

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université A. Mira-BEJAIA



Faculté de Technologie  
Département  
Génie Electrique

MEMOIRE  
EN VU DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE  
MASTER

Domaine : Sciences et technologie, Filière : Electronique  
Spécialité : Instrumentation

**Thème**

---

**Etude et simulation d'un chargeur de batterie intelligent**

---

Présenté par :  
Mr. Syphax Oukaour  
Mr. Yanis Zerrougui  
Mr. Abderahmane Boulaoued

Encadré par : Mr. Charikh Ahmed

Le jury est composé de :

Mr. Sadjı Mustapha  
Mr. Tafinine Farid

Année universitaire: 2019/2020

## *Remerciements*

*Nous tenions à remercier en premier lieu notre encadreur, Monsieur Charikh Ahmed, Professeur à l'université de Bejaia, pour son soutien, sur tout à sa disponibilité tout au long du semestre. Et ainsi les membres de jury d'avoir accepté d'évaluer notre travail.*

Ce travail s'est réalisé grâce au soutien et à l'encouragement de plusieurs personnes qui ont contribué chacune à leur façon à l'atteinte de l'objectif que constitue le dépôt de ce mémoire. Nous tenions à leur adresser un très grand merci.

Nous désirons aussi remercier nos parents pour leur patience et leurs soutiens moraux. Nos remerciements sont aussi chaleureux pour Nos frères et sœurs, qui nous ont guidés avec leurs conseils précieux.

Finalement, nous tenons à remercier YASMINA pour son aide précieuse et à toutes les autres personnes qui ont gravité autour de nous, qui nous ont supporté et encouragé, nous vous disons un grand merci. J'espère que ce mémoire saura combler vos attentes.

*De nos tous*

## Table des matières

<b>I. INTRODUCTION GENERALE .....</b>	<b>1</b>
<b>II. CHAPITRE I : BATTERIES ET CHARGEUR DE BATTERIES.....</b>	<b>2</b>
<b>II.1 Introduction .....</b>	<b>2</b>
<b>II.2 Historique.....</b>	<b>2</b>
<b>II.3 Batterie .....</b>	<b>3</b>
II.3.1 Description d'une batterie .....	3
II.3.2 Les trois principales caractéristiques des batteries .....	3
II.3.3 Type des batteries : .....	3
II.3.4 Le fonctionnement d'une batterie au plomb .....	5
II.3.5 Les différentes technologies des batteries: .....	6
II.3.6 Les composants d'une batterie au Plomb : .....	7
II.3.7 La durée de vie moyenne d'une batterie.....	8
II.3.8 Effets de décharges trop profond.....	8
<b>II.4 Chargeur de batterie.....</b>	<b>9</b>
II.4.1 Description .....	9
II.4.2 Fonctionnement.....	10
II.4.3 Les différents types de chargeurs de batteries .....	14
II.4.4 Quelque model de chargeur de batterie intelligent: .....	16
<b>II.5 Les trois étapes de charge de batterie .....</b>	<b>17</b>
<b>II.6 Conclusion .....</b>	<b>19</b>
<b>CHAPITRE II : CARTE ARDUINO ET COMPOSANTS ELECTRONIQUE.....</b>	<b>20</b>
<b>II.7 Introduction .....</b>	<b>20</b>
<b>II.8 L'ARDUINO :.....</b>	<b>20</b>
II.8.1 Définition : .....	20
II.8.2 Utilisation : .....	20
II.8.3 Fonctionnement : .....	21
II.8.4 Composition de la carte ARDUINO UNO : .....	22
II.8.5 Avantage : .....	23
II.8.6 Inconvénient : .....	23
<b>II.9 Transformateur.....</b>	<b>24</b>
II.9.1 Description d'un transformateur.....	24
<b>II.10 Redresseur .....</b>	<b>24</b>
II.10.1 Définition .....	24
II.10.2 Fonctionnement d'un redresseur à point milieu .....	25
<b>II.11 Régulateur de tension LM 338 : .....</b>	<b>25</b>
II.11.1 Caractéristiques .....	26
Le tableau II.1 présente les différentes caractéristiques du régulateur de tension LM 338 .....	26
<b>II.12 Régulateurs fixes LM7812.....</b>	<b>27</b>
II.12.1 Caractéristiques .....	27
<b>II.13 L'Afficheur .....</b>	<b>27</b>
II.13.1 Caractéristiques .....	28
<b>II.14 Conclusion .....</b>	<b>29</b>

<b>III. CHAPITRE III CIRCUIT DE CHARGEUR DE BATTERIE 12 V CONTROLE PAR ARDUINO .....</b>	<b>30</b>
<b>III.1 Introduction .....</b>	<b>30</b>
<b>III.2 Composants requis du circuit.....</b>	<b>30</b>
<b>III.3 Description du circuit de chargeur .....</b>	<b>30</b>
III.3.1 Abaisseur de tension et unité de redressement .....	31
III.3.2 Circuit de chargeur de batterie.....	32
III.3.3 Unité d'affichage .....	36
III.3.4 État de la batterie.....	37
<b>III.4 Les différents organigrammes du programme .....</b>	<b>38</b>
<b>III.5 Simulation.....</b>	<b>41</b>
<b>III.6 Conclusion .....</b>	<b>44</b>
<b>IV. CONCLUSION GENERALE.....</b>	<b>45</b>
<b>V. RESUME.....</b>	<b>46</b>

## Liste des figures

Figure II-1 fonctionnement d'une batterie au Plomb [04].....	6
Figure II-2 Les composants d'une batterie au Plomb [4].....	8
Figure II-3 Profondeur de décharge en fonction de nombre de cycle [06].....	9
Figure II-4 Courbe de la recharge en courant constant [08] .....	12
Figure II-5 Courbe de la recharge à tension constante [08] .....	12
Figure II-6 Courbe de la recharge en mode Taper-Current [08].....	13
Figure II-7 Courbe de la recharge en mode CCCV [08] .....	13
Figure II-8 Courbe de la recharge en mode pulsé [08].....	14
Figure II-9 Chargeur de batterie automatique entre 14-15 volts avec un courant maximal de 3 ampères. [09].....	16
Figure II-10 Chargeur automatique de batterie voiture [10] .....	17
Figure II-1 Exemple d'une utilisation d'une carte Arduino [12].....	21
Figure II-2 Programmation en langage C [12] .....	21
Figure II-3 Composition de la carte ARDUINO UNO [13].....	22
Figure III-1 Circuit de chargeur de batterie 12 V contrôlé par Arduino.....	31
Figure III-2 Régulateur de tension réglable avec redresseur .....	32
Figure III-3 Circuit de régulateur de tension fixe .....	36
Figure III-4 Unité d'affichage pour chargeur de batterie Arduino.....	37
Figure III-5 Circuit d'état de la batterie.....	38
Figure III-6 Organigramme du programme principal .....	39
Figure III-7 Sous-programme principal : configuration et initialisation.....	40
Figure III-8 Sous-programme principale traitement et action.....	41
Figure I-9 : montage réalisé avec condensateur.....	42
Figure I-10 courbe de $V_{out}$ .....	43
Figure I-11 : courbe de $I_{ch}$ .....	43
Figure I-12 courbe de $V_{batt}$ .....	44

## *Liste des tableaux*

<i>Tableau I-1 Illustration des différentes caractéristiques des batteries et leur domaine d'utilisation [2].....</i>	<i>5</i>
<i>Tableau II-1 Caractéristiques du Régulateur de tension LM 338[16].....</i>	<i>26</i>
<i>Tableau II-2 présente les différentes caractéristiques du régulateur de tension LM 7812.....</i>	<i>27</i>
<i>Tableau II-3 Caractéristique de l'afficheur LCD 2x16 alphanumérique [17].....</i>	<i>28</i>

# *Introduction Générale*

Dans un système électrique nous remarquons que les batteries sont souvent les constituants les plus chers et les plus fragiles. Ainsi leurs protections et leurs surveillances demeurent comme un point très essentiel afin d'augmenter leurs durées de vie et de lutter contre leur vieillissement prématuré, que ce soit dans le côté économique ou dans le côté de la sécurité humaine (risque d'incendie et d'explosion). Parmi les problèmes que nous trouvons dans les batteries : la sensibilité aux surcharges, aux décharges profondes et aux charges trop rapides. Tous ces facteurs de vieillissement prématuré, reviennent souvent et peuvent se combiner lors d'une utilisation erronée de la part de l'utilisateur. Car si vous ne maîtrisez pas ces facteurs, les batteries seront rapidement endommagées. Ce qui conduit à une faible durée de vie des batteries et à une disponibilité moindre et dans certains cas, une détérioration irrémédiable des batteries.

Le plus grand facteur de ces problèmes sont les chargeurs, car malgré les grandes avancées technologiques, trouver le chargeur idéal sur mesure pour une batterie reste un point très sensible et très important, et même quand nous trouvons le bon chargeur l'entretien et la surveillance restent toujours, par ce que il suffit de laisser le chargeur branché longtemps pour qu'une batterie perd de son efficacité, ou d'oublier de le broncher (effet de décharge trop profonde) pour que sa durée de vie devient très courte.

L'objectif de ce travail est de présenter un modèle de chargeur idéal pour les batteries, qui répond aux exigences de ces dernières d'un côté et qui va les préserver au même temps de tous les problèmes que nous avons cités tout en restant branché à la batterie et tout en évitant sa surveillance et son entretien, et pour cela nous avons opté pour un chargeur de batterie intelligent qui possède la capacité de contrôler plusieurs paramètres comme la tension, la température, et le temps de charge.

Notre travail est structuré en trois primordiales parties, dans le chapitre 1 nous allons présenter les batteries et les chargeurs de batteries d'une manière générale, et donner leurs caractéristiques qui vont nous permettre de choisir un chargeur selon notre besoin.

Le deuxième chapitre se portera sur les composants électroniques majeurs qui constitueront notre circuit.

Le troisième chapitre sera une description détaillée du circuit avec présentation des différents organigrammes utilisés, et pour clôturer une simulation et des résultats seront présentés à la fin de ce chapitre.

Et pour en finir, on termine par une conclusion générale.

# *Chapitre I : batteries et chargeur de batteries*

## **II.1 Introduction**

A partir du moment où l'on possède une machine, un téléphone, une installation électrique ou même une voiture, nous devons nous intéresser à notre système ou notre bien, s'il fonctionne d'une manière autonome, et pour cela nous devons savoir que la batterie est un élément très important et que son chargeur peut agir sur son état et sa durée de vie d'une manière directe, nous trouvons sur le marché actuelle plusieurs type de chargeurs avec des caractéristiques différentes qui répond aux différents besoins des batteries, allant des ceux qui proposent un temps de charges rapide, et d'autres qui sont économiques par leur coût, jusqu'à ceux qui prennent totalement en charge les batteries et qui répondent à ces différents besoins tout en les préservant et augmentant leur durée de vie d'une manière considérable.

## **II.2 Historique**

Les premiers systèmes électrochimiques sont les piles ou systèmes primaires non rechargeables tel que la pile Volta, créée en 1801. Alors que le premier accumulateur, ou batterie, est l'accumulateur au plomb en 1859 qui a comme avantage son coût peu élevé, néanmoins sa faible énergie spécifique (20 à 35 Wh/kg) et sa faible cyclabilité (200 à 300 cycles) ne permettent pas beaucoup d'autres applications qu'un usage dans les véhicules thermiques traditionnels.

Dans les années 1900, les batteries de Nickel-Cadmium sont développées, elles présentent une bien meilleure cyclabilité et une énergie spécifique supérieure en comparaison avec les batteries au Plomb. En 1988, la batterie Nickel-Métal Hydrure (Ni-MH), pose les bases des batteries Li-ion actuelles en étant constituée de deux électrodes d'insertions, pour rectifier la consommation d'une des électrodes au cours du fonctionnement, maintenant dans ce type de batterie l'anode est composée d'un alliage ayant la capacité de la protéger.

Et pour finir, dans les années 1970, les premières batteries lithium métal ont vu le jour pour permettre d'augmenter la force électromotrice des batteries.

De l'autre côté les chargeurs existent aussi depuis que les batteries au plomb sont utilisées, nous trouvons de toutes capacités et de toutes époques. et de plus en plus ils apportent une meilleure adaptation avec



les batteries pour les préserver au maximum, allant du chargeur de batterie au plomb qui a causé des problèmes de surcharge et de décharge très profonde, après il est venu le chargeur de batterie simple qui présente lui aussi des inconvénients comme son temps de charge qui est relativement grand, jusqu'à ces dernières décennies avec l'apparition du chargeur de batteries intelligent qui a apporté des solutions remarquables aux divers problèmes des batteries, par sa commande qui arrive à gérer plusieurs paramètres comme la température, la tension et le temps de charge, qui est une très bonne chose pour préserver la batterie et augmenter sa durée de vie.[1]

### II.3 Batterie

#### II.3.1 Description d'une batterie

Une batterie est un composant électrochimique permettant de stocker l'énergie électrique sous une forme chimique, puis de la libérer sous forme de courant continu de manière contrôlée. Tous les types de batteries contiennent une électrode positive et une électrode négative immergées dans un électrolyte, le tout étant situé dans un conteneur. La plupart des batteries sont des batteries Plomb-acide. Elles sont dotées d'électrodes positives et négatives faites de composés de plomb, dans un électrolyte d'acide sulfurique dilué. Ce sont des batteries secondaires, ce qui signifie qu'elles peuvent être rechargées après avoir été déchargées. Contrairement aux batteries primaires qui peuvent être déchargées une seule fois et doivent ensuite être mises au rebut.

#### II.3.2 Les trois principales caractéristiques des batteries

Pour toutes les batteries, quel que soit le type de fabrication, elles possèdent trois caractéristiques communes : [2]

- La tension : ou différence de potentiel aux bornes de la batterie, elle s'exprime en volts (V).
- La capacité : elle représente la quantité de charge électrique qu'elle peut stocker. Elle s'exprime en Coulombs (C) ou en Ampère-heure (Ah).  $1\text{Ah} = 3600\text{C}$ . La capacité est souvent rapportée à la masse (capacité massique) ou au volume (capacité volumique).
- La densité énergétique : c'est la quantité d'énergie stockée par unité de masse ou de volume, elle s'exprime en Wh/kg ou en Wh/L.

#### II.3.3 Type des batteries :

Plusieurs batteries ont été conçues pour répondre à l'exigence souhaitée, qui sont de plus en plus diverses et régler les problèmes de stockage pour tous les appareils électriques qui existent, mais nous distinguons trois modèles très connus dans le marché et qui sont les suivants.

