

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

Université de Mohamed El-Bachir El-Ibrahimi - Bordj Bou Arreridj

Faculté des Sciences et de la technologie

Département d'Electronique

Rapport

Projet de Fin de Cycle (PFC)

MCIL 3

Filière : Electronique

Spécialité : Electronique Industriel

Par

➤ **Ben-Mahmoud Aymen**

➤ **Smaïl Islam**

Intitulé

Étude et Réalisation d'un Chargeur Batterie Ni-MH

Présenté le : 14 /06/2023

Devant le Jury composé de :

| <i>Nom & Prénom</i> | <i>Grade</i> | <i>Qualité</i> | <i>Etablissement</i> |
|---------------------------------------|---------------------|-------------------------|-----------------------------|
| <i>M. ABED Tarek</i> | <i>MAA</i> | <i>Président</i> | <i>Univ-BBA</i> |
| <i>M. DJELLAL Djamel</i> | <i>MAA</i> | <i>Examineur</i> | <i>Univ-BBA</i> |
| <i>M. BOUSSAHOUL Abdelkrim</i> | <i>MAA</i> | <i>Encadreur</i> | <i>Univ-BBA</i> |

Année Universitaire 2022/2023

Résumé

Les batteries sont des réacteurs chimiques miniatures. La batterie est un composant fondamental des véhicules électriques et des véhicules électriques hybrides, qui représentent une avancée vers une mobilité durable. La chimie du lithium est désormais reconnue comme la technologie de choix pour le stockage de l'énergie dans les véhicules électriques. Ils incluent le meilleur choix des matériaux des cellules et le développement de circuits électroniques et d'algorithmes pour une utilisation plus efficace de la batterie. Une batterie principale est utilisée ou déchargée une fois et jetée. Alors que les batteries secondaires ont la capacité de se recharger. Un chargeur de batterie est un outil utilisé pour placer de l'énergie dans une cellule subordonnée ou une batterie rechargeable en y injectant un courant électrique. La charge des batteries est un défi plus important dans le domaine émergent des véhicules électriques.

Mots clés : Batterie, piles alcalines, électricité, chargeur, stockage d'énergie, stockage électrochimique.

Abstract

Batteries are miniature chemical reactors. The battery is a fundamental component of electric vehicles and hybrid electric vehicles, which represent a step forward towards sustainable mobility. Lithium chemistry is now acknowledged as the technology of choice for energy storage in electric vehicles. They include the best choice of the cell materials and the development of electronic circuits and algorithms for a more effective battery utilization. A primary battery is used or discharged once and discarded. While the secondary batteries have the ability to recharge. A Battery charger is a tool used to place energy into a subordinate cell or rechargeable battery by urging an electric current over it. Battery charging is a greater challenge in the emerging electric vehicle domain.

Keywords : Battery, Alkaline Batteries, Electricity, Charger, Energy Storage, Electrochemical Storage.

ملخص

البطاريات هي مفاعلات كيميائية مصغرة، حيث تعد البطارية مكونًا أساسيًا للمركبات الكهربائية والمركبات الكهربائية الهجينة، وهي تمثل خطوة للأمام نحو التنقل المستدام. تعتبر كيمياء الليثيوم الآن التكنولوجيا المعروفة لتخزين الطاقة في السيارات الكهربائية. وهي تشمل أفضل اختيار لمواد الخلية وتطوير الدوائر الإلكترونية والخوارزميات لاستخدام أكثر فعالية للبطارية. يتم استخدام البطارية الأساسية أو تفريغها مرة واحدة والتخلص منها. بينما البطاريات الثانوية لديها القدرة على إعادة الشحن. شاحن البطارية هو أداة تستخدم لوضع الطاقة في خلية تابعة أو بطارية قابلة لإعادة الشحن عن طريق حث تيار كهربائي عليها. يمثل شحن البطارية تحديًا كبيرًا في مجال السيارات الكهربائية الناشئة.

الكلمات المفتاحية: البطارية، البطاريات القلوية، الكهرباء، شاحن، تخزين الطاقة، التخزين الكهروكيميائية

Remerciement

En préambule à ce mémoire, nous tenons tout d'abord à remercier ***ALLAH*** le tout puissant et miséricordieux, qui nous aide et qui nous a donné la force, le courage et la patience d'accomplir ce Modeste travail ;Et de tout ce qui précède.

Nous remercions nos très chers parents qui ont toujours été là pour nous.

Nous tenons à remercier notre encadreur Dr. BOUSSAHOUL ABDELKRIM, pour son précieux conseil et son aide durant toute la période du travail.

Nos vifs remerciements vont aux membres du jury ; Pour l'intérêt qu'il est porté à notre recherche en acceptant de scruter notre travail et de l'enrichir par leurs propositions.

Nos remerciements s'étendent également à tous nos enseignants durant les années des études.

Enfin, nous tenons également à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Merci à tous et à toutes.

Dédicace

“

*Du profond de mon cœur, je dédie ce travail à tous ceux qui
me sont chers :*

*À ma très chère mère , la lumière de ma vie qui m'a encouragé
à aller de l'avant et qui m'a donné tout son amour pour
reprendre mes études.*

*À Pour l'ame de mon très cher père , que dieu lui gardedans
son vaste paradis.*

*À mes sœurs et mon seul frère , qui sont toujours été a mes
côtés.*

*À tous les members de ma famille et toutes les personnes que
j'aime.*

À tous mes amis et mes camardes de la promotion 2023

À tous ceux qui me sont chers, à vous tous

Merci.

”

-Aymen-

“

Je tiens à dédier cet humble travail à :

A Mes chers parents A Toute ma famille

A Tous ceux qui me sont chers

A Tous mes amis

Je dédie le fruit de mes études.

”

