

## TABLE DES MATIÈRES

*LISTE DES TABLEAUX*

*LISTE DES FIGURES*

*LISTE DES ABRÉVIATIONS*

*INTRODUCTION*

### *PARTIE 1 : GÉNÉRALITÉS SUR LES CHARGEURS DE BATTERIE*

CHAPITRE 1 : PRINCIPE DE BASE D'UN CHARGEUR DE BATTERIE .....	- 3 -
I.    Introduction .....	- 3 -
II.    Principe de base .....	- 4 -
III.    Différents types de chargeur au plomb .....	- 4 -
A.    Chargeur traditionnel .....	- 5 -
1.    Chargeur manuel traditionnel .....	- 5 -
2.    Chargeur manuel régulé .....	- 5 -
B.    Chargeur lent .....	- 6 -
1.    Chargeur automatique .....	- 6 -
2.    Charge d'entretien .....	- 8 -
CHAPITRE 2 : ÉLÉMENTS CONSTITUTIFS D'UN CHARGEUR .....	- 9 -
I.    Transformateur monophasé .....	- 9 -
A.    Symbole .....	- 10 -
B.    Caractéristique .....	- 10 -
II.    Pont de diode de redressement .....	- 10 -
A.    Symbole .....	- 11 -
B.    Caractéristique .....	- 11 -
1.    Tension de seuil .....	- 11 -
2.    Courant .....	- 12 -
III.    Condensateur de filtrage .....	- 12 -
A.    Symbole .....	- 12 -
B.    Caractéristique .....	- 13 -
IV.    Régulateur de tension .....	- 14 -
A.    À diode Zener .....	- 14 -
1.    Schéma .....	- 14 -

2. Caractéristique.....	- 14 -
B. À transistor .....	- 15 -
1. Schéma .....	- 15 -
2. Caractéristique.....	- 15 -
C. À circuit intégré ou CI.....	- 16 -
1. Régulateur à CI fixe .....	- 16 -
2. Régulateur ajustable .....	- 16 -

## CHAPITRE 3 : FONCTIONNEMENT D'UN CHARGEUR SANS RÉGULATION

I. Structure d'un chargeur sans régulation .....	- 18 -
II. Fonctionnement .....	- 18 -
A. Transformateur .....	- 18 -
B. Redressement double alternance .....	- 19 -
C. Filtrage .....	- 21 -
III. Forme des tensions de sortie de chaque composant.....	- 22 -
IV. Inconvénient du chargeur sans régulation .....	- 22 -

*PARTIE 2 : CONCEPTION D'UN CHARGEUR À RÉGULATION DE COURANT*

## CHAPITRE 1 : PRINCIPE RÉGULATION DE COURANT..... - 24 -

I. Régulateur CI LM723 .....	- 24 -
A. Schéma de diagramme .....	- 24 -
B. Caractéristiques .....	- 25 -
C. Fonctionnement .....	- 26 -
II. Circuit de puissance .....	- 26 -
A. Symbole.....	- 27 -
B. Principe.....	- 27 -
C. Caractéristiques .....	- 28 -

## CHAPITRE 2 : DIMENSIONNEMENT DU TRANSFORMATEUR..... - 30 -

I. Introduction .....	- 30 -
II. Processus de dimensionnement .....	- 30 -
A. Dimensionnement magnétique .....	- 31 -
1. Circuit magnétique .....	- 31 -
2. Enroulement .....	- 31 -
3. Section du cuivre .....	- 32 -
B. Dimensionnement électrique et des isolants .....	- 33 -
C. Optimisation de bobinage.....	- 34 -

D. Optimisation mécanique et thermique.....	- 34 -
III. Application numérique .....	- 34 -
CHAPITRE 3 : SCHÉMA GÉNÉRAL DU MONTAGE ERREUR ! SIGNET NON DÉFINI.	
I. Schéma du principe .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
II. Circuit électrique .....	- 37 -
III. Analyse et fonctionnement.....	- 38 -

### PARTIE 3 : RÉALISATION

CHAPITRE 1 : RÉALISATION DU CIRCUIT IMPRIMÉ.....	
I. Le circuit imprimé .....	- 40 -
II. Liste des composants.....	- 43 -
CHAPITRE 2 : RÉGLAGES ET ESSAIS.....	
I. Réglages .....	- 45 -
II. Essais .....	- 45 -
III. Résultats .....	- 47 -
CHAPITRE 3 : DISCUSSION ET COMMENTAIRE .....	
I. Évaluation économique .....	- 48 -
A. Coût de fabrication .....	- 48 -
B. Types de chargeurs de batterie plomb-acide .....	- 49 -
C. Avantages .....	- 49 -

### PARTIE 4: IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX

CHAPITRE 1 : IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX.....	
I. Les problèmes des outils électroniques .....	- 51 -
A. Les matières toxiques .....	- 51 -
B. Les dangers.....	- 51 -
II. Le recyclage .....	- 51 -

### CONCLUSION

**LISTE DES TABLEAUX**

Tableau 1: Choix d'un condensateur en fonction du courant de charge.....	- 13 -
Tableau 2: Choix de $R_1$ et $R_2$ en fonction de $V_{OUT}$ .....	- 17 -
Tableau 3: Densité du courant en fonction de la puissance du transformateur.....	- 32 -
Tableau 4: Type d'isolant en fonction de la diamètre du fil .....	- 33 -
Tableau 5: Caractéristique du transformateur choisi.....	- 35 -
Tableau 6: Intensité du courant de charge en fonction de la durée .....	- 46 -
Tableau 7: Durée de charge en fonction de l'intensité initiale du courant.....	- 47 -
Tableau 8: Types de chargeur de batterie au plomb-acide.....	- 49 -

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Batterie au plomb.....	- 3 -
Figure 2: Fonctionnement d'un chargeur manuel régulé.....	- 6 -
Figure 3: Fonctionnement d'un chargeur automatique .....	- 7 -
Figure 4: Chargeur de batterie 14.7VDC/90VA .....	- 8 -
Figure 5: Transformateur abaisseur monophasé .....	- 9 -
Figure 6: Symbole du transformateur.....	- 10 -
Figure 7: Pont à 4 diodes.....	- 10 -
Figure 8: Symbole d'un redresseur à double alternance .....	- 11 -
Figure 9: Courbe de la tension de seuil .....	- 11 -
Figure 10: Condensateurs.....	- 12 -
Figure 11: Symbole d'un condensateur .....	- 12 -
Figure 12: Régulateur à diode Zener.....	- 14 -
Figure 13: Régulateur à transistor .....	- 15 -
Figure 14: Régulateur de tension fixe .....	- 16 -
Figure 15: Régulateur variable ou ajustable.....	- 16 -
Figure 16: Structure d'un chargeur sans régulation .....	- 18 -
Figure 17: Courbe de fonctionnement d'un transformateur .....	- 18 -
Figure 18: Circuit d'un pont à 4 diodes .....	- 20 -
Figure 19: Oscillogramme d'un redresseur à 4 diodes .....	- 20 -
Figure 20: Circuit d'un condensateur .....	- 21 -
Figure 21: Forme de tension après filtrage.....	- 21 -
Figure 22: Forme des tension s de sortie.....	- 22 -
Figure 23: CI LM723 .....	- 24 -
Figure 24: Symbole du CI LM723 .....	- 24 -
Figure 25: Transistors.....	- 27 -
Figure 26: Symbole d'un transistor de type NPN .....	- 27 -
Figure 27: Montage base commune .....	- 28 -
Figure 28: Caractéristique statique.....	- 28 -
Figure 29: Montage Darlington .....	- 29 -
Figure 30: Circuit magnétique.....	- 31 -
Figure 31: Enroulement du transformateur .....	- 31 -

Figure 32: Principe de charge.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Figure 33: Circuit électrique.....	- 37 -
Figure 34: Circuit imprimé des transistors .....	- 41 -
Figure 35: Circuit imprimé du chargeur.....	- 41 -
Figure 36: Circuit d'implantation .....	- 42 -
Figure 37: Botier .....	- 43 -
Figure 39: Courbe de variation de l'intensité de charge en fonction du temps.....	- 46 -

## LISTE DES ABRÉVIATIONS

$+V_{IN}$  : Entrée non-inverseur

Ar: Ariary

B : Inductance

c : Capacité de condensateur

C : Condensateur

CI : Circuit intégré

COMP : Compensation

d : Densité de courant

D : Diode simple

D<sub>Z</sub> : Diode Zener

E : Force électro motrice

F : Fréquence

I<sub>1</sub> : Courant actif au primaire du transformateur

I<sub>2</sub> : Courant actif au secondaire du transformateur

I<sub>B</sub> : Courant de base

I<sub>C</sub> : Courant collecteur

I<sub>d</sub> : Courant moyenne de la diode de redressement

I<sub>E</sub> : Courant d'entrée

I<sub>LIMIT</sub> ou CL : Courant limite

I<sub>S</sub> : Courant de sortie

I<sub>SENSE</sub> ou CS : Courant sense

I<sub>u</sub> : Variation de courant de charge

m : Rapport de transformation

N<sub>1</sub> : Nombre de spire de l'enroulement primaire transformateur

N<sub>2</sub> : Nombre de spire de l'enroulement secondaire transformateur

N<sub>SC</sub> : Nombre de spire par couche

N<sub>C</sub> : Nombre de couche

P : Puissance nominale

P<sub>1</sub> : Puissance active au primaire du transformateur

P<sub>2</sub> : Puissance débitée au secondaire du transformateur

P<sub>d</sub> : Power dissipation

Q : Charge positive enfermée dans le système

Q<sub>t</sub> : Transistor

r : Rayon du fil

R : Résistance

R<sub>CH</sub> : Résistance de charge

$R_{SC}$  : Résistance Shunt  
RV : Résistance variable  
S : Section du noyau transformateur  
Sf : Section du fil  
T : Transformateur  
 $U_1$  ou  $V_1$  : Tension primaire du transformateur  
 $U_2$  ou  $V_2$  : Tension secondaire du transformateur  
 $U_C$  ou  $V_C$  : Tension au borne du système capacitif  
 $U_d$  : Tension moyen de la diode de redressement  
 $U_{REG}$  ou  $V_{REG}$  : Tension de régulation  
 $V_{BE}$  : Tension entre Base-Émetteur  
 $V_{CB}$  : Tension entre Collecteur-Base  
 $V_{CE}$  : Tension entre Collecteur-Émetteur  
 $V_D$  : Dropout voltage  
 $-V_{IN}$  : Entrée inverseur  
 $V_{RÉF}$  : Tension de référence  
 $V_S$  ou  $V_{OUT}$  : Tension de sortie  
 $V_Z$  : Tension Zener  
 $\beta$  : Gain

---

# ***Introduction***

---

## INTRODUCTION

La batterie 12 volts (V) d'une voiture est sans cesse sollicitée, soit en décharge (démarrage du moteur, clim, phares, etc.), soit en recharge, quand l'alternateur lui fournit le courant qu'elle a dépensé. Idéalement, elle est autonome. En réalité, il arrive que ses cycles de décharge soient plus importants, notamment en hiver, lorsque le démarrage est plus laborieux et les éclairages plus sollicités. S'ensuit une utilisation de la batterie à mi-charge, ce qui favorise la formation de sulfate et diminue sa durée de vie. Pour éviter ces inconvénients, il suffit de la recharger régulièrement.

C'est pourquoi, on a proposé ce thème de mémoire : « **conception et réalisation d'un chargeur de batterie à régulation automatique de courant** »

L'objectif de ce travail consiste à étudier les différentes parties constituant un chargeur avec régulation de courant et à réaliser ensuite un prototype.

Pour mieux cerner notre étude, le contenu de ce travail sera divisé en quatre parties :

- La première partie concerne les généralités sur les chargeurs de batterie ;
- Dans la deuxième partie, nous allons aborder la méthode de conception d'un chargeur à régulation de courant ;
- En troisième partie, nous verrons la réalisation ;
- Et la dernière partie est consacrée aux impacts environnementaux.

---

***Partie I :***

***Généralités sur les***

***chargeurs de batterie***

---

# Chapitre I : PRINCIPE DE BASE D'UN CHARGEUR DE BATTERIE

## I. Introduction

Suivant la technologie de la batterie utilisée, il faut respecter tel ou tel mode de décharge et donc des charges des batteries. Ces méthodes de charge sont en pleine évolution, mais nous allons en définir les plus courantes.

Pour charger complètement une batterie, il faut lui restituer une quantité d'électricité supérieure à celle qui a été déchargée. Les pertes faradiques (c'est-à-dire relatives au bilan des quantités d'électricité échangées) sont dues à la réaction parasite d'électrolyse de l'eau. On définit donc un coefficient de charge, rapport entre la quantité d'électricité chargée et celle déchargée, qui varie de 1,10 à 1,20. On charge ces batteries au plomb en lui appliquant un courant continu d'une valeur quelconque (sous réserve des limites technologiques liées à la batterie elle-même ou à ses connexions), pourvu qu'elle n'entraîne pas aux bornes de la batterie l'apparition d'une tension supérieure à 2,35-2,40 V par élément (valeur à 25°).



Figure 1 : Batterie au plomb

## II. Principe de base

Avant de faire un chargeur, voici quelques principes de base à retenir :

- Il faut savoir avant tout le type de batterie à charger. Dans notre cas, on va réaliser un chargeur pour les batteries au plomb-acide (batterie des voitures).
- Le courant de sortie du chargeur doit être continu sous une tension adaptée à la charge de batterie.
- La tension de sortie du chargeur doit être stabilisée et constante pendant la charge de la batterie.
- Le temps de charge est fonction de: l'intensité de charge réglée sur le chargeur.

$$dq = i \, dt$$

Une charge idéale s'effectue en réglant l'intensité de charge à 1/10ème de la capacité de la batterie. Cependant si cette charge permet de ramener une batterie déchargée en bon état à 100% de sa capacité, elle demande beaucoup de temps.