### II.3.3.1 Batteries au plomb (Pb):

Cette technologie est la plus ancienne, elle est surtout utilisée pour l'alimentation des démarreurs et des bougies, On y trouve deux sortes :

- Les batteries au plomb ouvertes avec un électrolyte d'acide sulfurique dilué d'eau distillée. C'est une technologie bien maîtrisée, elles ont la particularité d'être des accumulateurs fiables, et comme inconvénient d'être influencées fortement par la température ambiante qui baisse d'une manière considérable leur capacité. Elles demandent un entretien régulier (remise à niveau avec de l'eau distillée), et leurs électrolytes s'évaporent avec le temps.
- Les batteries au plomb fermées avec un électrolyte gélifié. Elles ont l'avantage d'être sans entretien, facilement manipulable (pas de fuite) avec une stabilité parfaitement contrôlée par le fabricant. Mais elles sont plus chères et leur durée de vie est plus courte. Elles fournissent en général environ 400 cycles à 80 % de décharge. [3]

### II.3.3.2 Batteries au nickel (Ni)

Il existe de nombreux types avec des caractéristiques différentes, comme les accumulateurs ayant une faible résistance interne adaptés à la propulsion électrique, et d'autres ayant une résistance interne plus élevée destinés à une utilisation moins brutale et aussi des batteries Ni-MH (nickel métal hydrure) qui ont quasiment remplacé les Ni-Cd (nickel cadmium) qui posaient des problèmes de recyclage du cadmium. Ces dernières ont une grande densité énergétique et peuvent être complètement déchargées sans affecter leur durée de vie. Elles ont comme inconvénient leur faible capacité, ce qui en fait des accumulateurs plutôt destinés à alimenter des appareils portables où l'autonomie dépasse rarement quelques heures. Elles fournissent en général entre 500 et 700 cycles à 80 % de décharge. [3]

### II.3.3.3 Batteries au Lithium (Li)

C'est une technologie très jeune commercialisée pour la première fois en 1991, elle est tout de même très prometteuse et en développement constant, occupant aujourd'hui une place prédominante sur le marché de l'électronique portable, elle est réservée aux systèmes photovoltaïques portables où leur grande capacité de décharge (six fois mieux que le plomb étanche) est leur grand intérêt. Leur prix est encore très élevé mais elles fournissent en général, environ 1 300 cycles à 100 % de décharge. [3]

Le **Tableau I.1** illustre les différentes caractéristiques des technologies cité ci-dessus

Type de batterie	Densité (Wh/kg)	Plage de puissance	Rendement	Utilisations
<b>Pb Plomb</b>	50	100W à 10MW	70 à 85%	Véhicules routiers, véhicules électriques, site isolé non raccordé au réseau.
<b>Ni-Cd Nickel-Cadmium</b>	50	Quelques Watts	70 à 80%	Outillage portatif, rasoirs électriques
<b>Ni-MH Nickel Métal Hydrure</b>	75	Quelques Watts	70 à 80%	Téléphones portables, appareils photo, rasoirs électriques
<b>Li-ion Lithium-ion</b>	300	100W à 10MW	85 à 90%	Téléphones portables, véhicules électriques, appareils photo, ordinateurs portables
<b>Li-Pol Lithium-Polymère</b>	120	100W à 10MW	85 à 90%	Véhicules électriques légers, téléphones portables
<b>Na-S Sodium-Soufre</b>	100 à 120	50kW à 10MW	85 à 90%	Stockage d'énergie intégré à un système de production d'électricité

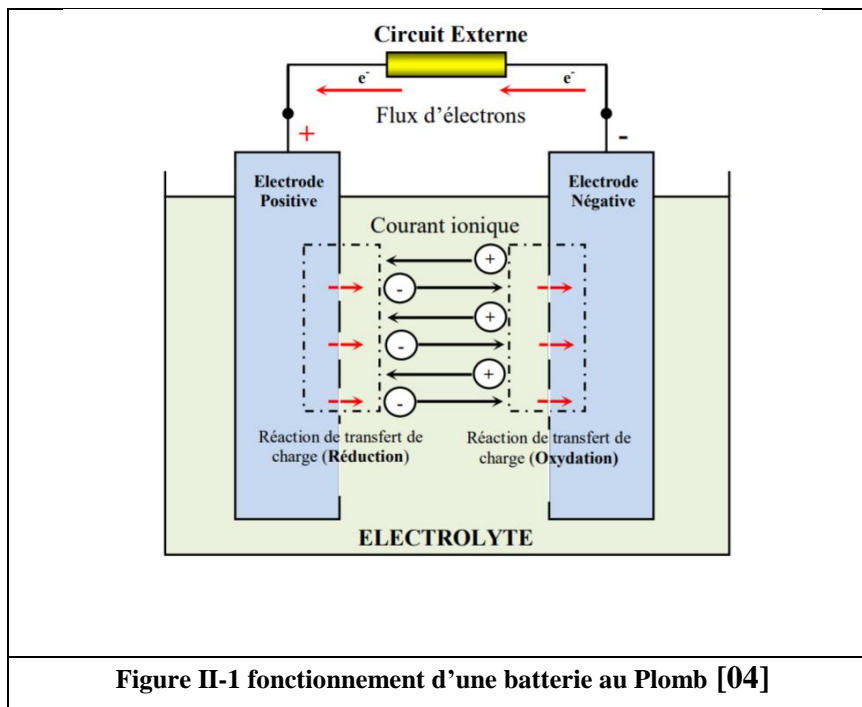
**Tableau II-1 Illustration des différentes caractéristiques des batteries et leur domaine d'utilisation [2]**

## II.3.4 Le fonctionnement d'une batterie au plomb

Une batterie stocke de l'électricité pour que celle-ci puisse être utilisée à un moment ultérieur, et pour mieux comprendre il est nécessaire de bien assimiler le principe électrochimique qui est illustré dans **FigureI.1**.

Lors d'une décharge de l'accumulateur, la réaction d'oxydation qui se produit à l'anode libère un ou des électrons dans le circuit extérieur. Ces électrons circulent alors jusqu'à la cathode où ils participent à la réaction de réduction (gain d'un ou plusieurs électrons). Simultanément, les anions et les cations migrent dans la solution électrolytique entre les deux électrodes afin de préserver l'équilibre des charges. Lorsque l'anode est complètement oxydée (ou la cathode totalement réduite), ces réactions s'achèvent et la batterie est déchargée. Quant à la charge, elle est réalisée en appliquant un courant électrique aux électrodes afin d'engendrer les réactions inverses.

En décharge, l'anode est la borne négative de la batterie et la cathode est la borne positive. Par contre, en phase de charge l'électrode négative est la cathode et le positive c'est l'anode, les électrons circulant alors dans l'autre sens. [04]



### II.3.5 Les différentes technologies des batteries:

**Batteries ouvertes** (FLA : Flooded Lead Acid): (électrolyte liquide) sont des batteries au Plomb équipées des bouchons permettant le rajout d'eau distillée. Elles nécessitent un entretien régulier, et craignent le froid (gèle de l'électrolyte). Elles sont néanmoins plus économiques. [05]

**Batteries étanches** (SLA : Sealed Lead Acid ou VRLA : Valve Regulated Lead Acid) : Totalement hermétiques, elles recombinent le gaz pour empêcher l'évaporation de celui-ci. Elles ne nécessitent aucun entretien et ont une bonne résistance au froid. Dans cette technologie, nous pouvons trouver les batteries suivantes: [05]

- Les batteries GEL (Électrolyte figée par du gel de silice): Elles sont adaptées aux décharges profondes et ont une très bonne durée de vie. En revanche elles ne supportent pas les vitesses de charge/décharge élevées.
- Les batteries AGM (Absorbent Glass Mat) sont plus aptes à fournir des courants très élevés pendant de courtes durées (démarrage) que les batteries GEL. Elles sont généralement utilisées pour les véhicules équipés du système START&STOP.
- Les batteries EFB (Enhanced Flooded Battery) sont conçues pour répondre aux besoins des véhicules légers équipés du système START&STOP.

### II.3.6 Les composants d'une batterie au Plomb :

Les batteries au Plomb possèdent Cinque éléments essentiels qui sont bien représentés dans la **Figure I.2**

**La Grille :** Comme les électrodes positives et négatives sont fabriquées dans des matériaux mous, elles ont besoin d'un soutien mécanique fourni par une grille en alliage de Plomb, qui conduit aussi l'électricité des électrodes vers la charge externe. [04]

**L'électrode :** elles sont initialement fabriquées à partir d'un mélange d'oxyde de Plomb et de sulfate de Plomb. Il est converti en dioxyde de Plomb dans la plaque positive et en Plomb poreux dans la plaque négative lors de la première charge de la batterie.

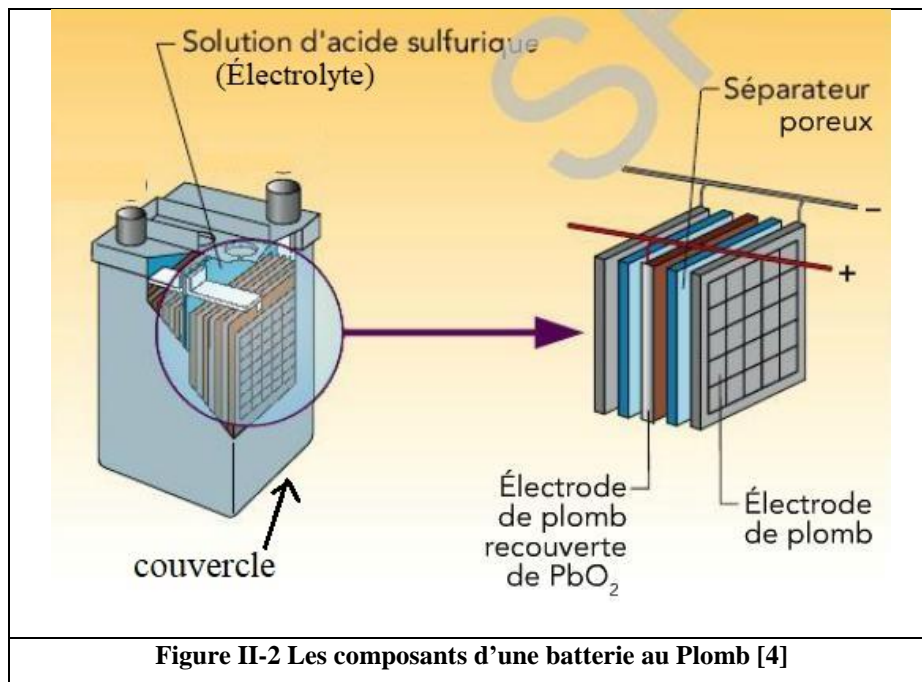
L'électrode négative contient aussi des petites quantités d'additifs afin d'offrir à la batterie une bonne performance de décharge à basse températures et d'améliorer le démarrage.

**L'électrolyte:** c'est de l'acide sulfurique dilué. Il agit en tant que conducteur pour faire circuler les ions électriques entre les plaques positives et négatives lorsque la batterie est en cours de charge ou de décharge.

L'acide participe également à la décharge étant donné que les ions sulfates réagissent chimiquement avec les électrodes pour produire du sulfate de Plomb. [04]

**Le Séparateur:** c'est un isolant placé entre les plaques positives et négatives qui les empêche de se toucher. Il doit être microporeux et doté de très petits trous afin de permettre aux ions de circuler dans le séparateur d'une plaque à une autre. Et aussi pouvoir résister aux températures élevées et aux conditions d'oxydation fortement acides qui se produisent dans une batterie. [04]

**Le Conteneur et le couvercle :** Ils sont généralement fabriqués en Polypropylène, qui est un plastique léger mais solide. Contrairement à certains plastiques, il ne devient pas friable lorsqu'il est froid, et peut donc résister aux coups lors de sa manipulation. Il n'est pas attaqué par l'acide et peut aussi supporter les fluides (pétrole, diesel, liquide freinage, antigel) que l'on trouve généralement dans un véhicule.



### II.3.7 La durée de vie moyenne d'une batterie

La durée de vie d'une batterie varie selon sa capacité à tenir la charge et à être rechargée, par exemple la durée de vie d'une batterie de voiture est en moyenne de 4 à 5 ans. Cela ne signifie pas pour autant que vous deviez changer systématiquement votre batterie de voiture tous les 4 ou 5 ans. Il convient d'attendre de voir les premiers signes de fatigue de la batterie avant d'envisager son remplacement et elle n'est plus utilisable dès qu'elle ne se recharge plus. Si au bout de 4 ou 5 ans, vous ne constatez toujours pas de manque d'énergie au moment du démarrage, il n'est pas nécessaire de changer la batterie. Sachez également que la durée de vie de la batterie dépend essentiellement de son état à l'achat. Si elle est utilisée rapidement à sa sortie des usines, sa performance sera maximale. Au contraire, si elle a été longtemps stockée dans un magasin, ses performances déclineront. C'est aussi pour cette raison que la batterie d'origine de votre véhicule dure souvent plus longtemps que votre batterie de rechange. La première est en effet placée directement après fabrication. Tandis que vous achetez la seconde sans trop savoir depuis quand elle a été produite.

De nombreux facteurs peuvent abimer la batterie et accéléré sont processus de vieillissement comme l'humidité, la température, leur Conditions d'utilisation ou bien les conditions de l'environnement de ces batteries. Parmi ces problèmes nous trouvons un qui est très particulier et très fréquent et qui touche tous les types de batteries qui est l'effet de décharges trop profond. [06]

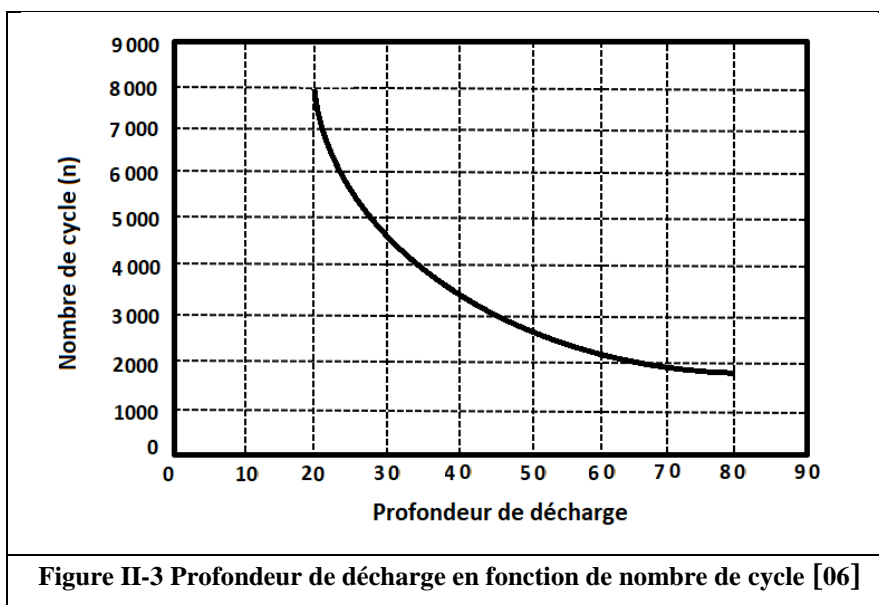
### II.3.8 Effets de décharges trop profond

Comme vous avez pu le constater dans la fiche technique d'une batterie, plus vous déchargerez une batterie profondément, plus courte sera ça durée de vie. C'est également un des facteurs de vieillissement prématuré d'une batterie. La raison de ce vieillissement est que pendant une décharge, la batterie perd un

peu de la matière active des plaques, il y a alors ce qu'on appelle création de sulfate, c'est un dépôt blanc qui se forme sur les plaques et diminue ainsi la surface de contact entre le Plomb et l'électrolyte.

Si vous ne déchargez que très peu votre batterie, cette perte de matière active sera limitée. Dans le cas contraire, cette perte sera bien plus importante.

Donc si vous déchargez la batterie profondément, beaucoup plus de matière active sera perdue. Cette perte n'est pas linéaire. Elle s'accroît considérablement au-delà de 50% de profondeur de décharge. C'est pourquoi le nombre de cycle qu'une batterie peut offrir durant sa durée de vie sera bien moindre dans le cas de profondeur de décharge élevée par rapport à des décharges faibles, comme l'illustre la **Figure I.3 [06]**



Si cette perte était proportionnelle aux profondeurs de décharge, nous aurions une ligne droite. Ici nous avons une courbe. Cela signifie donc que le vieillissement d'une batterie s'accroît en fonction de la profondeur de décharge.

## II.4 Chargeur de batterie

### II.4.1 Description

Un chargeur de batterie a pour fonction principale, de convertir une tension alternative venant du réseau électrique ou d'un groupe électrogène, en tension continue comme celle d'une batterie. Ces dernières peuvent être chargées en utilisant un chargeur de bonne qualité, dans ce cas, un régulateur de charge doit être utilisé.

De plus, pour réaliser une bonne charge, afin d'atteindre 100% de la capacité, un chargeur en 3 phases, avec compensation de température est recommandé. [07]

### II.4.2 Fonctionnement

Pour le bon fonctionnement d'un chargeur de batterie il faut tenir compte de Cinq caractéristiques très importantes afin de pouvoir éviter tous les problèmes qui peuvent nuire au chargeur et par la même occasion détruire la batterie. [07]

#### II.4.2.1 Tension nominale

Un chargeur de batterie est conçu pour une tension nominale de batterie soit 12V, 24V ou 48V. En entrée, les plages de tension et de fréquence doivent être relativement larges pour permettre un fonctionnement avec un groupe électrogène qui peut être plus ou moins stable en fonction de sa qualité. [07]

#### II.4.2.2 Courant de charge

Le courant de sortie d'un chargeur est un courant continu qui est réglable sur les plus gros modèles, et qui comporte un courant résiduel alternatif plus ou moins important en fonction de la technologie utilisée. Ce taux d'ondulation doit être le plus faible possible pour limiter l'échauffement de la batterie.

Pour assurer que la batterie puisse fournir la puissance de démarrage indiquée, il faut d'abord la charger entièrement. Le courant de charge recommandé est de 10 % de la capacité nominale en ampères (par exemple une batterie 4 Ah nécessite un courant de charge de 0,4 A [Ampère]). Nous recommandons de vérifier que votre batterie soit entièrement chargée avant l'installation afin d'assurer une longue durée de vie.