-Islam-

Sommaire

Sommaire

| | |
|--|----|
| Liste des tableaux | 3 |
| Liste des équations | 3 |
| Liste des figures | 3 |
| Liste des acronymes | 4 |
| Introduction générale | 1 |
| <i>Chapitre 1</i> | 2 |
| I.1. Introduction..... | 2 |
| I.2. Histoire De Batterie | 2 |
| I.3. Définition | 3 |
| I.4. Les Composants de batterie | 4 |
| I.5. Le fonctionnement de batterie | 6 |
| I.6. Les Types de Batterie | 7 |
| I.6.1. les batteries primaires | 7 |
| I.6.1.1. Zinc carbone | 8 |
| I.6.1.2. Alcalin | 8 |
| I.6.1.3. Piles bouton | 8 |
| I.6.2. Batteries secondaires (rechargeables)..... | 8 |
| I.6.2.1. Plomb-acide..... | 8 |
| I.6.2.2. Nickel et cadmium | 9 |
| I.6.2.3. Hydrure Métallique de Nickel (NiMH)..... | 9 |
| I.6.2.4. lithium-ion | 9 |
| I.7. Les caractéristiques d'une batterie..... | 10 |
| I.8. Les Batteries Rechargeables Ni-MH..... | 11 |
| I.8.1. Les Batteries Nimh | 11 |
| I.8.2. Fonctionnement De La Technologie Nimh | 12 |
| I.9. Conclusion | 12 |
| <i>Chapitre 2</i> | 13 |
| II.1. Introduction | 13 |
| II.2. Définition..... | 13 |
| II.3. Les types de chargeurs..... | 14 |
| II.3.1. Chargeur simple | 14 |
| II.3.2. Chargeur rapide | 14 |
| II.3.3. Chargeur lent..... | 15 |
| II.3.4. Chargeur à trois étapes | 15 |
| II.3.5. Chargeur à induction | 16 |
| II.3.6. Chargeur intelligent..... | 16 |
| II.3.7. Chargeur à impulsions..... | 17 |
| II.3.8. Chargeur solaire | 17 |
| II.4. Le fonctionnement..... | 17 |
| II.4.1. Tension nominale | 17 |
| II.4.2. Courant de charge..... | 17 |
| II.4.3. Taux C | 18 |
| II.4.4. Modes de charge | 18 |
| II.4.5. Rendement..... | 19 |
| II.4.6. Protections..... | 19 |
| II.5. Technique de recharge..... | 20 |
| II.5.1. Courant constant (CC)..... | 20 |
| II.5.2. Voltage constant (CV)..... | 20 |
| II.5.3. Taper-current..... | 21 |
| II.5.4. Courant constant – tension constante (CCCV)..... | 21 |

| | |
|--|-----------|
| II.5.5. Pulsé | 22 |
| II.6. Des modèles de chargeur de batterie | 22 |
| II.6.1. Chargeur de batterie au plomb | 22 |
| II.6.2. Chargeur de batterie LiPo 2S compact..... | 22 |
| II.6.3. Chargeur avec MAX712 | 23 |
| II.6.4. Chargeur de batterie NiCd..... | 23 |
| II.6.5. Chargeur de batterie NiMH..... | 24 |
| II.6.6. Circuit de chargeur rapide | 24 |
| II.7. Les étapes de charge de batterie | 25 |
| II.8. Conclusion..... | 25 |
| <i>Chapitre 3.....</i> | <i>32</i> |
| III.1. Introduction | 26 |
| III.2. Arduino | 26 |
| III.2.1 IDE Arduino | 27 |
| III.3. Afficheur LCD 16*2 | 28 |
| III.4. Plaque d'essai (Breadboard) | 28 |
| III.5. Le transformateur | 28 |
| III.6. Le redresseur | 29 |
| III.6.1. Fonctionnement du redresseur à point milieu | 29 |
| III.7. Le régulateur LM338T | 29 |
| III.8. Le régulateur LM7812 | 30 |
| III.9. L'analyse de circuit | 30 |
| III.9.1. Le schéma Bloc..... | 30 |
| III.9.2. Le schéma électrique..... | 30 |
| III.9.3. L'organigramme | 32 |
| III.9.4. CAO | 34 |
| III.9.5. La simulation | 34 |
| III.9.6. Le PCB..... | 35 |
| III.9.7. le typon | 35 |
| III.10. Partie pratique | 35 |
| III.10.1. Insoler le circuit imprimé (L'insolation) :..... | 35 |
| III.10.2. Révéler le circuit imprimé dans le révélateur (La révélation)..... | 36 |
| III.10.3. Graver le circuit imprimé (La gravure)..... | 36 |
| III.10.4. L'élimination | 36 |
| III.10.5. Percer le circuit | 37 |
| III.10.6. Souder les composants..... | 37 |
| III.10.7. L'étape de contrôle | 37 |
| III.11. Conclusion..... | 37 |
| Conclusion générale | 38 |
| Bibliography..... | 40 |

Liste des tableaux

| | |
|--|---|
| Tableau I.1 : Les caractéristiques favorables des Composants de batterie | 5 |
| Tableau I.2 : Les tailles de batterie [1] | 7 |

Liste des équations

| | |
|--|----|
| La tension de sortie du regulateur | 32 |
|--|----|

Liste des figures

| | |
|---|-----|
| Figure I.1 Principe de fonctionnement d'une batterie | 7 |
| Figure II.1 Chargeur à trois étapes | 165 |
| Figure II.2 Les modes de charge | 18 |
| Figure II.3 Le graphe de courant constant | 20 |
| Figure II.4 Le graphe de voltage constant | 21 |
| Figure II.5 Le graphe de taper-current | 21 |
| Figure II.6 Le graphe de courant constant- voltage constant | 21 |
| Figure II.7 Le graphe de Pulsé | 22 |
| Figure II.8 Chargeur de batterie au plomb | 22 |
| Figure II.9 Chargeur de batterie LiPo 2S compact | 23 |
| Figure II.10 Chargeur avec MAX712 | 23 |
| Figure II.11 Chargeur de batterie NiCd | 24 |
| Figure II.12 Chargeur de batterie NiMH..... | 24 |
| Figure II.13 Circuit de chargeur rapide | 25 |
| Figure III.1 Arduino UNO | 26 |
| Figure III.2 L'interface du logiciel Arduino IDE | 27 |
| Figure III.3 L'afficheur LCD 16*2..... | 28 |
| Figure III.4 Redresseur à point milieu | 29 |
| Figure III.5 Le schéma de Bloc | 30 |
| Figure III.6 Le schéma électrique | 31 |
| Figure III.7 Exemple d'affichage | 332 |
| Figure III.8 L'organigramme | 33 |
| Figure III.9 circuit sous proteus | 354 |
| Figure III.10 circuit imprimé et la carte PCB | 35 |
| Figure III.11 Le schéma du typon de notre circuit | 35 |
| Figure III.12 L'insoleuse | 36 |
| Figure III.13 Le plateau de gravure..... | 36 |
| Figure III.14 Les étapes de la soudure | 37 |

Liste des acronymes

A = Ampère
AC = Courant Alternatif
AC-DC = Alternative/Continue
AH = Ampère heure
BMS = Battery Management System
BP = Button Poussoir
C = Condensateur
C = Coulomb
C.A.O = Conception Assistée par Ordinateur
CC = Constant Courant
CCCV = Constant Courant Constant Voltage
CV = Constant Voltage
D = Diode
GND = Ground
IC = Integrated Circuit
KG = Kilogramme
L = Liter
LCD = Liquid Crystal Display
LED = Light-Emitting Diode
Li = Lithium
LI-ION = Lithium-ion
LI-POL = Lithium-Polymère
MCU = Microcontrôleur
MOSFET = Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor
NICD = Nickel Cadmium
NIMH = Nickel Métal Hydrure
PB = Plomb
PCB = Printed Circuit Board
R = Résistance
SoC = State of Charge
SW = Switch
T = Transistor
THY = Thyristor
USB = Universal Serial Bus
USB = Universal serial bus
V = Volt
VBAT = Tension de batterie
VR = Variable Resistance
W = Watt
WH = Watt Heur

Introduction général

Introduction générale

Avec le développement de nombreuses technologies électroniques et appareils électriques, l'énergie est devenue très nécessaire à la vie quotidienne; À l'heure actuelle, le secteur des transports terrestres, le secteur de la santé, le secteur de l'éducation, les transactions financières et bancaires, connaissent de nombreuses évolutions et changements. Après la généralisation de l'utilisation des batteries et leur développement, elles sont devenues un élément essentiel présent dans les téléphones, les ordinateurs, les voitures électriques, les lampes de poche et les montres intelligentes. Elle est également utilisée dans les bateaux, les avions, les écouteurs, les radios, les équipements médicaux, les alarmes et dispositifs de surveillance, etc.

