faire une adaptation automatique de la tension de charge en fonction du laptop sur lequel elle est raccordée. L'utilisateur qui ne maîtrise pas les caractéristiques de tension de charge et puissance appelé par son laptop a plus de chance de le détruire à la première utilisation :

- En réglant un mauvais niveau de tension d'alimentation (pour les batteries externes universelles),
- En utilisant une batterie externe qui fournit une tension supérieure à la tension de charge de son laptop.

### I.4 Les objectifs du projet

Il est donc question pour nous de trouver une solution à ce problème pour permettre à l'utilisateur qui ne maîtrise pas les caractéristiques électriques de charge de son laptop d'utiliser une batterie externe sans risque de détruire sa précieuse machine. Ce projet est plus intéressant pour des utilisateurs qui disposent de deux ou trois laptops de marques différentes et de caractéristiques différentes. C'est dans cet optique que ce projet a pour objectifs de :

- Concevoir et réaliser une alimentation à découpage capable d'alimenter un laptop et qui s'adaptera en tension, pour recharger toutes les marques de laptop en toute simplicité,
- Concevoir et réaliser un BMS, dimensionner un banc de batterie Li-ion ayant une capacité suffisante d'énergie pour assurer une bonne charge du laptop,
- Concevoir et réaliser un chargeur solaire qui va assurer la recharge de la batterie externe,
- Intégrer le kit à source hybride dans un sac ou une mallette pour éviter que l'utilisateur ne l'oublie posé sur une table, dans un taxi et pour éviter le vol.

## CONCLUSION

Dans ce chapitre, il s'agissait de faire un état de l'art, en présentant un historique de la naissance de la batterie externe, les généralités sur les chargeurs de laptop, les généralités sur les batteries externes, la problématique et enfin les objectifs du projet. Une étude plus approfondie sur les batteries externes est donc nécessaire dans la perspective d'atteindre les objectifs du projet et d'apporter une valeur ajoutée aux batteries externes existantes. Dans le chapitre suivant, nous présenterons les méthodes et outils utilisés pour la réalisation de notre kit à source hybride.



## CHAPITRE II : OUTILS ET METHODES

### INTRODUCTION

Une étude est primordiale avant la réalisation d'un projet quelconque. Celle-ci nous permettra d'appréhender les paramètres déterminants pour la conception et la réalisation de notre kit à source hybride. Notre kit est composé principalement d'une alimentation à découpage, d'un système de commande manuelle de changement de tension en sortie de l'alimentation, d'un circuit de charge et de décharge. Ces éléments sont nécessaires pour assurer le bon fonctionnement du kit à source hybride. Avant de commencer la conception il est important de comprendre en profondeur le fonctionnement de chacun de ces éléments pour ensuite faire une modélisation et enfin procéder à la simulation et enfin à la réalisation.

Dans ce chapitre, nous présenterons le matériel utilisé pour la réalisation du projet par la suite nous nous intéresserons à l'étude de l'alimentation qui fournira la puissance nécessaire pour la recharge du laptop, nous dimensionnerons les différents composants de notre kit.

### II.1 Outils

#### II.1.1 Cahier de charge

Le cahier de charge est un document qui formule le besoin grâce à des fonctions qui détaillent les services rendus par un produit et les contraintes auxquelles il est soumis.

##### A. Les besoins

Ce projet a pour objectif de permettre aux utilisateurs de laptops (ordinateur PB HEV inclus) de recharger ceux-ci en tout temps et en tout lieu. Grâce à la source hybride (solaire + énergie du chargeur sur prise secteur) associée à une alimentation, l'autonomie se verra booster pour ainsi prolonger la durée d'utilisation du laptop.

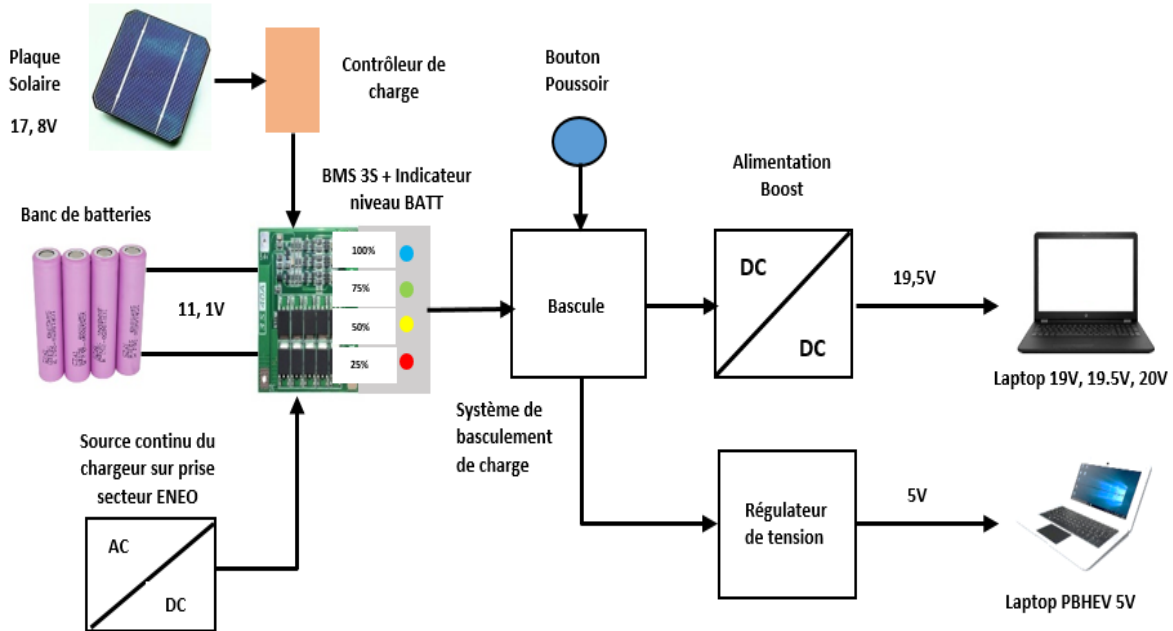
##### B. Les clients

Les principaux clients sont les étudiants et les travailleurs car, ils représentent le plus grand nombre d'utilisateur de laptops. Mais toutes personnes utilisant un laptop est également client (élève, famille, etc.)

## II.1.2 Schéma synoptique et fonctionnement

### A. Schéma synoptique

Le fonctionnement de notre kit à source hybride est décrit par le schéma synoptique ci-dessous :



**Figure 23** : Synoptique du fonctionnement

### B. Fonctionnement

Le fonctionnement du kit à source hybride se fait en deux étapes :

- L'étape de chargement** : l'énergie est produite par le panneau solaire photovoltaïque qui représente la première source d'alimentation ou le chargeur DC qui représente la deuxième source d'alimentation du kit à source hybride. La tension produite par le panneau solaire est régulée par le régulateur de charge. Par la suite, l'énergie produite par une source ou l'autre est dirigée vers le BMS qui va redistribuer la tension équitablement entre les différentes cellules de la batterie. Le chargement de la batterie peut débuter. L'indicateur de niveau de charge va indiquer le niveau de charge de la batterie par le biais de voyants lumineux (les niveaux vont de 25% à 100%).
- L'étape de restitution** : l'énergie emmagasinée au niveau du banc de batterie est restituée au système de basculement du niveau de charge. Un appui sur le bouton poussoir fait basculer la tension de 5V à 19,5V cela pour charger un laptop ordinaire alimenté en 19V - 20V ou pour charger un ordinateur PB HEV qui lui est alimenté en 5V. une fois le basculement effectué l'énergie est orientée soit vers l'alimentation boost

(qui va élever la tension de 11,1V à 19,5V) soit vers le régulateur de tension (qui va abaisser la tension provenant de la batterie à la valeur 5V). selon le niveau de tension sélectionné, le laptop se recharge donc en toute simplicité.

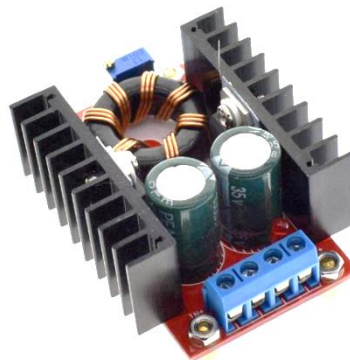
### II.1.3 Conception du kit a source hybride

Pour cette partie, il sera question de présenter les éléments intervenants dans la réalisation de la partie électrique de notre prototype.

#### II.1.3.1 L'alimentation boost

- **Rôle**

Encore appelé hacheur boost ou hacheur parallèle, c'est l'alimentation qui a la charge d'élever la tension du banc de batterie de 11,1V à la tension de 19,5V pour alimenter un laptop.



**Figure 24** : Alimentation boost

- **Caractéristiques**

- Type: alimentation boost non-isolée
- Tension d'entrée: 12 ~ 32V DC
- Tension de sortie réglable: 12V ~ 35V DC
- Max. Courant de sortie: 6A
- Max. Courant d'entrée: 10A
- Max. Puissance de sortie: 100W (refroidissement naturel); 150W (ajouter un ventilateur)
- Efficacité de conversion: 94% (avec entrée 16V, sortie 19V, 2,5A; pour référence seulement)
- IN +: Entrée positive

- IN-: Entrée négative
- OUT +: sortie positive
- OUT-: sortie négative
- Température de fonctionnement: -40 à + 85
- Augmentation de la température de chargement complet: 45
- Courant à vide: typique 25 mA
- Taille: 6.5 \* 4.8cm / 2.6 \* 1.9in
- Poids: environ 62g

- **Choix du composant :**

Il présente l'avantage d'être moins coûteux sur le marché, facile d'utilisation et moins encombrant.

### II.1.3.2 Panneau Solaire PV

- **Rôle**

Ce panneau produit une tension continue en journée pour recharger le banc de batterie. Cela dans le but d'emmagasiner de l'énergie et recharger ultérieurement un laptop grâce au kit à source hybride.



**Figure 25 :** Panneau solaire PV

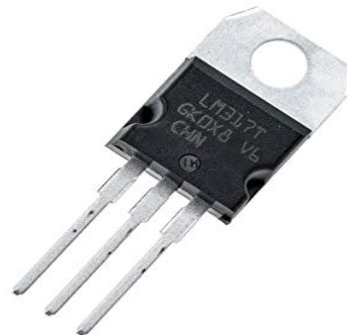
- **Caractéristiques**
  - Puissance crête : 10W
  - Tension ( $V_{mp}$ ): 17,8V
  - Courant ( $I_{mp}$ ) : 0.56Ampères
  - Tension à circuit ouvert ( $V_{oc}$ ) : 21,6Volts
  - Courant de court-circuit ( $i_{sc}$ ) : 0,61Ampères
- **Choix du composant :**

Ce panneau polycristallin présente l'avantage d'être moins couteux, il s'insère facilement dans le sac prévu pour implémenter le kit à source hybride.

### II.1.3.3 Régulateur de charge

- **Rôle**

Il est composé de régulateurs de tension et courant réglables LM317. Il a pour rôle de réguler la tension et le courant fourni par le panneau solaire photovoltaïque à la bonne valeur pour assurer la recharge de la batterie.



**Figure 26 :** Régulateur de tension LM317

- **Caractéristiques**
  - Tension de sortie : 1,2V à 37V
  - Courant de sortie : 1,5A
  - 0,1% Régulation de ligne et de charge

- **Choix du composant :**

Notre choix se porte premièrement vers ce régulateur parce qu'il présente l'avantage d'être réglable c'est-à-dire que nous pouvons régler sa tension de sortie pour obtenir une valeur désirée. Deuxièmement son courant maximal de sortie est de 1,5A ce qui est plus important par rapport au courant maximum délivré par le régulateur à tension fixes, ce qui nous permettra de recharger les batteries un peu plus rapidement.

### II.1.3.4 Banc de batterie

- **Rôle**

Elle a pour rôle d'emmagasiner de l'énergie et de la restituer sous une tension de 11,1V lors de l'utilisation du kit à source hybride.