#### II.4.2.3 Rendement

Comme tous les convertisseurs d'énergie, le chargeur à un rendement exprimé en pourcentage (%), il est le rapport entre l'énergie absorbée et l'énergie restituée avec un facteur de puissance. Il est de l'ordre de 80 à 95%. Ce rendement est variable en fonction des modèles mais il dépend aussi de: [07]

- La puissance active en entrée du chargeur
- La tension de la batterie
- La tension d'alimentation
- Le courant nominal du chargeur
- La température



### II.4.2.4 Protections

Pour qu'un chargeur puisse assurer son rôle à la perfection, il lui faut certaines normes de protection qui sont les suivantes :

- **Protection contre le court-circuit**

Dans le cas d'un court-circuit, le chargeur va arrêter de fonctionner immédiatement et il restera en mode repos, et pour qu'il redémarre dans ce cas il sera nécessaire d'attendre le refroidissement et d'éteindre puis rallumer le chargeur.

- **Protection contre l'inversion de polarité**

La sortie est toujours protégée par un fusible qui lâche en cas d'inversion de polarité, et qui sera ultérieurement changé.

- **Protection contre la surtension AC**

Le réseau alternatif (AC) n'est pas toujours stable, dans certain endroit il présente des pics de surtension, et pour éviter ce problème nous utilisons le Varistance (une résistance électrique très fortement non linéaire) pour faire tomber la protection du fusible interne.

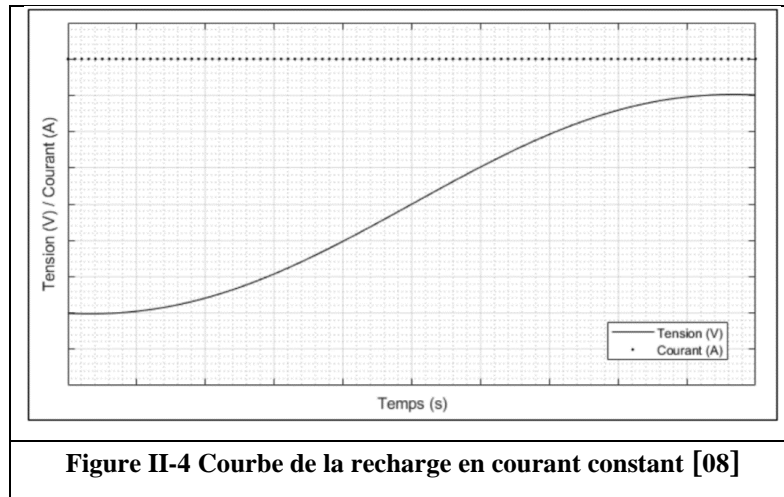
- **Protection thermique**

Le chargeur doit être placé dans un endroit frais et ventilé. Dans le cas contraire ou il se retrouve avec une température ambiante trop élevée, la sortie du chargeur sera coupée par un capteur. Le chargeur restera alors dans le mode « arrêt ». Et pour redémarrer, il sera donc nécessaire d'attendre le refroidissement et d'éteindre puis rallumer le chargeur.

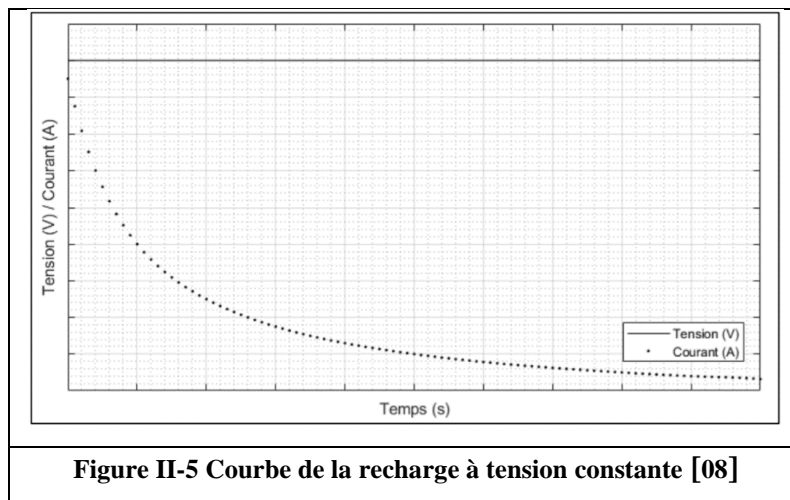
### II.4.2.5 Technique de recharge:

L'objectif de la recharge des batteries est d'augmenter l'état de charge à son point maximal à chaque cycle tout en minimisant la dégradation de la capacité causée par des cycles de recharge. On distingue cinq techniques standards de recharge des batteries.

**Courant constant (CC)** : le courant est constant tout au long de la recharge. Cette méthode est fiable, peu coûteuse et elle aide au balancement des cellules lors de la surcharge. Cependant, la surcharge causée en courant constant peut être dangereuse pour certains types des batteries. La **FigureI.4** permet de bien visualiser cette technique. [08]



**Voltage constant (CV) :** le courant change en fonction de la différence de voltage entre le chargeur et la batterie. Ainsi, cette méthode est idéale pour maintenir une batterie chargée puisque le courant tend vers zéro. Cependant, lors de la recharge d'une batterie fortement déchargée, le courant peut être trop élevé. Cette méthode est fiable, peu coûteuse et sécuritaire, mais la durée de recharge est longue. La **Figure I.5** permet de mieux comprendre cette technique. [08]



**Taper-Current :** en premier lieu le courant est élevé et se réduit progressivement lorsque la tension de la batterie augmente. Elle est peu utilisée car la variation des courbes de courant et de tension des batteries sont différentes, ce qui rend l'opération plus complexe. Comme le montre **Figure I.6**. [08]

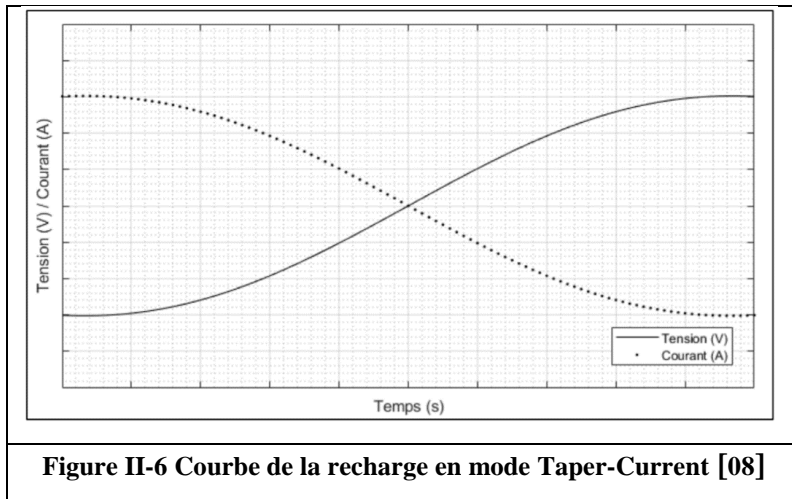


Figure II-6 Courbe de la recharge en mode Taper-Current [08]

**Courant constant – tension constante (CCCV) :** un courant constant (bulk) est appliqué jusqu’à l’atteinte d’une tension prédéfinie de maintien (float). Ensuite, cette tension constante est appliquée jusqu’à un courant prédéfini qui indique que la batterie est complètement chargée. Pour éviter l’usure prématurée de la batterie, cette tension est réduite à la tension de maintien lorsque la batterie est presque complètement rechargée. Cette technique peut causer des problèmes de balancement entre les cellules jusqu’au point d’inversion des pôles. Afin d’assurer la stabilité des cellules, il faut faire des cycles d’égalisation pendant lesquels la tension est légèrement augmentée pendant une période de 12 à 24 heures. Ceux-ci sont programmés pour se répéter à tous les 14 à 60 jours. La **FigureI.7** permet de visualiser cette technique de recharge. [08]

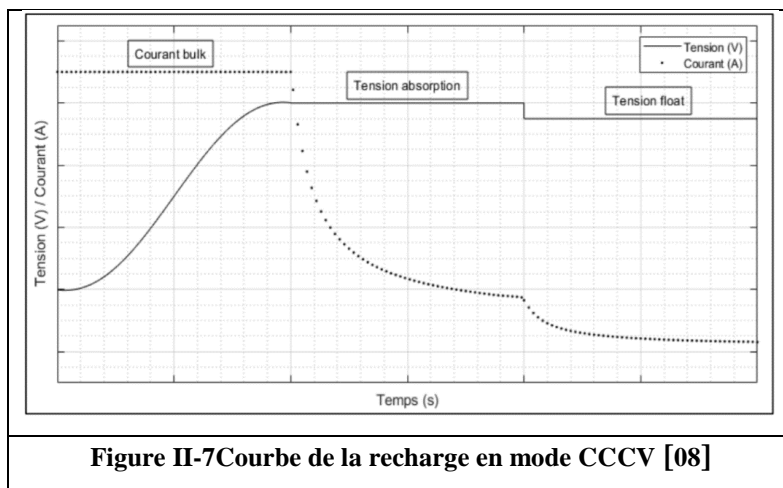
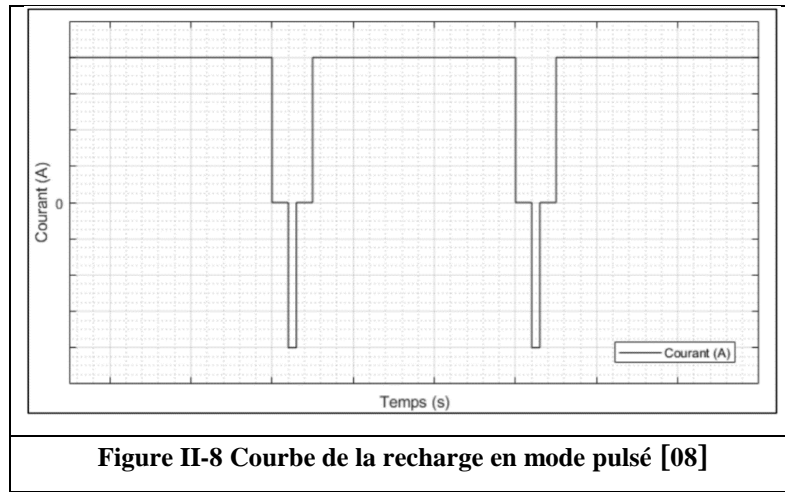


Figure II-7 Courbe de la recharge en mode CCCV [08]

**Pulsé :** le courant est appliqué sur la batterie pendant environ une seconde suivie d’une courte période de repos ou même d’une période de décharge encore plus courte. Cette méthode permet de réduire les gradients de concentration d’ions aux électrodes et permet une recharge plus rapide. Toutefois, la complexité d’implantation est grandement augmentée. Comme on peut le visualiser dans la **FigureI.8**. [08]



## II.4.3 Les différents types de chargeurs de batteries

Le chargeur de batterie a un rôle capital, il permet de recharger une batterie grâce à une injection de l'énergie. Voici les différents types de chargeurs de batterie disponibles sur le marché.

### II.4.3.1 Les chargeurs de batterie simples

Sont les chargeurs les plus connus. De type mural, ils assurent la recharge des batteries ou des accumulateurs simples. Ils se distinguent par la simplicité de leur utilisation et ils prennent plus de temps pour charger une batterie, car ils sont configurés pour utiliser un taux de charge plus faible, et ne possèdent aucune recommandation sur le temps de charge. Alors ils nécessitent la surveillance de la batterie lorsqu'elle est en charge afin de la préserver et de ne pas l'user si elle reste trop longtemps branchée au chargeur. On les utilise généralement pour recharger les batteries de 12 V de moto et de voiture.

### II.4.3.2 Les chargeurs pour accumulateurs aux Plombs

Il existe deux grandes familles des chargeurs pour accumulateurs aux Plombs.

**Les chargeurs à impulsions** : C'est une technologie récente, lors de la phase de charge elle assure l'envoi des impulsions négatives afin de réduire le risque d'éliminer le sulfatage des batteries. Ces nouveaux chargeurs permettent l'augmentation de la durée de vie des batteries 12V des voitures électriques. Et diminuent progressivement l'accumulation de sulfate sur les plaquettes (désulfatation) dans le cas des batteries anciennes, et restaurent aussi le rendement de ce type de batteries.

**les chargeurs à explosion** : la majorité de ces chargeurs sont adaptés à la tension des batteries les plus courantes (12 volts, dans l'automobile), et d'autres sont spécifiques à une autre tension ou peuvent basculer manuellement ou automatiquement pour recharger des batteries de 6 volts (moto) ou encore 24 volts

(camion, tracteur). Ils chargent plus lentement les batteries, mais sont très efficaces pour aider au démarrage en cas de pannes.

### II.4.3.3 Les chargeurs solaires :

Cette technique de charge est particulièrement intéressante car elle permet la transformation des rayons solaires (l'énergie lumineuse) en électricité (courant continu) sous l'effet photovoltaïque. Ils sont généralement portables, mais peuvent également être fixés dans le montage. Les chargeurs solaires de montage fixes sont également connus comme les panneaux solaires, Très pratiques pour les zones sans énergie électrique, ils permettent de recharger les batteries des systèmes de communication.

### II.4.3.4 Les chargeurs intelligents :

Depuis quelques années, on voit un nouveau type de chargeur proposé à la vente, il s'agit des chargeurs dits 'intelligents' 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 longue période sans surveillance.

Un chargeur intelligent est défini comme un chargeur qui peut répondre à la condition d'une batterie, et de modifier en conséquence ses actions de charge, à ne pas confondre avec une « batterie intelligente ». Qui possède généralement une puce pour communiquer avec le chargeur intelligent sur les caractéristiques de la batterie et son état.

Certains chargeurs intelligents sont conçus pour charger :

**Batteries « intelligentes »** : avec un circuit de protection interne.

**Batteries « muets »** : qui ne possèdent aucun circuit.

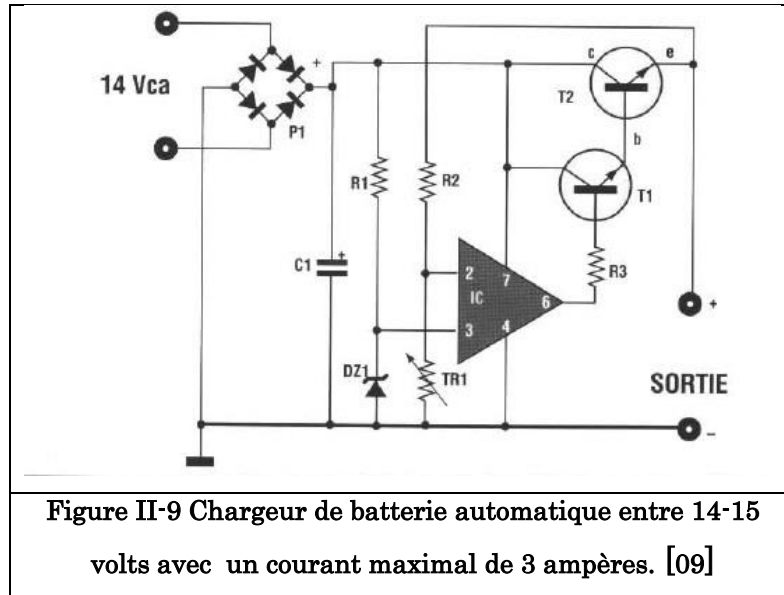
Le courant de sortie d'un chargeur intelligent dépend de l'état de la batterie. Un chargeur intelligent peut surveiller la tension, la température ou le temps de charge d'une batterie afin de déterminer le courant de charge optimale et de mettre fin à la charge.

Par exemple Pour les batteries Ni-Cd et Ni-MH, la tension aux bornes de la batterie augmente lentement au cours du processus de charge, jusqu'à ce que la batterie est complètement chargée. Après cela, la tension diminue, ce qui indique à un chargeur intelligent que la batterie est complètement chargée. Ces chargeurs sont appelé « delta-V, » ou « pic delta », ce qui veut dire qu'ils surveillent la variation de tension.

Le chargeur intelligent charge rapidement la batterie jusqu'à atteindre 85% de sa capacité maximale en moins d'une heure, puis il prend plusieurs heures en mode (charge d'entretien) pour que la batterie soit pleine.