Grâce à ce rapport de fin de cycle, nous cherchons à développer nos compétences en recherche, à apprendre à mener des recherches scientifiques et à acquérir des connaissances sur les batteries, qui est l'un des composants électroniques les plus importants, en étudiant leurs caractéristiques, les méthodes de charge et les types de chargeurs. En plus d'utiliser les outils de CAO pour réaliser un modèle de chargeur de batterie.

Ce travail s'organise en trois chapitres :

Dans la première partie, nous parlerons de tout ce qui est "Théorique" en termes de lois et de propriétés, car nous présenterons les bases théoriques sur lesquelles s'appuient nos recherches; Dans le premier chapitre "Les batteries", nous discuterons du concept de batteries et de leurs types, et présenterons quelques concepts de base sur les batteries.

Au deuxième chapitre "Les chargeurs de Batteries", nous analyserons le mécanisme de charge de la batterie, les types de chargeurs et les méthodes de charge. Nous donnerons également une explication complète sur le chargeur que nous allons réaliser pour les batteries NI-MH, et nous aborderons brièvement la méthode de charge sans fil.

Concernant la deuxième partie liée au côté "Pratiques", nous passerons en revue les étapes que nous avons suivies lors de notre réalisation du chargeur, avec une explication des outils et méthodes utilisés et les applications que nous avons utilisées lors de la phase de réalisation.

Chapitre 1
Les Batteries

I.1. Introduction

La vie sans piles serait un voyage en arrière, lorsque presque la seule façon de fabriquer de l'énergie portable était soit la vapeur, soit avec la mécanique des engrenages. Les piles, des sources d'alimentation pratiques et faciles à utiliser, nous fournissent une source d'énergie électrique sûre et constante quand et où nous en avons besoin. Nous ne pouvons pas vivre notre vie moderne sans eux.

Au moment où vous liez quelque chose, cela commence à bourdonner d'électricité. Transforme ce petit cylindre terne en votre propre mini centrale électrique !

I.2. Histoire De Batterie

Certains historiens affirment que la première batterie a été inventée à peu près de 224 et 250 avant JC; la découverte archéologique de pièce fer et de cuivre (similaire aux électrodes) et une Jarre en poterie près de Bagdad dans les années 1930. Bien que cette découverte soit encore généralement appelée « batterie de Bagdad » ou « batterie Persane »; Les chercheurs ne sont pas d'accord avec l'idée que la batterie persane produisait de l'énergie, car l'appareil était probablement utilisé pour la galvanoplastie . [1]

Ewald Georg Von Kleist en 1744 a inventé le pot de Leyde, un flacon en verre avec du papier d'aluminium sur les faces intérieure et extérieure pour stocker les charges électriques. Bien qu'il s'agisse plus d'un condensateur que d'une batterie, il a le même objectif qu'une batterie. En 1749, le terme batterie a été popularisé par Benjamin Franklin pour décrire un groupe de condensateurs en verre connectés ensemble par une batterie.

En 1786 et pendant le travail à l'Université de Bologne, le professeur allemand Luigi Galvani a aidé à découvrir le principe du travail de la batterie électrique par hasard, lors de sa dissection d'une grenouille il a remarqué que le muscle des jambes était une réaction en ce moment le scalpel en était plus proche, alors il pensait que l'électricité était stockée dans les muscles de la grenouille et s'est appelée ce phénomène avec "l'électricité animale", mais en 1792, le scientifique italien Alessandro Volta a découvert que l'électricité s'est formée en raison de la présence d'humidité entre le couteau et la plaque d'étain que la grenouille a été étendue; Il a inventé la batterie en 1800, lorsque Volta a commencé avec une série d'expériences utilisant du zinc, des balles, de l'étain et le fer comme un pôle positive et a utilisé du cuivre, de l'argent, de l'or et du graphite comme pôle négatives. Il les fabrique en

empilant des disques de zinc et d'argent, alternativement, séparés par du carton et trempés dans de l'eau salée, sa série de réalisations ne s'est pas arrêtée là seulement, mais il a également découvert que le placement des cellules voltaïques les unes sur les autres - Connexion en série - conduit à une augmentation de la tension. De là que l'unité de mesure du potentiel électrique s'appelait le volt par rapport à ce savant. [2]

En 1859, le médecin français Gaston Planté avait mis au point la première batterie au plomb rechargeable au monde. Ces batteries étaient basées sur la chimie du plomb et de l'acide. Son premier modèle consistait en une bobine en spirale de deux feuilles de plomb pur séparées par un morceau de lin, plongé dans un récipient en verre contenant une solution acide sulfurique; La « batterie au plomb » a donné très peu de courant à cause d'une mauvaise ingénierie des composants internes de la batterie. Georges Leclanché a développé la pile zinc-carbone moderne en 1868, qui a connu un grand succès commercial.

En 1899, le scientifique suédois Waldemar Jungner a inventé la batterie NiCd qui utilisait du nickel comme électrode positive (cathode) et du cadmium comme électrode négative (anode).

Le 20^{ème} siècle a vu des avancées majeures dans la science des batteries et technologie. Les batteries au zinc primaire ont été grandement améliorées par l'invention des piles alcalines; Alors que les progrès de la technologie des matériaux et de la conception des cellules ont révolutionné les performances des batteries plomb-acide.

Les activités tournent aujourd'hui autour de l'amélioration des systèmes qui basée sur lithium. En plus d'alimenter les téléphones portables, les appareils mobiles, les équipements électriques et médicaux, les batteries lithium-ion sont utilisées dans les véhicules électriques.