**EXEMPLE:** une batterie 12V 100Ah avec un courant de charge de 10 A est chargée de préférence pendant 10 h.

### **REMARQUE:**

*La tension de charge d'une batterie ne peut pas dépasser 2.4V par élément pour protéger la batterie contre la surtension.*

*Une charge rapide utilise un courant 2 à 5 fois supérieur à celui d'une charge normale. La durée est alors considérablement raccourcie. Cependant, cette méthode échauffe la batterie et a tendance à la détériorer.*

## III. Différents types de chargeur au plomb

Parmi les chargeurs, il existe deux catégories :

- les chargeurs traditionnels ou classiques
- les chargeurs lents

## A. Chargeur traditionnel

Ces chargeurs existent depuis que les batteries au plomb sont utilisées, on en trouve de toutes les capacités.

### 1. Chargeur manuel traditionnel

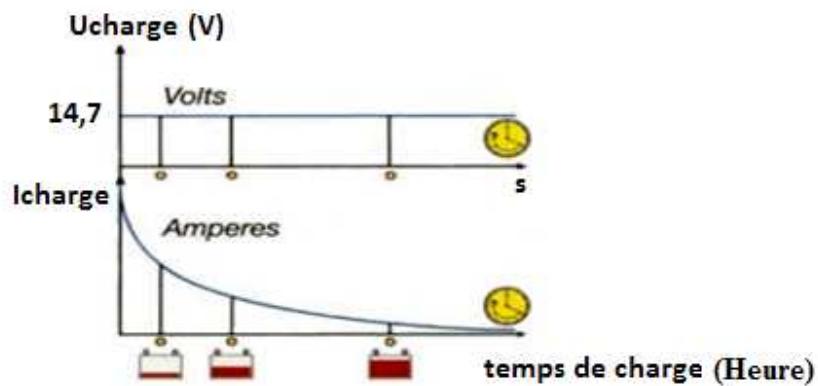
Ces chargeurs sont constitués d'un transformateur, d'un pont de diodes de redressement. Le circuit comporte parfois un interrupteur pour disposer de deux régimes de charge (lent ou rapide). Cet interrupteur agit sur le circuit primaire du transformateur en modifiant le rapport de transformation.

**FONCTIONNEMENT:** Ce type de chargeur impose un temps de charge contrôlé (limité dans le temps) et une surveillance car la tension de sortie n'est pas précise et n'est pas limitée en valeur. La tension de sortie dépend directement de la valeur de la tension délivrée par l'entrée, puisque c'est le rapport de transformation (nombre de spire primaire sur nombre de spire secondaire) qui fixe le rapport entre la tension d'entrée et la tension de sortie délivrée. Il délivre à la batterie un courant fort au départ (précisé sur l'appareil), qui baisse naturellement au fur et à mesure que la batterie se charge, on peut le contrôler sur l'ampèremètre intégré.

Ce qui veut dire que la tension peut dépasser les 20 volts en fin de charge. Ce chargeur n'est adéquat que sur une batterie démontée. Par ailleurs, une surveillance est indispensable, car il faut l'éteindre en fin de charge.

### 2. Chargeur manuel réglé

Ces chargeurs sont de même constituant que le précédent mais la différence est qu'à la sortie du redresseur, il y a une composante qui régularise le courant pendant la charge de la batterie.



**Figure 2: Fonctionnement d'un chargeur manuel régulé**

**FONCTIONNEMENT :** La tension d'un chargeur manuel « régulé » est toujours constante pendant la charge de batterie mais l'intensité diminue progressivement jusqu'à ce que la batterie soit en pleine charge.

Au début de la charge le courant est maximal mais à la fin de charge il devient nul. Il se coupe quand la batterie atteint 14,7 Volts (pour les batteries 12V) ou 7.3 V (pour les batteries 6V) et se remet automatiquement en route si la tension descend sous une certaine valeur. Certes, il limite les dégâts sur les périphériques, mais si on le laisse longtemps en action (comprendre au-delà du cycle de charge "normal" d'une dizaine d'heures), il peut, à terme, également dégrader la batterie (ébullition de l'électrolyte). C'est un chargeur traditionnel qui dispose en plus d'une protection, les conditions d'utilisation sont identiques au modèle manuel traditionnel.

## B. Chargeur lent

Depuis quelques années, on voit un nouveau type de chargeur proposé à la vente, il s'agit des chargeurs dits 'lents' qui utilisent un courant de charge faible et une régulation précise de la tension de la batterie. Ils sont conçus pour rester brancher sur de longues périodes sans surveillance.

### 1. Chargeur automatique

Ces chargeurs sont constitués d'un transformateur, d'un pont de diodes de redressement et d'un circuit de limitation de la tension de sortie. Le circuit comporte parfois un interrupteur pour disposer de 2 régimes de charge (lent ou rapide). Cet interrupteur agit sur

le circuit primaire du transformateur en modifiant le rapport de transformation. Ce type de chargeur permet de réduire la surveillance, car la tension de sortie est limitée en valeur vers 14,5V pour les modèles prévus pour les batteries sans entretien. Comme ce modèle dispose d'un circuit de limitation de tension, la valeur de la tension d'entrée n'a plus d'influence sur la tension de sortie délivrée maximale. A ces deux catégories, on peut ajouter les chargeurs démarreurs qui apportent un aide complémentaire pour le démarrage d'une voiture avec une batterie déchargée. Les caractéristiques de cette fonction de démarrage sont très mal caractérisées sur l'emballage des produits. Il s'occupe de tout. Il amène rapidement la batterie à son niveau optimal de 14,5 volts [7.2 V], puis délivre un courant d'entretien de faible ampérage afin de la maintenir à 13,5 volts [6.7V]. Il peut rester branché sans interruption, même sur de longues périodes, sans danger ni pour la batterie, ni pour l'électronique.

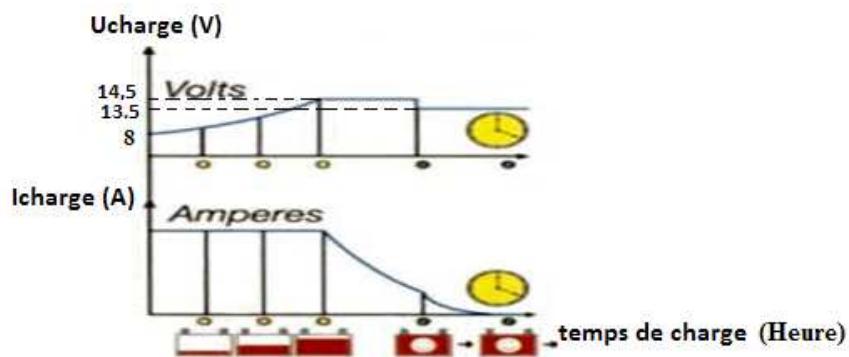


Figure 3: Fonctionnement d'un chargeur automatique

Son mode de fonctionnement est basé en 3 phases:

**Phase 1:** la charge en courant constant; la batterie est chargée au courant constante jusqu'à atteindre le voltage d'absorption sélectionné. Le voltage de charge change avec le voltage de batterie. Si la batterie est en décharge profonde, le courant de charge sera réduit de moitié jusqu'à ce que la tension de batterie soit à nouveau supérieure à sa valeur normale.

**Phase 2:** la charge à tension constante (absorption charge) ; quand la tension de batterie atteint la tension d'absorption sélectionnée, la tension de charge est constante et la batterie est remplie à 85% ; la batterie est gardée à cette tension élevée pendant que le courant de charge décroît jusqu'à atteindre la valeur à laquelle le chargeur bascule en mode de maintien.

**Phase 3:** la charge à tension constante (charge flottante) ; à cette phase, la batterie est pleine et ne demande plus qu'un courant de maintien ; la tension est sélectionnée selon le type de batterie utilisée de façon à ce qu'elle puisse être branchée en permanence.

## 2. Charge d'entretien

Il délivre un courant très faible. Aussi faudra-t-il parfois plusieurs jours pour recharger une batterie. En fait, son rôle est juste de l'amener au meilleur de sa forme. Il ressemble d'avantage à un chargeur d'accus domestique avec souvent, au lieu des deux pinces, une prise d'allume-cigarettes. Il peut lui aussi rester brancher sans problème pendant de longues périodes.



**Figure 4: Chargeur de batterie 14.7VDC/90VA**

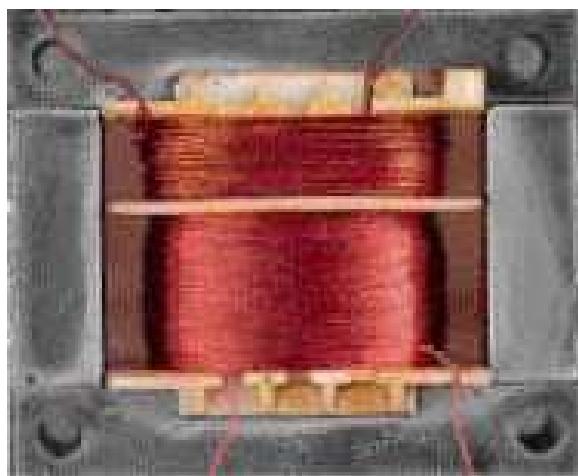
## Chapitre 2 : ÉLÉMENTS CONSTITUTIFS D'UN CHARGEUR

En général, un chargeur de batterie est composé par un transformateur abaisseur monophasé, un pont de redressement, un condensateur de filtrage et un régulateur de tension. Mais pour modifier et améliorer le fonctionnement de charge et pour protéger la batterie contre la surcharge, la surtension..., des composants assurant la régulation doivent être insérés.

### *I. Transformateur monophasé*

Un transformateur est un appareil statique qui transforme un courant alternatif en un autre courant alternatif, de tension différente et de même fréquence. Le principal composant est un noyau ferromagnétique sur lequel sont bobinés deux enroulements : le premier enroulement est un conducteur de diamètre plus petit que celui du second.

Le transformateur est un dispositif permettant une diminution ou une augmentation, selon les besoins de la tension d'entrée. De plus, il permet d'isoler électriquement la source du redresseur, ce qui permet de réduire les risques de chocs électriques dans le circuit secondaire.



**Figure 5: Transformateur abaisseur monophasé**

## A. Symbole

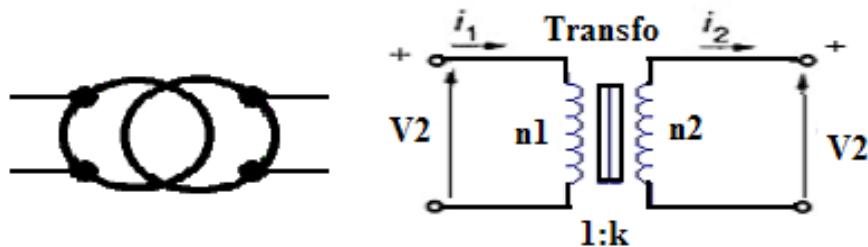


Figure 6: Symbole du transformateur

## B. Caractéristiques

Il est caractérisé par :

- la tension d'entrée sur l'enroulement primaire
- la tension de sortie sur l'enroulement secondaire
- la puissance nominale fournie par l'enroulement secondaire

## II. Pont de diode de redressement

Un circuit électronique de redressement (ou convertisseur alternatif – continu), est un convertisseur destiné à alimenter une charge de type continu, qu'il soit inductif ou capacitif à partir d'une source alternative. Le redressement par diode est encore utilisé dans les montages électroniques.

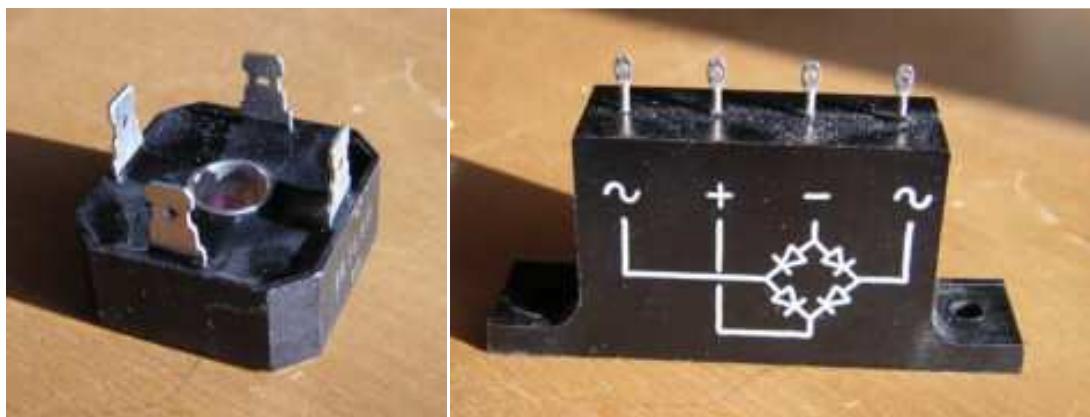


Figure 7: Pont à 4 diodes

## A. Symbole

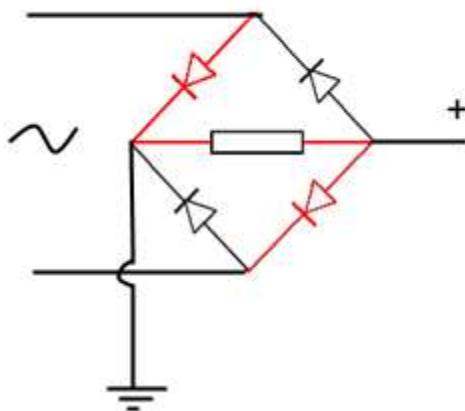


Figure 8: Symbole d'un redresseur à double alternance

## B. Caractéristique

Le pont de redressement est une association de 4 diodes. Ses diodes sont caractérisées par la tension de seuil et l'intensité maximale.

### 1. Tension de seuil

Lorsqu'une diode est traversée par un courant, on observe une chute de tension de l'ordre de 0,7V à ses bornes. Dans le redresseur à double alternance (ou pont de Graetz), la chute de tension sera donc de  $2 \times 0,7V = 1,4V$ .