**Figure 27 :** Batterie au lithium ion

- **Caractéristique**

- Capacité de la cellule : 2200 mAh
- Tension de la cellule : 3,7Volts
- Tension de charge maximale : 4,2 Volts

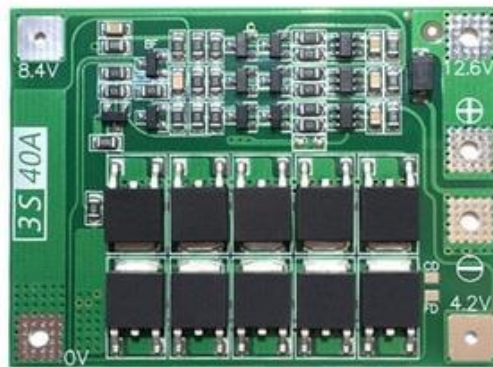
- **Choix du composant :**

La batterie au lithium ion est utilisée ici car elles ont une grande capacité comparée aux autres types de batteries. Elle est compacte donc l'encombrement est réduit, idéale pour être implémentée dans le kit à source hybride.

### II.1.3.5 Le BMS

- **Rôle**

C'est le système de gestion de batterie en Anglais *Battery manager system* gestionnaire, il permet de répartir la tension d'alimentation entre chaque cellule de la batterie. Il permet également de protéger les cellules en coupant la recharge lorsque la batterie est pleine. Il protège également la batterie contre les surintensités.



**Figure 28 : BMS 3S**

- **Caractéristiques**

- Nombre de cellules en série : 03
- Tension de charge: 12.6V ~ 13.6V en DC
- Courant de décharge continu: 40A maximum
- Courant de charge continu: jusqu'à 20A.

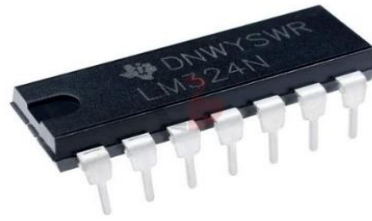
- **Choix du composant :**

Il présente l'avantage d'être abordable sur le marché, il possède la fonction de protection du banc de batterie lors de forts courants de décharge et de charge. Il est également compact par rapport à un BMS qu'on aurait conçu avec les composants disponibles sur le marché.

### II.1.3.6 L'indicateur de niveau de batterie

- **Rôle**

Il a pour rôle d'indiquer le niveau de charge du banc de batterie par le biais de voyant lumineux. Le circuit intégré à AOP LM324 réalise cette fonction. Les AOP sont montés en comparateur de tension.



**Figure 29 :** Amplificateur opérationnel LM324



- **Caractéristiques**
  - Nombre d'AOP : 04
  - Alimentation simple : 3V à 32V
  - Alimentation double : 1,5V à 16V
  
- **Choix du composant :**

Il comporte dans son boîtier 4 amplificateurs opérationnels, idéale pour indiquer le niveau de charge allant de 25% à 100% grâce à des LED connectées en sorties. Son fonctionnement est simple et son montage facile.

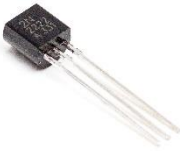
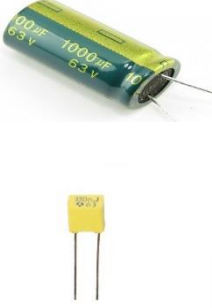




### II.1.3.7 Autres composants utilisés

Le tableau ci-dessous présente les rôles et les caractéristiques du reste des matériels utilisés pour la réalisation du projet:

**Tableau V:** Rôles et caractéristiques des matériels restants

Eléments	Images	Rôles	Caractéristiques
Fusible T2.5AH250V, Fusible T7AH250V		Protéger le circuit en amont contre les courts circuits	U= 220V, I= 2A U= 220V, I= 7A
Diode 1N4001		Empêcher que l'inductance à l'intérieur du relais ne se décharge sur le transistor lorsque celui-ci est ouvert (diode de roue libre)	U= 50V I <sub>max</sub> = 1A



Diode 2N2222		Commander le relais qui permet le changement de tension	NPN I <sub>max</sub> = 800mA V <sub>CE</sub> = 30V.
Condensateurs		Lisser la tension à l'entrée du régulateur de charge  Eliminer les parasites dans la tension	1000µF 63V  330nF 100nF
Borniers de raccordement		Connexion de la plaque solaire, cordons de raccordement des laptops à la carte électronique	Couleur bleue 2 plots, 4 plots
Résistances		Limiter le courant.	1k 220Ω 100 Ω
Diode électroluminescente		Voyant lumineux Indiquer un état	Rouge : 2V 10mA, Jaune : 2,1V 10mA, Bleue : 2,2V 10mA, Verte : 2,2V 10mA
Diode zener 1N4728A		Stabiliser la tension pour servir de tension de référence	U <sub>z</sub> = 3,3V, I <sub>z</sub> = 76mA

## II.1.4 Liste du matériel utilisé

Le tableau suivant donne une liste détaillée du matériel utilisé :

**Tableau VI:** Liste du matériel

Matériel	Quantité	Matériel	Quantité
Alimentation Boost	01	Transistor 2N2222	01
Panneau solaire 17,8V	02	Bornier 2 plots	01
Batteries 3,7V, 2,2Ah	06	Borniers 4 plots	01
Relais 12V	01	Régulateur LM317	01
Fusible 7A	01	Condensateur 10000uF, 63V	01
Fusible 2A	01	Potentiomètre 5k	02
Circuit 4013 bascule D	01	Condensateur 100nF	02
Circuit LM324	01	Condensateur 330nF	01
Dissipateur de chaleur	02	Diode 1N4001	01
Cordon d'alimentation laptop	02		

## II.2 Méthodes

### II.2.1 Description générale du kit à source hybride

Notre kit à source hybride est un ensemble constitué d'une alimentation type élévateur, d'un chargeur solaire, d'un chargeur 220/12V DC et d'un jeu de câbles pour connecter un laptop au kit. Pour assurer son bon fonctionnement il est nécessaire qu'il soit chargé par énergie solaire ou par prises secteur. Il est tout aussi important de noter qu'il dispose d'un banc de batterie 3S ce qui permettra d'avoir une plus grande tension en sortie. Les éléments principaux de kit à source hybride sont :

- une alimentation type élévateur,
- un chargeur solaire.

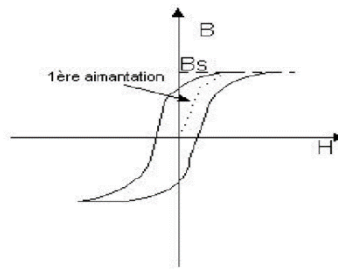
## II.2.2 Rappels sur le magnétisme et les matériaux magnétiques

### a. Les matériaux

On distingue deux types de matériaux : les matériaux durs (aimants permanents) et les matériaux doux. Parmi ceux-ci, on trouve les "ferrites". Ces matériaux sont des composés chimiques à base d'oxyde de fer associés à des métaux tels que Manganèse-Zinc (Mn-Zn) ou Nickel-Zinc (Ni-Zn). Pour limiter les pertes magnétiques, les ferrites sont utilisées dès que la fréquence de travail dépasse 1kHz environ [11].

### b. Le cycle d'hystérésis

Les matériaux sont caractérisés par leur cycle d'hystérésis. En ce qui concerne les ferrites, l'induction à saturation  $B_s$  est de l'ordre de 0,3 à 0,5 Tesla. [11].



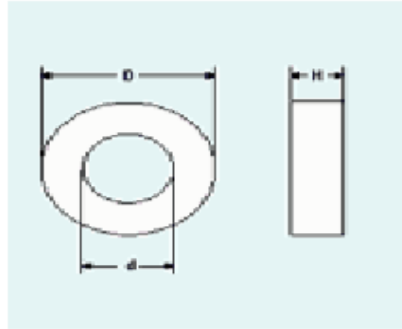
**Figure 30:** Cycle d'hystérésis [11]

Pour un matériau donné, la forme du cycle d'hystérésis dépend :

- De la température :  $B_s$  décroît avec la température et s'annule à une température dite de Curie  $T_c$ ,
- De la fréquence avec laquelle le cycle est décrit,
- Des traitements qu'a subis le matériau

### c. Les formes de circuits

- noyaux en E : jambe centrale de section carrée,
- noyaux EC : idem avec jambe centrale cylindrique,
- noyaux ETD : (idem EC avec encoche),
- noyaux EFD : idem mais plus plats,
- noyaux en U : forte puissance et/ou haute tension,
- les tores : faible rayonnement et fort couplage.



**Figure 31:** Cycle d'hystérésis [11]

#### d. Les pertes

##### - pertes par courant de Foucault :

Lorsque la fréquence de travail augmente, des courants sont induits en surface du circuit. Ces pertes sont proportionnelles au carré de la fréquence.

##### - pertes par hystérésis

Elles dépendent de l'aire du cycle d'hystérésis décrit et de la fréquence.

##### - pertes supplémentaires (traînage magnétique, relaxation)

En fait, les fournisseurs donnent dans les catalogues, les pertes magnétiques totales (en mW/cm<sup>3</sup>) sous forme de courbes ou de formules approchées [11] :

$$P_T = K.F^m.B^n \quad [11] \quad \text{II.1}$$

Avec K : constante du matériau  $1,3 < m < 1,6$  et  $2 < n < 2,6$

#### e. Les inductances simples

Les inductances peuvent stocker une énergie électrique sous forme magnétique, puis la restituer. On peut naturellement réaliser des bobinages à air. Mais, l'utilisation de circuits magnétiques tels que présentés ci-avant permet de:

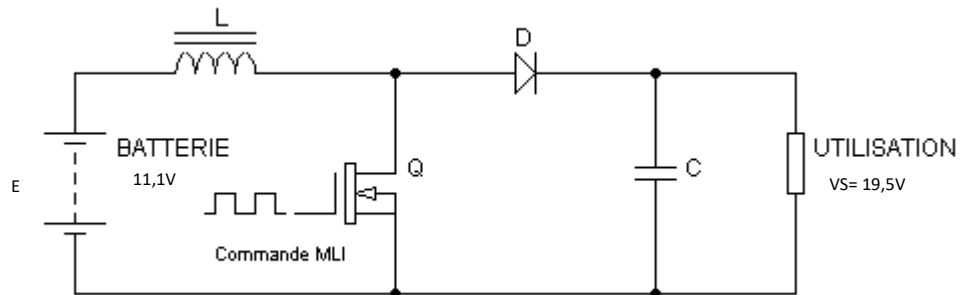
- diminuer l'encombrement, à valeur égale, de l'inductance,
- confiner le flux magnétique dans un espace restreint et ainsi de limiter les rayonnements parasites.