I.3. Définition

Les batteries (ou accumulateurs) et les piles sont des systèmes électrochimiques qui stockent l'énergie sous forme chimique et la restituent sous forme électrique. Il s'agit d'un ensemble d'énergie chimique autonome qui peut produire une quantité limitée d'énergie électrique partout où cela est nécessaire. Contrairement à l'électricité ordinaire, qui circule dans votre maison par des fils qui partent d'une centrale électrique, une batterie convertit lentement les produits chimiques contenus à l'intérieur en énergie électrique. [3]

Au moment de la révolution industrielle, la combustion du charbon s'était répandue, alimentant ainsi les locomotives à vapeur. Mais la chaudière de la locomotive prend plusieurs heures pour chauffer suffisamment pour générer de la vapeur. D'autre part, les batteries nous donnent une alimentation portable instantanée . [1]

Les performances de la batterie peuvent être évaluées à l'aide de plusieurs mesures différentes, notamment :

- La tension (unité SI : volts) est la différence de potentiel électrique entre la cathode et l'anode. En pratique, c'est la force motrice avec laquelle les électrons se déplacent dans un circuit. [4]

- Le courant (unité SI : ampères) est la quantité de charge électrique (directement proportionnelle au nombre d'électrons) par unité de temps circulant dans le circuit externe. [4]

- La puissance (unité SI : watts) est le produit de la tension et du courant, le taux de décharge d'énergie électrique. [4]

La cellule fournit une tension nominale d'environ 1V : 1,2V pour une cellule NiCd ou NiMH, 2V pour une cellule au plomb, 3,6 à 3,8 volts pour les cellules au lithium (LiCoO_2/C) utilisées dans les appareils portables mais seulement 3,2V pour le fer au lithium éléments phosphate (LiFePO_4) . [5]

Les accumulateurs existent soit sous forme d'élément simple, soit sous forme d'union (non séparable) ou encore dit monobloc. Ce sont des batteries industrielles est principalement utilisé pour les petits matériels de manutention destinés aux particuliers et aux professionnels; L'union de plusieurs éléments ou monoblocs est un bloc de batterie ou bloc d'alimentation, qui contient toujours un BMS qui sert de système de gestion électronique pour protéger et piloter le bloc d'alimentation.

I.4. Les Composants de batterie

L'unité de base d'énergie à l'intérieur d'une batterie s'appelle une cellule - la différence entre une batterie et une cellule est simplement qu'une batterie se compose de deux cellules ou plus connectées de sorte que leur puissance s'additionne - et elle se compose de trois parties principales. Il y a deux électrodes et une substance chimique appelée électrolyte entre elles - qui peut être à l'état solide ou liquide -. Pour notre commodité et notre sécurité, ces articles sont généralement enfermés dans une coque extérieure en métal ou en plastique; L'électrolyte liquide est également trempé dans un séparateur fibreux ou poreux qui permet la

séparation physique des électrodes. Les réactions chimiques dans une batterie produisent un flux d'électrons à travers un circuit électrique, générant un courant électrique qui peut être utilisé pour alimenter des appareils ; Les combinaisons les plus favorables de matériaux d'anode et de cathode sont celles qui sont les plus légères et qui fournissent une tension et une capacité de batterie élevées.

| Anode | Cathode | L'électrolyte |
|--|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> -Rendement coulombique¹ élevée. -Bonne conductivité. -Stabilité. -Facilité de fabrication. -Le faible coût. | <ul style="list-style-type: none"> -Un oxydant efficace. -être stable au contact de l'électrolyte. -Possède une tension de travail utile. | <ul style="list-style-type: none"> -Une bonne conductivité ionique mais ne pas être conducteur électronique. -La non-réactivité avec les matériaux d'électrode. -La sécurité dans la manipulation. |

Tableau I.1 : Les caractéristiques favorables des Composants de batterie

La plupart des matériaux de cathode sont des oxydes métalliques; d'autres matériaux de cathode, tels que les halogènes et les Ox-halogénures, le soufre et ses oxydes, sont utilisés dans des systèmes de batterie spéciaux. Par exemple, l'électrode positive d'une batterie plomb-acide est constituée de dioxyde de plomb pur.

Physiquement, les électrodes d'anode et de cathode sont isolées électroniquement dans la cellule pour éviter les courts-circuits internes, mais sont entourées d'un électrolyte. C'est un conducteur ionique pour le transfert de charge ionique interne entre les électrodes. [6]

Le séparateur doit être inerte chimiquement, présenter une porosité suffisante pour ne pas réduire trop fortement la conductivité ionique, être mouillable par l'électrolyte, avoir une tenue mécanique suffisante pour de faibles épaisseurs et être un élément interne de sécurité lors d'un emballement thermique de la batterie. Le séparateur le plus utilisé industriellement est le Celgard®. [6]

Les collecteurs de courant, sont des conducteurs électroniques sur lesquels les matériaux d'électrode sont collés ou avec lesquels les matériaux d'électrode sont mélangés. Les collecteurs de courant ne participent pas aux réactions chimiques de la cellule, mais à la place

¹ Le rendement de Faraday (rf) (ou Efficacité de Coulomb) est le rapport entre la quantité de gaz produite et la quantité de gaz théoriquement produite lors d'une électrolyse.

soit permettre une simple connexion électronique à des matériaux qui pourraient autrement être très difficile à connecter à une cellule terminale. [7]

I.5. Le fonctionnement de batterie

Le déplacement ionique se produisant à l'intérieur de la batterie en raison de plusieurs phénomènes, notamment la migration (l'effet du champ électrique), la diffusion (l'effet du gradient de concentration) et la convection (l'effet des gradients de densité dus aux effets thermiques de la pile).

Plus précisément, lors du cycle de décharge, l'électricité est produite par le flux d'électrons de l'électrode négative appelée anode, vers l'électrode positive appelée cathode. Les produits chimiques qui sont convertis lors des réactions de charge-décharge sont appelés matière actifs (MA). Par exemple : plomb, oxyde de plomb et acide sulfurique dans la batterie plomb-acide dans d'autres batteries (NiCd/NiMh/Li)

Sous décharge, l'anode produit des électrons par une réaction électrochimique et génère des ions positifs qui pénètrent dans la solution d'électrolyte. Les électrons négatifs traversent le circuit externe sous différence de potentiel (pour générer un courant électrique) jusqu'à la cathode, où ils se recombinent avec les ions chargés positivement de l'électrolyte. Les ions chargés positivement traversent la solution d'électrolyte de l'électrode positive à l'électrode négative pour maintenir l'équilibre de charge.

L'énergie potentielle électrochimique à l'électrode négative favorise un processus chimique qui libérerait des électrons dans le circuit externe et des ions chargés positivement dans l'électrolyte par lequel l'électrode est oxydée. Aussi, électrochimique l'énergie potentielle à l'électrode positive favorise un processus chimique qui accepterait les électrons du circuit externe et positivement ions chargés de l'électrolyte par lequel l'électrode est réduite. La pression électrique résultante ou la différence de potentiel entre les bornes de la cellule s'appelle la tension de cellule ou force électromotrice (f.é.m).