II.4.4 Quelque model de chargeur de batterie intelligent:

II.4.4.1 Chargeur de batterie automatique entre 14-15 volts avec un courant maximal de 3 ampères.



Le montage de la **Figure I.9** permet de réaliser un chargeur de batterie d'excellente qualité pour recharger des batteries de 12 Volts pour voiture, et des batteries utilisées dans les systèmes d'alarmes. Son fonctionnement est complètement automatique puisque il reste branché a une batterie, il entrera en fonction seulement si celle-ci est déchargée, alors qu'il se déconnectera automatiquement dès que la batterie sera chargée. Le dispositif est alimenté par un transformateur dont le secondaire est de 14-15 volts avec un courant de 3 Ampères minimum. [09]



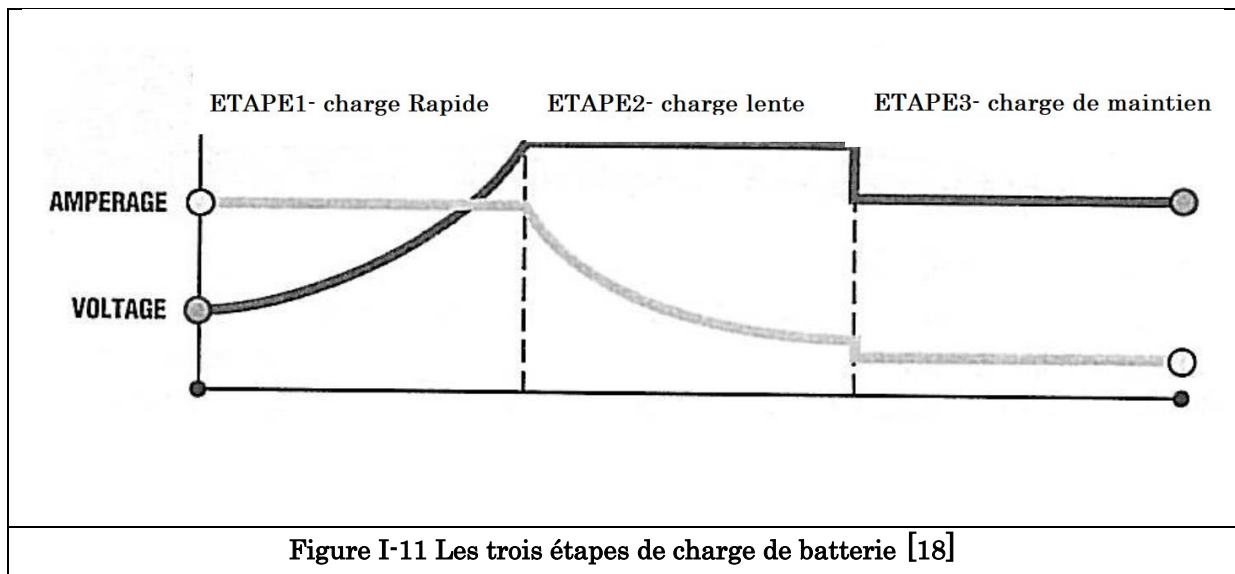


automatiquement à l'étape 2 du processus de charge. [18]

**ÉTAPE 2** – Durant la charge lente, la tension est maintenue au point de Consigne pour offrir une charge sécuritaire et constante. La tension est constante Alors que l'intensité réelle diminue pour permettre le transfert optimal de l'énergie Chimique à l'interne. À la fin de l'étape 2, le chargeur passe automatiquement à L'étape 3 du processus de charge. [18]

**ÉTAPE 3** – Charge de maintien (float) – La tension est maintenue et diminuée Automatiquement jusqu'au point de consigne alors que l'intensité est ajustée pour Charger la batterie de façon sécuritaire et efficace. Le mode de charge de maintien automatique est idéal pour maintenir la charge d'une Batterie. [18]

La **Figure I.11** nous permet de visualiser la courbe de courant et tension des trois modes de charge de batterie utilisée dans notre projet.





### II.6 Conclusion

Dans cette première partie nous avons pu décrire d'une manière générale les batteries et les chargeurs de batteries, et expliquer la compatibilité qui existe entre eux et à quel point l'un peut agir sur l'autre, en les définissant et en citant les différents paramètres et variables qui les affectent, nous avons constaté que la vigilance et la surveillance des engins électrique sont toujours obligatoire, et que dans le cas de la négligence de ces paramètres, des répercussions très lourdes peuvent se traduire à de grande perte économique et même plus grave mettant en danger la vie des personne qui se trouve à proximité.

Nous avons aussi pu conclure que l'utilisation d'un chargeur de batterie intelligent peut réduire ces risques d'une manière remarquable et satisfaisante et participer au bon déroulement des choses.

Le chapitre suivant présentera différents composants majeurs que comportera notre circuit on les expliquant et donnants leurs différentes caractéristiques

# *Chapitre II : Carte Arduino et composants électronique*

## **II.7 Introduction**

Pour réaliser une carte électronique il faut impérativement avoir des bases en électronique pour réussir à comprendre et bien assimiler le fonctionnement d'un circuit, pour cela une explication globale des différents composants majeurs de notre chargeur de batterie 12 V contrôlé par Arduino est nécessaire.

Dans ce présent chapitre nous allons commencer par présenter la pièce maitresse de notre circuit qui est l'Arduino tout en expliquant son fonctionnement et ces différentes entrées et sorties (numérique et analogique) ensuite nous allons décrire brièvement le transformateur et le redresseur que nous avons utilisé, en outre nous allons aussi présenter les caractéristiques des régulateurs LM338, LM7812et de l'afficheur LCD 2x16 alphanumérique en suite clôturé par les étapes de charge de batterie.

## **II.8 L'ARDUINO :**

### **II.8.1 Définition :**

Arduino est la marque d'une plateforme de prototypage open-source qui permet aux utilisateurs de créer des objets électroniques interactifs à partir des cartes électroniques matériellement libres sur lesquelles se trouve un microcontrôleur (d'architecture Atmel AVR comme l'Atmega328p, et d'architecture ARM comme le Cortex-M3 pour l'Arduino Due).

Les schémas de ces cartes électroniques sont publiés en licence libre. Cependant, certaines composantes, comme le microcontrôleur par exemple, ne sont pas sous licence libre.

Le microcontrôleur peut être programmé pour analyser et produire des signaux électriques, de manière à effectuer des tâches très diverses comme la domotique (le contrôle des appareils domestiques — éclairage, chauffage...), le pilotage d'un robot, de l'informatique embarquée, etc.

La carte Arduino la plus utilisée est la carte ArduinoUno. La conception matérielle (schémas électroniques et typons) est distribuée sous licence Creative Commons Attribution Share-Alike 2.5 Le code source de l'environnement de programmation et les bibliothèques embarquées sont disponibles sous licence LGPL. [12]

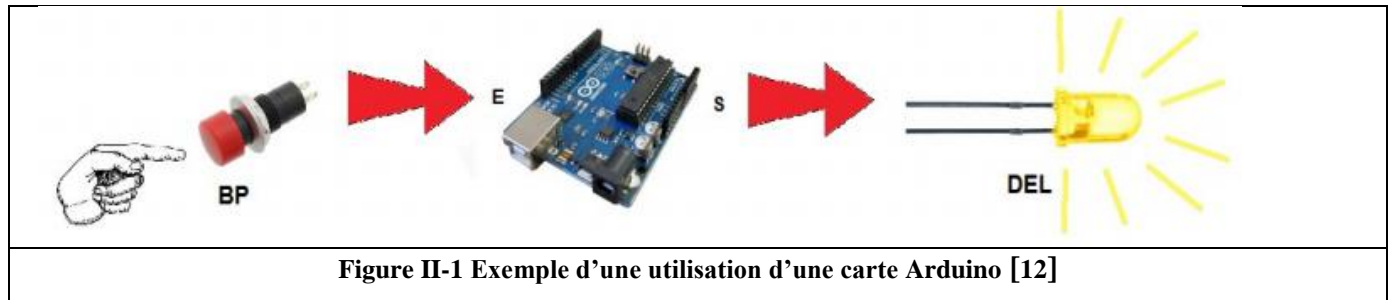
### **II.8.2 Utilisation :**

Les possibilités d'utilisation sont infinies. Si on peut détecter un ou plusieurs événements (variation de température, mouvement, présence, distance ...) et en fonction de ces événements, agir sur le monde réel à

l'aide d'actionneurs (résistances chauffantes, moteurs ...), alors on peut tout faire : bras de robot, régulation de température, effets lumineux, instruments de musique, systèmes d'alarmes, ...etc. [12]

### II.8.3 Fonctionnement :

Supposons qu'on veut faire clignoter une lampe (DEL) à l'aide d'un bouton poussoir (BP) comme le montre la **Figure II.1**.



Nous connectons le bouton poussoir (BP) à une entrée (E) de la carte Arduino et notre lampe (diode lumineuse DEL) à une sortie (S) de la carte. Mais nous devons également programmer la carte, de manière à ce que la diode lumineuse clignote. Nous rédigeons le programme à l'aide d'un logiciel, installé sur un ordinateur. Le programme doit sans cesse surveiller l'entrée connectée au bouton poussoir. Si le bouton poussoir est appuyé il doit allumer la diode, attendre 1 seconde, éteindre la diode, attendre 1 seconde, puis recommencer (allumer la diode, attendre 1 seconde ...). Si le bouton poussoir n'est pas (ou plus) appuyé, il doit éteindre la diode. Le programme ci-dessous **Figure II.2** illustre les différentes étapes à suivre pour le réaliser en langage C. [12]

```
void setup()
{
  pinMode(1, INPUT);
  pinMode(12, OUTPUT);
}
void loop()
{
  if (digitalRead(1)) {
    digitalWrite(12, HIGH);
    delay(1000);
    digitalWrite(12, LOW);
    delay(1000);
  } else {
    digitalWrite(12, LOW);
  }
}
```

Figure II-2 Programmation en langage C [12]

### II.8.4 Composition de la carte ARDUINO UNO :

Les différents composants de la carte Arduino sont représentés sur la **Figure II.3**

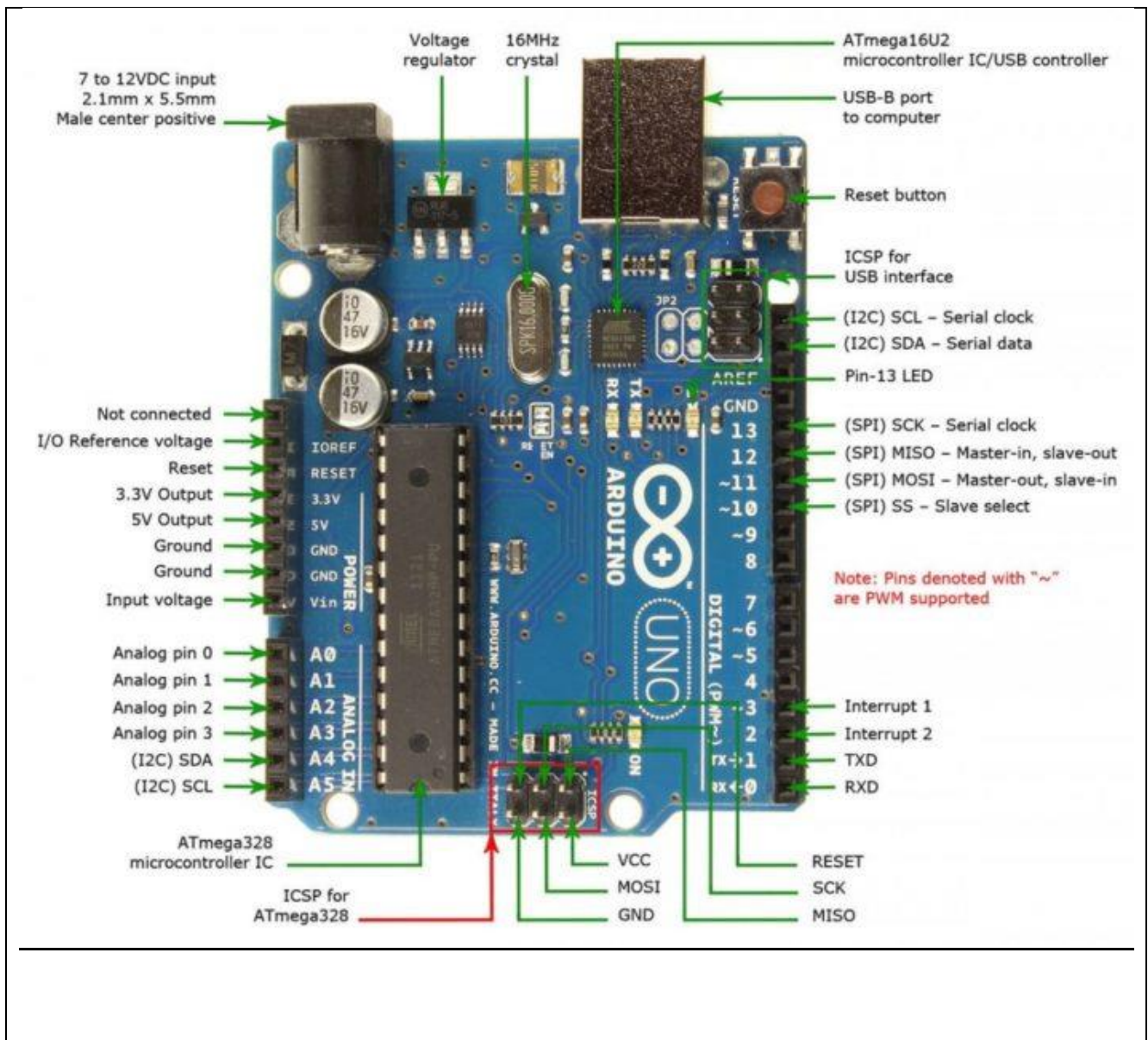


Figure II-3 Composition de la carte ARDUINO UNO [13]

#### II.8.4.1 Les entrées sorties numériques :

La figure II.4 montre les entrées sorties numériques de la carte Arduino.



Figure II-4 entrées sorties numériques [12]

Chacun des connecteurs D0 à D13 peut être configuré par programmation en entrée ou en sortie, nous pouvons donc avoir par exemple les connecteurs 2 et 3 configurés comme des entrées et les connecteurs 7, 8 et 9 configurés comme des sorties.

Les signaux véhiculés par ces connecteurs sont des signaux logiques, c'est-à-dire qu'ils ne peuvent prendre que deux états : HAUT (5 Volts) ou BAS (0 Volt), par rapport au connecteur de masse GND, qui lui est toujours, par définition, à 0 Volt.

Les connecteurs ne peuvent pas fournir en sortie un courant supérieur à 40 mA, ce qui interdit de brancher directement un moteur sur une sortie logique.

Le signe ~ sur les connecteurs 3, 5, 6, 9 10 et 11, sa signification (PWM) [12]

### II.8.4.2 Les entrées analogiques A0 à A5 :

Les entrées analogiques A0 à A5 , ces six entrées pouvant mesurer des tensions comprises entre 0 et 5 Volts qui prend environ 10  $\mu$ s, avec une précision de 10 bits (soit 1024 points) si on fait le calcul 1024 points sur une plage de 5Volts donne une précision de 0.0048828125 Volts, soit environ 4.9mV comme le montre la **Figure II.5**.