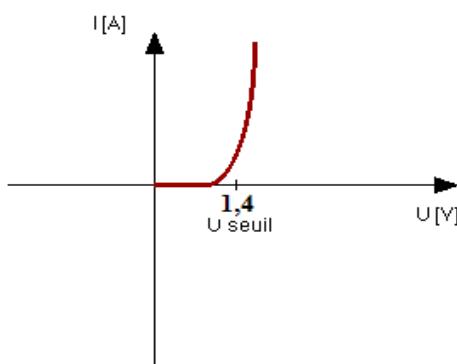


Figure 9: Courbe de la tension de seuil

Dans la zone où la diode est bloquée, c'est à dire que  $V_d < 1,4V$ , on peut considérer que le courant  $I_d$  est nul, bien qu'il ne le soit pas totalement.

Dans la zone où la diode est passante, c'est à dire que  $V_d > 1.4V$ ,  $V_d$  reste proche de la tension de seuil (1.4V), mais elle augmente légèrement avec le courant.

## 2. Courant

Le courant sera limité par le reste du circuit et ne doit pas dépasser la valeur maximale supportable par la diode, au risque de détruire celle-ci.

## III. Condensateur de filtrage

C'est un composant électrique constitué de deux conducteurs (les armatures) séparés par un isolant : le diélectrique (substance isolante susceptible d'acquérir une polarisation en présence d'un champ électrique).

Lorsqu'on applique une différence de potentiel entre ces armatures, une charge électrique s'accumule dans le condensateur, proportionnelle à la tension appliquée et à une grandeur caractéristique du condensateur appelée sa capacité. La capacité d'un condensateur dépend de la dimension des armatures, de l'épaisseur de l'isolant ainsi que d'une caractéristique de cet isolant appelée sa constante diélectrique.

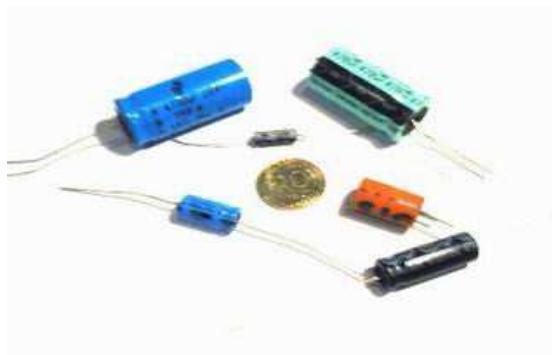


Figure 10: Condensateurs

### A. Symbole

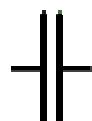


Figure 11: Symbole d'un condensateur

## B. Caractéristiques

La caractéristique essentielle d'un condensateur (comme celle d'un réservoir) est sa capacité C. Elle s'exprime en farads (F).

Un condensateur qui possède une charge Q (coulombs) lorsque la tension à ses bornes est U (tension aux bornes du système en volts) à une capacité C (farads):

$$C = \frac{Q}{U}$$

C : Capacité (farad), [F]

Q : charge positive enfermée dans le système (Coulomb), [C]

U : tension aux bornes du système capacitif, [V]

Valeur de condensateur ( $\mu$ F)	Courant de charge (A)
1000	1
1500	1,5
2200	2
3300	4
4700	8

**Tableau 1: Choix d'un condensateur en fonction du courant de charge**

**EXEMPLE:** Un condensateur de 5  $\mu$ F, soumis à une tension de 10 V a une charge

$$Q = C \times U = (5 \times 10^{-6} \text{ F}) \times 10 \text{ V} = 5 \times 10^{-5} \text{ coulombs}$$

Outre sa capacité, il est aussi caractérisé par :

### ➤ La tension de claquage

Elle mesure la différence de potentiel à partir de laquelle une étincelle se produit entre les armatures, en générale fatale au condensateur. Cette tension, qui dépend de la distance entre les armatures et de la nature du diélectrique, définit le type d'application du condensateur.

### **REMARQUE:**

*Si on dépasse la tension maximale d'un condensateur polarisé chimique, celui-ci peut s'explorer.*

➤ **La résistance de fuite (ou courant de fuite)**

Elle traduit le fait au diélectrique qui n'est pas toujours un isolant parfait. Lorsque le condensateur est chargé, un léger courant peut circuler à travers le diélectrique.

## *IV. Régulateur de tension*

Pour éliminer les ondulations de la tension fournie par un redressement double-alternance filtré et pour stabiliser la tension à une valeur donnée, on insère dans le circuit un circuit de régulateur.

Un régulateur sert à réguler ou stabiliser un potentiel sur sa broche de sortie, il peut être fixe ou réglable.

Il y a 3 sortes de régulateur de tension :

### **A. À diode Zener**

#### **1. Schéma**

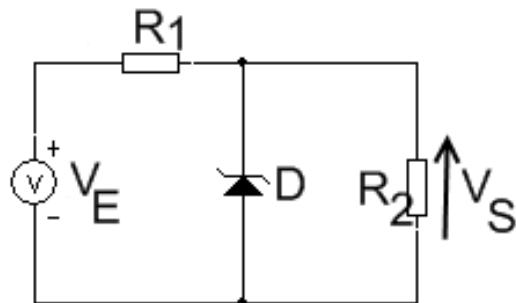


Figure 12: Régulateur à diode Zener

#### **2. Caractéristique**

La résistance  $R_1$  permet de limiter le courant maximum qui circule dans la diode Zener.

$$R_1 = \frac{V_s - V_z}{I_z - I_{R_2}}$$

Le calcul de cette résistance doit tenir compte plusieurs paramètres, à savoir : la tension d'entrée, le courant minimal traversant la diode pour qu'elle fonctionne dans une bonne condition de régulation, et le courant maximal qu'elle pourra supporter si aucun appareil n'est branché. Cette procédure est simple, économique, et bien convenable pour les appareils qui consomment peu et pour lesquels la stabilité de la tension d'alimentation n'est pas critique. En revanche, elle n'est pas commode pour les montages nécessitant une tension fixe.

## B. À transistor

### 1. Schéma

Le montage précédent à diode Zener peut être amélioré grâce à l'ajout d'un transistor (transistor ballast). En fait, dans ce type de montage, la diode Zener est secondée par un composant additionnel qui se charge de fournir la puissance. La diode Zener est moins sollicitée et travaille dans une plage de fonctionnement où elle se révèle être plus stable.

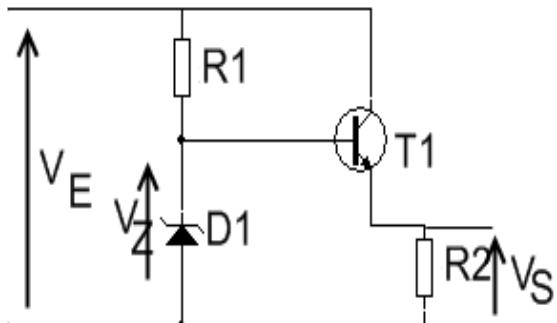


Figure 13: Régulateur à transistor

Ce type de montage donne une plage de régulation plus grande et meilleure qualité.

### 2. Caractéristique

Le transistor est monté en mode suiveur. Cela signifie que la tension appliquée sur sa base va se répliquer sur son émetteur (dans l'exemple présent il s'agit d'un transistor NPN) avec une perte de tension de l'ordre de 0,6V, qui correspond à la tension de la jonction Base-Emetteur quand le transistor conduit. La tension obtenue en sortie est donc égale à la tension

développée aux bornes de la diode Zener, à laquelle il convient de retrancher la tension de la jonction Base-Émetteur (12V - 0,6V soit 11,4V dans l'exemple présent).

## C. À circuit intégré ou CI

Le régulateur maintient constante la tension de sortie en réagissant de façon à compenser ses variations. Il existe deux types de régulateur à CI :

**1. Régulateur à CI fixe :** la tension de sortie est fixée par des composants

(série 78xx, 28xx, 29xx, 79xx, avec les xx qui remplace la valeur voulue).

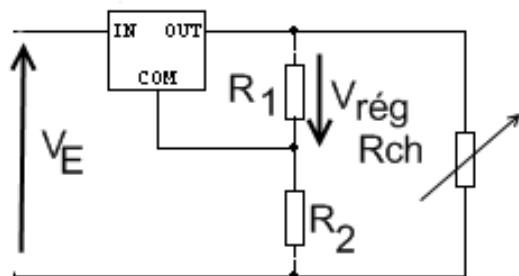


Figure 14: Régulateur de tension fixe

**2. Régulateur ajustable :** la tension de sortie est fixée par l'utilisateur dans la plage que le constructeur indique. (LM 317, LM117, etc.)

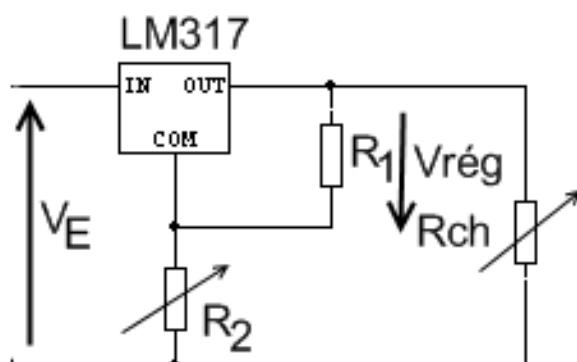


Figure 15: Régulateur variable ou ajustable

Leur caractéristique est pareille :

- **Tension de sortie:** peut calculer à l'aide de la formule suivante :

$$V_{\text{out}} = 1,25 \text{ V} \cdot \left( 1 + \frac{R_2}{R_1} \right)$$

- **Courant maximal de sortie:** donné par le constructeur (Par exemple : le courant maximal de sortie délivré par le CI LM317 est de 1.5 A).
- **Dropout voltage (V<sub>D</sub>)** : c'est la différence de potentiel minimale à respecter entre l'entrée et la sortie du régulateur pour que celui-ci fonctionne.
- **Line régulation** : c'est la régulation de ligne. Elle indique en pourcentage de volts (%V), les variations de V<sub>OUT</sub> pour une certaine variation de V<sub>E</sub> en régime établi.
- **Load régulation** : c'est la régulation de charge. Elle indique en pourcentage les variations de V<sub>OUT</sub> en fonction des variations du courant de charge I<sub>u</sub> en régime établi.
- **Maximum power dissipation (P<sub>d</sub>)** : c'est la puissance maximale dissipée par le régulateur.

$$P_d = V_D \times I_u$$

**REMARQUE:**

- La valeur de R<sub>1</sub> étant celle recommandée.
- R<sub>2</sub> peut aussi être une résistance fixe; on réalise alors une alimentation fixe de précision.

Tension de sortie V <sub>OUT</sub> désirée V <sub>OUT</sub> = 1,25V * (1 + (R <sub>2</sub> /R <sub>1</sub> ))	Valeur à donner à R <sub>1</sub> (résistance 1% à 5%)	Valeur à donner à R <sub>2</sub> (résistance 1% à 5%)
12V	220	1892 (1800+91)
13,5	220	2156 (1800+360)
13,75V	220	2200
14V	220	2244 (2200+47)
15V	220	2420 (2200+220)

Tableau 2: Choix de R<sub>1</sub> et R<sub>2</sub> en fonction de V<sub>OUT</sub>

## Chapitre 3 : Fonctionnement d'un chargeur sans régulation

Un chargeur sans régulation est composé d'un transformateur, d'un pont de redressement et de condensateur de filtrage.

La figure ci-dessous décrit sa structure correspondant :

### I. Structure d'un chargeur sans régulation

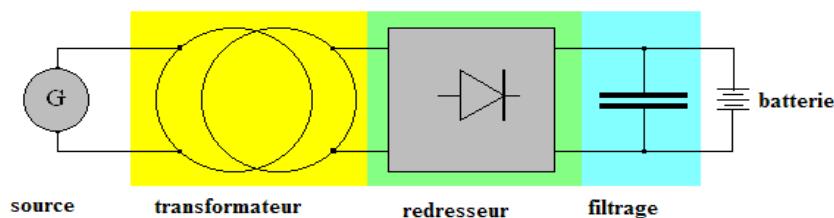


Figure 16: Structure d'un chargeur sans régulation

C'est la structure la plus sommaire, on retrouve d'une part, la fonction abaissement et isolation de la tension du réseau et d'autre part, la conversion alternative-continue (redressement) alimentant la batterie directement.

### II. Fonctionnement

#### A. Transformateur

Le transformateur réduit la tension de réseau en une autre tension à la sortie de l'enroulement secondaire et le courant de sortie est toujours en courant alternatif.

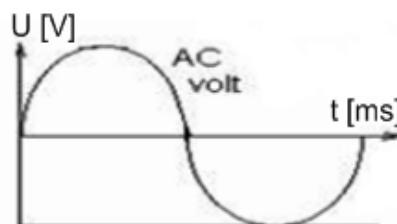


Figure 17: Courbe de fonctionnement d'un transformateur

Il est formé par les enroulements primaires et secondaires. Les enroulements primaires engendrent une f.é.m. qu'elle donne naissance à son tour un flux magnétique parcourant tout le circuit magnétique et entraînant par la suite l'apparition d'un courant au secondaire.

La valeur de la f.é.m. est donnée par la loi de l'induction magnétique:

$$e = -d\phi/dt$$

La puissance active primaire c'est-à-dire la puissance moyenne absorbée par le transformateur à partir du réseau est :

$$P_1 = U_1 \cdot I_1 \cdot \cos\varphi_1$$

La puissance débitée du consommateur au secondaire est :

$$P_2 = U_2 \cdot I_2 \cdot \cos\varphi_2$$

Le rapport de transformation en charge du transformateur est par définition :

$$m = \frac{U_2}{U_1}$$

**REMARQUE :**

*Un transformateur ne fonctionne pas au courant continu (pas de variation du champ magnétique), de même qu'un alternateur ne fournit aucune tension si on ne le fait pas tourner.*

*Si le primaire est soumis à une tension alternative, le secondaire sera soumis à une tension alternative aussi de même fréquence.*

## B. Redressement double alternance

Maintenant, on réalise le dispositif en pont avec 4 diodes montées comme sur la figure, alimenté avec la même source de tension.