Cette énergie potentielle stockée peut être libérée et convertie en travail utile uniquement lorsque des voies sont disponibles pour les électrons et positivement les ions chargés se déplacent de l'électrode négative à la positive électrode.

Toutes les batteries fonctionnent sur le principe illustré dans cette figure I.1. les couples d'oxydo-réduction varient d'un modèle à l'autre. Pour des raisons thermodynamiques et/ou cinétiques, de nombreuses réactions d'oxydoréduction sont irréversibles : une pile cesse de

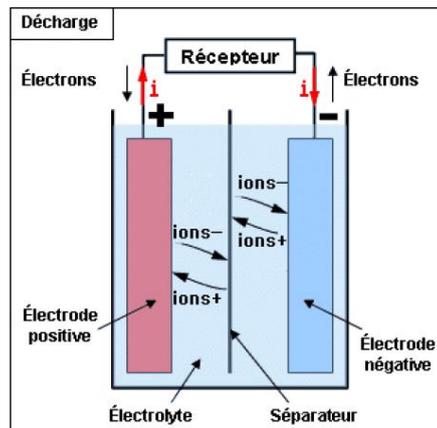


Figure I.1 : Principe de fonctionnement d'une batterie

délivrer du courant lorsqu'elle ne contient plus de réactifs en quantité suffisante et devient alors inutilisable. [8]

I.6. Les Types de Batterie

Malgré les nombreux types et tailles de batteries -Le tableau I.2 récapitule les tailles de batteries utilisées précédemment et actuellement-, on va concentrer dans ce chapitre sur les réactifs à l'intérieur de la batterie et les métaux utilisés, ou surtout sur le côté chimique.

| La largeur | Les démentions | La largeur | Les démentions |
|------------|----------------|----------------|------------------|
| ceel F | 33x90mm | ceel AA | 14,5x50mm |
| ceel D | 34x61mm | ceel AAA | 10,5x44,5mm |
| ceel C | 25,5x50mm | ceel AAAA | 8,3x42,5mm |
| ceel B | 20,1x56,8mm | batterie 4,5 V | 65x61x21mm |
| ceel A | 17x50mm | batterie 9 V | 48,5x26,5x17,5mm |

Tableau I.2 : Les tailles de batterie [1]

Il n'en existe en réalité que deux types principaux : primaire et secondaire. Les piles primaires sont des piles jetables ordinaires et ne peuvent généralement pas être rechargées. Vous pouvez recharger les batteries secondaires parfois des centaines de fois en faisant simplement passer un courant à travers elles dans la direction opposée à celle dans laquelle il circule normalement; Vous ne pouvez pas le faire avec des piles primaires.

I.6.1. les batteries primaires

Vous pensez peut-être que les piles jetables sont plutôt mauvaises et vieilles; Puis qu'il faut s'en débarrasser, c'est très cher à l'usage et pas écologique. Cependant, ils ont un avantage majeur : ils stockent généralement plus d'énergie et durent beaucoup plus longtemps; D'autres fois, c'est critique : les stimulateurs cardiaques, par exemple, contiennent

des piles au lithium jetables implantées chirurgicalement. Il n'est tout simplement pas pratique de continuer à ouvrir la poitrine de quelqu'un juste pour recharger les batteries de votre stimulateur cardiaque ! En bref, s'il est préférable d'utiliser des piles rechargeables si possible, il y a des moments où les piles jetables sont meilleures ; Les trois principaux types de piles primaires sont le zinc-carbone, les alcalines et le lithium.

I.6.1.1. Zinc carbone

Les piles zinc-carbone (cellules Leclanché). Bien qu'ils soient peu coûteux, ils ne stockent pas beaucoup d'énergie ou durent très longtemps. Le zinc carbone est essentiellement une description de la fabrication d'une batterie : l'anode est constituée d'une tige de carbone; L'électrode négative est en alliage de zinc. [1]

I.6.1.2. Alcalin

Les piles alcalines ressemblent beaucoup aux piles zinc-carbone, mais elles stockent plus d'énergie et durent plus longtemps. ce qui en fait une source de force très fiable. L'électrode positive est à base d'oxyde de manganèse et l'électrode négative est en zinc, mais l'électrolyte est une solution alcaline concentrée . [9]

I.6.1.3. Piles bouton

De nombreuses piles bouton fonctionnent de la même manière que les piles alcalines ordinaires; On peut voir que la partie centrale supérieure forme l'électrode négative lorsqu'on regarde une pile bouton, qui est composée de zinc ou de lithium. Le boîtier extérieur et le fond forment l'électrode positive et sont généralement constitués d'oxyde de manganèse, d'oxyde d'argent ou d'oxyde de cuivre. [9] [2]

I.6.2. Batteries secondaires (rechargeables)

Il n'est pas très courant de parler de recharge. Jusqu'à ce que les appareils portables deviennent populaires; La plupart étaient soit du nickel-cadmium ou parfois du nickel-hydrure métallique. À cette époque, les batteries rechargeables les plus courantes étaient les « accumulateurs » au plomb utilisés dans les automobiles.

I.6.2.1. Plomb-acide

Des batteries plomb-acide. Chaque cellule contenant une électrode de plomb métallique, une électrode de dioxyde de plomb. Au fur et à mesure que la batterie se décharge. [10]

Les batteries au plomb permettaient de démarrer les voitures sans l'aide d'une manivelle.

La batterie se décharge pour aider le moteur à essence de la voiture à démarrer. En ce qui concerne les inconvénients, les batteries au plomb sont relativement grandes, étonnamment lourdes, chères et ne peuvent pas être complètement chargées et déchargées plusieurs fois. Un autre problème est qu'ils utilisent du plomb toxique en grande quantité. [2]

I.6.2.2. Nickel et cadmium

Le nickel-cadmium (NiCd, prononcé "nicad") est largement utilisé ; Ils sont relativement bon marché, ils peuvent fonctionner dans des conditions assez difficiles, ils peuvent être chargés et déchargés des centaines de fois. Bien qu'il soit très fiable, mais en règle générale, le problème avec les batteries NiCd est le cadmium métallique toxique qu'elles contiennent. [2]

I.6.2.3. Hydrure Métallique de Nickel (NiMH)

Les batteries nickel-hydrure métallique fonctionnent de manière similaire, mais elles souffrent dans une moindre mesure de ce qu'on appelle "l'effet mémoire" ; L'effet mémoire est un phénomène physico-chimique affectant les performances des accumulateurs électriques s'ils ne sont pas complètement déchargés avant d'être rechargés; L'effet mémoire affecte la durée de vie des batteries ,il concerne principalement les batteries Nickel-Cadmium et Nickel-Hydrure Métallique.