Deux éléments permettent cette opération : le transformateur et les inductances couplées. Bien que physiquement identiques, le fonctionnement de l'un et l'autre et le processus de dimensionnement sont totalement différents

Les inductances sont utilisées essentiellement dans des applications de filtrage, de conversion d'énergie (alimentations à découpage non isolées), et d'interrupteur magnétique (inductances saturables) [11]

### II.2.3 Dimensionnement de l'alimentation à découpage boost

#### A. Schéma de principe



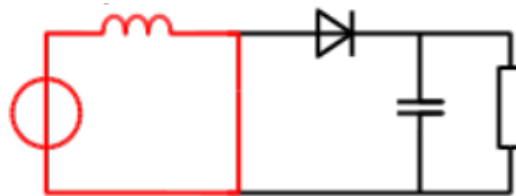
**Figure 32:** Schéma de principe d'une alimentation de type élévateur [1]

#### B. Principe de fonctionnement et schémas équivalents

- Pendant  $t_{ON}$ , le transistor Q est passant et la diode D est bloquée. Le condensateur C va restituer son énergie. La tension aux bornes de la bobine a pour expression :

$$V_L = V_E \quad (\text{II.2})$$

Le schéma correspondant est :



**Figure 33:** Schéma équivalent lorsque Q est passant [1]

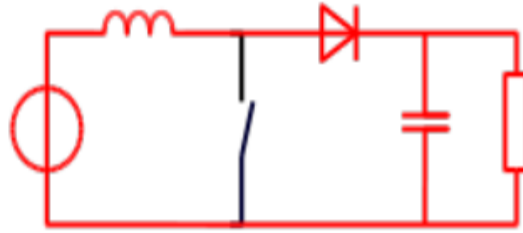
- Pendant  $t_{OFF}$ , le transistor Q est bloqué, la bobine fournit de l'énergie au montage, la diode D est passante. La tension aux bornes de la bobine a pour expression :

$$V_L = L \frac{di_L}{dt} \quad (\text{II.3})$$

La tension de sortie, quant à elle, a pour expression :

$$V_S = V_E + V_L \quad (\text{II.4})$$

Le schéma équivalent est donc :



**Figure 34:** Schéma équivalent lorsque Q est ouvert [1]

Comme le courant diminue dans la bobine,  $V_L < 0$ , par conséquent  $V_E < V_S$ . On dit que c'est un élévateur. [16]

### C. Calcul de la fonction de transfert $V_S = f(V_E)$

La valeur moyenne de la tension aux bornes de la bobine a pour expression :

$$V_{Lmoy} = \frac{1}{T} \int_0^T v_L(t) dt = \frac{1}{T} \left[ \int_0^{\alpha T} v_L(t) dt + \int_{\alpha T}^T v_L(t) dt \right]$$

$$V_{Lmoy} = \frac{1}{T} + V_E \alpha T + \frac{1}{T} [(V_E - V_S)T - -V_E - V_S) \alpha T]$$

$$V_{Lmoy} = \alpha V_E + (V_E - V_S)(1 - \alpha) \quad (\text{II.5})$$

Comme la valeur moyenne est nulle, on obtient alors :

$$V_S = \frac{V_E}{(1 - \alpha)} \quad (\text{II.6})$$

Puisque  $0 < \alpha < 1$  le système fonctionne en élévateur.

### D. Analyse des chronogrammes

- Pendant  $t_{ON}$  :

Le transistor est passant et le courant augmente dans la bobine. On obtient alors :

$$L \frac{di_L}{dt} = V_E \Rightarrow i_L(t) = \frac{V_E}{L} t + I_{min} \quad (\text{II.7})$$

Le courant dans la diode est nul :

$$i_D(t) = 0$$

Le transistor Q est en série avec la bobine :

$$i_Q(t) = i_L(t)$$

- Pendant  $t_{OFF}$  :

Le transistor Q est bloqué et le courant diminue dans la bobine. On obtient donc :

$$L \frac{di_L}{dt} = V_E - V_S \Rightarrow i_L(t) = \frac{V_E - V_S}{L} t + I_{max} \quad (\text{II.8})$$

Le blocage du transistor entraîne la décharge de l'inductance dans la charge. La valeur de la tension du côté de la charge est plus élevée que la tension du côté de la source. En revanche le courant débité délivré par la source est un courant ondulé et le courant dans la charge est discontinu. La tension aux bornes de la charge vaut donc  $V_s$ .

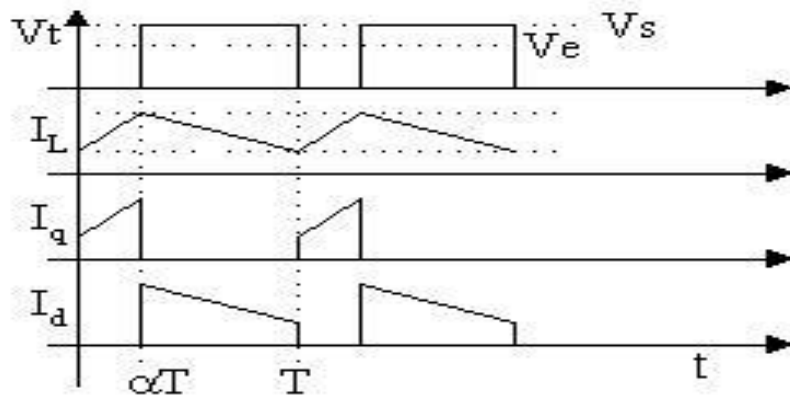
La diode est en série avec la bobine :

$$i_D(t) = i_L(t) \quad (\text{II.9})$$

Le courant dans le transistor est nul

$$i_Q(t) = 0$$

Nous obtenons le chronogramme de la figure ci-contre :



**Figure 35:** chronogramme de l'alimentation boost [1]

### E. Choix de la bobine

La valeur de l'inductance de la bobine doit être de :

$$L = \frac{(1-\alpha)\alpha V_S}{\Delta I_L \times F} \quad (\text{II.10})$$

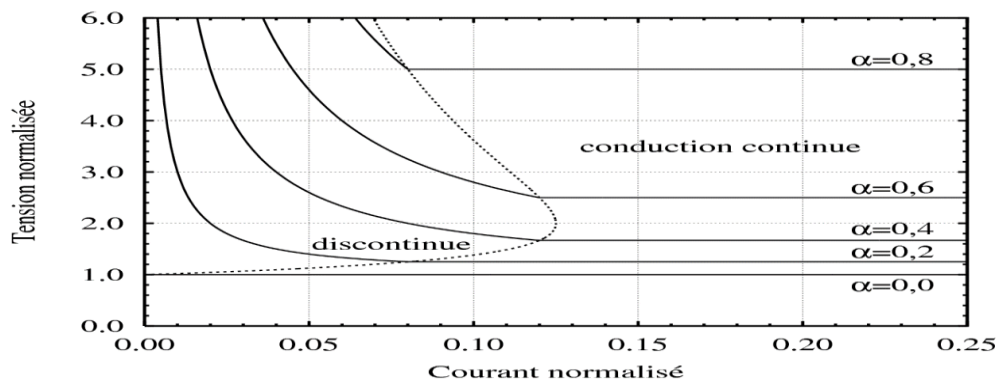
## F. Choix du condensateur

$$C = \frac{\alpha I S}{F \times \Delta V S} \quad (\text{II.11})$$

## G. Le rendement de l'alimentation est :

$$\eta = \frac{V S (V E - V_{sat})}{V E (V S + V D - V_{sat})} \quad (\text{II.12})$$

## H. La courbe de transfert :



**Figure 36:** courbe de transfert de l'alimentation boost [1]

## I. L'ondulation de sorties

- L'ondulation dans l'inductance à la valeur :

$$\Delta I L = \frac{\alpha V E}{L \times F} \quad (\text{II.13})$$

- L'ondulation dans l'inductance à la valeur :

$$\Delta V S = \frac{\alpha I S}{C \times F} \quad (\text{II.14})$$

## J. Utilisation

Ces alimentations à découpage sont utilisées pour les puissances comprises entre 0 – 150Watts, pour notre alimentation cette puissance nous convient largement car la puissance moyenne d'un laptop que notre alimentation va alimenter est inférieure à 150W. Leur rendement est de l'ordre de 78%, elles ont un faible cout et des tensions d'entrées pouvant être 5 – 600Volts [16].



## II.2.4 Dimensionnement du système solaire PV

Le chargeur solaire est composé d'un panneau PV, d'un régulateur de charge et d'un régulateur de décharge. Notre kit à source hybride n'étant pas alimenté en courant alternatif, nous allons juste dimensionner le panneau solaire PV et le parc de batterie.

## II.2.5 Dimensionnement du panneau PV

Pour dimensionner un panneau solaire il faut connaître en premier la puissance de la charge que l'on souhaite alimenter. Ensuite il faut déterminer la puissance crête nécessaire à la charge de la batterie, déterminer le nombre de panneau (en série et en parallèle), calculer le nombre total des panneaux.

### A. Calcul de la puissance crête nécessaire

Avec  $C_j$  la consommation journalière,  $H_i$  l'irradiation solaire,  $R_{bat}$  la résistance de la batterie et  $R_{reg}$  la résistance du régulateur on calcule la puissance crête nécessaire  $P_{cn}$ .

$$P_{cn} = \frac{C_j}{H_i \times R_{bat} \times R_{reg}} \quad (\text{II.15})$$

### B. Calcul du nombre de panneau en série

Avec  $V_{gen}$  la tension du générateur,  $V_p$  la tension du panneau on calcule le nombre de panneau en série  $N_{ps}$ .

$$N_{ps} = \frac{V_{gen}}{V_p} \quad (\text{II.16})$$

### C. Calcul du nombre de branche en parallèle

Ensuite, on a  $P_{cp}$  pour calculer le nombre de branche en parallèle  $N_{bp}$ .

$$N_{bp} = \frac{P_{cn}}{P_{cp} \times N_{ps}} \quad (\text{II.17})$$

### D. Calcul du nombre total des panneaux

$$N_{Tp} = N_{ps} \times N_{bp} \quad (\text{II.18})$$

### E. Calcul de la puissance crête à installer

On peut donc calculer la puissance crête à installer  $P_{cins}$

$$P_{cins} = N_{Tp} \times P_{cp} \quad (\text{II.19})$$

## II.2.6 Dimensionnement du banc de batterie

De même, pour dimensionner le banc de batterie, il faut connaître la puissance de la charge ensuite, il faut déterminer la capacité de la batterie, le nombre de branche(en série et en parallèle), le nombre total des batteries et la capacité totale de la batterie.

### A. Calcul de la capacité de la batterie nécessaire

Avec  $J_{aut}$  le nombre de jour d'autonomie,  $D_m$  la décharge maximale, on calcule la capacité nécessaire de la batterie.

$$C_{an} = \frac{c_j}{V_{bat} \times R_{bat} \times DM} \times J_{aut} \quad (\text{II.20})$$

### B. Calcul du nombre de branche en parallèle

Avec  $C_a$  la capacité de la cellule on calcule le nombre de branche en parallèle  $N_{bp}$ .

$$N_{bp} = \frac{C_{an}}{C_a} \quad (\text{II.21})$$

### C. Calcul du nombre de batterie en série

On a  $V_{pa}$  qui représente la tension du parc de panneau on calcule le nombre de batterie en série.

$$N_{as} = \frac{V_{pa}}{V_a} \quad (\text{II.22})$$

### D. Calcul du nombre total de batterie

$$N_{bt} = N_{as} \times N_{bp} \quad (\text{II.23})$$

### E. Calcul de la capacité totale de batteries

On calcule donc la capacité totale de la batterie en ayant toutes valeurs.

$$C_{Ta} = C_a \times N_{bt} \quad (\text{II.24})$$

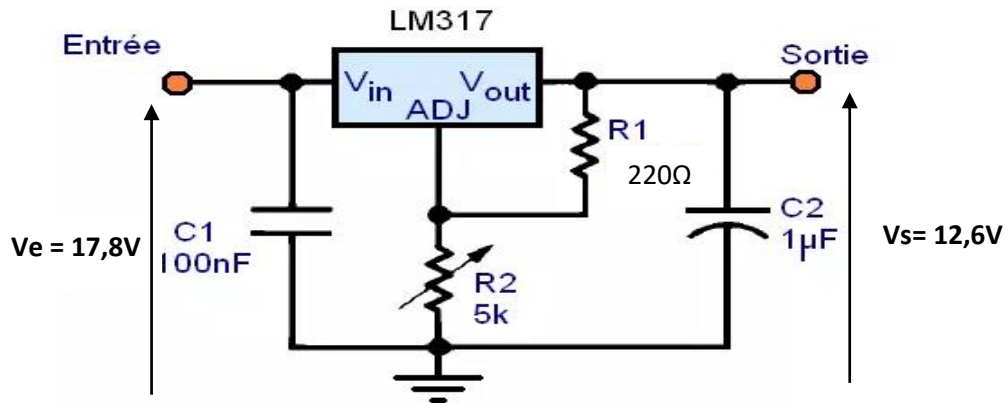
## II.2.7 Dimensionnement du régulateur de charge