## 1. Schéma du principe

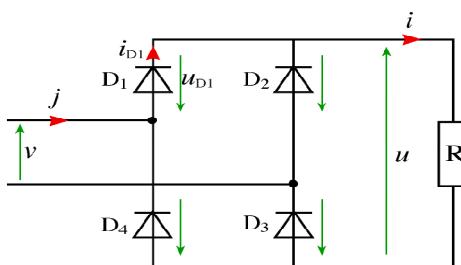


Figure 18: Circuit d'un pont à 4 diodes

## 2. Fonctionnement

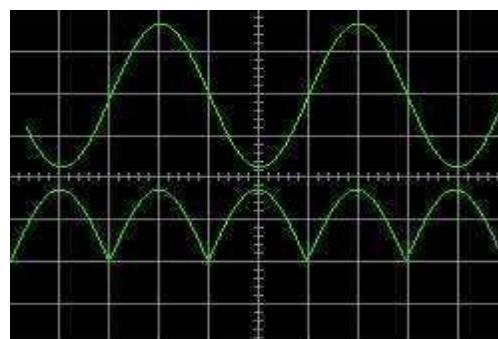


Figure 19: Oscillogramme d'un redresseur à 4 diodes

Selon le signe de cette tension, on constatera que ce sera soit le couple D<sub>1</sub> D<sub>3</sub>, soit le couple D<sub>2</sub> D<sub>4</sub>, qui sera conducteur tandis que simultanément l'autre couple restera bloqué.

- D<sub>1</sub> et D<sub>3</sub> sont passantes ; d'où U<sub>D1</sub> = 0 et U<sub>D3</sub> = 0 (interrupteur fermé).
- D<sub>2</sub> et D<sub>4</sub> sont passantes, d'où U<sub>D2</sub> = 0 et U<sub>D4</sub> = 0 (interrupteur ouvert).

On démontre les relations suivantes:

$$U_{\max} = U \cdot \sqrt{2} \quad U_d = 2 \cdot U_{\max} / \pi$$

$$U_d = 2 \cdot U \cdot \sqrt{2} / \pi \quad U = U_d \cdot \pi / 2\sqrt{2}$$

$$U = 1,11 U_d \text{ et } I = 1,11 I_d$$

### REMARQUE:

À la sortie du redresseur, la tension n'est pas totalement continue, elle est seulement redressée.

## C. Filtrage

Une tension redressée a toujours le même signe mais elle n'est pas continue puisqu'elle varie de 0 à  $U_m$ .

Pour obtenir une tension continue, il reste une étape: le filtrage. Il consiste à empêcher les variations brutales de tension.

Un condensateur est placé en dérivation à la sortie du pont de redressement.

### 1. Schéma du principe

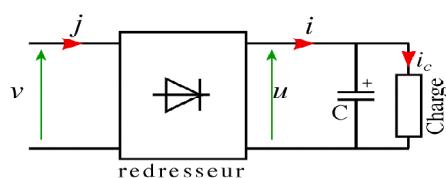


Figure 20: Circuit d'un condensateur

### 2. Fonctionnement

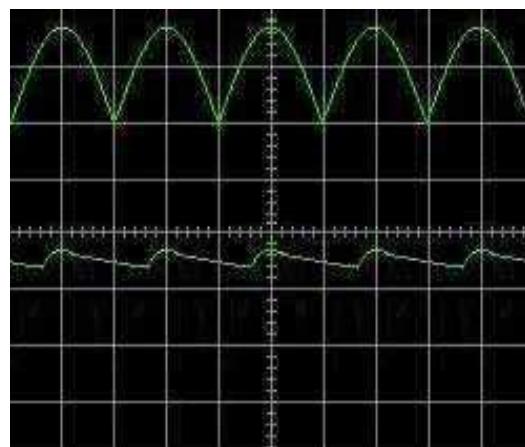


Figure 21: Forme de tension après filtrage

L'oscillogramme ci-contre représente une tension redressée double alternance (partie supérieure) et un lissage (imparfait) opéré par un condensateur sur cette tension (partie inférieure):

- Lorsque la tension augmente, le condensateur se charge.

- Lorsque la tension tend à diminuer, le condensateur se décharge ce qui réduit fortement la chute de tension.
- Si le condensateur a une capacité suffisante, les variations de la tension peuvent être négligeables, la tension est quasiment continue.

### III. Forme des tensions de sortie de chaque composant

La figure suivante montre les formes des tensions de sortie de chaque élément d'un chargeur. On voit que le courant de sortie du transformateur est toujours alternatif et à la sortie du redresseur ce courant devient continu mais pas en DC ; c'est pour cette raison que le condensateur entre en jeu pour lisser et filtrer le courant de sortie du redresseur.

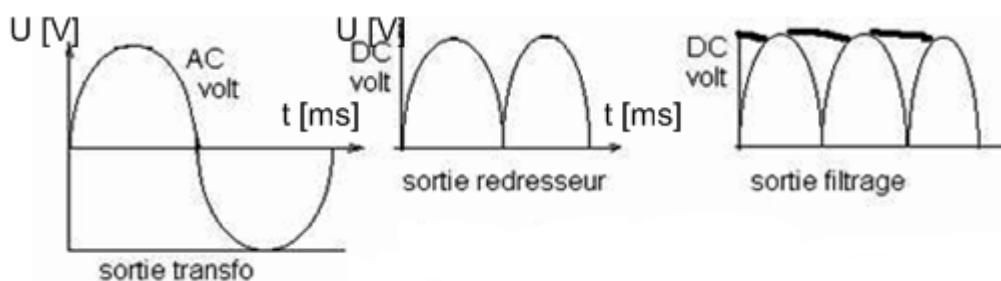


Figure 22: Forme des tensions de sortie

### IV. Inconvénient du chargeur sans régulation

- La tension et le courant de sortie du chargeur sans régulation c'est-à-dire les chargeurs manuels, ne sont pas stabilisés ou régulés.
- Le chargeur sans régulation n'est pas protégé contre la surintensité ou surtension ou court-circuit et ça risque de détruire la batterie
- Dans ces raisons que les régulateurs entrent en jeu pour réguler et contrôler le fonctionnement de charge et protège la batterie.

---

***Partie 2 :***

***Méthode de conception***

***d'un chargeur à***

***régulation de courant***

---

## **Chapitre I : PRINCIPE RÉGULATION DE COURANT**

C'est le comportement d'un système qui se corrige automatiquement suivant le signal recueilli à l'entrée.

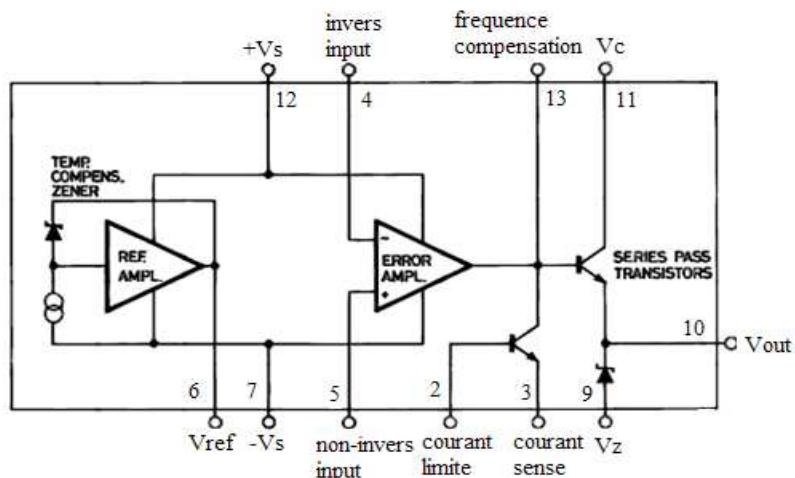
## I. Régulateur CI LM723

La régulation de courant est confiée au circuit intégré de type LM723 qui a 14 broches.



**Figure 23: CI LM723**

## A. Schéma de diagramme



**Figure 24: Symbole du CI LM723**

## Broche 2: CL (courant limite)

### Broche 3: CS (courant sensé)

#### Broche 4: -Vin (entrée inverseur)

Broche 5: +Vin (entrée non-inverseur)

Broche 6: Vref (tension de référence)

Broche 7: - Vs

Broche 9: Vz

Broche 10: Vout (tension de sortie)

Broche 11: Vc

Broche 12: + Vs

Broche 13: COMP (fréquence de compensation)

Les broches 1, 8 et 14 sont des broches non classés.

D'après la figure précédente, le circuit comporte en interne un comparateur, une tension de référence et une paire de transistors de sortie qui permettra la commande du circuit de puissance par transistor (amplificateur courant).

Les deux broches qui nous intéressent pour réguler le courant de sortie sont les broches  $I_{SENSE}$  et  $I_{LIMIT}$  (broche 2 et broche 3). C'est à ces bornes qu'on doit être connectée les résistances qui permettent la mesure du courant de sortie, et la limitation de ce dernier intervient lorsqu'il y a une différence de potentiel de 0.6 à 0.65 volt nait entre les deux pôles de la résistance.

## B. Caractéristiques

➤ La tension de sortie est calculée à l'aide de la formule suivante :

$$V_{OUT} = V_{REF} \frac{R_1 + R_2}{R_2}$$

Cette tension de sortie varie entre 2 à 37 volts

➤ La tension de référence est de 7.15V

➤ **Le courant limite :**

$$I_{lim} = \frac{V_{sense}}{R_{sc}}$$

**REMARQUE :**

$V_{sense}=0.65V$ , alors la limitation de courant est réglée à l'aide de la résistance  $R_{sc}$  et celle-ci peut être une résistance variable.

- **Le courant sense** (courant supporté) est de 150mA mais s'il est associé par le circuit de puissance commandé par transistor ballast, celle-ci peut augmenter jusqu'à 20A. Ceci dépend de la caractéristique du transistor.
- **L'ajustage de tension de sortie** obtenue avec l'amplificateur opérationnel contenu dans le LM723.

## C. Fonctionnement

Le régulateur LM723 est confié pour réguler le courant de sortie à l'aide de deux broches 2 et 3 qui commandent un ou plusieurs résistances variables ou shunts. Un condensateur C est branché entre l'entrée inverseurs (broche 4) et la boche 13 prévue pour la compensation en fréquence.

La limitation de courant est effectuée par le prélèvement de la tension à la borne de la résistance shunt dont la valeur sera à ajuster par un ou plusieurs potentiomètres, de façon à obtenir le courant désiré à la sortie du chargeur.

## II. Circuit de puissance

Le régulateur de courant est toujours associé par un amplificateur de courant (circuit de puissance) pour que le courant soit bien stabilisé et pour que le circuit soit protégé en sur intensité.

Ce circuit de puissance est une association des transistors bipolaire monté en base commune et l'un de ses transistors est monté en Darlington pour commander les autres qui sont montés en base commune.



Figure 25: Transistors

## A. Symbole

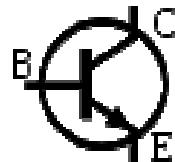


Figure 26: Symbole d'un transistor de type NPN

Les 3 pattes sont : la base, l'émetteur, le collecteur.

## B. Principe

- si  $V_{BE} < 0,7V$ , le transistor est bloqué.
- si  $V_{BE} = 0,7V$ , deux cas se présentent :
  - $V_{CE} < 0,7V$ , alors on a une faible résistance entre C et E
  - $V_{CE} > 0,7V$ , alors  $I_c = b \cdot I_b$  ( $b = \text{gain}$ ).

## C. Caractéristiques

### 1. Montage base commune

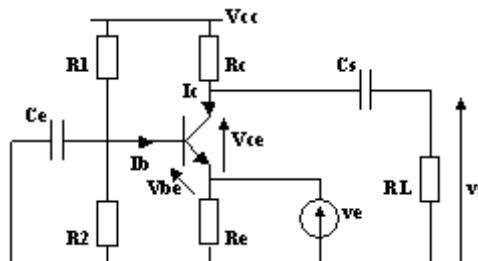


Figure 27: Montage base commune

Le courant entre par la base et le collecteur et sort par l'émetteur.

#### a) Caractéristique d'entrée

Le courant d'entrée  $I_E$  est fonction de la tension d'entrée  $V_{EB}$  pour diverses tensions de sortie  $V_{CB}$ . C'est la caractéristique courant-tension de la jonction EB polarisée en direct. Elle est pratiquement indépendante de la tension de sortie  $V_{CB}$ .

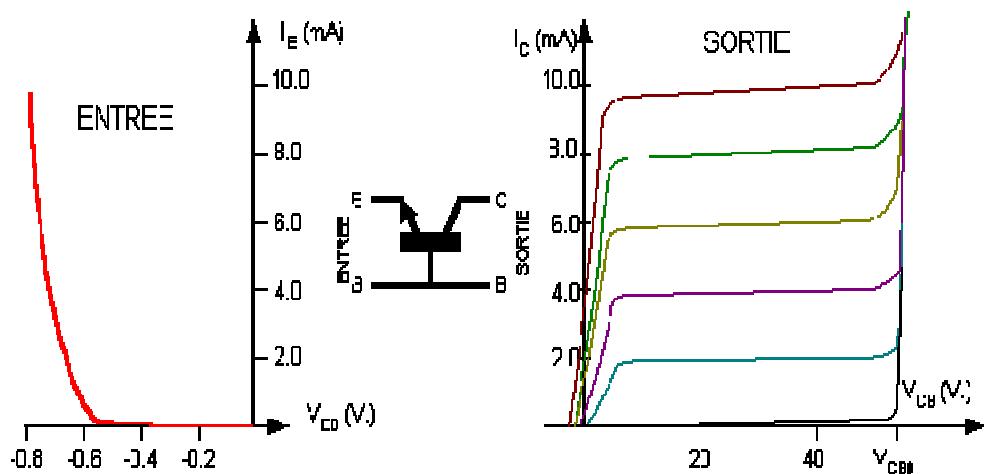


Figure 28: Caractéristique statique

#### b) Caractéristique de sortie

Le courant de sortie  $I_C$  est fonction de la tension de sortie  $V_{CB}$  pour différents courants d'entrée  $I_E$ :

- $I_C$  est pratiquement constant égal à  $I_E$  pour  $V_{CB}$  compris entre 0 et la tension de claquage de la jonction collecteur base.
- Lorsque la tension de sortie s'approche de la tension de claquage,  $I_C$  croît brutalement et devient plus grand qu' $I_E$ .
- Quand  $I_E = 0$ ,  $I_C =$  courant de fuite de la jonction CB :  $I_{CB}$ .