Elles ayant une énergie spécifique plus élevée et moins de métaux toxiques. Les batteries NiMH fonctionnent plus efficacement - offrant une énergie spécifique de 40 % supérieure à celle des batteries NiCd -, qui sont souvent "chargés" par recharge rapide plutôt que par décharge et recharge complètes. Ce type de batterie peut générer une chaleur élevée lors d'une charge rapide ou la décharge, et la quantité d'énergie perdue est plutôt élevée.

I.6.2.4. lithium-ion

Les batteries au lithium-ion sont connaît la croissance la plus rapide; il forme facilement des ions, a un potentiel électrochimique élevé, il est donc idéal pour fabriquer des batteries. Les batteries lithium-ion les plus récentes peuvent stocker près de deux fois plus d'énergie rechargée que les NiCd classiques. Par rapport aux batteries rechargeables, les batteries lithium-ion sont relativement légères pour la quantité d'énergie qu'elles stockent. Il y a des inconvénients, que la capacité plus élevée réduit le courant de charge, et vice versa. [4]

I.7. Les caractéristiques d'une batterie

Nous avons évoqué précédemment trois caractéristiques de la batterie qui sont la tension, l'intensité et la capacité. Dans ce titre quelques caractéristiques électriques liées à la batterie.

La capacité (unité SI : ampères-heures) est la quantité de charge stockée utilisable pendant le fonctionnement de la batterie. Il a un impact sur le temps pendant lequel une batterie peut fournir une alimentation stable et est utilisé pour évaluer la durée pendant laquelle une batterie peut maintenir un appareil en marche. Elle est déterminée par la quantité de matière active dont elle est pourvue. Par exemple : batterie de démarrage 100Ah : peut débiter 5A pendant 20heures. [4]

La f.e.m. (ou tension à vide de la pile) est la force électromotrice d'une pile dépend des couples oxyde-réducteurs utilisés. Elle dépend de la concentration des électrolytes ainsi que de la température et il est important qu'elle demeure la plus constante possible au cours de la vie de la pile. [11]

La résistance interne ,Lorsque la pile débite un courant I , de la puissance est dissipée dans le générateur sous forme calorifique; en pratique, il est important que cette résistance interne soit la plus faible possible. Pour y arriver il faut que :

- la surface des électrodes soit grande ;
- la distance qui sépare les électrodes soit petite ;
- les électrolytes choisis soient très conducteurs. [11]

La densité d'énergie spécifique (ou l'énergie spécifique) est la quantité d'énergie par unité de poids mesurée en kilogrammes, ce qui signifie que plus l'énergie spécifique est élevée, plus la batterie est légère ;En bref, c'est une énergie (en Wh/kg) que peut restituer une batterie rapportée à sa masse. [11]

La durée de vie (Cycle life) est le nombre de fois qu'une batterie peut être chargée et déchargée avant qu'elle ne réponde pas aux exigences définies. régime C/n est le niveau de courant permettant de (dé)charger complètement une batterie en n heures ; Le taux de charge est la vitesse à laquelle une batterie est chargée par rapport à la capacité de la batterie; comme un exemple, la valeur nominale d'une batterie au plomb est de 100Ah à C20. Cela signifie que cette batterie peut fournir un courant total de 100A sur 20heures à un taux de 5A par heure.

Profondeur de décharge (depth of discharge DOD) est le rapport entre la quantité d'électricité déjà extrait d'un accumulateur et sa capacité. [5]

L'état de charge (state of charge SOC) est l'état de charge d'une batterie estimation (en pourcentage), ou la quantité d'électricité restante relativement à une référence ;par exemple : SOC=50% : le réservoir est à moitié plein. C'est la quantité d'électricité qui reste dans l'accumulateur divisée par la capacité, ou $SOC = 1 - DOD$. [5]

I.8. Les Batteries Rechargeables Ni-MH

En bref, une batterie rechargeable est un dispositif de stockage d'énergie qui peut être rechargé après avoir été déchargé en appliquant un courant constant à ses bornes. Les batteries rechargeables permettent de multiples utilisations de la cellule; L'anode d'une batterie rechargeable s'épuise également, mais à un rythme plus lent, ce qui permet de multiples charges et décharges.

Bien que les piles rechargeables offrent un meilleur coût à long terme et réduisent les déchets, elles présentent certains inconvénients. De nombreux types de piles rechargeables créées pour les appareils grand public. [12]

I.8.1. Les Batteries Nimh

La batterie Nimh est un pack de plusieurs accumulateurs Nimh de capacité variable (de 70 mAh à 13 Ah).

Les batteries Nimh sont des accus rechargeables. La batterie Nimh s'accompagne d'un chargeur dédié. Elle remplace la batterie nicd; Les avantages de ce type de batterie sont : une grande capacité dans un volume raisonnable pour un téléphone portable, une faible impédance interne, une large gamme d'utilisation en fonction de la température, une recharge rapide, un cycle charge décharge supérieur à 500 cycles, un respect de l'environnement, une batterie sûre dans son utilisation même dans des cas exceptionnels, un coût raisonnable.

Une batterie NiMh se charge entre $1/10$ de C et $1C \frac{1}{2}$ C est souvent la bonne moyenne permettant à la batterie de ne pas trop chauffer. [13]

Les accus Nimh se composent de piles boutons, cylindriques. Ils se commercialisent aussi sous forme de pack monobloc ouvert ou fermé. L'électrode négative est à base d'hydrure métallique. Leur densité énergétique est de 60 à 120 Wh/kg. Ces batteries Nimh ont une énergie volumique de 120 à 320Wh. Son autodécharge est dégressive, de 15 à 30% par mois. La gamme de température de fonctionnement conseillée de la batterie Nimh est de :

De (- 10 °C) à (+ 60 °C) en décharge. De (0°C) à (40 °C) en charge. [14]

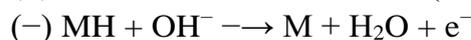
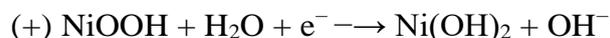
I.8.2. Fonctionnement De La Technologie Nimh

Les accumulateurs rechargeables nickel hydrure métallique ont une technologie à base de chimie d'hydrogène et de jeu de réaction et d'oxydoréduction.

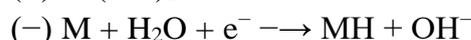
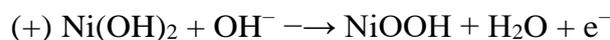
L'électrode positive (électrode de nickel). Un composé inter métallique (hydrure métallique) constitue l'électrode négative, c'est son unique différence avec la pile nicd. L'hydrure métallique permet d'y constituer un stock d'hydrogène.