### II.8.5 Avantage :

L'un des avantages indéniables de ce microcontrôleur est sa facilité d'utilisation qui fait qu'il est accessible à tous. Pas besoin d'être calé en IT, même les amateurs pourront s'en sortir aisément grâce aux explications claires distribuées un peu partout sur internet, La carte se connecte très facilement à un ordinateur via un câble USB fourni. [13]

### II.8.6 Inconvénient :

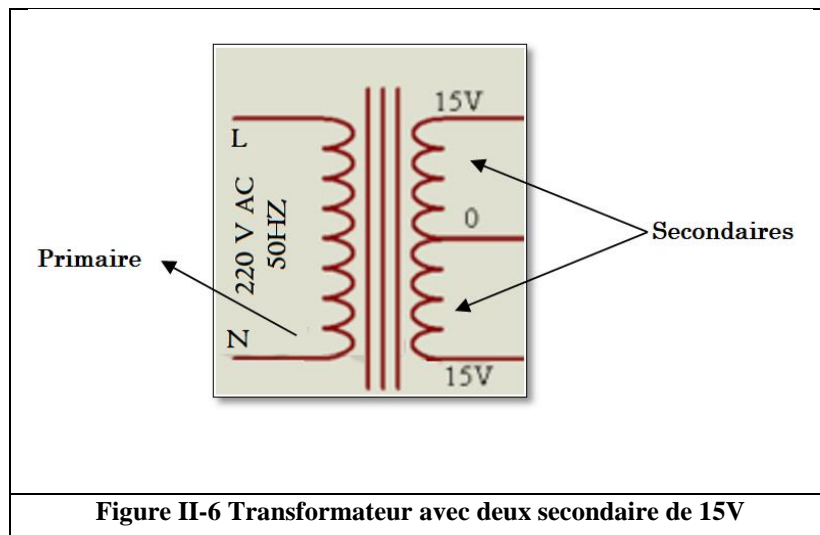
L'Arduino Uno, est utilisé pour les simulations électroniques mais n'est pas pour l'exploitation l'industriel du a sa grande taille et sa fragilité et son cout aussi qui reste élevé. [13]

## II.9 Transformateur

### II.9.1 Description d'un transformateur

Un transformateur électrique est un convertisseur, servant à modifier les valeurs de tension et d'intensité du courant délivrées par une source d'énergie électrique alternative, en un dispositif de tension et de courant de valeurs différentes, mais de même fréquence et de même forme. Il effectue cette transformation avec un excellent rendement.

Il est composé d'un noyau de fer et de deux bobines de cuivre. (Bobine primaire et bobine secondaire), il faut savoir aussi qu'il existe aucune connexion électrique entre le primaire et le secondaire, tout le couplage entre les deux enroulements est magnétique. Le transformateur monophasé est composé d'un noyau et deux bobines, tandis que le transformateur triphasé comporte 3 noyaux et 6 bobines. Dans ce présent projet nous avons opté pour un transformateur avec deux secondaires par ce qu'on a besoin de deux tensions de 15V dans notre circuit comme le montre la **Figure II.6 [14]**



## II.10 Redresseur

### II.10.1 Définition

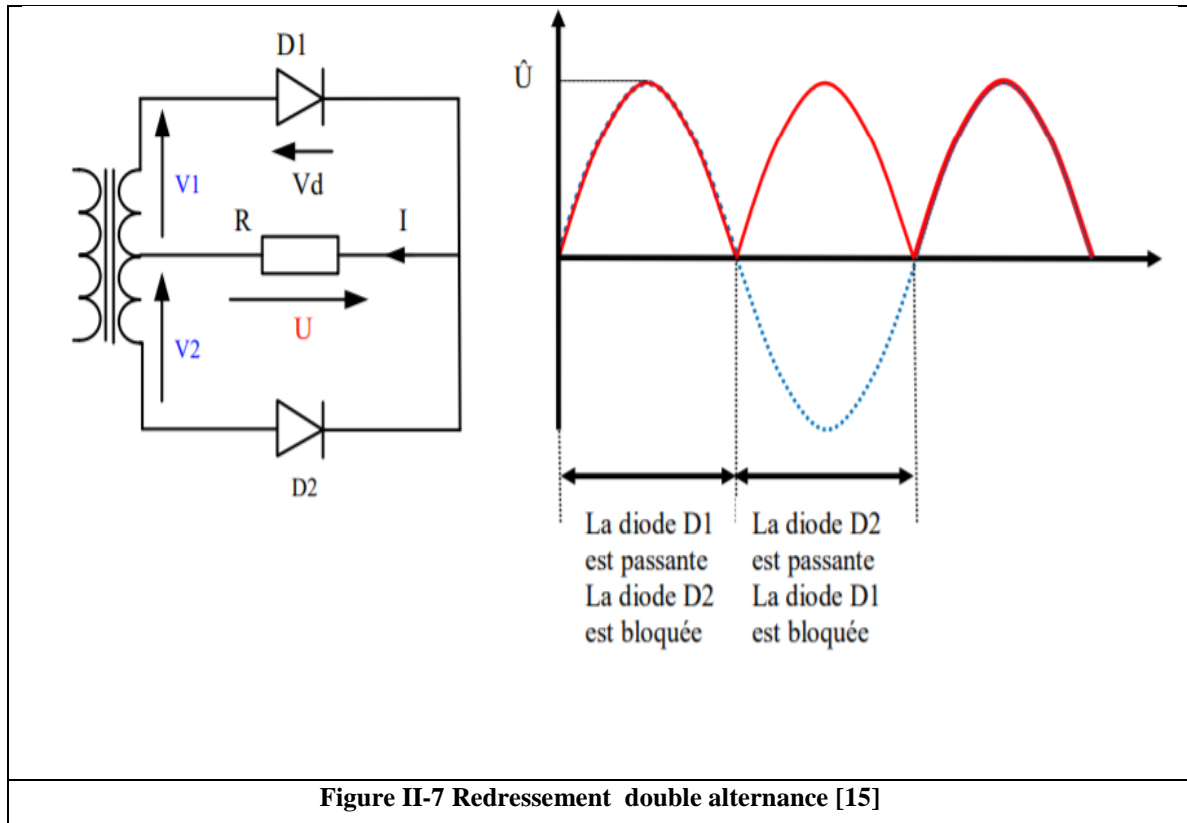
La conversion du courant alternatif en courant continu est réalisée par un convertisseur appelé redresseur. La charge elle peut être résistive, inductive ou capacitif, elle est alimentée en courant continu à partir d'une source alternative

Dans le redressement double alternance, les interrupteurs commutent de manière à transformer les tensions négatives en positives tout en gardant les alternances positives.



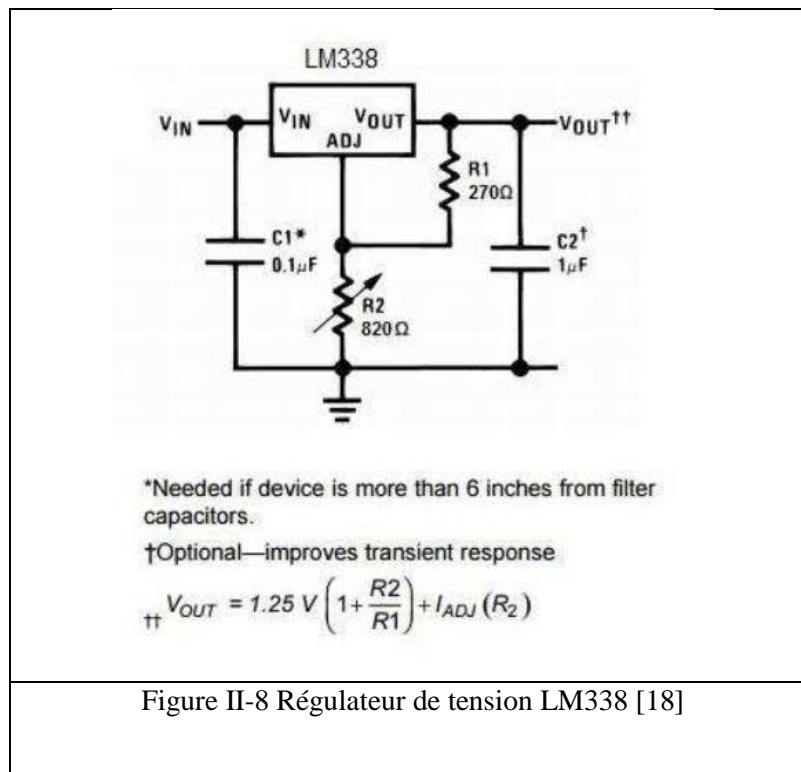
### II.10.2 Fonctionnement d'un redresseur à point milieu

A partir d'un transformateur d'alimentation avec un point milieu, deux diodes travaillent en alternance pour créer, à la charge, un signal redressé double alternance (pleine-onde) possédant la même polarité pour chacun des demi-cycles du signal d'entrée comme le montre la **Figure II.7.** [15]



### II.11 Régulateur de tension LM 338 :

C'est un régulateur de tension linéaires ajustables, capables de fournir plus de 5 A à une tension de sortie comprise entre 1,25 et 32 V. Les circuits LM338 incluent une limitation de courant, une protection contre les court-circuits et les surcharges thermiques, et offrent une excellente régulation de charge et de ligne. Les régulateurs sont robustes et faciles à utiliser avec seulement deux résistances requises pour le réglage de la tension de sortie. Le LM338 est disponible en deux modèles de boîtier : le LM338K dans un boîtier en acier TO-3 et le LM338T dans un boîtier en plastique TO-220. [16]



### II.11.1 Caractéristiques

Le tableau II.1 présente les différentes caractéristiques du régulateur de tension LM 338

Attribut	Valeur
Tension de sortie	1,2 → 32 V
Courant de sortie maximum	5A
Tension d'entrée minimale	4,2 V
Tension d'entrée maximale	40 V
Nombre de broches	3
Puissance	25W
Nombre de sorties	1
Polarité	Positif
Régulation de charge	0,5 %
Régulation en ligne	0,03 % / V
Tension de référence	1.25V
Courant de référence	40mA
<b>Tableau II-1 Caractéristiques du Régulateur de tension LM 338[16]</b>	



### II.12 Régulateurs fixes LM7812

Les régulateurs fixes sont appelés ainsi parce qu'ils ont été conçus pour délivrer une tension continue d'une valeur donnée, qui ne peut pas être modifiée sans artifice. Il en existe de multiples sortes, mais les plus courants sont sans aucun doute ceux de la série LM78xx (ou uA78xx) et LM79xx (ou uA79xx). Ils sont très faciles à mettre en œuvre, et il suffit de peu de connaissances pour savoir lequel utiliser, leur nom indiquant de lui-même de quoi il en retourne. Pour tout savoir, décomposons le nom de ces régulateurs : [19]

LM = préfixe utilisé par le fabricant. Il peut aussi s'agir de uA, ou MC.

78 = signifie qu'il s'agit d'un régulateur positif

79 = signifie qu'il s'agit d'un régulateur négatif

xx = tension de sortie fixe (valeur entière)

#### II.12.1 Caractéristiques

Tableau 0-2 présente les différentes caractéristiques du régulateur de tension LM 7812

Attribut	valeur
Tension de sortie	12v
Courant de sortie maximum	12.6
Tension d'entrée minimale	14.6v
Tension d'entrée maximale	19v
Nombre de broches	3
Nombre de sorties	1
Polarité	positive
Courant de référence	8mA

**Tableau II-2 Caractéristiques du Régulateur de tension LM 7218[19]**

### II.13 L’Afficheur

Les afficheurs LCD (Liquid Crystal Display) sont devenus incontournables dans toutes applications qui demandent la visualisation de paramètres, il s’agit donc d’une interface Homme/Machine. Ils sont très utilisés dans les montages à microcontrôleur, et permettent une grande convivialité. Ils peuvent aussi être utilisés lors de la phase de développement d'un programme, car on peut facilement y afficher les valeurs de différentes variables. Au paravent ils étaient très chers et difficile à mettre en œuvre, ils sont maintenant bon marchés et l’interface parallèle au standard Hitachi permet un pilotage facile. [17]

II.13.1 Caractéristiques

- Nombre de ligne : 2
- Nombre de caractères par ligne : 16
- Contrôleur : SPLC780D
- Rétro éclairage : LED Bleu
- Dimension : 80 x 11 x 36mm

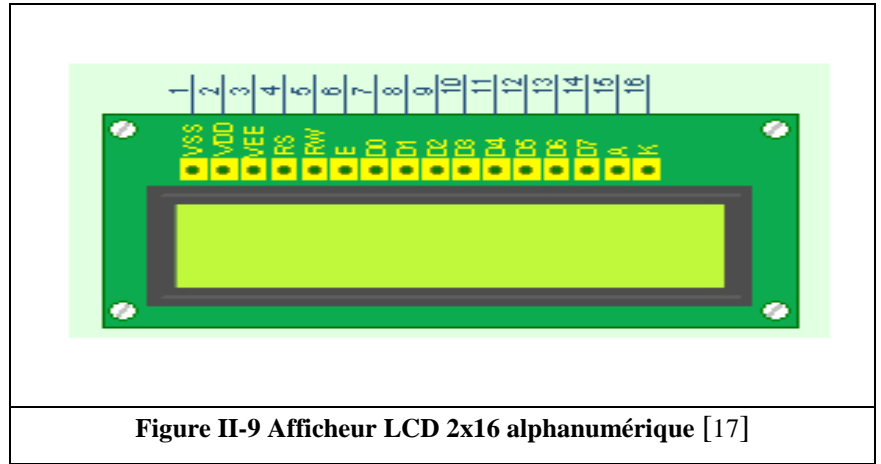


Figure II-9 Afficheur LCD 2x16 alphanumérique [17]

La **figure II.9** permet de visualiser l’afficheur LCD dont les broches 15 et 16 ne sont présentes que sur les afficheurs LCD avec rétro éclairage.

Broche	Nom	Niveau	Fonction
1	VSS	-	Masse
2	VDD	-	Alimentation positive (+5v)
3	VEE	0-5V	Permet le réglage du contraste de l’afficheur
4	RS	TTL	Sélection du registre (Register Select) Grâce à cette broche, l’afficheur est capable de faire la différence entre une commande et une donnée. Un niveau bas indique une commande et un niveau haut indique une donnée.
5	RW	TTL	Lecture ou écriture (Read/Write) L : Écriture H : Lecture
6	E	TTL	Entrée de validation (Enable) active sur front descendant. Le niveau haut doit être maintenue pendant au moins 450 ns à l’état haut.
7	D0	TTL	Bus de données bidirectionnel 3 états (haute impédance lorsque E=0)
8	D1	TTL	
9	D2	TTL	
10	D3	TTL	
11	D4	TTL	
12	D5	TTL	
13	D6	TTL	
14	D7	TTL	

Tableau II-3 Caractéristique de l’afficheur LCD 2x16 alphanumérique [17]

Le **tableau II.2** représente les différentes caractéristiques de l’afficheur LCD 2x16 alphanumérique.

### II.14 Conclusion

Après avoir réviser toutes ces bases en électronique dans ce chapitre, nous avons pu en premier lieux comprendre le fonctionnement des différents composants essentiels qui structure notre circuit, et nous a aussi permis de bien diviser notre circuit en blocs pour mieux comprendre l'enchaînement des étapes et ne pas se noyer dans la masse des composants.

Le chapitre suivant présentera le circuit global du chargeur de batterie, et ensuite les différents blocs qui le composent pour pouvoir mieux le décrire.

# *Chapitre III Circuit de chargeur de batterie 12 V contrôlé par Arduino*

## **III.1 Introduction**

Arduino est une source ouverte qui est essentiellement conçue pour les simulations électroniques avant d'implémenter un circuit dans l'industrielle, dans ce travail, nous allons vous montrer la méthode de contrôle du circuit du chargeur de batterie à l'aide de la carte Arduino Uno. Ce chargeur a également les caractéristiques de la charge d'étape en masse et de la charge d'étape flottante.

Pour cela nous allons d'abord citer les différents composants de notre circuit, ensuite expliquer le fonctionnement du circuit en quatre étapes et au finale donner les différents organigrammes de programmation qu'on a injectée.

## **III.2 Composants requis du circuit**

**Matériel** : alimentation, résistances, résistances variables, diodes, LED, LM338, LM7812, ARDUINO UNO, Afficheur LCD 16\*12, Transistors, Switch, dissipateurs thermique, capacités, transformateur,

**Logiciel:** Aduino IDE, Proteus.

## **III.3 Description du circuit de chargeur**

Le circuit qui est illustré sur la **Figure III.1** est réalisé à l'aide de Proteus. Pour mieux comprendre le fonctionnement du circuit de chargeur de batterie 12 V contrôlé par Arduino, nous avons divisé la section en 4 parties.



du CC est d'environ 28,5 V ( $30 - 0,7 - 0,7 = 28,5V$ ). Environ 1,5 V est la chute de tension entre les diodes  $D_1$  et  $D_2$  est combinées.

### III.3.2 Circuit de chargeur de batterie

La **Figure III.2** montre bien que Le circuit du chargeur est conçu autour d'un circuit intégré de régulateur de tension réglable (LM338). Une tension continue filtrée est fournie à la broche d'entrée d'IC  $1$  (LM338). Ce circuit intégré peut fournir une tension réglée d'environ 1,2 V à 32 V à un courant maximum de 5 A. Les diodes  $D_3$  et  $D_4$  sont des diodes de protection qui protègent la source de tension de la polarité inversée.