Le dimensionnement du régulateur de charge nous permettra d'évaluer la tension en sortie du régulateur ainsi le courant en sortie. Ces informations nous seront utiles pour la recharge du banc de batterie. Le banc de batterie étant constitué de cellule au lithium ion, il est important de préciser que les caractéristiques courantes tensions de charges ne sont pas les même d'un

type de batterie à l'autre. Par exemple les batteries au plomb n'ont besoin que d'une tension constante pour la recharge or pour une batterie au lithium ion il y a la nécessité de combiner à la fois une tension et un courant constants

### A. Calcul de la tension de sortie

La régulation en tension est effectuée par un régulateur de tension LM317 qui est un régulateur à tension variable. Son câblage se fait comme ci-dessous :



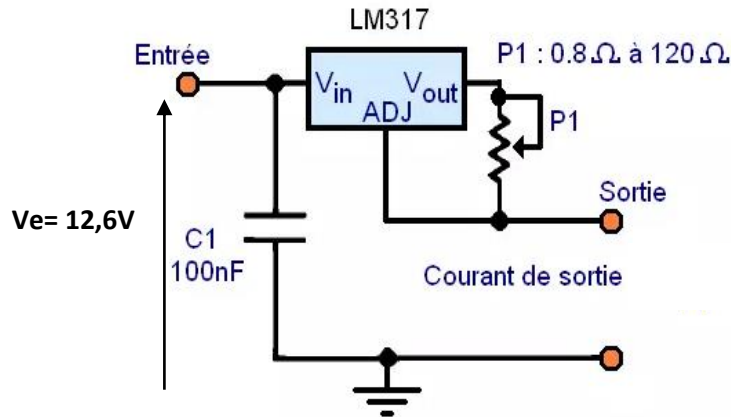
**Figure 37:** régulateur de tension 12,6V [12]

La tension de sortie vaut  $V_s = 1,25 \times \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right)$  (II.25)

Pour un bon fonctionnement, la tension d'entrée doit être supérieure de 3 volts à la tension de sortie maximale. Notre tension voulue en sortie est de 12,6V alors nous devons avoir au moins 15,6V en entrée du régulateur. En faisant varier le potentiomètre R2 on obtiendra la valeur exacte de la résistance à placer à cet endroit pour avoir la tension souhaitée en sortie. Ce type de régulateur peut fournir un courant maximum de 1,5A.

### B. Calcul du courant de sortie

La régulation en courant est effectuée par un régulateur LM317 monté en régulateur de courant. Variable. Son câblage se fait comme ci-dessous :



**Figure 38** : Régulateur de courant LM317 [12]

Avec ce type de régulateur le courant de sortie vaut :

$$I_s = \frac{1,25}{P_1} \quad (\text{II.26})$$

Il suffit de régler le potentiomètre P1 à la valeur qui convient pour obtenir un courant maximal.

## CONCLUSION

Dans ce chapitre, il était question de présenter le matériel utilisé pour la réalisation du projet, de faire l'étude de l'alimentation qui fournira la puissance nécessaire pour la recharge du laptop, nous avons dimensionné l'alimentation boost, le circuit de charge du kit. Dans le chapitre suivant nous présenterons les résultats et nous interprèterons ceux-ci.

## CHAP 3 : RESULTATS ET INTERPRETATION

### INTRODUCTION

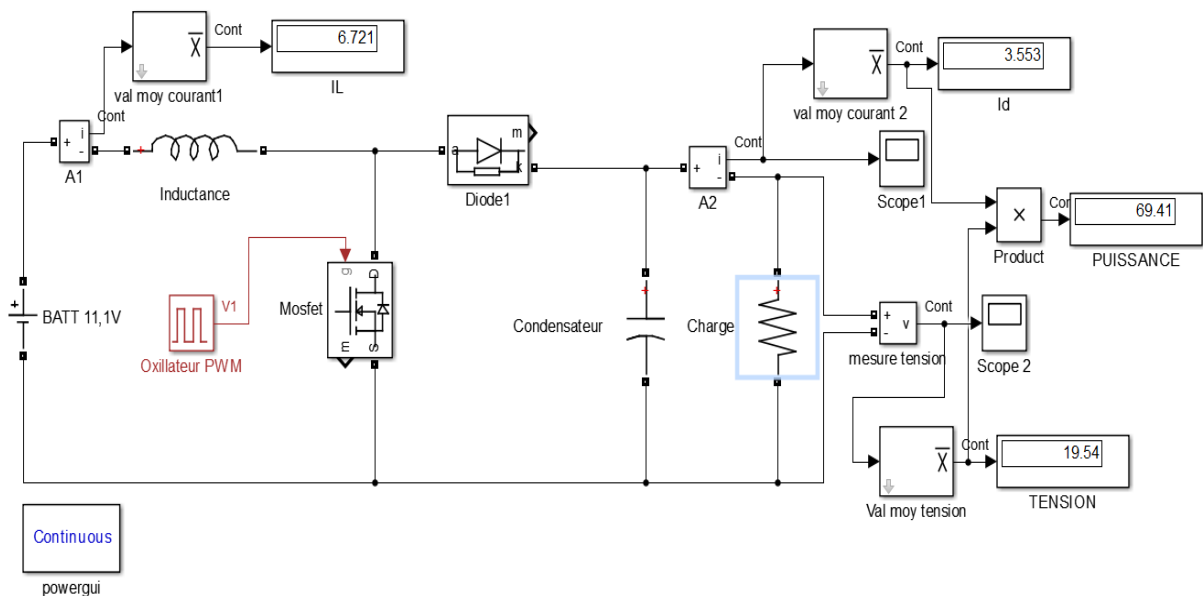
Après une étude menée sur notre kit à source hybride, il est question actuellement de faire une présentation de l'expérience, et des résultats obtenus après simulation et réalisation du projet. Nous présentons les simulations par bloc et les résultats par bloc. Eventuellement nous commenterons et ferons une analyse financière.

#### III.1 Modélisation et simulation

Pour s'assurer du bon fonctionnement lors de la réalisation et pour éviter toute destruction du matériel, il est important de procéder à une simulation.

##### III.1.1 Modélisation et simulation de l'alimentation boost

Le schéma de simulation du circuit de puissance en boucle ouverte obtenu à l'aide du logiciel Matlab/Simulink est le suivant :



**Figure 39:** Schéma de simulation du circuit de puissance de l'alimentation boost

Dans la simulation, on a imposé des conditions initiales nulles. Les paramètres de simulation sont :

Tension du banc de batterie  $V_{bat} = 11,1V$ , l'inductance de la bobine  $L = 88mH$ , la capacité du condensateur  $C = 1000\mu F$ , la fréquence des oscillations  $F = 24kHz$ , le rapport cyclique des oscillations  $\alpha = 0,45$  et la résistance de la charge vaut  $R = 5\Omega$ .

### III.1.2 Simulation du régulateur de charge

Le panneau solaire fournit une tension de  $17,8V$  et le chargeur DC  $24V$ , les circuits régulateurs LM317 montés en régulation de courant et tension permettent de rester à une tension et un courant constant lors de la recharge du kit à source hybride. D1 représente une diode Schottky qui va empêcher que le courant ne rentre vers les régulateurs Le schéma de la simulation sous Proteus est donné par la figure suivante :

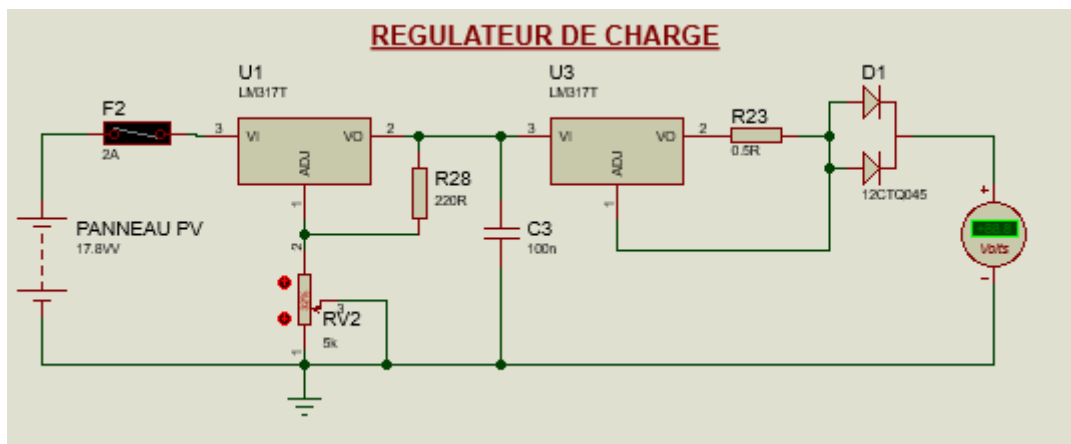


Figure 40: Simulation du régulateur de charge

### III.1.3 Simulation de l'indicateur de niveau de charge du banc de batterie

Ce montage exploite la tension aux bornes du banc de batterie pour son fonctionnement. Il est composé de 4 amplificateurs opérationnels montés en comparateur de tension. Lorsque la tension est au max donc à la valeur  $11,1V$  le voyant indiquant 100% du chargement s'allume et de même pour les valeurs 75%, 50%, 25%. Plus la tension diminue plus les voyants vont s'éteindre progressivement. Les valeurs des résistances ont été fixées après plusieurs essais.

Une diode zener va fixer une tension de référence de  $3,3V$  pour que les AOP. Le schéma de la simulation de l'indicateur de niveau de charge du banc de batterie a été réalisé dans le logiciel Proteus, la figure ci-contre nous donne un aperçu du fonctionnement lorsque nous sommes à 100% de la charge :

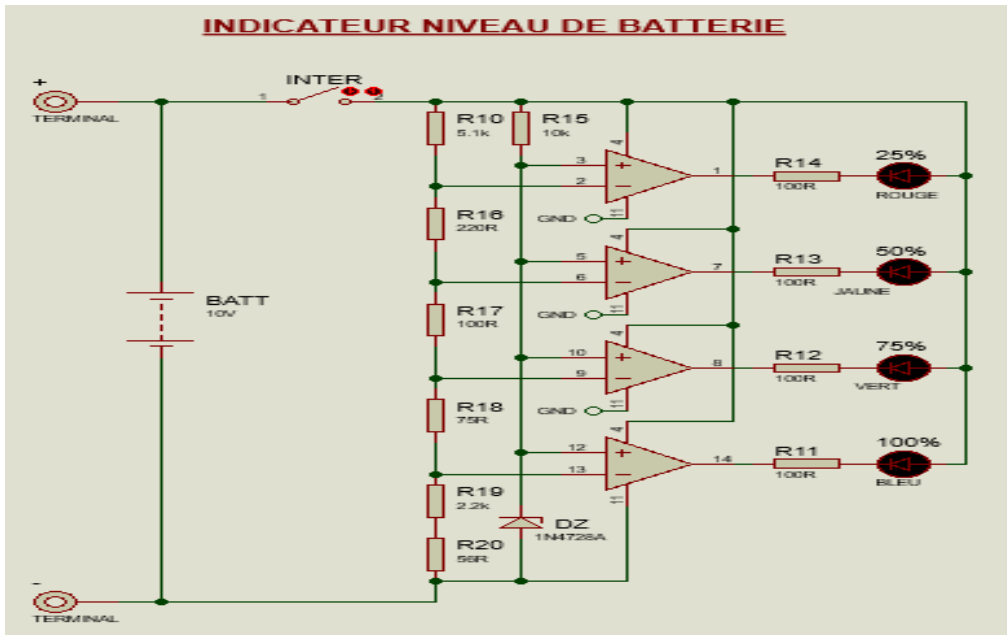


Figure 41: Simulation de l'indicateur du niveau de charge du banc de batterie

### III.1.4 Simulation du système de basculement de niveau de tension

Le système basculement de niveau de tension est conçu sous la base d'une bascule D associée à un bouton poussoir, un transistor et un relais. La diode D2 est jouée le rôle de roue libre pour empêcher la destruction du transistor Q3 lorsque celui-ci est ouvert car l'inductance se déchargera à ce moment.