Son électrolyte est contenu entre les deux électrodes roulées sur elles-mêmes. Il se compose d'hydroxyde de potassium KOH, C'est lui qui véhicule les ions OH⁻ d'une électrode à l'autre par le phénomène d'oxydoréduction. Le KOH présentant une conductivité ionique élevée (0,6 S.cm⁻¹) à température ambiante. Cette solution aqueuse est fortement basique. Le phénomène chimique réversible qui permet les cycles de charge et décharge : [15]

De l'électrode positive vers le négative -Comme indiqué dans l'équation chimique en dessous - : la charge (lorsque la batterie n'est pas disponible, sur son chargeur). Le nickel de l'électrode positive s'oxyde. L'électrode négative subit une réduction de l'eau (production d'atome d'hydrogène, absorbé par le composé intermétallique de l'électrode). [16]



De l'électrode négative vers l'électrode positive -Comme indiqué dans l'équation chimique en dessous - : la décharge (ou consommation électrique d'un appareil). L'électrode positive connaît la réduction de l'ion Ni. L'électrode négative oxyde son eau. C'est lors de cette étape que la batterie fournit sa capacité, son stock d'énergie. L'hydrogène accumulé dans l'électrode négative se libère, en créant de l'électricité. [16]



I.9. Conclusion

Dans le premier chapitre, nous tentons de faire une étude bibliographique générale autour de notre sujet pour faire la lumière sur les accumulateurs tels que les batteries NiMH. J'espère que cette étude pourra fournir un soutien théorique pour d'autres sujets.

Dans le chapitre suivant, nous commencerons à étudier la configuration de charge de cette série d'accumulateurs, dans laquelle nous clarifierons la technologie de charge et les différents modules de conception.

Chapitre 2

Les chargeurs de Batterie

II.1. Introduction

Ce chapitre présente les méthodes de charge, les techniques de détection de fin de charge et les circuits de charge à utiliser avec les batteries.

Le fait que les batteries fournissent suffisamment d'énergie pour couvrir nos besoins quotidiens en fait une excellente invention, mais le problème est qu'elles ne stockent qu'une quantité fixe de charge électrique avant de se décharger. Si vous utilisez des piles rechargeables, c'est moins un problème : Insérez les piles dans le chargeur, branchez-les et en quelques heures, elles sont prêtes à être réutilisées. Une batterie rechargeable typique peut être rechargée des centaines de fois et sa durée de vie peut aller de trois ou quatre ans à une décennie ou plus. Les chargeurs de batterie à énergie solaire, deviendront de plus en plus populaires au fur et à mesure que nous passerons aux véhicules électriques. L'auvent supérieur contient un panneau solaire à énergie solaire de 4,3 kilowatts qui suit le soleil. Mais la performance exacte des batteries dépend de la façon dont vous les utilisez et de la précaution avec laquelle vous les chargez. C'est pourquoi un chargeur de batterie décent est tout aussi important que les batteries que vous y mettez .Qu'est-ce qu'un chargeur de batterie et comment fonctionne-t-il ?

L'intérieur de la batterie est typique; Les réactions chimiques provoquent le pompage d'électrons autour du circuit auquel la batterie est connectée. Mais les cellules à l'intérieur de la batterie ne contiennent qu'une quantité limitée de produits chimiques, de sorte que les réactions ne peuvent pas durer indéfiniment. Une fois que les produits chimiques sont épuisés, les réactions s'arrêtent, les électrons cessent de circuler dans le circuit externe, la batterie est effectivement vide.

II.2. Définition

Un chargeur de batterie est un appareil qui stocke l'énergie dans une batterie en y faisant passer un courant électrique. Le protocole de charge (combien de tension ou de courant pendant combien de temps et que faire lorsque la charge est terminée) dépend de la taille et du type de la batterie en cours de charge. Certains types de batterie ont une tolérance élevée à la surcharge (c'est-à-dire une charge continue après que la batterie a été complètement chargée) et peuvent être rechargées par connexion à une source de tension constante ou à une source de courant constant, selon le type de batterie. Dans certains types de batteries utilisent une minuterie pour s'arrêter lorsque la charge doit être terminée. D'autres types de batteries ne

supportent pas la surcharge, l'endommagement (capacité réduite, durée de vie réduite), la surchauffe ou même l'explosion. Le chargeur peut avoir des circuits de détection de température ou de tension et un contrôleur à microprocesseur pour ajuster en toute sécurité le courant et la tension de charge, déterminer l'état de charge et couper à la fin de la charge.

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. [17]

II.3. Les types de chargeurs

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 sont :

II.3.1. Chargeur simple

Sont les chargeurs les plus connu. On les utilise généralement pour recharger les batteries de 12 V de moto et de voiture.

Un chargeur simple fonctionne en fournissant une source d'alimentation CC ou CC pulsée à une batterie en cours de charge. Un chargeur simple ne modifie généralement pas sa sortie en fonction du temps de charge ou de la charge de la batterie. En général, un chargeur simple soigneusement conçu prend plus de temps pour charger une batterie parce qu'il est réglé pour utiliser un taux de charge plus faible. Même ainsi, de nombreuses batteries laissées trop longtemps sur un simple chargeur seront affaiblies ou détruites en raison d'une surcharge. [18]

II.3.2. Chargeur rapide

Les chargeurs rapides utilisent des circuits de contrôle pour charger rapidement les batteries sans endommager aucune des cellules de la batterie. Le circuit de contrôle peut être intégré dans la batterie; La plupart des chargeurs rapides sont également capables d'agir comme des chargeurs de nuit standard s'ils sont utilisés avec des cellules Ni-MH standard qui n'ont pas de circuit de contrôle spécial.

Quick Charge (QC) est un protocole de charge de batterie propriétaire développé par Qualcomm, utilisé pour gérer l'alimentation fournie via USB. Le Quick Charge est également utilisé par les systèmes de charge rapide propriétaires d'autres fabricants. [18]

II.3.3. Chargeur lent

Un chargeur à ruissellement est généralement à faible courant (habituellement entre 5-1,5A). Ils sont généralement utilisés pour charger des batteries de petite capacité (2-30 Ah). Ils sont également utilisés pour maintenir des batteries de plus grande capacité (> 30 Ah) dans les voitures et les bateaux. Dans des applications plus importantes, le courant du chargeur de batterie n'est suffisant que pour fournir un courant de ruissellement. Selon la technologie du chargeur trickle, il peut être laissé connecté à la batterie indéfiniment. Certains types de batterie ne sont pas adaptés à la charge de ruissellement. [18]

II.3.4. Chargeur à trois étapes

Pour accélérer le temps de charge et fournir une charge continue, un chargeur intelligent tente de détecter l'état de charge et l'état de la batterie et applique un schéma de charge en 3 étapes. [18]

Cette technologie de charge moderne permet à une batterie d'être chargée rapidement et sans risque en trois phases (étapes).