## 2. Montage Darlington

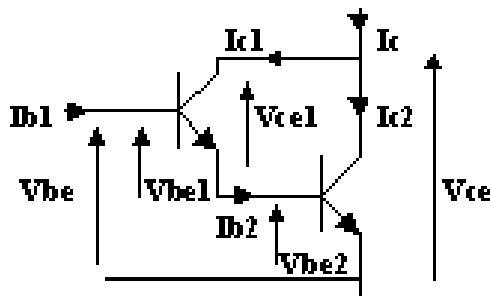


Figure 29: Montage Darlington

Le transistor équivalent est de même nature que les deux transistors.

Mais, il a une tension  $V_{BE}$  équivalente de 2  $V_{BE}$ .

En régime linéaire ( $V_{CE} > 2$  Volts):

$$I_C = I_{C1} + I_{C2} = \beta_1 \cdot I_{B1} + \beta_2 \cdot I_{B2} = \beta_1 \cdot I_{B1} + \beta_2 \cdot (\beta_1 + 1) \cdot I_{B1}$$

$$I_C = \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot I_{B1}$$

La résistance  $R$  évite le courant de fuite de  $Q_1$  qui est amplifié par  $Q_2$ , lorsque l'ensemble est bloqué, et permet l'amélioration de la commutation (passage de la conduction au blocage) par évacuation des charges stockées dans la base de  $Q_2$ .

## Chapitre 2 : DIMENSIONNEMENT DU TRANSFORMATEUR

### I. Introduction

Le dimensionnement du transformateur est défini de manière à obtenir un fonctionnement fiable en fonction des critères qu'ils sont confiés, soit :

- respect le rapport de transformation, et tenue de celui en charge, tenue de l'isolation normative ou fonctionnelle des critères d'échauffement.
- la résistance électrique doit assurer la construction du claquage en cas de surtension.
- la tension de court-circuit  $U_{CC}$  doit correspondre à la norme existante.

Il consiste aussi à déterminer les dimensionnements de tous les éléments dans la machine tout en respectant les normes requises pour un meilleur résultat de l'appareil

Dans notre cas ici, on veut fabriquer un transformateur parfait et pour simplifier le calcul ; donc, on veut :

- négliger la chute de tension et le rapport  $m$  de transformateur en charge et le même cas à vide :  $m=m_V$

C'est-à-dire :

$$U_1 \cdot N_2 = U_2 \cdot N_1$$

- négliger toute les pertes...

### II. Processus de dimensionnement

Le processus de dimensionnement comprend quatre étapes :

- Le dimensionnement magnétique;
- Le dimensionnement électrique et des isolants;
- L'optimisation du bobinage;
- L'optimisation thermique et mécanique

## A. Dimensionnement magnétique

### 1. Circuit magnétique



**Figure 30: Circuit magnétique**

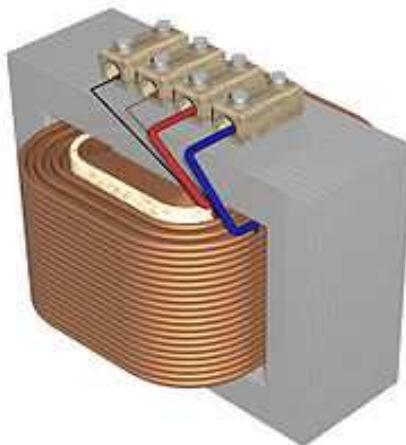
La section optimale du noyau pour le transformateur cuirassé 50Hz est donné par la formule :

$$S = 1,32\sqrt{P}$$

Avec P : puissance nominale de l'enroulement secondaire du transformateur en VA.

S : section du noyau en cm.

### 2. Enroulement



**Figure 31: Enroulement du transformateur**

Comme on sait que la f.e.m. induite par noyau et par spire est  $E_1 = 4,44 \cdot B \cdot f \cdot S$ , et on supposant que  $N_1$  soit le nombre de spire au primaire, on a :

$$U_1 = N_1 \cdot I_1$$

➤ **Nombre de spire en primaire :**

$$N_1 = \frac{U_1}{4,44 \cdot B \cdot f \cdot S}$$

➤ **Le nombre de spires au secondaire :**

$$N_2 = N_1 \frac{U_2}{U_1}$$

**REMARQUE:** Il est bon d'augmenter de 5 à 10 pourcent les nombres de spire trouvés pour :

- tenir compte de la chute de tension interne ;
- limiter les pertes;
- éviter la saturation;
- obtenir la valeur d'inductance primaire et les tensions secondaires désirées.

### 3. Section du cuivre

#### a) Section du fil

$$S_f = \frac{I}{d} = 0,78 \cdot d^2$$

La valeur de  $d$  (densité de courant admise) est fonction de la puissance du transformateur et elle est représentée sur le tableau ci-dessous :

Puissance en VA	Densité de courant en A/mm <sup>2</sup>
0 à 50	4
50 à 100	3,5
100 à 200	3
200 à 500	2,5
500 à 1000	2
Plus de 1000	1,5

Tableau 3: Densité du courant en fonction de la puissance du transformateur

*b) Diamètre du fil*

$$D = 2 \sqrt{\frac{S_f}{\pi}}$$

## B. Dimensionnement électrique et des isolants

Il s'agit essentiellement du courant alternatif.

Pour les fréquences industrielles, on prendra des fils pleins et une densité de courant de 2 à 5A/mm<sup>2</sup>.

Entre les enroulements et les masses électriques et mécaniques, les épaisseurs d'isolants et les lignes de fuite doivent être déterminées, pour respecter les règles définies dans la norme IEC 950 et éviter les risques de perforation ou de contournement.

Pour les conducteur ronds, on a adoptera les isolations données par le tableau suivante :

Diamètre du fil nu [mm]	Isolation	Augmentation d'épaisseur du conducteur du au revêtement d'isolation [mm]
0.3 à 0.45	Email et coton	0.15
0.5 à 1.4	2 à 3 couches de ruban de papier	0.2 à 0.3
1.5 à 2	2 à 3 couches de ruban de Papier	0.3 à 0.4

Tableau 4: Type d'isolant en fonction du diamètre du fil

## C. Optimisation de bobinage

Après le choix des conducteurs et des isolants, les bobinages sont mis en place.

En basse fréquence, il faut vérifier que les tensions désirées sont obtenues.

En haute fréquence, il faut calculer les éléments parasites, qui sont souvent très importants dans le fonctionnement des convertisseurs.

## D. Optimisation mécanique et thermique

Pour une implantation commode, une mécanique doit être trouvée pour chaque bobinage pour tenir les contraintes d'environnement et pour évacuer les pertes totales (magnétique, électrique, diélectrique).

L'étude du transformateur se conclura par une étude thermique pour déterminer les températures des points chauds.

## III. Application numérique

Dans notre cas, on réalise un transformateur monophasé de 230V/20V avec une puissance nominale de 200VA.

D'après les formules ci-dessus, on a les caractéristiques de notre transformateur sur le tableau ci-dessous :

Section du noyau :  $190 \text{ mm}^2$

Densité du courant :  $3 \text{ A/mm}^2$

	T (V)	P (VA)	I (A)	N (spires)	S <sub>f</sub> (mm <sup>2</sup> )	D (mm)	N <sub>sc</sub> (spire/couches)	N <sub>c</sub> (couches)
Primaire	230		0,42	600	0,14	0,42	190	4
Secondaire	20	200	10	52	3.34	2.06	32	2

Tableau 5: Caractéristique du transformateur choisi

- Nombre de spire par couche : N<sub>sc</sub>

$$N_{sc} = \frac{h}{D}$$

- Nombre de couche : N<sub>c</sub>

$$N_c = \frac{N}{N_{sc}}$$

## Chapitre 3 : SCHÉMA GÉNÉRAL DU MONTAGE

### I. Schéma du principe

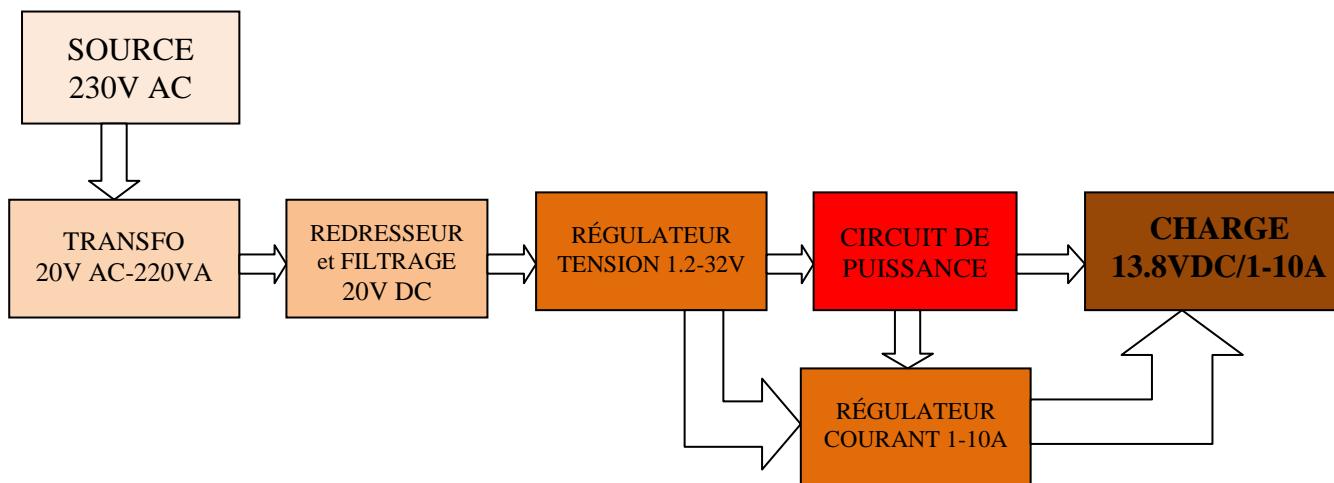
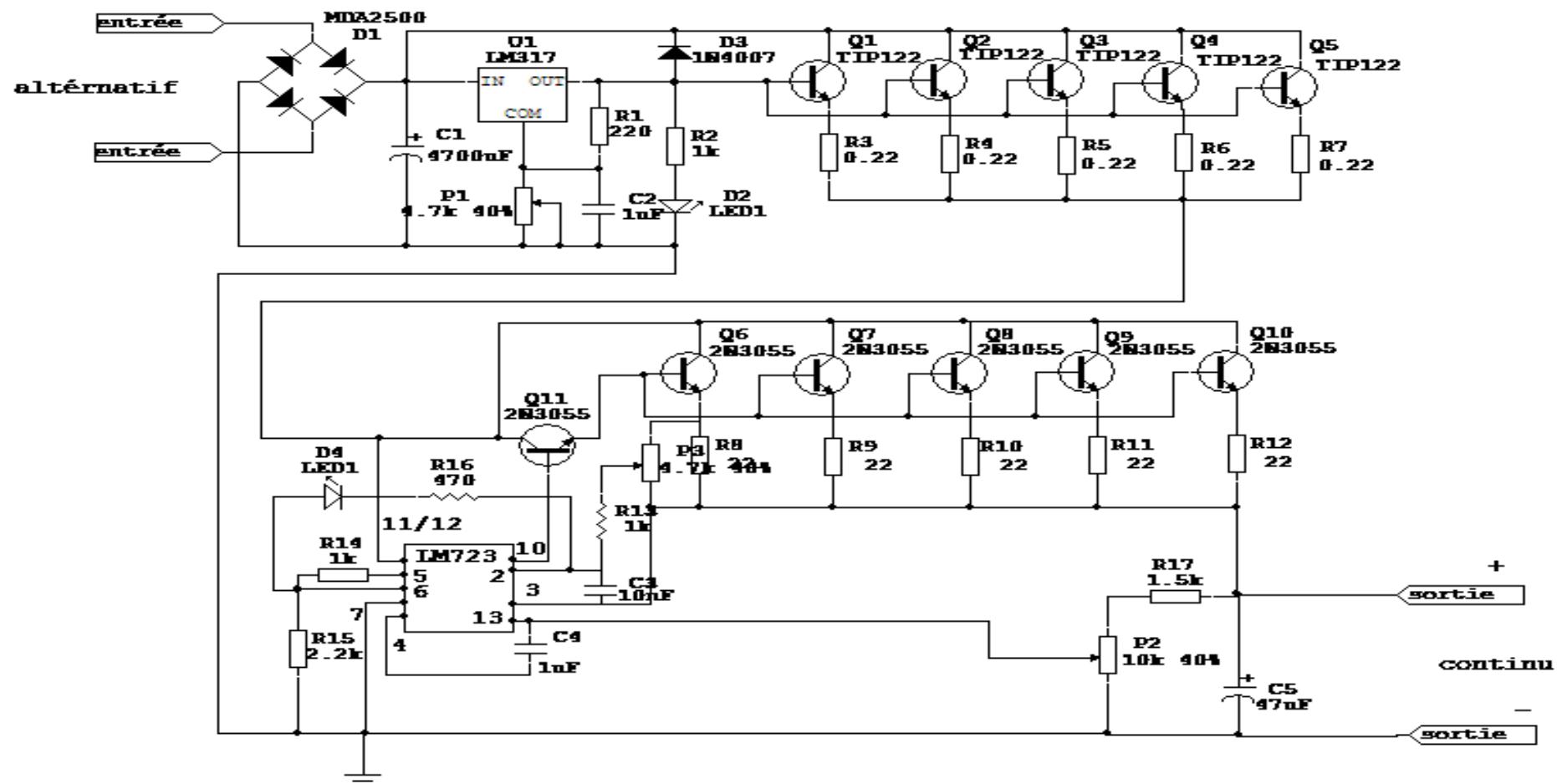


Figure 32: Principe de charge

## II. Circuit électrique



**Figure 33: Circuit électrique**

### *III. Analyse et fonctionnement*

#### **Fonction 1: Alimentation – Transformation**

Arrivée de la tension secteur 220V alternatif

- Mise sous tension du transformateur par l'interrupteur.
- Protection par fusible au primaire du transformateur
- Conversion 230V en 20V alternatif par transformateur

#### **Fonction 2: Le redressement et le filtrage**

La tension alternative est transformée en tension redressée, polarisée par l'intermédiaire d'un pont de diode intégré (pont de Graetz).