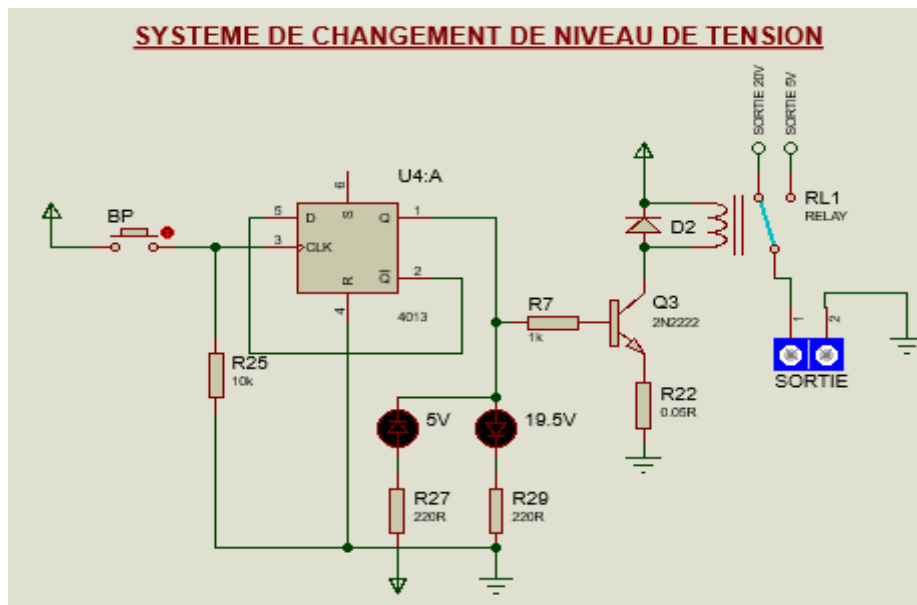
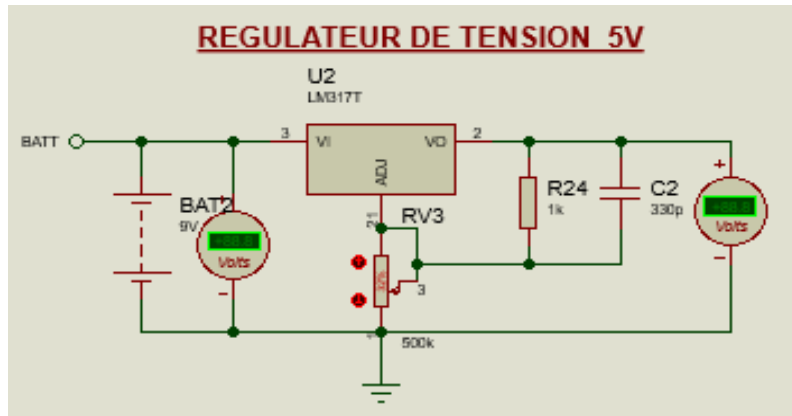


Figure 42: Simulation du système de basculement du niveau de tension

### III.1.5 Simulation du régulateur de tension pour PB HEV

Le régulateur de tension est composé d'un circuit LM317 monté en régulateur de tension. C'est lui qui va alimenter l'ordinateur PBHEV lors du raccordement au kit. Le schéma de la simulation sous Proteus est donné par la figure suivante :



**Figure 43:** Simulation du régulateur de tension pour PB HEV

### III.2 Résultats et commentaires

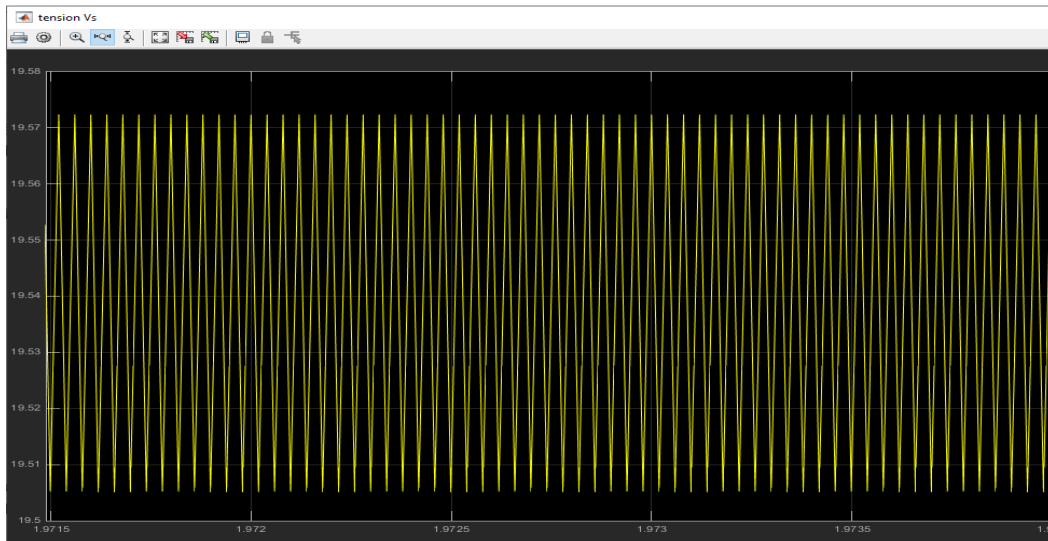
Il est maintenant question de présenter les résultats accompagnés des commentaires des différentes simulations effectuées.

#### III.2.1 Résultats de la simulation de l'alimentation boost et commentaires

Lors de la simulation nous avons obtenu une tension  $V_s = 19,5V$  aux bornes de la charge et un courant de  $I_d = 3,5A$  qui traverse la charge. Ce qui fait une puissance de  $69,41W$ , ce qui va garantir une bonne charge du laptop. Après simulation de l'alimentation boost, nous obtenons les résultats suivants :



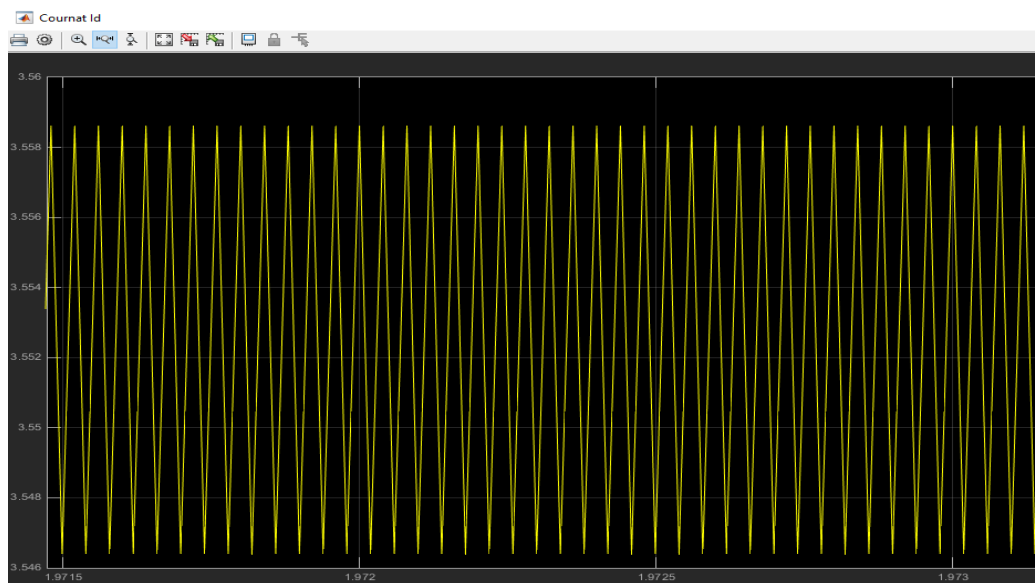
- **Au niveau de la tension de sortie :**



**Figure 44:** Résultat simulation alimentation boost tension de sortie

- **Au niveau du courant de sortie :**

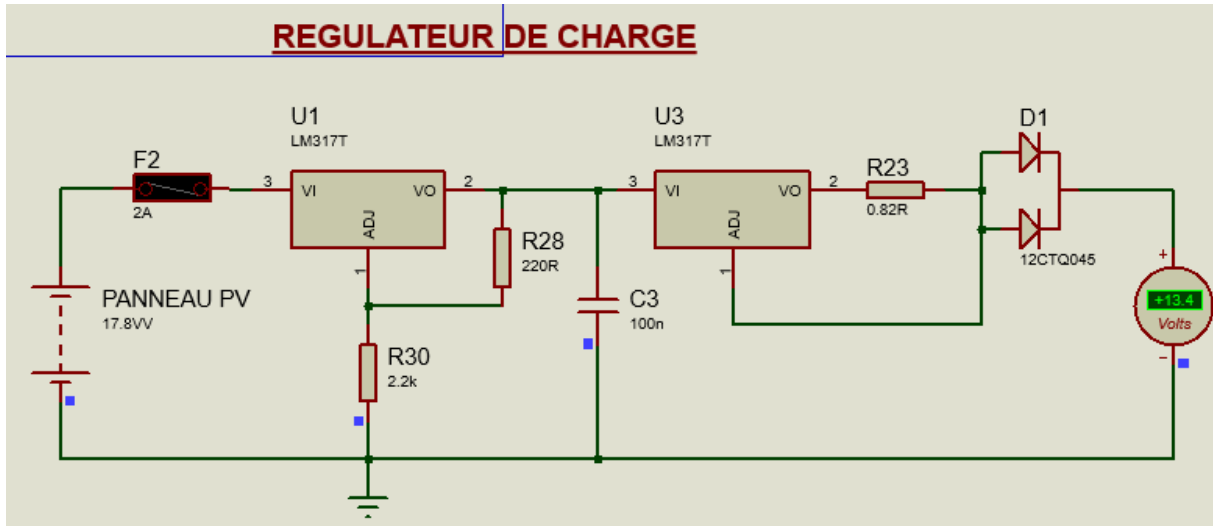
Lors de la simulation nous avons pris une résistance comme charge. La courbe de courant suit donc la même allure que celle de la tension.



**Figure 45:** Résultat simulation alimentation boost courant de sortie

### III.2.2 Résultat de la simulation du régulateur de charge et commentaires

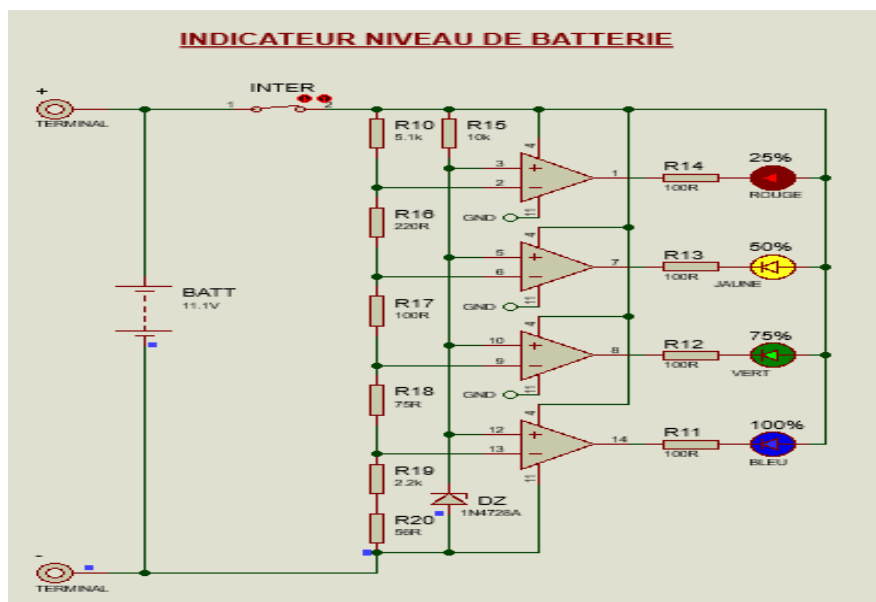
Comme résultat de la simulation, nous avons obtenu une tension  $V_s = 13,4V$ , ce qui est plutôt satisfaisant.