Le transistor  $T_1$  et  $T_2$  contrôle la tension en sortie

Lorsque la batterie est complètement chargée, la sortie est mise en mode de charge de maintien

Lorsque la batterie est en état de charge, la sortie est mise en mode de charge rapide.

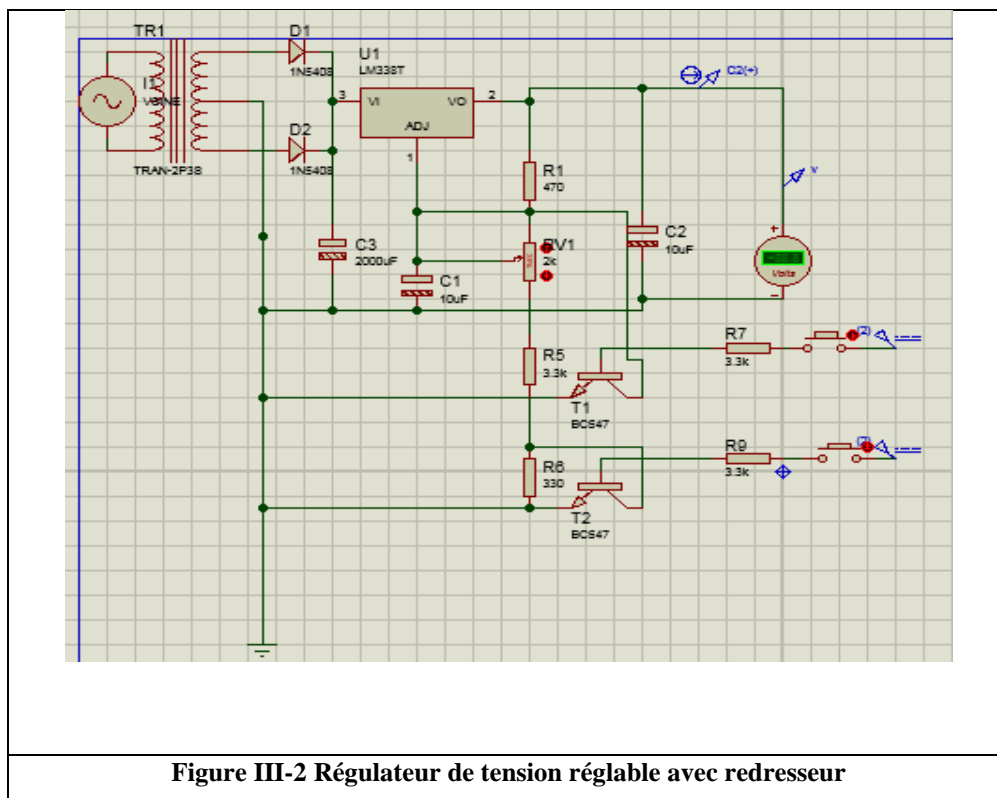


Figure III-2 Régulateur de tension réglable avec redresseur

$X_1$  = 220V AC primaire à 15V-0-15V, transformateur secondaire 3A

IC 1 = LM338

Dissipateur thermique pour IC 1

$D_1, D_2$  = 1N5408 (pour les applications 3 A)

$D_3, D_4$  = 1N4007 (Sa tension de blocage à 1000 volts)

$C_1, C_2$  = 10  $\mu$ F, 35 V ou 63 V (condensateur électrolytique)

$C_3$  = 2000  $\mu$ F, 35 V ou 63 V (condensateur électrolytique)

$VR_1$  = 2 K $\Omega$  POT.

$$R_6 = 330 \Omega$$

$$R_2 = 1,5 \text{ K}\Omega$$

$$R_3 = 470 \Omega$$

$$R_5, R_7, R_9 = 3,3 \text{ K}\Omega$$

$$T_1, T_2 = \text{BC547}$$

$$\text{LED 1} = 5\text{mm toute couleur LED}$$

### III.3.2.1 Fonctionnement du régulateur de tension réglable

La tension de sortie ( $V_{\text{out}}$ ) du régulateur de tension réglable est décrite par l'équation suivante

$$V_{\text{OUT}} = V_{\text{REF}} \times \left(1 + \frac{R_x}{R_3}\right) + I_{\text{ADJ}} \times R_x$$

Où  $R_x = VR_1 + R_5 + R_6$  soit une combinaison de ces trois résistances.

$$R_3 = 470 \text{ ohms}$$

$$V_{\text{RÉFÉRENCE}} = 1,25 \text{ V}$$

$$I_{\text{ADJ}} = 45 \mu\text{A}$$

Par conséquent, l'équation ci-dessus peut être réécrite comme suit:

$$V_{\text{OUT}} = 1,25 \times \left(1 + \frac{R_x}{470}\right) + 45\mu \times R_x$$

Calcul mathématique de la valeur théorique de  $R_2$

La tension maximale à laquelle nous pouvons charger la batterie 12V est d'environ 14,2V. Supposons donc  $V_{\text{OUT}} = 14,2 \text{ V}$  et calculons la valeur de la résistance variable  $VR_1$ .

$$14,2 = 1,25 \times \left(1 + \frac{R_x}{470}\right) + 45 \times 10^{-6} \times R_x$$

$$11,36 = \left(1 + \frac{R_x}{470}\right) + 36 \times 10^{-6} \times R_x$$

$$10,36 = \frac{R_x}{470} + 36 \times 10^{-6} \times R_x$$

$$10,36 = 2,1636 \times 10^{-3} \times R_x$$

Par conséquent,

$$R_x = 4788,18\Omega$$

Maintenant, nous allons calculer la valeur de la résistance variable  $VR_1$

$$R_x = VR_1 + R_5 + R_6$$

$$4788,18 = VR_1 + 3300\Omega + 330\Omega$$

La valeur théorique de la résistance variable  $VR_1$  est

$$VR_1 = 1158\Omega$$

### III.3.2.2 Le fonctionnement de la phase de chargeur automatique dans trois cas différents.

CAS 1: Lorsque les transistors à la fois bloquer OFF, c'est-à-dire lorsque les tensions dans les broches numériques D8 et D9 de la carte Arduino sont égale à zéro.

$$R_3 = 470\Omega$$

La valeur de la résistance  $R_x$  est la combinaison des trois résistances  $VR_1$ ,  $R_5$  et  $R_6$  car ces deux transistors sont bloqués et ne conduisent aucun courant, c'est-à-dire  $R_x = 4788$  ohms

Ainsi, la sortie de tension peut être calculée comme suit :

$$V_{OUT} = 1,25 \times \left(1 + \frac{4788}{470}\right) + 45 \times 10^{-6} \times 4788$$

$$V_{OUT} = 13,98V + 0,215V$$

Par conséquent

$$V_{OUT} = 14,195V \approx 14,2V$$

Ainsi, la charge de la batterie sera en vrac

CAS 2: Lorsque le transistor  $T_1$  est bloqué et que le transistor  $T_2$  est passant. Dans ce cas, la résistance  $R_6$  n'apporte aucune résistance à la résistance réglable car le transistor conducteur  $T_2$  conduit fortement et transmet toute la tension à la masse à partir du point final de  $R_5$ . Ainsi, la résistance équivalente ( $R_x$ ) = 4788 – 330 = 4458 ohms.

$$R_3 = 470\Omega$$

$$R_x = 4458\Omega$$

Par conséquent, la tension de sortie  $V_{OUT}$



$$V_{\text{OUT}} = 1,25 \times \left(1 + \frac{4458}{470}\right) + 0,215$$

$$\boxed{V_{\text{OUT}} = 13,32\text{V}}$$

Ainsi, dans ce cas, le circuit de chargeur ne maintient que l'état de charge flottante, c'est-à-dire que le chargeur de batterie fournit une tension de 13.2V à la batterie à un taux constant. Comme nous le savons tous, la batterie a une certaine résistance interne et commence à se décharger à une vitesse constante et afin de résoudre ce problème, nous avons utilisé ici le concept de charge flottante.

**CAS 3:** Lorsque les deux transistors sont passant, dans ce cas, aucune résistance (c'est-à-dire  $R_1$ ,  $R_5$  et  $R_6$ ) ne contribue à  $R_X$  c'est-à-dire que  $R_X$  devient nul parce que le transistor  $T_2$  commence à conduire et toute la tension passe du collecteur à émetteur à la terre. Ainsi, la tension de sortie peut être calculée comme suite

$$V_{\text{OUT}} = 1,25 \times (1 + 0) + 0$$

$$\boxed{V_{\text{OUT}} = 1,25\text{V}}$$

### III.3.2.3 Régulateur de tension fixe

Le régulateur de tension fixe LM7812 ( $IC_2$ ) est utilisé pour alimenter la carte Arduino uno et également utilisé pour calculer la consommation d'énergie afin de déterminer si la batterie est bonne ou non. Deux diodes  $D_5$  et  $D_6$  sont utilisées pour la protection. Un réseau diviseur de tension est réalisé à l'aide de deux résistances  $R_8$  et  $R_{10}$  qui permettent de mesurer la différence de tension. Une sortie entre ces deux résistances est donnée à la broche analogique A1 de la carte Arduino uno comme indiqué dans la **Figure III.3** l'objectif de ce diviseur est d'adapter la plage de tension pour la mesure comprise entre 0V et 5V.

**IC** <sub>2</sub> = LM7812

**D** <sub>5</sub>, **D** <sub>6</sub> = 1N4007

Dissipateur thermique pour **IC** <sub>2</sub>

**C** <sub>4</sub> = 10 μF, 35 V ou 63 V (condensateur électrolytique)

**C** <sub>5</sub> = 100 μF, 24 V (condensateur électrolytique)

**R** <sub>8</sub> = 4,7 KΩ

**R** <sub>10</sub> = 2,2 KΩ

La tension de diviseur est donnée par l'équation suivante :

$$V = \left(\frac{R_{10}}{R_{10} + R_8}\right) \times V_0$$

$$V = (2.2/2.2 + 4.7) \times 12$$

$$V = 3.826 \text{ volts.}$$

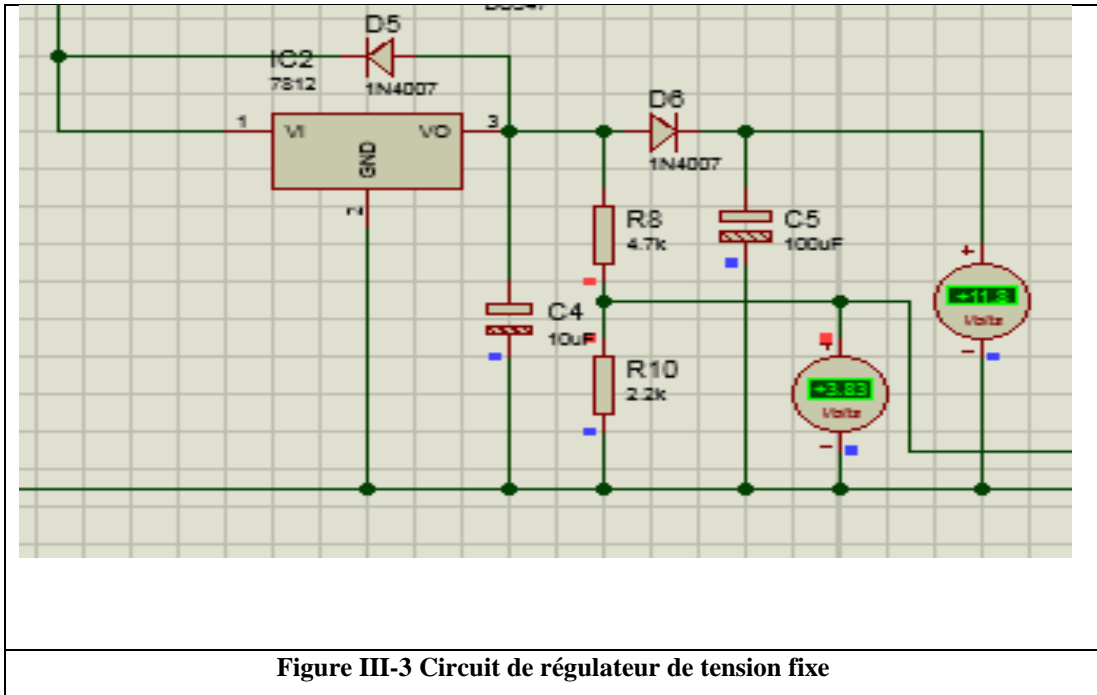


Figure III-3 Circuit de régulateur de tension fixe

### III.3.3 Unité d'affichage

L'unité d'affichage est construite autour d'un écran LCD alphanumérique 16 × 2 et d'une carte Arduino. Comme cet écran LCD est basé sur Hitachi, nous n'avons pas besoin de résistance variable pour le contraste. Une résistance de valeur fixe est connectée à la broche  $V_{DD}$  (broche 3) de l'écran LCD à la masse comme on le constate sur la **Figure III.4**. La broche de données supérieure de l'écran LCD (D4, D5, D6 et D7) est connectée à la broche numérique Arduino uno (D5, D4, D3 et D2) respectivement. Où la broche d'activation (E) et de réinitialisation / réglage (RS) de l'écran LCD est connectée respectivement à D6 et D7 comme indiqué dans le la **Figure III.4**. La LED + et la LED- (broches 15 et 16) de l'écran LCD sont connectées à + Vcc (5V d'Arduino) via la résistance de limitation de courant R13 et GND respectivement.

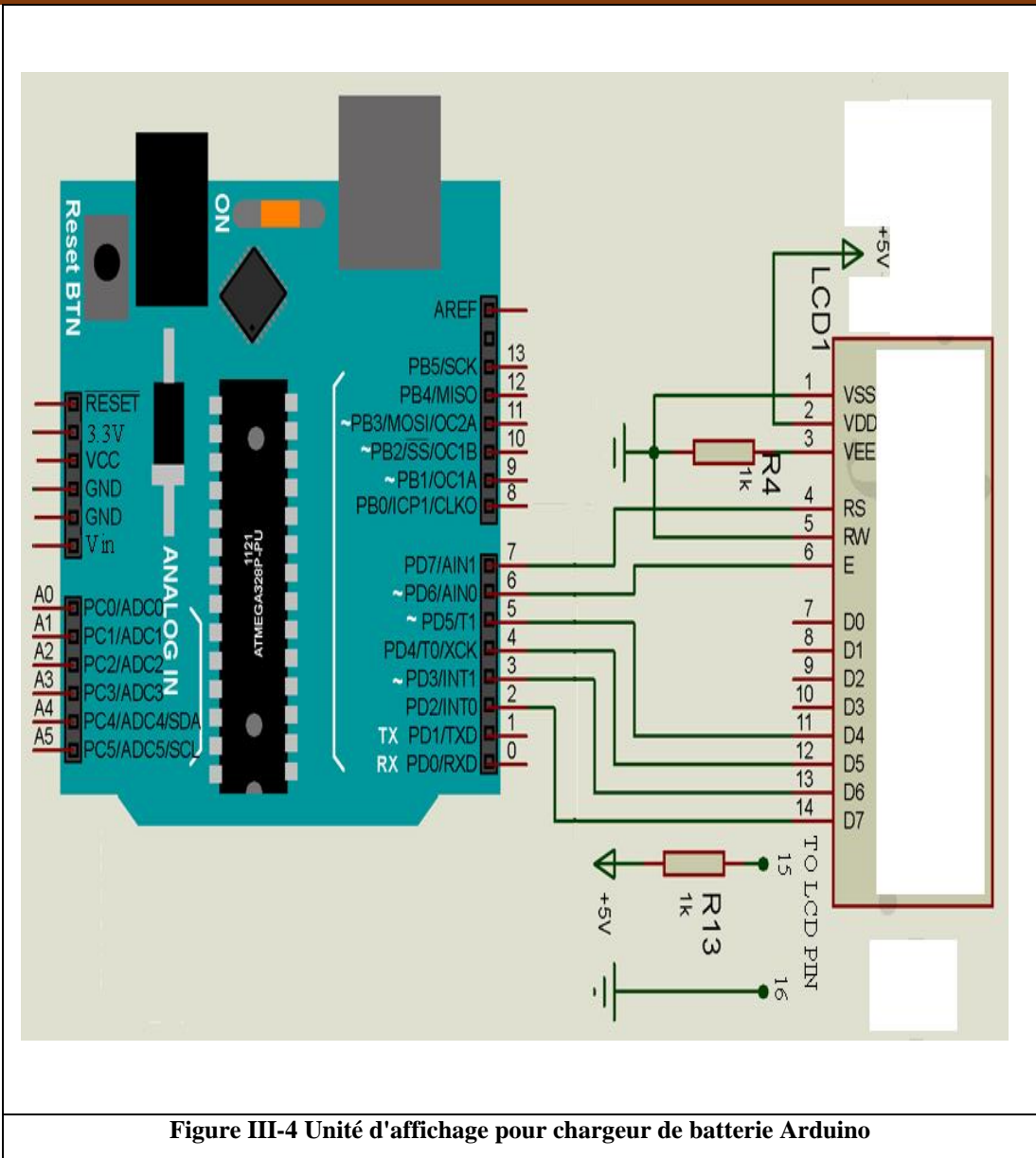


Figure III-4 Unité d'affichage pour chargeur de batterie Arduino

### III.3.4 État de la batterie

La **Figure III.5** est réalisé pour vérifier l'état de la batterie, et pour cela il faut appuyez sur le commutateur  $SW_1$  pendant quelques instants. La carte Arduino est alimentée par la batterie et mesure la tension du réseau diviseur de tension formé à l'aide de la résistance  $R_{12}$  et de la résistance variable  $VR_2$ . Le cavalier est utilisé pour l'étalonnage du circuit pour le test de la batterie.