Le filtrage de la tension redressée s'effectue par le condensateur  $C_1$ .

#### **Fonction 3: Stabilisation tension**

Un régulateur intégré monté sur dissipateur assure la fonction de stabilisation de tension quel que soit le courant inférieur à 10 ampères. Il est amplifié par le circuit de puissance. Le régulateur est associé à un potentiomètre permet une variation de tension comprise entre 1,25 Volts et 30 Volts.

#### **Fonction 4: Régulation du courant**

Un régulateur intégré monté sur dissipateur assure la fonction de stabilisation de courant quel que soit le courant inférieur à 10 ampères. Il est amplifié par le circuit de puissance. Le régulateur associé à une ou plusieurs potentiomètres permet une variation de courant comprise entre 1A à 10A.

#### **Fonction 5 : Ajustage et stabilisation de tension de sortie**

Avant la sortie du chargeur, il y une résistance ajustable et un condensateur qui lisse et filtre la tension de sortie du chargeur.

---

***Partie 3 :***

***Réalisation***

---

## Chapitre I : RÉALISATION DU CIRCUIT IMPRIMÉ

### I. Le circuit imprimé

Le circuit imprimé (aussi appelé « PCB » pour *Printed Circuit Board*) est une plaque fabriquée à partir de matériaux composites (anciennement bakélite, puis résine époxy) et doublée d'une fine couche de cuivre. Cette plaque, de longueurs et largeurs très variables, a une épaisseur de l'ordre du millimètre (standard= 16/10 mm).

La couche de cuivre, par transfert photographique du circuit électrique avec une insoleuse et dissolution de l'excédent de cuivre, permet la fabrication des circuits électriques à la demande. Après perçage des trous de passage, il permet d'implanter par brasure (soudure à l'étain) les composants électroniques (diodes, résistances, condensateurs, transistors, circuits intégrés, etc.). Ils seront alors reliés par des bandes conductrices ainsi créée. Cette plaque forme alors un sous-système électronique. Ce type de circuit imprimé est dit monocouche.

La dissolution du cuivre peut être réalisée par perchlorure de fer liquide, ou un mélange de chlorure de cuivre, d'acide chlorhydrique et d'eau oxygénée (ce qui a l'avantage de recycler le cuivre dissout, alors sous forme de chlorure de cuivre, en tant que dissolvant pour une gravure suivante).

Actuellement, le circuit imprimé comporte plusieurs couches, et les soudures des composants électroniques nécessitent des moyens appropriés.

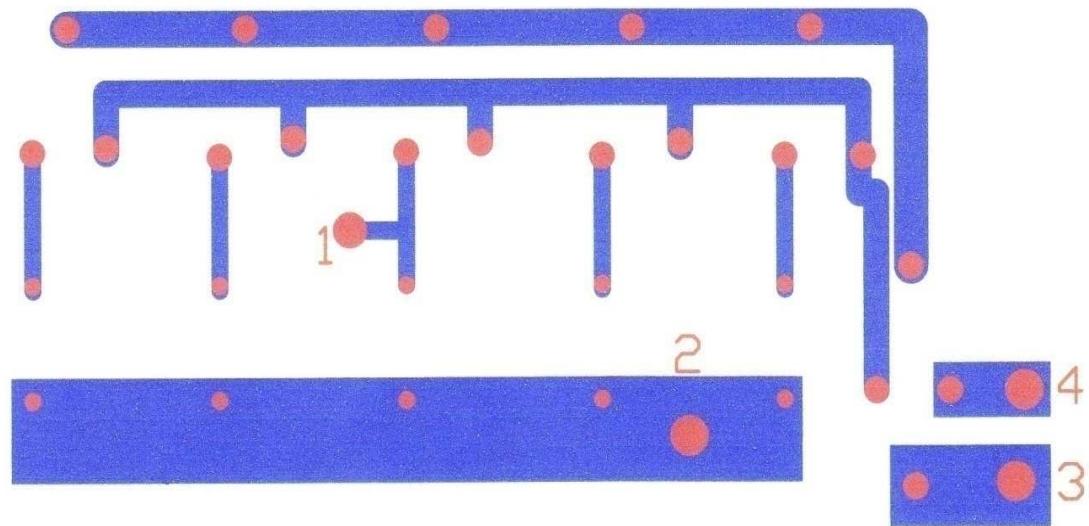


Figure 34: Circuit imprimé des transistors

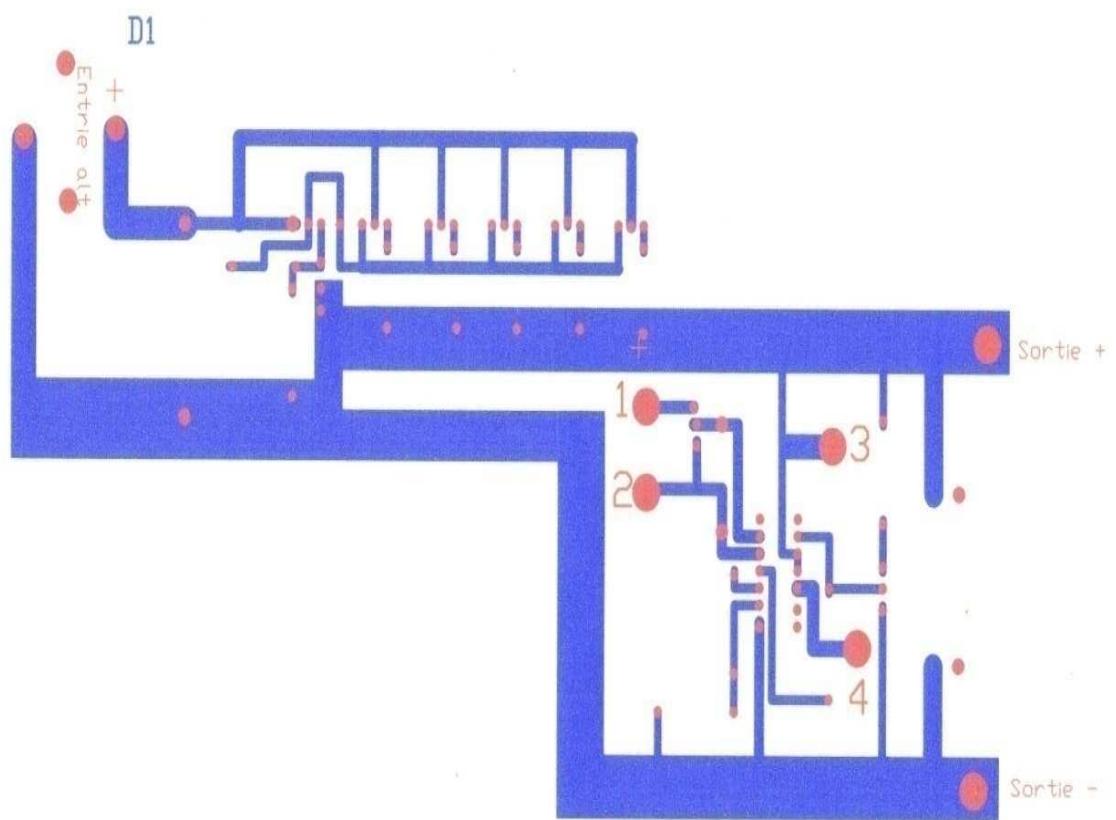


Figure 35: Circuit imprimé du chargeur



**Figure 36: Circuit d'implantation**

Le schéma du circuit imprimé est donné sur les figures 35 et 36 et on utilisera le schéma d'implantation représenté sur la figure 36 afin de câbler les maquettes. Avant de commencer le câblage, il convient de procéder à l'étamage des larges pistes véhiculant un important courant. Cet étamage sera effectué en utilisant un fer à souder de grande puissance et en déposant une couche assez épaisse d'étai.

On plantera d'abord les straps qui sont des morceaux de fil de câblages. On continuera par la mise en place des résistances, des condensateurs et des régulateurs de tension.

Les circuits intégrés seront positionnés sur des supports. On achèvera le câblage par la mise en place des 6 transistors de puissance, qui devront être fixés sur un dissipateur de grande taille et de plus faible résistance thermique possible.

Les résistances  $R_8$  à  $R_{12}$  devront être soudées sur un support conducteur en laissant un espace minimum de 5mm afin d'obtenir une ventilation efficace de ce dernier.

La sortie du chargeur se fera à l'aide de 2 fils ( $3 \text{ mm}^2$ ) soudés sur le circuit aux endroits indiqués sur le dessin d'implantation.

Après une minutieuse vérification des soudures, nous pourrons passer aux réglages et essais



Figure 37: Boitier

## II. Liste des composants

### Résistances :

- $R_1$  :  $220\Omega$
- $R_2, R_{14}, R_{16}$  et  $R_{18}$  :  $1k\Omega/3W$
- $R_3, R_4, R_5, R_6$  et  $R_7$  :  $0.22\Omega/5W$
- $R_8, R_9, R_{10}, R_{11}$  et  $R_{12}$  :  $22\Omega/5W$
- $R_{13}$  :  $10\Omega/10W$
- $R_{15}$  :  $2k2/3W$
- $R_{17}$  :  $1k5$
- $P_1, P_2$  et  $P_3$  : résistance ajustable  $4k7$

### Condensateurs

- $C_1$  :  $4700\mu F/35V$
- $C_2$  :  $1\mu F/50V$
- $C_3$  :  $10nF$
- $C_4$  :  $2.2\mu F/50V$
- $C_5$  :  $47\mu F/25V$

## Diodes

- D<sub>1</sub> : pont à 4 diodes 250V/15A
- D<sub>2</sub>: diode led jaune
- D<sub>3</sub> : 1N4007
- D<sub>4</sub> : diode led vert

## Transistors

- 6 x 2N3055 type NPN
- 5 x TIP122 type NPN

## Régulateur

- CI LM317 : régulateur tension
- CI LM723 : régulateur courant

## Hors carte

- Fusibles : 250V / 0.5A et 250V /1A
- 2 Portes fusibles
- 1 interrupteur 250V/5A
- 1 interrupteur 250V/1A
- Transformateur 230V/20V AC-200VA
- Ventilateur 250V/50Hz
- 3 refroidisseurs
- Voltmètre calibre 30
- Ampèremètre calibre 50

## Chapitre 2 : RÉGLAGES ET ESSAIS

### I. Réglages

On ne positionnera pas immédiatement les CI sur le support. Il conviendra de connecter les câbles d'alimentation + et – provenant des diodes de redressement.

On mettra le montage sous tension et on réglera la tension de sortie d'IC<sub>1</sub> à 17V. Le conducteur hors tension, on placera IC<sub>2</sub> sur leur support respectif et l'on alimentera à nouveau le montage. Par action sur la résistance ajustable P<sub>2</sub>, on ajustera la tension de sortie à 14.4V.

On pourrait envisager la transformation de ce chargeur et son utilisation pour la recharge d'une batterie plus puissante (jusqu'à 200Ah). Le courant de charge devra alors atteindre 20A. Il est évident que le nombre de transistors ballasts ne sera alors suffisant.

En effet dans ce cas, chaque transistor devra dissiper une puissance approximative de 5Watt dans le pire cas (batterie très chargée).

Il conviendra d'ajouter deux transistors supplémentaires ainsi que leur résistance de limitation. Le transformateur devra être échangé contre un modèle d'une puissance 400VA.

### II. Essais

On charge ici une batterie 12V- 50Ah avec trois différents types de courant de charge :

- Charge rapide : 10A (courbe bleu),
- Charge assez rapide : 7A (courbe noire)
- Charge normale : 5A (courbe rouge)

Le tableau ci-dessous montre les valeurs d'intensité du courant de charge en fonction du temps de charge.

Temps de charge (h)	Courant de charge (A)		
0	10	7	5
1	7.80	5.70	4.40
2	5.60	4.50	3.80
3	3.90	3.40	3.30
4	1.50	2.40	2.80
5	0.40	1.60	2.30
6	0.10	1.40	1.90
7	-	0.30	1.40
8	-	0.10	1.20
9	-	-	0.80
10	-	-	0.30
11	-	-	0.10
12	-	-	-

Tableau 6: Intensité du courant de charge en fonction de la durée

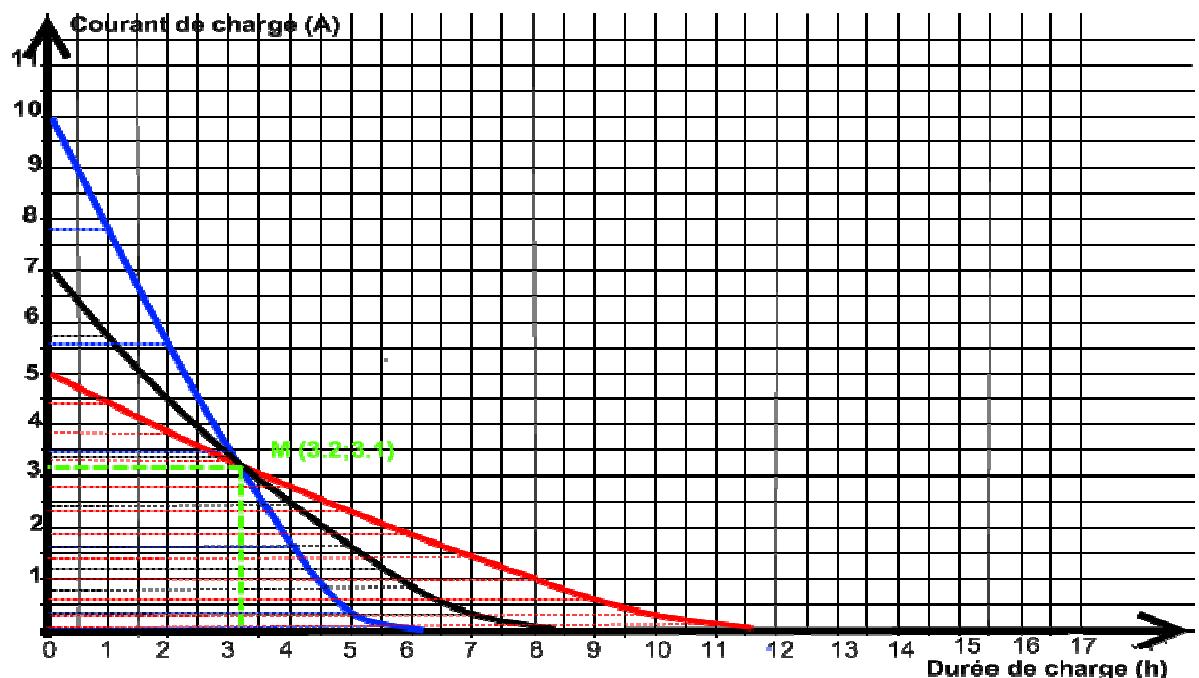


Figure 38: Courbe de variation de l'intensité de charge en fonction du temps

D'après les courbes, nous constatons que l'intensité du courant de charge baisse progressivement jusqu'à ce que la batterie soit presque chargée entièrement.