**Figure 46:** Résultat de la simulation du régulateur de charge

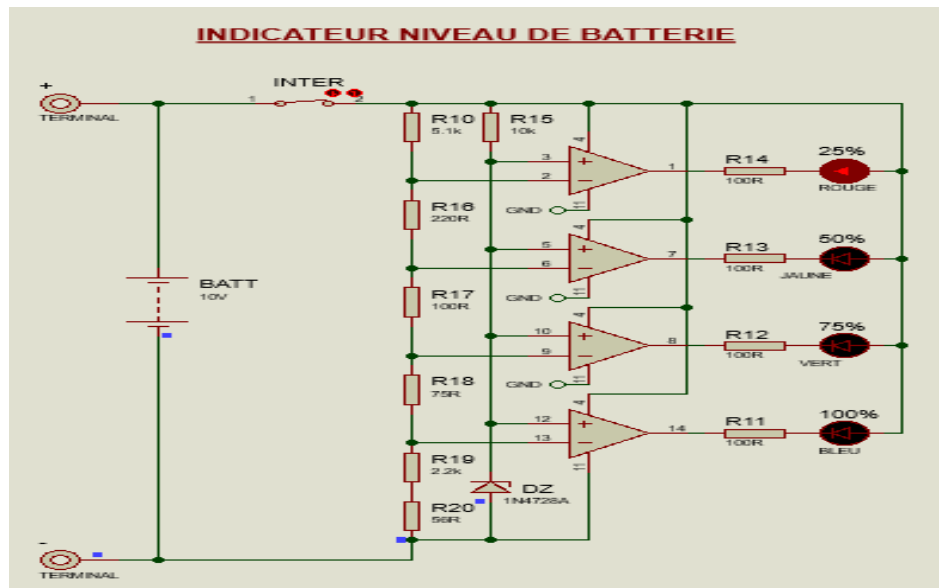
### III.2.3 Résultats de la simulation de l'indicateur du niveau de charge du banc de batterie et commentaires

Lors de la simulation nous avons



**Figure 47:** Résultat simulation de l'indicateur de niveau de charge du banc de batterie à 100%

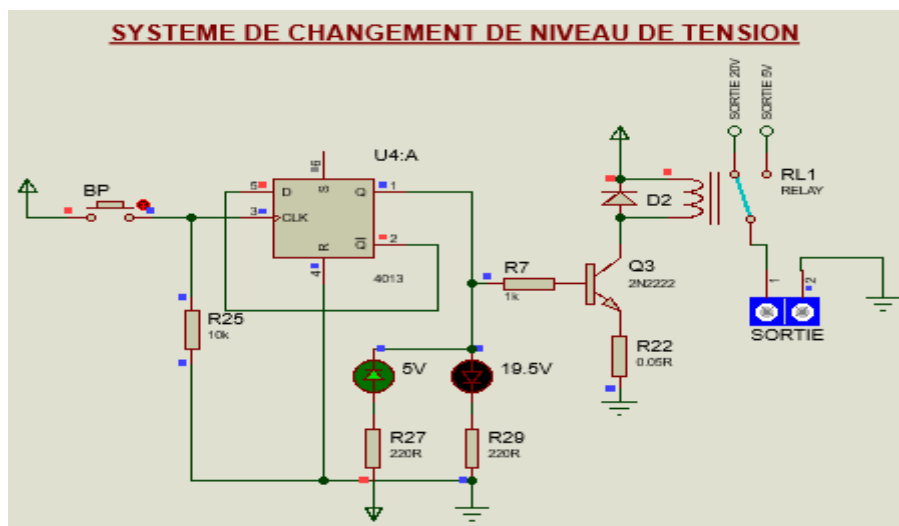
Et la figure ci-dessous nous montre le fonctionnement de l'indicateur lorsque la batterie est faible soit 10V



**Figure 48:** Résultat simulation de l'indicateur de niveau de charge du banc de batterie à 25%

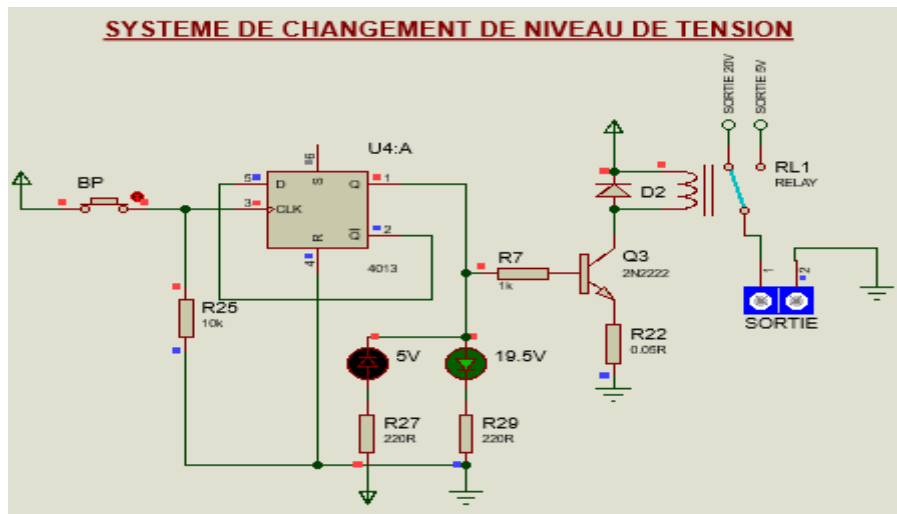
### III.2.4 Résultats de la simulation du système de basculement de niveau de tension et commentaires

Une action sur bouton poussoir fait changer d'état à la bascule qui provoque l'ouverture ou la fermeture du transistor qui commande le relais. Par défaut il est à la position 1. Le relais à son tour va sélectionner le régulateur de tension qui alimente l'ordinateur PB HEV.



**Figure 49:** Résultat de la simulation du système de basculement de niveau de tension en position 1

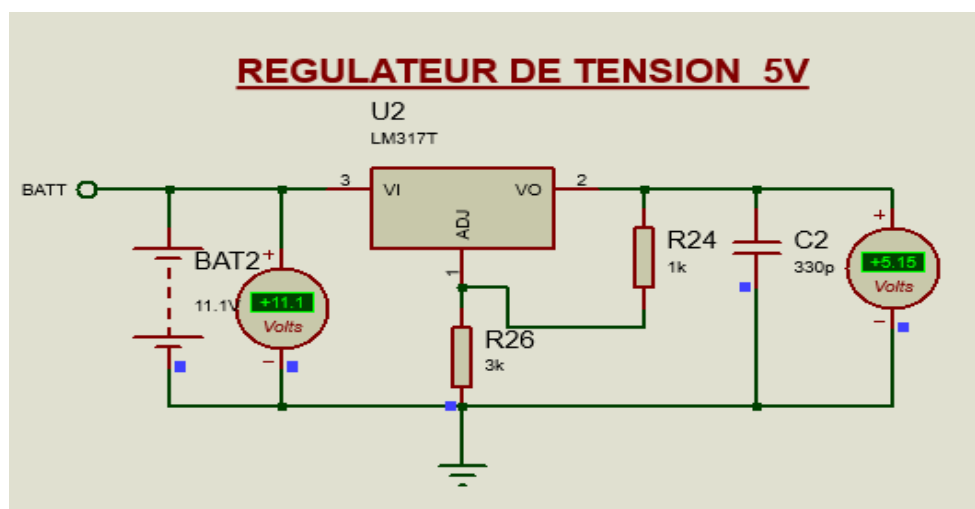
Un appui sur le bouton poussoir provoque le changement d'état de la bascule. Le transistor est activé et le relais va sélectionner l'alimentation boost qui alimente un laptop sous 19,5V.



**Figure 50:** Résultat de la simulation du système de basculement de niveau de tension en position 2

### III.2.5 Résultats de la simulation du régulateur de tension pour PB HEV et commentaires

La simulation a donné un résultat satisfaisant. Nous avons obtenu une tension  $V_s = 5,15V$  à la sortie du régulateur. Nous avons remplacé la résistance variable R2 par une résistance R26 de  $3k\Omega$ .



**Figure 51:** Résultat de la simulation du régulateur de tension pour PB HEV

### III.3 Synthèse des résultats obtenus

Le tableau ci-dessous fait une synthèse des résultats obtenus au cours de la simulation du fonctionnement de notre projet :

**Tableau VII:** Synthèse des résultats obtenus

Numéro de la formule	Grandeur	Résultat obtenu
<b>Dimensionnement de l'alimentation boost</b>		
(II.6)	Calcul de la tension de sortie	19,5V
(II.9)	Calcul du courant de sortie	3,55A
(II.10)	Calcul de l'inductance L	88mH
(II.11)	Choix du condensateur	1000uF
<b>Dimensionnement du panneau solaire PV</b>		
(II.16)	Calcul du nombre total de panneau en série	1
(II.17)	Calcul du nombre total de panneau en parallèle	1
(II.18)	Calcul du nombre total des panneaux	1
(II.19)	Calcul de la puissance crête totale à installer	60 Wc
<b>Dimensionnement du banc de batterie</b>		
(II.21)	Calcul du nombre de branche en parallèle	4
(II.22)	Calcul du nombre de batterie en série	3
(II.23)	Calcul du nombre total des batteries	12
(II.24)	Calcul de la capacité totale des batteries	8800 mAh
<b>Dimensionnement du régulateur de charge</b>		
(II.25)	Calcul de la tension de sortie	13,5V
(II.26)	Calcul du courant de sortie	1,5A

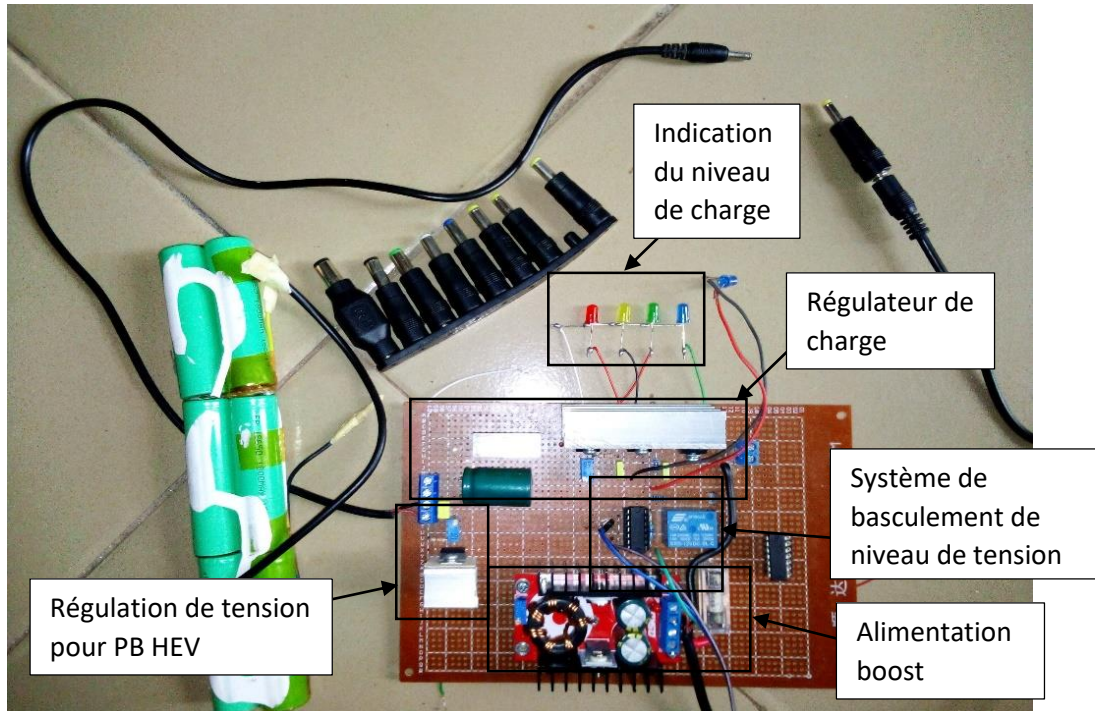
### III.2 Résultat de l'expérimentation

Il est question de présenter les résultats expérimentaux obtenus après la réalisation de notre kit source hybride.