$R_{12} = 22\text{ K}\Omega$

$VR_2 = 10\text{ K}\Omega$  Pot.

$SW_1 =$  Interrupteur Push-to-on

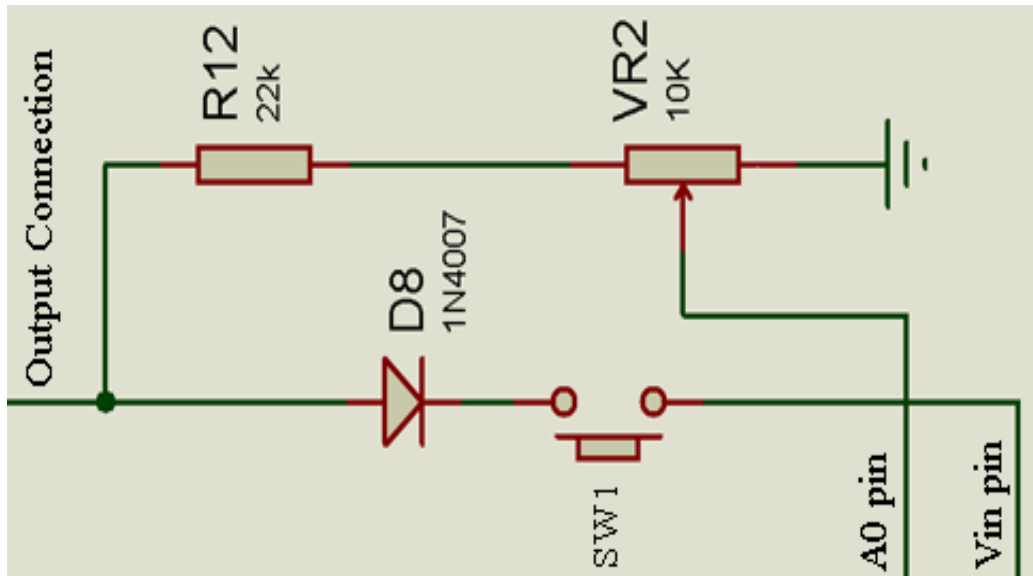


Figure III-5 Circuit d'état de la batterie

### III.4 Les différents organigrammes du programme

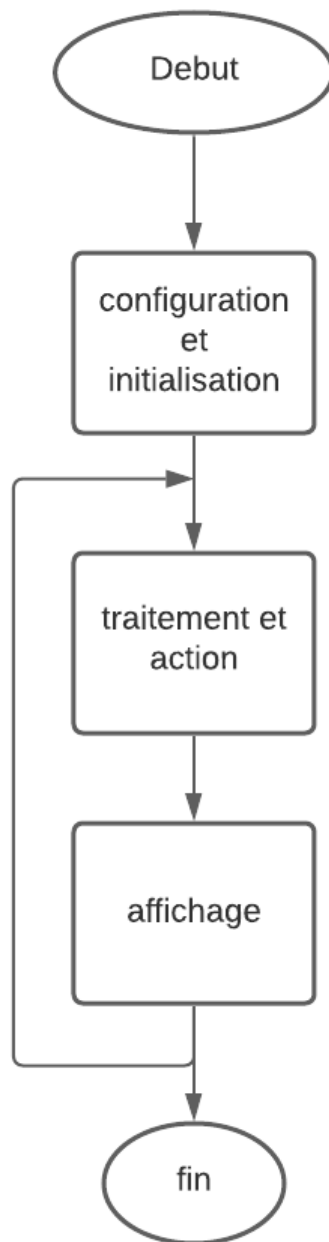
Le circuit électronique seule n'est pas capable de commander la charge de batteries comme on le souhaite alors un programme est obligatoire afin de l'épauler et de réaliser les exigences de ce projet.

Le programme principal comme on peut le visualiser sur la **Figure III.6** est composé de trois étapes.

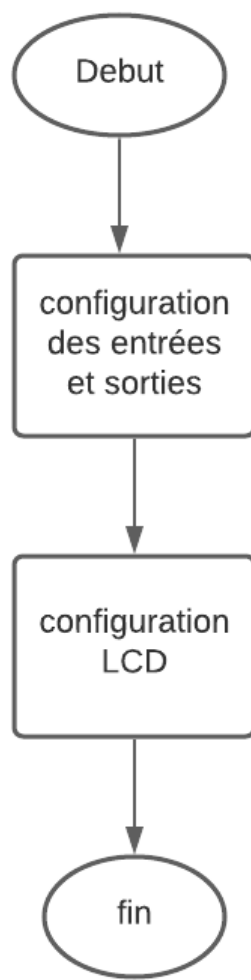
-La configuration et l'initialisation qui comprend (la configuration des entrées sorties ainsi que la configuration de LCD) comme le montre la **Figure III.7**.

-Le traitement et action qui gère les différentes étapes (charge pleine, pas de batterie, batterie morte, batterie faible, et batterie en bonne état). Comme l'illustre la **Figure III.8**.

-L'affichage.



**Figure III-6 Organigramme du programme principal**



**Figure III-7 Sous-programme principal : configuration et initialisation**

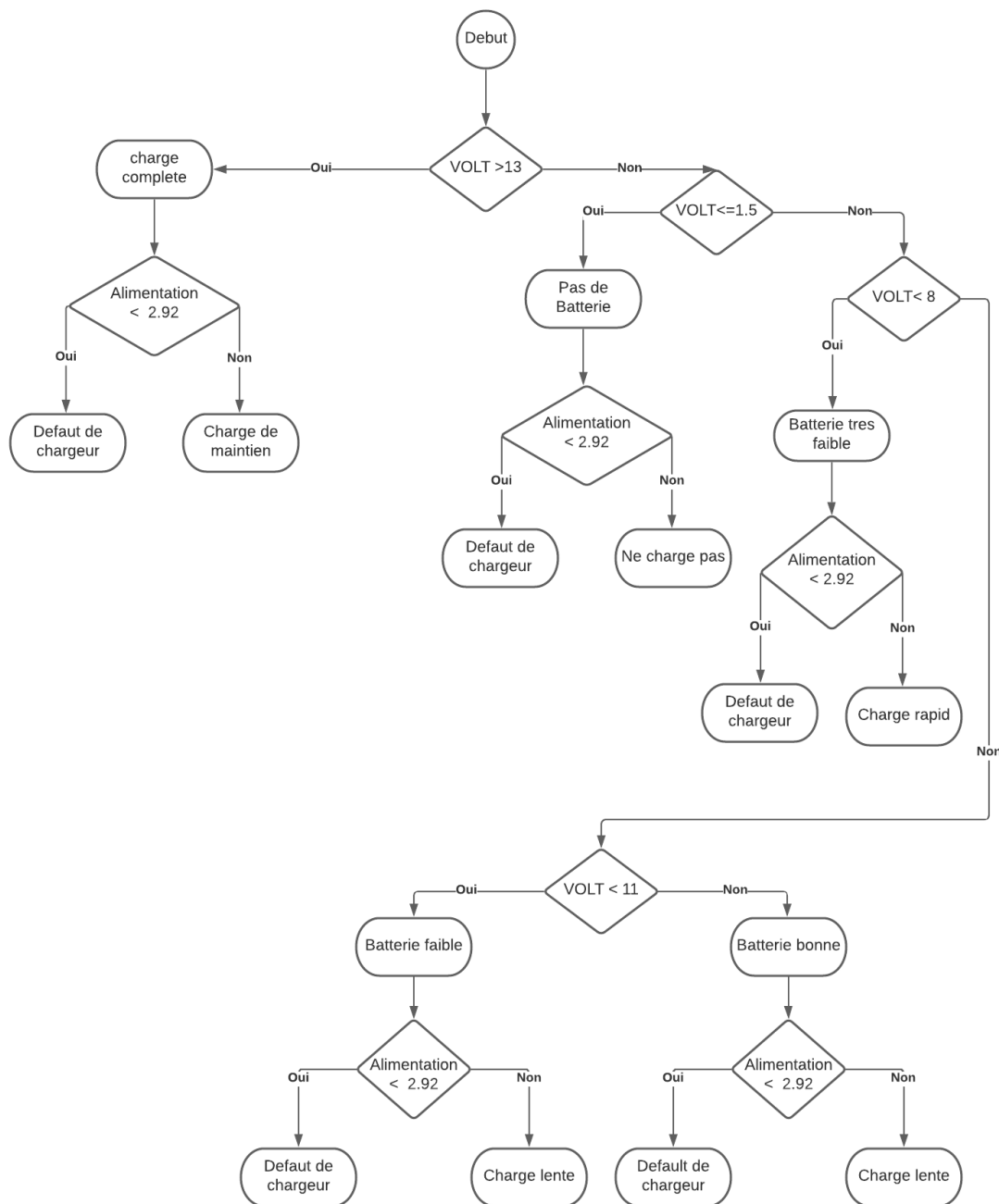


Figure III-8 Sous-programme principale traitement et action

### III.5 Simulation

Une batterie d'accumulateurs est un super condensateur, nos simulations ont été réalisées à partir d'un condensateur comme le montre la **Figure III-9**.