### III. Résultats

Le tableau suivant montre les résultats de ses trois expériences

	1 <sup>ère</sup> expérience	2 <sup>ème</sup> expérience	3 <sup>ème</sup> expérience
Type de charge	Rapide	Assez Rapide	Normal
Intensité initiale du courant de charge	10A	7A	5A
Durée de charge	Environ 6h	Environ 8h	Environ 11h

**Tableau 7: Durée de charge en fonction de l'intensité initiale du courant**

Tout d'abord, on constate que pendant la charge de la batterie, l'intensité du courant diminue de deux manières distinctes :

- De 0 à 80% de charge, le courant diminue régulièrement jusqu'à ce que l'intensité du courant de charge soit d'environ 1.5A ;
- Les 20% restants correspondent à la "charge d'entretien" c'est-à-dire que l'intensité du courant de charge est faible (1 à 1.5A) : cette condition favorise et améliore la maintenance de la batterie.

Ensuite, pour une batterie 50Ah-12V, toutes les intensités du courant de charge initialement de 5 à 10A se recoupent au même point M de coordonnées (3.2h ; 3.1A).

Enfin, après la charge de la batterie, on peut l'utiliser, soit pour alimenter un convertisseur afin de faire marcher un appareil jusqu'à sa décharge totale, soit pour démarrer le fonctionnement d'un moteur de véhicule par exemple, ou faire marcher ses accessoires électriques si le moteur ne tourne pas encore : mais dans ces derniers cas, quand le moteur est en marche, l'alternateur fonctionne et recharge la batterie progressivement.

## Chapitre 3 : DISCUSSION ET COMMENTAIRE

### I. Évaluation économique

#### A. Coût de fabrication

- Transformateur : 30000Ar
- Diode de redressement : 4000Ar
- Condensateur de filtrage : 2000Ar
- CI LM317 : 1500Ar
- TIP122 : 5x1000Ar
- 2N3055 : 5x1500Ar
- CI LM723 : 3000Ar
- Résistances : 17x200Ar
- Résistance ajustable : 3x1000Ar
- Condensateur : 4x600Ar
- Diode Led : 2x300Ar
- Diode 1N4148 : 500Ar
- Diode 4007 : 200Ar
- Fils : 3000Ar
- Plaquette : 3x1500Ar
- Ventilateur : 5000Ar
- Refroidisseur : 7000Ar
- Voltmètre : 15000Ar
- Ampèremètre : 15000Ar

**Total dépense : 100600Ar**

- Temps d'exécution pratique: 1mois et demi

**Réf : Mai 2009**

## B. Types de chargeurs de batterie plomb-acide

Type de chargeur	Prix	Caractéristique			Schéma
		TA	P	Sortie	
chargeur automatique 1/2, 5A	99875Ar	250VAC/50Hz	35VA DC	13,8V/2,5A	
Chargeur CTEK	137250Ar	230VAC/50Hz	58 VA DC	14,5V/4A	
Chargeur à courant constant 6A IVT	149875Ar	250VAC/50Hz	90VA DC	14,7V/6A	
Chargeur à courant constant 8A IVT	164875Ar	250VAC/50Hz	120VA DC	14,7V/8A	

Tableau 8: Types de chargeur de batterie au plomb-acide

Si on fait la comparaison des coûts de ses quatre chargeurs et celui que nous réalisons, le coût de cet appareil inventé vaut bien moins cher par rapport aux quatre autres, tout en étant plus efficace.

## C. Avantages

- Ce chargeur est facile à manipuler
- Le courant de charge peut régler en fonction de la capacité de batterie.
- Le courant de charge diminue progressivement jusqu'à ce que la batterie soit chargée
- Il est protégé contre la surtension et surintensité

---

***Partie 4 :***

***Impacts***

***Environnementaux***

---

## Chapitre I : IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX

### I. Les problèmes des outils électroniques

L'exportation des déchets électroniques, notamment les écrans d'ordinateurs, les postes de télévisions et autres composants électroniques, créent des problèmes environnementaux et sanitaires graves dus notamment aux déchets toxiques et radioactifs.

#### A. Les matières toxiques

Plomb, cadmium, mercure, arsenic, oxyde de zinc : tous ces dangereux polluants sont présents dans nos technologies électroniques. Le recyclage est encore trop rare : la plupart de ces déchets finissent dans des décharges, polluant la terre et les nappes phréatiques.

#### B. Les dangers

Ce que les consommateurs ignorent trop souvent, c'est que les composantes électroniques et autres équipements contiennent des produits hautement toxiques. Bien sûr, les métaux lourds et les composés toxiques ne sont pas nuisibles immédiatement à l'usage, au fonctionnement quotidien. Mais enfouis dans le sol ou incinérés, ces déchets se transforment en substances polluantes pour l'environnement. Par exemple, dans certaines conditions, le plomb se change en un sel soluble qui s'infiltre dans les nappes phréatiques.

La présence excessive de ce métal dans le sang a des effets néfastes sur le système nerveux. Il est particulièrement dangereux pour les jeunes enfants et les fœtus... Or les batteries contiennent, chacun, entre deux et quatre kilogrammes de blindage de plomb. Par contre, les nouveaux moniteurs, plats à cristaux liquides ne comportent pas, quant à eux, de blindage de plomb et consomment moins d'électricité : ils sont donc plus écologiques.

### II. Le recyclage

L'élimination ou le recyclage des déchets électroniques engendre un problème, car ils contiennent une foule des composants, parmi lesquels des matières très polluantes comme le plomb, le cadmium ou le biphenylène surchloré. De plus, la quantité de déchets électroniques

produits augmente en raison du nombre croissant d'appareils utilisés dans les ménages, les bureaux et plus généralement dans le monde moderne ; l'office fédéral allemand de l'environnement prévoit, par exemple, une augmentation de 5 à 10 % par an en Allemagne, la Commission européenne, pour sa part, escompte une croissance de 3 à 5 % dans les États membres de l'Union européenne.

De plus, on a trouvé un lien entre la poussière de beryllium qui se dégage pendant le recyclage, et une maladie pulmonaire. Une grande entreprise spécialisée dans le traitement des outils électroniques a ainsi constaté que 23 de ses employés étaient allergiques à cette poussière, et que 10 autres étaient atteints de berylliose. Le constat est effrayant et peu rassurant.

Le recyclage se divise en 4 fractions:

- 1. Les circuits imprimés** permettent une récupération thermique ou électrolytique du métal dans le dépôt de scories.
- 2. Les composants** sont à retraiter dans la mesure du possible. Dans le cas contraire, ils sont incinérés comme des déchets spécifiques ou stockés dans des décharges souterraines.
- 3. Les prises et connecteurs**, à partir desquels des métaux peuvent être récupérés de manière mécanique ou thermique; les matières plastiques sont recyclées ou valorisées.
- 4. Les câbles**, dont les composants métalliques peuvent être récupérés de manière mécanique; les matières plastiques sont recyclées ou valorisées.

---

# ***Conclusion***

---

## CONCLUSION

Ce travail de mémoire est le fruit de la formation de Licence ès science technique en Génie Industriel à l'École Supérieure Polytechnique d'Antananarivo. Son élaboration constitue une initiation dans le monde du travail.

Le monde actuel ne peut se passer de l'utilisation de la batterie comme source d'énergie dont l'homme a besoin dans sa vie quotidienne, ne serait ce que pour ne parler que de son emploi dans la technologie actuelle, entre autres, celle du transport et de la communication : soit de grandes batteries pour les moteurs des véhicules, soit des petites batteries pour les appareils électroniques portables, tels que certains ordinateurs et la majorité des téléphones, et même des batteries de taille centimétriques à millimétriques pour des petits appareils électroniques tels que le calculatrices ou les montres.

Évidemment, pour que ces batteries soient fonctionnelles, il faut qu'elles soient chargées. Dans le cadre du présent mémoire, on parle du chargeur de grandes batteries (par exemple pour les voitures...). L'on voudrait un type de chargeur plus maniable et plus sécurisant à la charge, ce qui nous a poussé à opter pour le thème: "**Conception et réalisation du chargeur de batterie à régulation automatique de courant**", dont l'avantage est qu'on peut régler l'intensité du courant de charge en fonction de la capacité de la batterie, alors que la durée de charge reste la même, tandis que son coût est faible par rapport à celui des autres chargeurs. En outre, elle est protégée contre la surtension et la surintensité grâce à la régulation de courant et de tension de sortie.

Par ailleurs pour ce chargeur, la consommation d'énergie diminue, ainsi donc que son coût. Et qu'en outre, cet appareil est facile à manipuler et à usage à la portée de tous.

Cependant, il est à signaler que cet appareil est réservé uniquement pour charger des batteries du type "plomb-acide". Par conséquent, pour une autre marque de batterie (nickel-cadmium, ion-lithium...), il faut chercher expérimentalement à modifier les paramètres du chargeur.

## BIBLIOGRAPHIE ET WEBOGRAPHIE

- [1]- PALERMO Christophe - Livre électrotechnique partie IV- 2002
- [2]- VALENTIN Gies- Livre fonction et composantes élémentaires de l'électronique partie V- 2006- Dunod
- [3]- ROUX Philippe - Les montages d'amplificateurs fondamentaux à transistors Bipolaire- 1999
- [4]- Document chargeur de batterie: Techniques de L'ingénieur
- [5]- L'alimentation par Iznogood <http://iznogood-factory.org>
- [6]- C. Ling- Livre monde électronique partie II- 1998- Dunod
- [7]- IZZO Pascal- Notion sur les accumulateurs plomb - 2003
- [8]- ANDRIANAHAISON Yvon - Document électronique pratique- Partie III
- [9]- Encyclopédie Encarta 2008
- [10]- Logiciel circuit maker 2000
- [11]- <http://www.wikipedia.org/wiki/Diode>
- [12]- [http://www.wikipedia.org/wiki/régulateur\\_de\\_tension](http://www.wikipedia.org/wiki/régulateur_de_tension)
- [13]- <http://www.electronix.free.fr/redressement.html>
- [14]- [http://www.wikipedia.org/wiki/composant\\_électronique](http://www.wikipedia.org/wiki/composant_électronique)
- [15]- [http://www.wikipedia.org/wiki/transistor\\_bipolaire](http://www.wikipedia.org/wiki/transistor_bipolaire)
- [16]- <http://www.ElectronicsInfoline.com>
- [17]- <http://électrotechnique.wordpress.com>
- [18]- <http://www.courselec.free.fr>
- [19]- <http://www.tranfomaniac.free.fr>
- [20]- [http://www.chargeur\\_batterie\\_plomb.free.fr](http://www.chargeur_batterie_plomb.free.fr)

---

# **Annexes**

---

**LISTE DES ANNEXES**

Annexe 1: Batterie au plomb.....	i
Annexe2 : Caractéristique CI LM317.....	iii
Annexe 3: Classification des composants électroniques.....	iv
Annexe 4: Tableau caractéristique diode de redressement standard.....	vi
Annexe 5: Tableau des codes de couleur d'une résistance.....	vii
Annexe 6: Montage fondamentaux des transistors bipolaires.....	viii
Annexe 7 : Tableaux caractéristiques des transistors TIP122 et TIP2N3055.....	ix

## ANNEXE I : BATTERIE AU PLOMB-ACIDE

### 1. Historique

L'accumulateur au plomb a été inventé par Gaston Planté en 1859 qui observait l'électrolyse de l'eau acidulée. En essayant le plomb dans sa recherche de matières plus économiques que le platine, il remarqua que son appareil rendait de l'électricité lorsqu'on coupait l'alimentation, comme si l'oxygène et l'hydrogène pouvaient rendre l'électricité qui les avait produits.

Ce système de stockage d'électricité est largement utilisé dans l'industrie ainsi que dans l'équipement des véhicules automobiles.