#### III.2.1 Schéma de câblage (voir annexe 1, 2 et 3)

### III.2.2 câblage

Le câblage de tout le circuit électronique est fait sur plaque perforée. La figure suivante présente quelques éléments de notre prototype :



**Figure 52:** Câblage du kit à source hybride

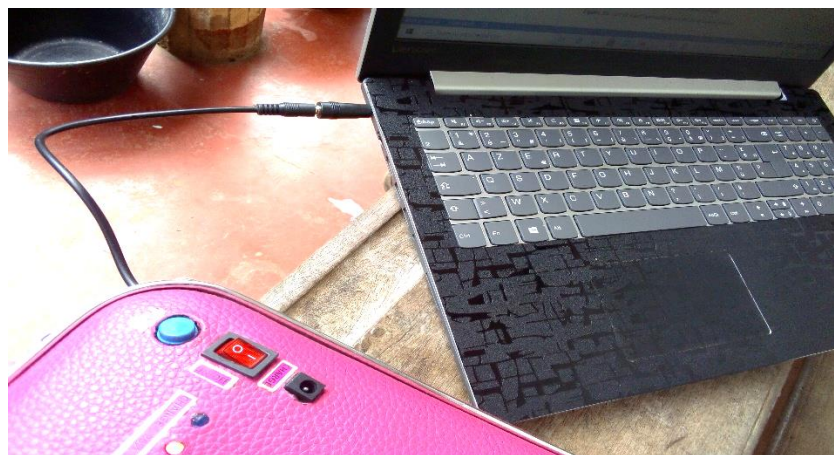
### III.2.3 test de fonctionnement

Le kit à source hybride comporte en son sein deux panneaux solaires photovoltaïques, deux fiches pour le raccordement du kit soit à un laptop s'alimentant en 20V, 19,5V, 19V soit à un laptop PB HEV s'alimentant en 5V. Sur la face avant nous distinguons le bouton de mise en marche, le bouton de basculement de niveau de tension, la prise d'alimentation en DC et les voyants lumineux d'indication de niveau de tension et de niveau de charge du kit. La figure ci-dessous nous donne plus de détails à propos de notre kit à source hybride :



**Figure 53:** Présentation du kit source hybride

Le test de la carte a été un succès, le kit à source hybride a alimenté un laptop de marque LENOVO model THINK PAD avec une autonomie de 3H sous une tension de 19,5V, 19,5V ce qui offre une recharge complète du laptop.



**Figure 54:** Test de fonctionnement de la carte du kit source hybride

Le kit a été capable de recharger un ordinateur PB HEV 4 fois sous une tension de 5V ce qui est plutôt satisfaisant.

### III.3 Analyse financière

Sur le marché camerounais le prix d'une batterie externe varie entre 43.000 FCFA et 199.000 FCFA en fonction de la capacité de celle-ci. Le tableau VIII nous donne une estimation du cout de fabrication du prototype. Nous constatons un écart considérable entre le cout de fabrication de notre prototype et celui du prix de vente d'une batterie externe qui ne se recharge que sur prise secteur.

**Tableau IX:** Evaluation du coût du prototype

Elément	Prix unitaire (FCFA)	Quantité	Prix total (FCFA)
Alimentation boost	5000	1	5000
Banc de batterie	2500	12	30000
BMS 3S	3000	1	3000
Panneau solaire 10W	6000	2	12000
Régulateur LM317	500	3	1500
Circuit LM324	1000	1	1000
Fusible avec socle	500	2	1000
Condensateur 1000uF 63V	500	1	500
Condensateur 100nF	100	3	300
Bornier 2 plots	300	1	300
Bornier 4 plots	500	1	500
Circuit 4013	500	1	500
Potentiomètre 5k	300	6	1800
Résistor	25	10	150
Relais 12V	500	1	500
Sac à main	7000	1	7000
Alimentation DC de 24V	5000	1	5000
Bouton poussoir	300	1	300
Câble multi fiches pour laptop	2000	1	2000
Plaque perforée	1000	1	1000
Main d'œuvre (FCFA)		26000	
<b>TOTAL (FCFA)</b>		<b>91300</b>	

## CONCLUSION

Dans ce chapitre il était question de faire une présentation de la simulation, et des résultats obtenus après simulation ainsi que la réalisation du projet. Enfin faire une étude financière. Cela fait, nous ne pouvons qu'être satisfait des résultats obtenus même si le prototype n'est pas encore tout à fait point.



## CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVE

Au terme de ce projet, qui a pour intitulé «Conception et réalisation d'un kit à source hybride pour charge de batterie de laptop» nous pouvons nous permettre de dire que nous avons touché de multiples aspects d'une batterie externe ; nous avons étudié le fonctionnement d'un chargeur de laptop ensuite nous avons étudié le fonctionnement d'une batterie externe. Par la suite nous avons modélisé notre alimentation contenue dans le kit pour effectuer une simulation de son fonctionnement. Nous avons par la suite conçu un système de basculement de niveau de tension, dimensionnée les cellules de batteries qui ont permis de stocker de l'énergie, nous avons conçu un système de recharge hybride en mode « prise secteur » et « solaire », enfin nous avons réalisé le kit à source hybride et nous l'avons implémenté dans une mallette. La réalisation du circuit d'alimentation en 5V n'est pas encore achevée pour des raisons de temps, mais l'on obtient déjà une tension à la sortie de l'alimentation même si il y a une chute de tension considérable lors du branchement d'un ordinateur PB HEV. L'indicateur du niveau de charge manque de précision, mais il indique déjà le niveau de charge. Le kit à source hybride n'est pas encore tout à fait au point, il peut d'ores et déjà se recharger sous plaque solaire ou sur prise secteur et alimenter un ordinateur sous 19,5V.

### Perspectives

Nous proposons dans cette partie diverses possibilités de continuité de ce projet ;

Nous pourrions remplacer l'alimentation linéaire chargée d'alimenter les ordinateurs PB HEV par une alimentation Buck qui présente l'avantage d'avoir un meilleur rendement avec des chutes de tensions négligeables à la sortie par rapport à une alimentation linéaire.

La capacité de la batterie étant faible nous pourrions associer plus de cellule en parallèle pour augmenter la capacité et accroître l'autonomie qui est de 3 Heures jusqu'ici.

Nous pourrions faire une adaptation d'impédance pour avoir un transfert maximal de puissance du kit vers le laptop pour accélérer le temps de recharge.

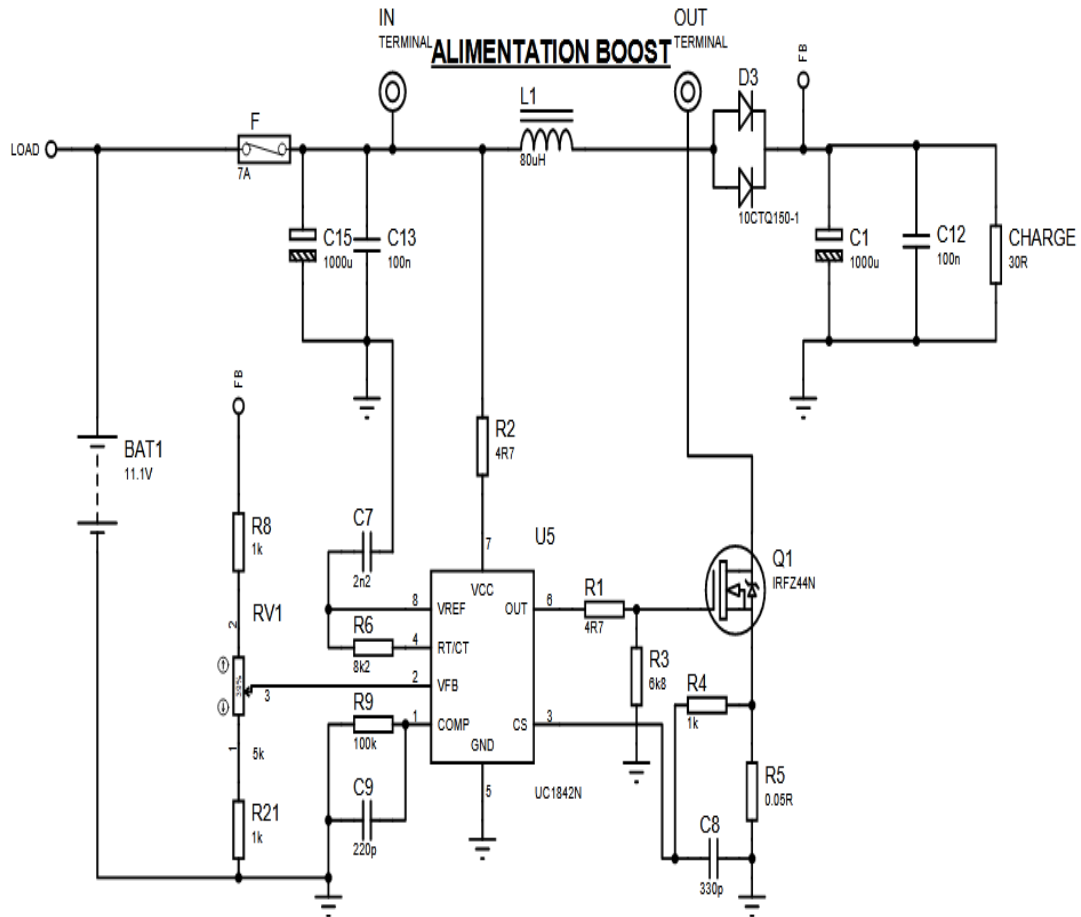
Nous pourrions également remplacer notre régulateur de charge linéaire par un régulateur de charge série command en PWM qui présente l'avantage d'être plus performant.