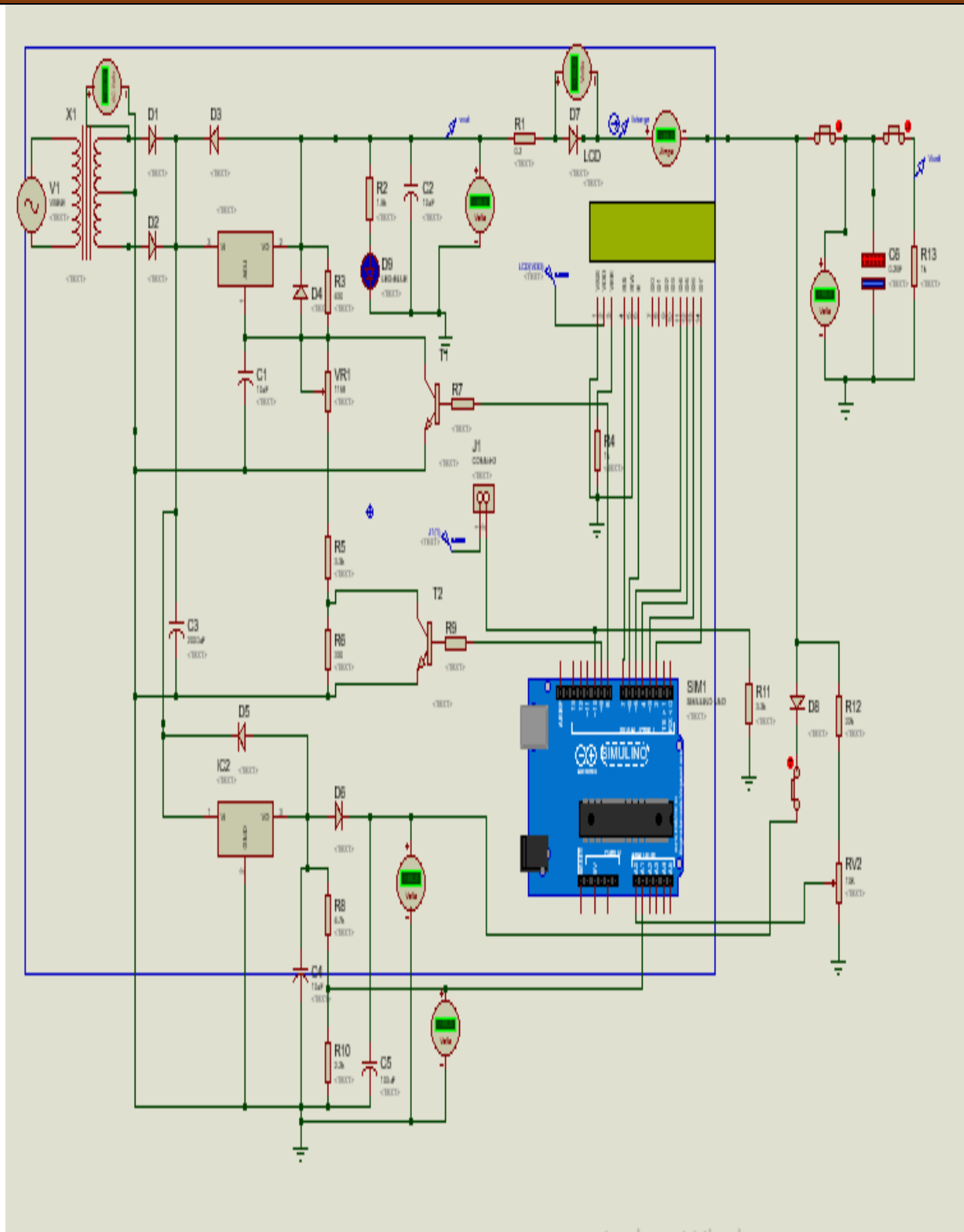


Figure III-9 : montage réalisé avec condensateur

Pour  $R1=0.2\text{ohm}$   $C=0.26\text{F}$   $VD7=0.6\text{V}$

La figure III-10 représente la courbe de  $V_{out}$



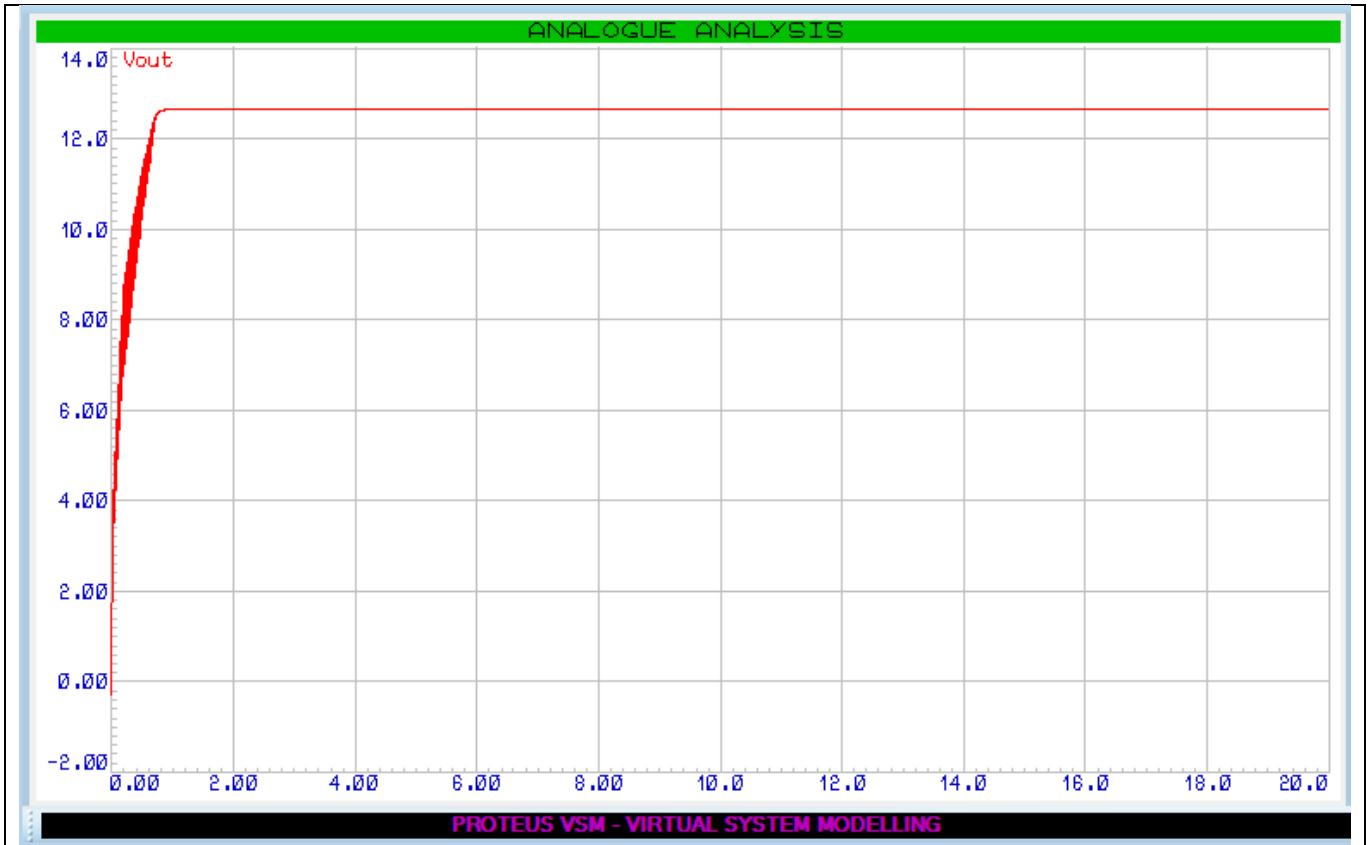


Figure III-10 courbe de  $V_{out}$

La figure III-11 représente la Courbe de  $I_{ch}$

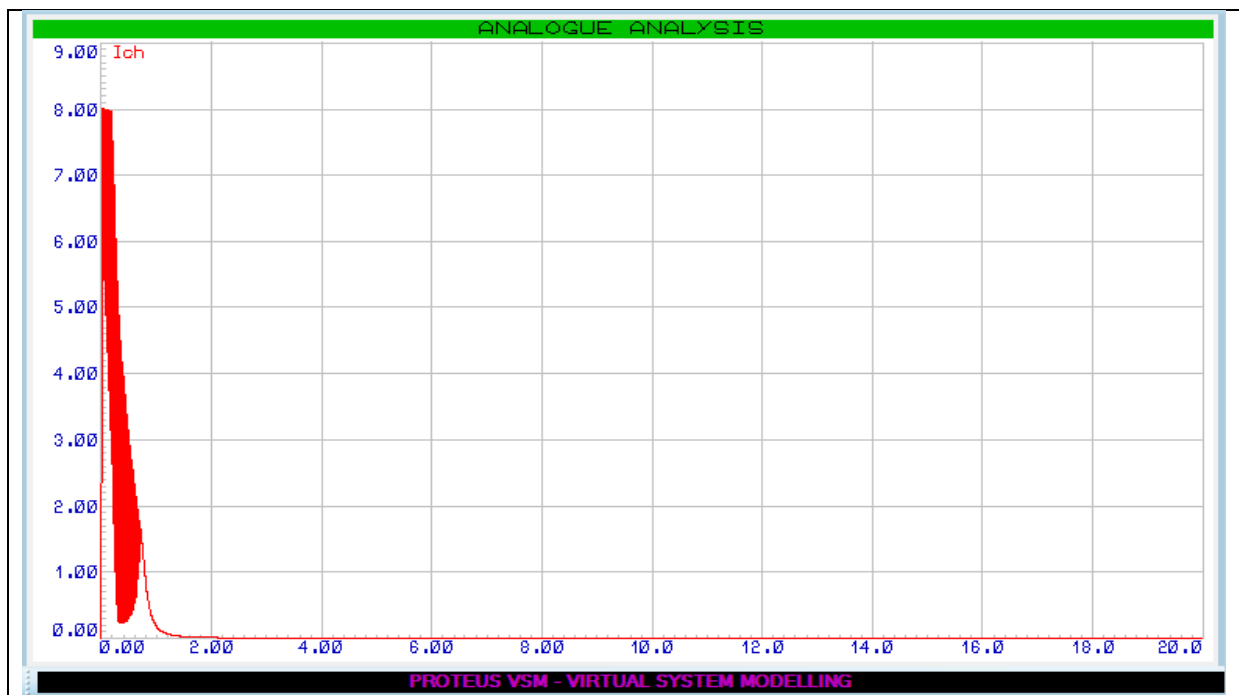


Figure III-11 : courbe de  $I_{ch}$

La **figure III.12** représente La courbe de Vbatt :

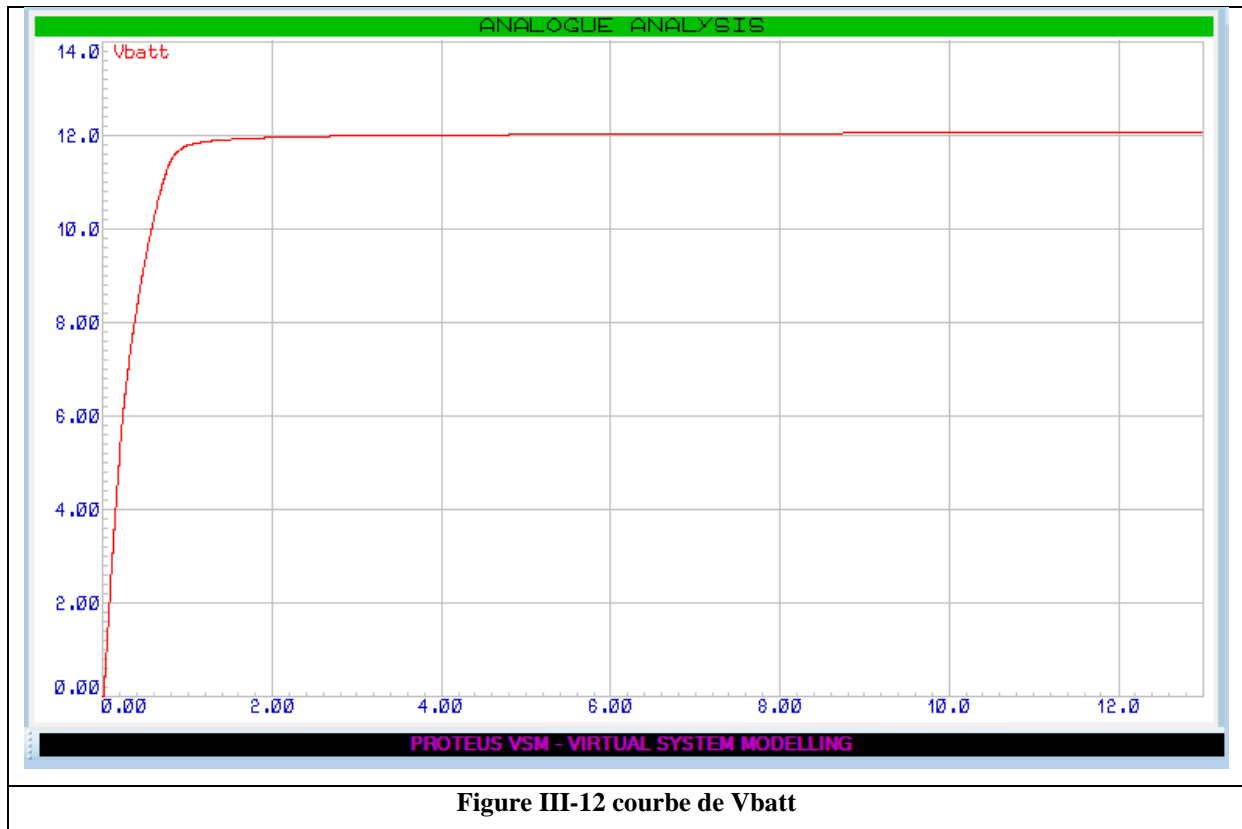


Figure III-12 courbe de Vbatt

**Commentaire :** pour la tension de sortie Vout elle augmente pour atteindre 12.8V entre temps le courant diminue de 8A pour atteindre zéro et la batterie se charge complètement pour atteindre les 12V.

## III.6 Conclusion

A travers ce chapitre nous avons présenté le montage d'un chargeur de batterie intelligent ainsi ces différents blocs et organigramme de son fonctionnement, notre chargeur contient cinq états de batterie qui sont « charge complète, pas de batterie, batterie morte, batterie faible, batterie forte » et trois états de charge « charge lente, charge rapide et charge de maintien » On a effectué des simulations sur la charge toute seule et avec une résistance de décharge

## *Conclusion Générale*

Avec l'augmentation de l'utilisation des équipements électroniques portables, l'intérêt pour le domaine des chargeurs de batteries est grandissant.

Ce mémoire avait pour ambition de réaliser un chargeur de batterie intelligent, nous nous demandions comment réaliser un chargeur qui nous permet d'entretenir, nous donner le maximum d'information sur la batterie et son état de charge.

Pour cela nous avons munis une étude sur les batteries et les chargeurs de batterie, cette étude nous a permis de comprendre les caractéristiques, le fonctionnement de chaque type de chargeur de batterie.

Nous avons effectué une analyse sur les composants électroniques nécessaires pour une telle réalisation. Notre choix est guidé par les dernières technologies dans le domaine à savoir Arduino étant un microcontrôleur utilisé pour les diverses simulations, nous assure une meilleure performance, ainsi notre schéma final comporte tous les éléments de base décrit dans le chapitre 2.

Les résultats de la simulation nous ont démontré l'efficacité de notre simulation satisfaisant ainsi les objectifs tracés.

En guise de perspective, nous souhaitons continuer notre projet en assemblant les composants du schéma, d'étendre notre étude pour avoir de meilleure performance relativement à un système intelligent.

Toutefois, plusieurs améliorations peuvent être apportées afin d'augmenter sa versatilité et son utilisation dans divers domaines d'application. Voici une liste des recommandations permettant d'atteindre cet objectif :

- Ajouter une fonctionnalité de bidirectionnalité qui permettrait d'intégrer le modèle de chargeur de batteries dans des simulations du domaine de la gestion de la puissance.
- Ajouter des modes de recharge alternatifs tel que pulsé ou taper-current.

## *Résumé*

Dans l'univers des équipements électroniques portables, plusieurs nouveaux types de batteries rechargeables ont vu le jour ces dernières années, notamment les batteries alcalines rechargeables, au nickel-hydrure métallique (Ni-MH), au lithium-ion (Li-ion) et au lithium-polymère (Li-poly) .la méthode de charge privilégiée de la batterie implique l'utilisation d'un chargeur sophistiqué, à la fois efficaces, sûres, légères, économiques et à charge rapide, afin d'optimiser les performances et d'assurer la sécurité. Heureusement, des dispositifs à semi-conducteurs tout aussi évolués ont également été mis au point pour charger et protéger ces batteries.

### **Abstract :**

In the world of portable electronics equipment, several new types of rechargeable batteries have emerged in recent years, including rechargeable alkaline, nickel-metal hydride (Ni-MH), lithium-ion (Li-ion) and lithium-polymer (Li-poly) .The preferred method of charging the battery involves the use of a sophisticated charger, which is efficient, safe, lightweight, economical and fast-charging, in order to optimize performance and to ensure security. Fortunately, equally advanced semiconductor devices have also been developed to charge and protect these batteries.

## Liste des abréviations

**CC** = Constant Current

**CV** = Constant Voltage

**CCCV** = Constant Current Constant Voltage

**THY** = Thyristor

**R** = Résistance

**C** = Condensateur

**D** = Diode

**T** = Transistor

**DEL** = Diode Electroluminescente

**BP** = bouton Poussoir

**USB** = Universal Serial Bus

**PWM** = Pulse Width Modulation

**GND** = Ground

**IT** = Information Technologic

**LCD** = Liquid Crystal Display

**VR** = Variable Resistance

**IC** = Integrated Circuit

**SW** = Switch

**A** = Ampère

**AH** = Ampère heure

**AC** = Alternatif Current

**V** = Volt

**FLA** = Flooded Lead Acid

**SLA** = Sealed Lead Acid

**VRLA** = Valve Regulated Lead Acid

**AGM** = Absorbed Glass Mat

**PB** = Plomb

**NICD** = Nickel Cadmium

**NIMH** = Nickel Metal Hydrure

**LI-ION** = Lithium-ion

**LI-POL** = Lithium-Polymer

**NA-S** = Sodium-Soufr

**KG** = Kilogramme

**WH** = Watt Heur

**W** = Watt

**MW** = Méga watt

**C** = Coulomb

**L** = Litre

**Bibliographie**

- [1] : historique. Disponible sur <http://culturesciences.chimie.ens.fr/print/1662?print=yes&nid=1662>
- [2]:Les trois principales caractéristiques des batteries. Disponible sur [http://www.lycee-ferry-versailles.fr/si-new/2\\_4\\_stockage/cours\\_stockage\\_energie\\_v5.pdf](http://www.lycee-ferry-versailles.fr/si-new/2_4_stockage/cours_stockage_energie_v5.pdf)
- [03]:les types de batteries. Disponible sur <https://www.lepanneausolaire.net/les-differentes-technologies-batteries.php>
- [04]:Boutte Aïssa. Identification des paramètres internes d'une batterie pour des applications photovoltaïques. Thèse doctorat en électronique, USTO.
- [05]: Les différentes technologies de batteries. Disponible sur [http://www.contimac.org/DOCUMENTATIE/Training\\_BATTERY\\_CHARGERS-FR.pdf](http://www.contimac.org/DOCUMENTATIE/Training_BATTERY_CHARGERS-FR.pdf)
- [06] :Effets de décharges trop profonde. Disponible sur <https://www.victronenergy.fr/upload/documents/Optimiser-la-vie-des-batteries-plomb-Leçon-V02-Bis.pdf>
- [07] :Principe de fonctionnement d'un chargeur de batterie. disponible sur <https://www.solaris-store.com/content/46-principe-de-fonctionnement-d-un-chargeur-de-batterie-solaire>
- [08]: Vincent Belhumeur. Modèle de chargeur générique de batteries et validation expérimentale.mémoire en génie électrique.
- [09] : Chargeur de batterie automatique entre 14-15 volts avec un courant maximale de 3 ampères. Disponible sur <https://electro-niques.blogspot.com/2011/12/chargeur-de-batterie-automatique-entree.html>
- [10] : Chargeur automatique de batterie de voiture. Disponible sur [http://www.electronique-3d.fr/Chargeur\\_automatique\\_de\\_batterie.html](http://www.electronique-3d.fr/Chargeur_automatique_de_batterie.html)
- [11] :Chargeur de batterie automatique. Disponible sur <https://www.abcelectronique.com/annuaire/montages/cache/322/chargeur-de-batterie-automatique.html>
- [12]:découverte des carte Arduino. Disponible sur [http://www.techmania.fr/arduino/Decouverte\\_arduino.pdf](http://www.techmania.fr/arduino/Decouverte_arduino.pdf)
- [13] :Arduino Uno : Avantages, inconvénients, utilisation et fonctionnement. Disponible sur <https://www.arduino-france.com/review/arduino-uno/>
- [14]: Transformateur électrique. Disponible sur [http://www.composelec.com/transformateur\\_electrique.php](http://www.composelec.com/transformateur_electrique.php)

- [15] :Circuit redresseur. Disponible sur <https://www.maxicours.com/se/cours/circuit-redresseur/#:~:text=Fonctionnement%20d%27un%20redresseur%20à,cycles%20du%20signal%20d%27entrée.>
- [16] :Régulateur de tension linéaire, Ajustable, 1,2 → 32 V, 5A. disponible sur <https://fr.rs-online.com/web/p/regulateurs-de-tension-lineaires/0460900/>
- [17] : Afficheur LCD 2x16 alphanumérique. Disponible sur <http://nalhossri.free.fr/LCD4bits.h/LCD4bits.h.html>
- [18] :CHARGEUR DE BATTERIES INTELLIGENT. Disponible sur <http://gomaktig.com/wp-content/uploads/2018/01/Intelligent-battery-charger-maintainer-fr.pdf>
- [19] : Régulateurs de tension . Disponible sur <http://www.zpag.net/Electroniques/Alimentation/RegTension.htm>