### 2. Caractéristiques d'une batterie au plomb-acide (tableau 9)

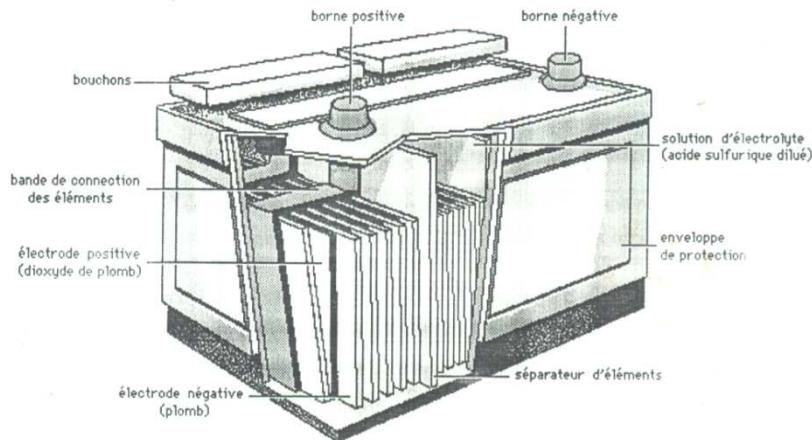
Caractéristiques	
Énergie/Poids	20-40 <sup>1-2</sup> Wh/Kg
Énergie/Volume	40-100 <sup>1-2</sup> Wh/L
Rendement charge-décharge	50 %
Autodécharge	5%
Durée de vie	min. 4 à 5 ans
Nombre de cycles de charge	500 à 1200
Tension nominale par élément	2.1 V
Tension de décharge par élément	1.8 V
Puissance massique	35 Wh/kg

### 3. Causes de dégradation

Les principales causes de dégradation des batteries:

- ❖ la sulfatation
- ❖ la surcharge
- ❖ le cyclage
- ❖ l'oxydation des électrodes
- ❖ l'oxydation des bornes

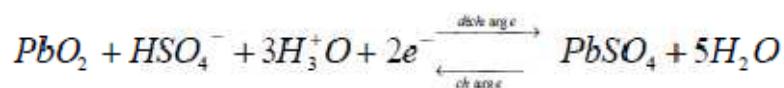
### 4. Structure d'une batterie plomb acide (figure 40)



### 5. Réaction électrochimique

Les réactions de charge/décharge aux électrodes:

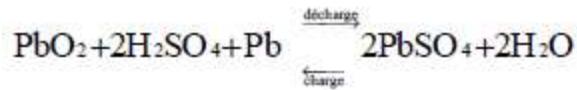
➤ À l'électrode positive:



➤ À l'électrode négative:



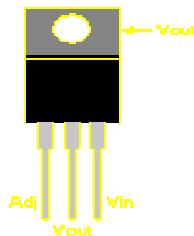
Soit pour la réaction globale appelée "double sulfatation "



## 6. Avantages et Inconvénients d'une batterie au plomb-acide (tableau 10)

	Avantages	Inconvénients
Batterie plomb-acide	<p>Nombre de cycles de charge/décharge variant de 600 à 900</p> <p>Insensibilité aux traitements mécaniques et électriques.</p> <p>Éléments recyclables à 99,96 %.</p> <p>Coût à l'achat le plus faible, fiables et ne posant aucun problème de sécurité.</p> <p>Facilité à charger et à gérer énergétiquement, surtout en mode tampon (charge permanente). Opérations de maintenance simplifiées</p>	<p>Énergie spécifique, ou énergie massique, faible, de 30 Wh/kg pour les éléments étanches à 40 Wh/kg pour les éléments ouverts.</p> <p>Mauvaise tenue aux décharges profondes ; les éléments les plus faibles subissent une inversion électrochimique en fin de charge, la puissance spécifique disponible baissant avec l'état de charge.</p> <p>Décharge profonde non acceptée.</p> <p>Réduction des performances pour des températures inférieures à 0 °C.</p>

## ANNEXE 2 : CI LM317 (figure 41)



### 1. Caractéristique

- La tension de sortie pouvant descendre jusqu'à 1.2V
- Courant de sortie: 1.5A
- Regulation de ligne de 0.01% par Volt
- Valeur limite en courant constante avec la température

- Rejection de l'ondulation résiduelle de 80dB

## 2. Valeurs limites absolus

- Puissance dissipé: limitation interne
- Tension différentielle entre entrée et sorties: 40V
- Plage de température de junction en fonction: 0°C à +125°C

## 3. Application

- Régulateur de tension réglable : 1.2 à 125V
- Sortie à sélection digital
- Régulateur logique 5V à coupure électronique

# ANNEXE 3 : CLASSIFICATION DES COMPOSANTS ÉLECTRONIQUES

Un composant électronique est un élément destiné à être assemblé avec les autres, afin de réaliser une ou plusieurs fonctions électroniques. Les composants forment de très nombreux types et catégories, ils répondent à divers standards de l'industrie aussi bien pour leurs caractéristiques électriques que pour leurs caractéristiques géométriques. Leur assemblage est préalablement défini par un schéma d'implantation.

Les composants électroniques peuvent être classés suivant diverses méthodes :

## 1. Composant actif/passif

Un composant actif est un composant électronique qui permet d'augmenter la puissance d'un signal (tension, courant, ou les deux). La puissance supplémentaire est récupérée au travers une alimentation. On peut citer en majorité des semi-conducteurs, on y classe : transistor, circuit intégré.

Il existe généralement une connexion électrique interne entre deux bornes du composant où le courant et la tension sont de même signe (orientés dans le même sens sur le schéma). C'est la convention génératrice.

Au contraire un composant est dit passif lorsqu'il ne permet pas d'augmenter la puissance d'un signal. Dans la plupart des cas il s'agit même de réduire la puissance, souvent par effet Joule : résistance, condensateur, bobine, les filtres passifs, transformateur, diode,

ainsi que les assemblages de ces composants. Une autre définition d'un composant dit « passif » est qu'il obéit à la loi d'Ohm généralisée

Dans l'ensemble des connexions internes, le courant et la tension sont de signe inverse. Convention récepteur.

De plus en plus apparaissent des composants qui sont des modules ou assemblages de composants actifs et passifs. On les compte soit dans les actifs, soit on les exclut des composants électroniques (en les considérant comme des circuits électroniques à part entière).

## 2. Classification par type d'intégration

Un composant électronique discret est un composant ne réalisant qu'une fonction simple. Il s'oppose au circuit intégré qui regroupe un certain nombre de fonctions actives ou passives dans un même boîtier. Le besoin de miniaturisation imposé par l'industrie de l'électronique et les progrès de l'industrie des semi-conducteurs engendrent progressivement la disparition des composants discrets. Ceux-ci sont tout de même encore utilisés pour réaliser du prototypage rapide, dans l'éducation, ou dans les domaines réclamant de fortes tensions/puissances (électrotechnique).

## 3. Classification par boîtier

Parmi les composants à monter sur le circuit imprimé, on distingue deux catégories : les composants montés en surface, également appelés CMS ou SMD (pour Surface-Mount Devise), et les composants traversant (ou TRAD pour Traditionnel). La différence est importante du point de vue de la fabrication du PCB (la 2<sup>e</sup> catégorie nécessite le perçage du PCB et impose des contraintes de routage), ainsi que de l'assemblage (l'utilisation de composants CMS nécessite des contraintes d'assemblage différentes). Une troisième catégorie, pratiquement disparue aujourd'hui, est la catégorie des composants à wrapper.

Parmi ces catégories figurent de nombreuses sous-catégories de boîtiers, que le concepteur doit choisir en fonction de diverses contraintes d'intégration, de prix, d'accessibilité des signaux, de classe de fabrication, de dissipation thermique...

Certaines branches de l'électronique, telles que l'électronique de puissance, utilisent également des boîtiers avec des connexions à visser ou à sertir. Les contraintes de puissance, d'isolation et d'ergonomie ne permettent pas dans certains cas l'utilisation de circuits imprimés.

On peut lister les composants électroniques en fonction de leur domaine d'application de prédilection. Cette classification est donnée à titre indicatif, car les domaines de l'électronique sont en général interdépendants.

## ANNEXE 4 : TABLEAU DES CARACTÉRISTIQUES

### D'UNE DIODE DE REDRESSEMENT STANDARD

(tableau 11)

Type	$I_0$	$V_{RRM}$	$I_{FSM}$	$V_F$ @ $I_F$ max.		$I_R$	$T_j$	$P_D$	Boitier
	(A)	(V)	(A)	(V)	(A)	(mA)	(°C)	(W)	
1N4001 4002 4004 4007	1	50 100 400 1000	10	0.1	1	0.05	150		DO4
1N5401 5402 5404 5406 5407 5408	3	100 200 400 600 800 1000	200	1.2	3	0.5	150	6.25	DO 27A (plastique)
BI 214- 50 100 200 400 600 800	6	50 100 200 400 600 800	400	1.2	20	0.25	100	6	AG (plastique)
BY239- 200 400 600 800	10	200 400 600 800	140	1.45	30	0.5	125	12.5	TO 200 AC (plastique)
BY 88- 50 100 200 300 400 600 800 1000	10	50 100 200 300 400 600 800 1000	230	1,25	35	3	125		DO4 (métal)

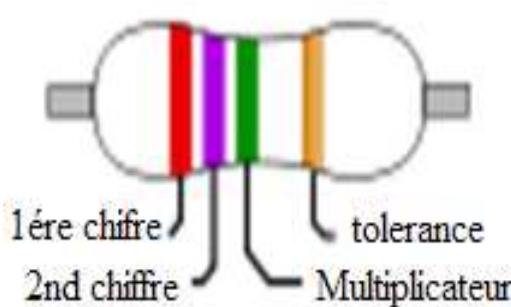
- $I_0$  : Courant moyen à l'état passant : valeur moyenne du courant dans la diode
- $V_{RRM}$  : Tension inverse de pointe répétitive
- $I_{FSM}$  : Courant direct de pointe de surcharge accidentelle
- $V_F$  : Tension directe continue : Tension qui apparaît lorsque la diode conduit le courant  $I_F$

- $I_F$  : Courant direct continu : valeur efficace du courant dans la diode.
- $I_R$  : Courant inverse continu : Courant dans la diode lorsqu'elle est dans état bloqué
- $T_j$  : Température de jonction maximale

## ANNEXE 5 : TABLEAU DES CODES DE COULEUR

### D'UNE RÉSISTANCE (tableau 12)

Couleur		bague 1	bague 2	bague 3	bague 4	bague 5
		1er chiffre	2ème chiffre	3ème chiffre	multiplication	tolérance
Noir	■	0	0	0	x1	20%
Marron	■■■	1	1	1	x10	1%
Rouge	■■■■	2	2	2	x100	2%
Orange	■■■■■	3	3	3	x1000	
Jaune	■■■■■■	4	4	4	x10000	
Vert	■■■■■■■	5	5	5	x100000	0,5%
Bleu	■■■■■■■■	6	6	6	x1000000	
Violet	■■■■■■■■■	7	7	7		
Gris	■■■■■■■■■■	8	8	8	x0.01	
Blanc	■■■■■■■■■■■	9	9	9	x0.1	
Or	■■■■■■■■■■■■				x0.1	5%
Argent	■■■■■■■■■■■■■				x0.01	10%
pas de bague						



## ANNEXE 6 : MONTAGES FONDAMENTAUX

### DES TRANSISTORS BIPOLAIRES

Il existe trois types de montages à base de transistor dans lesquels le transistor est soumis au régime linéaire (passant non saturé). Ils se différencient de la manière où sont placées l'entrée et la sortie.

- La patte commune est l'émetteur : on parle de montage émetteur commun.  
L'entrée est la base, et la sortie le collecteur.
- La patte commune est l'émetteur : on parle de montage émetteur commun.
- L'entrée est la base et la sortie le collecteur. La patte commune est la base : on parle de montage base commune.  
L'entrée est l'émetteur, et la sortie le collecteur.

### Caractéristiques des montages à base transistors (tableau 13)

	Montage	Gain		Déphasage
		En intensité	En tension	
Émetteur commun		$I_C = I_E$ Gain = $\beta / (\beta + 1) < 1$	Moyen	180° (signal inverse)
Collecteur commun		$I_C = I_B \cdot \beta$ Gain = $\beta$	Pas de gain	Pas de déphasage
Base commune		$I_E = I_B \cdot (\beta + 1)$ Gain = $\beta + 1$	Élevée	Pas de déphasage

## ANNEXE 7 : TABLEAUX CARACTÉRISTIQUES DES TRANSISTORS

### TIP122 ET TIP2N3055 (tableau 14)

Symbol	Paramètre	TIP122	TIP2N3055
$V_{CB}$	Collector-Base Voltage	100V	100V
$V_{CE}$	Collector-Emitter Voltage	100V	70V
$V_{EB}$	Emitter-Base Voltage	5V	60V
$I_C$	Collector current	5A	15A
$I_B$	Base current	120mA	7A
$T_{STG}$	Storage Temperature	-65 to +150°C	-65 to +200°C
$T_j$	Max. operating Junction Temperature	150°C	200°C

**« CONCEPTION ET RÉALISATION D'UN CHARGEUR  
DE BATTERIE À RÉGULATION AUTOMATIQUE DE COURANT »**

**Auteur:**

- Nom : ANDRIAMAROMANANA
- Prénom : Hasimanjaka Tsiferana
- Adresse: Lot I7 Bis, Manarintsoa- Namehana, Tana 103
- Tel: 033 01 798 25
- E-mail : [Zitouny@yahoo.fr](mailto:Zitouny@yahoo.fr)

Nombre de pages : 74

Nombre de tableaux : 13

Nombre de figures : 42

**RÉSUMÉ:**

*Ce mémoire intitulé : “Conception et réalisation d'un chargeur à régulation automatique de courant” a pour objectif de créer un prototype de chargeur plus évolué. En effet, pour ce type de chargeur, l'intensité du courant de charge est réglable suivant la capacité de la batterie. En outre, ses autres avantages sont que son coût est relativement plus faible, et qu'il protège la batterie contre la surtension et la surintensité grâce à la régulation du courant et de la tension de sortie. Cependant, ce chargeur est un appareil réservé seulement à une batterie du type plomb-acide, aussi, pour un autre type, une recherche expérimentale des paramètres adéquats du chargeur s'impose.*

**Mots clés :** batterie, plomb, régulateur

**ABSTRACT:**

*The objective of this dissertation entitled: “Conception and production of a battery charger with automatic current control” is to invent a prototype of more advanced charger. Indeed, for this type of charge, the intensity of the charging current is adjustable according to the capacity of the battery. In addition, its other advantages are that it protects the battery against overvoltage and overload thanks to the control of current and output voltage. However, this charger is a device especially reserved for lead-Acid battery, so, for another type of battery, an experimental research of the adequate parameters of the charger is necessary.*

**Key words:** battery, charger, control