## REFERENCES MEDIAGRAPHIQUES

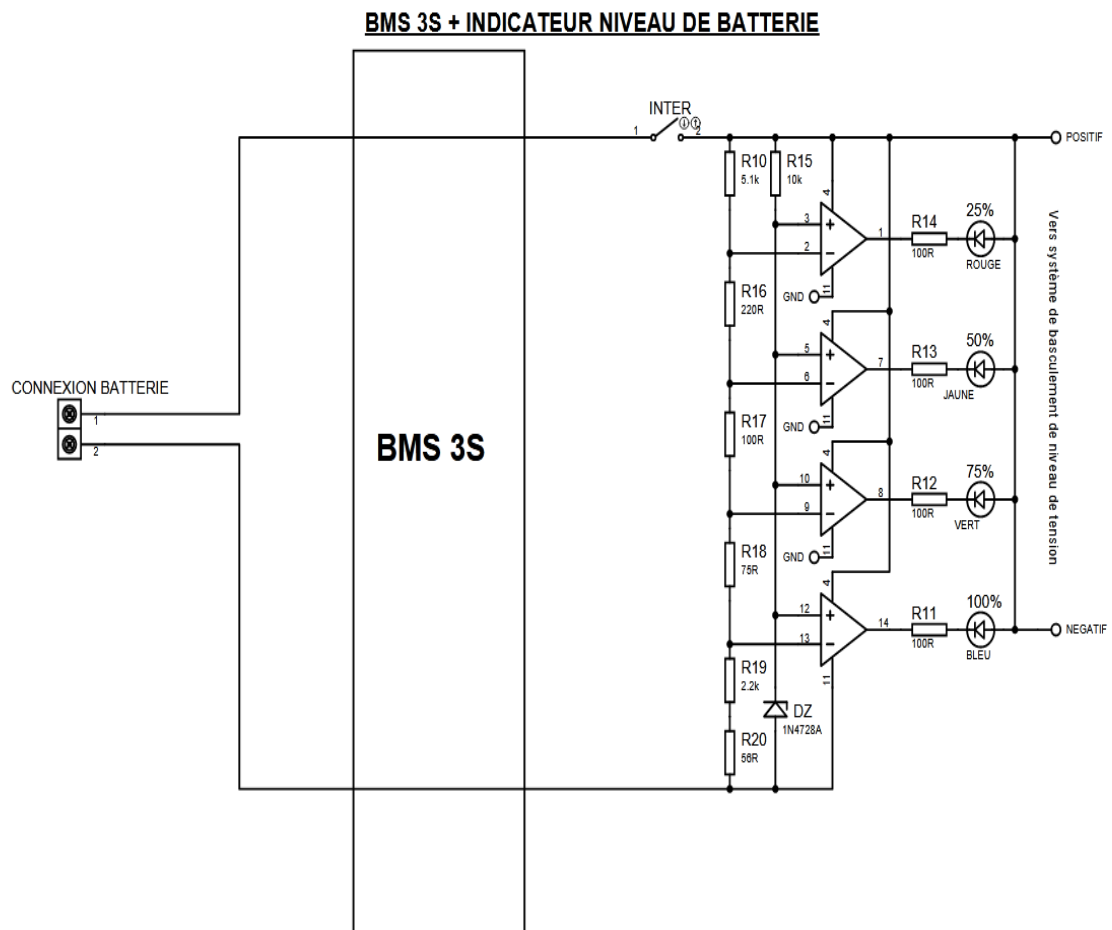
- [1] [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org), consulté le 03 mars à 22h 00
- [2] [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org), consulté le 04 mars à 22h 00
- [3] [www.siecldigital.fr](http://www.siecldigital.fr), consulté le 04 mars à 23h 00
- [4] [www.urban-elec.com](http://www.urban-elec.com), consulté le 05 mars à 20h 00
- [5] [www.tomsguide.fr](http://www.tomsguide.fr), consulté le 05 mars à 00h 00
- [6] [www.tiplanet.org](http://www.tiplanet.org), consulté le 06 mars à 20h 00
- [7] [www.lesechos.fr](http://www.lesechos.fr), consulté le 07 mars à 00h 00
- [8] <https://www.eurekaalert.org>, consulté le 20 mars à 23h 00
- [9] [www.masolise.com](http://www.masolise.com), consulté le 22 mars à 23h 00
- [10] [www.lepanneausolaire.net](http://www.lepanneausolaire.net), consulté le 23 mars à 23h 00
- [11] [www.wikiwand.com](http://www.wikiwand.com), consulté le 24 mars à 20h 00
- [12] [www.astuces-pratiques.fr](http://www.astuces-pratiques.fr) consulté le 27 mars à 22h 00
- [13] électronique de puissance: méthodologie et convertisseurs élémentaires de Philippe Barrade, 1<sup>er</sup> Nov 2006
- [15] Jean-Yves LE CHENADEC, Alimentation à découpage, Lycée Louis ARMAND, France, Année 2020 - 2021
- [16] Alimentations à découpage : cours non publié, ET5, ENSET Ebolowa.Cameroun, Année 2020 - 2021
- [17] LAKRIM Abderrazak : Etude d'une Alimentation à Découpage Flyback dans le contexte de CEM [Master Sciences et Techniques en Génie Industriel]. Maroc : Université Mohammed Ben Abdellah Faculté des Sciences et Techniques ; 24 juin 2010

ANNEXES

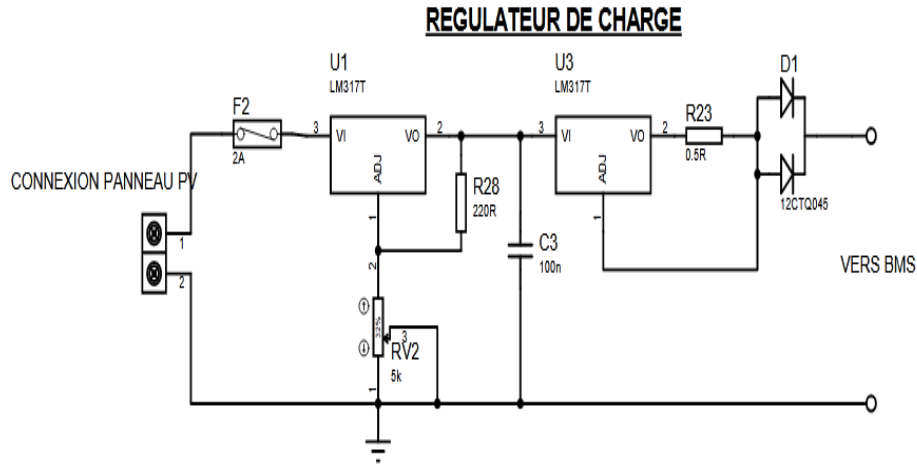
Annexe 1 : Schéma de l'alimentation boost



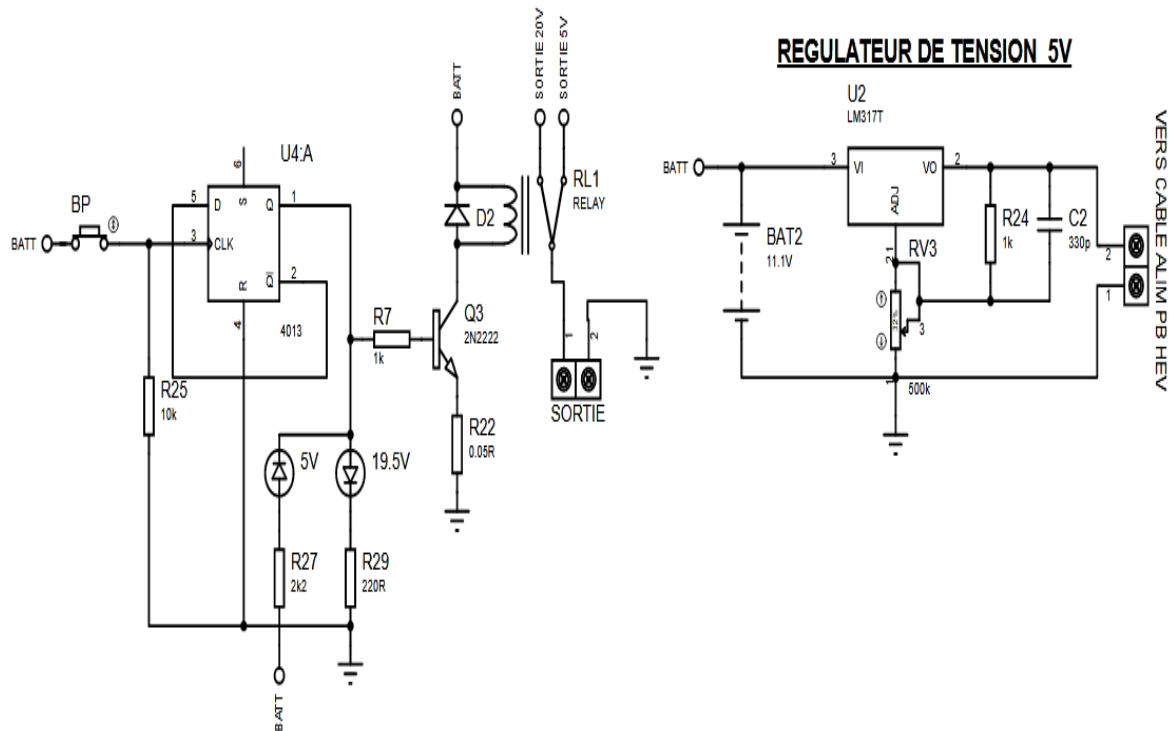
**Annexe 2 : Schéma de câblage BMS + indicateur de niveau de charge du banc de batterie**



**Annexe 3 : Schéma du régulateur de charge + régulateur de charge + système de changement de niveau de tension**



**SYSTEME DE CHANGEMENT DE NIVEAU DE TENSION**

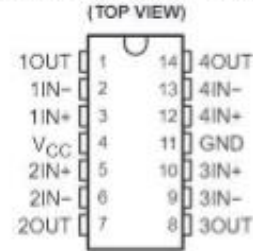


Annexe 4 : Datasheet circuit LM324

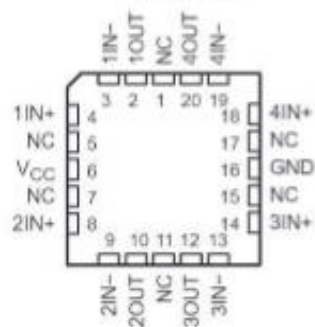
**LM124, LM124A, LM224, LM224A, LM324, LM324A, LM2902, LM2902V,  
LM224K, LM224KA, LM324K, LM324KA, LM2902K, LM2902KV, LM2902KAV**  
QUADRUPLÉ OPERATIONAL AMPLIFIERS  
SLOS066R – SEPTEMBER 1975 – REVISED JANUARY 2005

- 2-kV ESD Protection for:
  - LM224K, LM224KA
  - LM324K, LM324KA
  - LM2902K, LM2902KV, LM2902KAV
- Wide Supply Ranges
  - Single Supply . . . 3 V to 32 V  
(26 V for LM2902)
  - Dual Supplies . . .  $\pm 1.5$  V to  $\pm 16$  V  
( $\pm 13$  V for LM2902)
- Low Supply-Current Drain Independent of Supply Voltage . . . 0.8 mA Typ
- Common-Mode Input Voltage Range Includes Ground, Allowing Direct Sensing Near Ground
- Low Input Bias and Offset Parameters
  - Input Offset Voltage . . . 3 mV Typ  
A Versions . . . 2 mV Typ
  - Input Offset Current . . . 2 nA Typ
  - Input Bias Current . . . 20 nA Typ  
A Versions . . . 15 nA Typ
- Differential Input Voltage Range Equal to Maximum-Rated Supply Voltage . . . 32 V  
(26 V for LM2902)
- Open-Loop Differential Voltage Amplification . . . 100 V/mV Typ
- Internal Frequency Compensation

LM124 . . . D, J, OR W PACKAGE  
 LM124A . . . J PACKAGE  
 LM224, LM224A, LM224K, LM224KA . . . D OR N PACKAGE  
 LM324, LM324K . . . D, N, NS, OR PW PACKAGE  
 LM324A . . . D, DB, N, NS, OR PW PACKAGE  
 LM324KA . . . D, N, NS, OR PW PACKAGE  
 LM2902 . . . D, N, NS, OR PW PACKAGE  
 LM2902K . . . D, DB, N, NS, OR PW PACKAGE  
 LM2902KV, LM2902KAV . . . D OR PW PACKAGE



LM124, LM124A . . . FK PACKAGE  
 (TOP VIEW)



description/ordering information

These devices consist of four independent high-gain frequency-compensated operational amplifiers that are designed specifically to operate from a single supply over a wide range of voltages. Operation from split supplies also is possible if the difference between the two supplies is 3 V to 32 V (3 V to 26 V for the LM2902), and  $V_{CC}$  is at least 1.5 V more positive than the input common-mode voltage. The low supply-current drain is independent of the magnitude of the supply voltage.

Applications include transducer amplifiers, dc amplification blocks, and all the conventional operational-amplifier circuits that now can be more easily implemented in single-supply-voltage systems. For example, the LM124 can be operated directly from the standard 5-V supply that is used in digital systems and provides the required interface electronics, without requiring additional  $\pm 15$ -V supplies.

Annexe 5 : Datasheet LM317



LM117/LM217/LM317

1.2 V to 37 V adjustable voltage regulators

Features

- Output voltage range: 1.2 to 37 V
- Output current in excess of 1.5 A
- 0.1% Line and load regulation
- Floating operation for high voltages
- Complete series of protections: current limiting, thermal shutdown and SOA control

Description

The LM117/LM217/LM317 are monolithic integrated circuit in TO-220, TO-220FP, TO-3 and D<sup>2</sup>PAK packages intended for use as positive adjustable voltage regulators.

They are designed to supply more than 1.5 A of load current with an output voltage adjustable over a 1.2 to 37 V range.

The nominal output voltage is selected by means of only a resistive divider, making the device exceptionally easy to use and eliminating the stocking of many fixed regulators.



Table 1. Device summary

Order codes			
TO-220	D <sup>2</sup> PAK (tape and reel)	TO-220FP	TO-3
			LM117K
LM217T	LM217D2T-TR		LM217K
LM317T	LM317D2T-TR	LM317P	LM317K