La première étape est la phase bulk, où la batterie est chargée rapidement. Le courant de sortie du chargeur de batterie est au maximum (100 %) pendant cette phase et la tension de batterie dépend du degré de charge de la batterie. La durée de cette phase dépend du rapport de la batterie à la capacité de chargeur, et du degré de décharge des batteries avant de commencer.

La phase bulk est suivie de la phase d'absorption, qui commence une fois qu'une batterie a été chargée à $\pm 80\%$, et se termine quand la batterie est complètement pleine. La tension de batterie demeure constante pendant toute cette étape, et le courant de charge dépend du degré de décharge de la batterie, le type de batterie, la température ambiante, et ainsi de suite.

Une fois que la batterie est 100 % chargée, le chargeur commute automatiquement à la phase float. Dans cette étape, les batteries sont maintenues en état optimal et les utilisateurs connectés sont alimentés. Si la consommation d'énergie est plus élevée que ce que peut fournir le chargeur, la puissance restante est assurée par la batterie. La batterie est alors (en partie) déchargée et le chargeur commute automatiquement de nouveau à la phase bulk.

Si la consommation est réduite, le chargeur recommencera à charger la batterie par l'intermédiaire d'une charge 3-étapes. Un chargeur de batterie avec une charge 3-étapes peut rester connecté à la batterie.

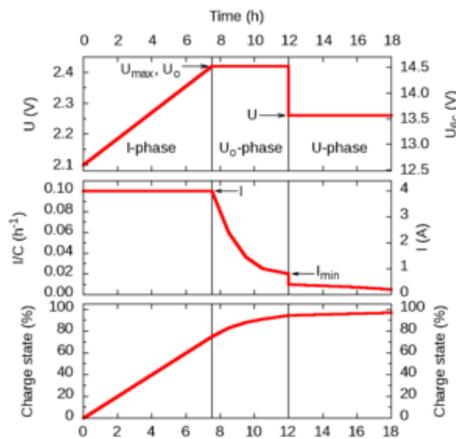


Figure II.1 Chargeur à trois étages

II.3.5. Chargeur à induction

La charge inductive (également appelée charge sans fil ou charge sans fil) est un type de transfert d'énergie sans fil. Il utilise l'induction électromagnétique pour fournir de l'électricité aux appareils portables. L'équipement portable peut être placé à proximité d'une station de charge ou d'un pad inductif sans avoir besoin d'être aligné avec précision ou d'établir un contact électrique avec une station d'accueil ou une prise.

La charge inductive est nommée ainsi car elle transfère de l'énergie par couplage inductif. Tout d'abord, le courant alternatif traverse une bobine d'induction dans la station de charge ou le pad. La charge électrique en mouvement crée un champ magnétique dont l'intensité fluctue car l'amplitude du courant électrique fluctue. Ce champ magnétique changeant crée un courant électrique alternatif dans la bobine d'induction de l'appareil portable. [18]

II.3.6. Chargeur intelligent

Un chargeur intelligent peut répondre à l'état d'une batterie et modifier ses paramètres de charge en conséquence.

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 de la batterie pour déterminer le courant de charge optimal ou terminer la charge. Pour les batteries Ni-Cd et Ni-MH, la tension de la batterie augmente lentement pendant le processus de charge, jusqu'à ce que la batterie soit complètement chargée. Après cela, la tension diminue, ce qui indique à un chargeur intelligent que la batterie est complètement chargée. Ces chargeurs sont souvent étiquetés comme un chargeur ΔV , "delta-V" ou parfois "delta crête", indiquant qu'ils surveillent les changements de tension. Un chargeur intelligent typique charge rapidement une

batterie jusqu'à environ 85 % de sa capacité maximale en moins d'une heure, puis passe à la charge d'entretien, ce qui prend plusieurs heures pour recharger la batterie à sa pleine capacité. [18]

II.3.7. Chargeur à impulsions

Certains chargeurs utilisent la technologie des impulsions, dans laquelle une série d'impulsions électriques est envoyée à la batterie. Les impulsions CC ont un temps de montée, une largeur d'impulsion, un taux de répétition d'impulsion (fréquence) et une amplitude strictement contrôlée. Cette technologie fonctionne avec n'importe quelle taille et type de batterie. [18]

II.3.8. Chargeur solaire

Les chargeurs solaires peuvent charger des bancs de batteries au plomb ou Ni-Cd jusqu'à 48 V et des centaines d'ampères-heures (jusqu'à 4000 Ah). Ce type de configuration de chargeur solaire utilise généralement un contrôleur de charge intelligent. Une série de cellules solaires sont installées dans un emplacement fixe et peuvent être connectées à un groupe de batteries pour stocker l'énergie pour une utilisation hors pointe. [18]

II.4. Le fonctionnement

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. 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.

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. [17]

II.4.1. Tension nominale

Un chargeur de batterie est conçu pour une tension nominale (est la tension moyenne en phase de décharge) de batterie soit 12V, 24V ou 48V ;En entrée, les plages de tension et de fréquence doivent être relativement large pour permettre un fonctionnement avec un groupe électrogène qui peut être plus ou moins stable en fonction de sa qualité.

II.4.2. 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. Le courant de charge doit être adapté à la capacité de la batterie.

II.4.3. Taux C

Tout comme le taux de charge, le taux de décharge est exprimé par la lettre C précédée d'un nombre (0,25C) ou suivie d'un nombre, sous la forme d'une fraction (C/4). Par exemple, un taux de décharge de 1C correspond à un courant de décharge dont l'intensité permet de décharger une batterie en une heure. Pour une batterie dont la capacité nominale est de 5 Ah, cela correspond à un courant de 5 A. Un taux de décharge de 0,5C (ou C/2) correspond à une intensité permettant la décharge complète en deux heures. Pour la même batterie, on aurait donc un courant de 2,5 A.

II 4.4. Modes de charge

Il existe 4 modes de charge différents, bulk, absorption, floating et égalisation.

- Mode "Bulk" : c'est la première phase de charge, le chargeur impose un courant limité et constant. La tension monte rapidement, puis plus lentement, la batterie peut absorber de 10 à 20% de sa capacité par heure.

- Mode "Absorption" : C'est la deuxième phase de charge, Le chargeur continue de lancer des ampères sur la batterie mais dans cette phase, il ne permet pas à la tension de dépasser l'absorption V spécifiée. Ainsi, au fil du temps, dans cette phase, le nombre d'ampères diminue, car la batterie devient plus pleine, le chargeur nécessite moins d'ampères pour maintenir la batterie au V spécifié. Finalement, le nombre d'ampères lancés sur la batterie tombe à presque rien pour maintenir la batterie au V d'absorption spécifié. À ce stade, ou, en frappant le temps limite fixé pour l'absorption, la charge arrête l'absorption et passe en float.

- Mode "Floating" : cette phase intervient lorsque la batterie est chargée. La tension est réduite et maintenue à une valeur d'entretien plus basse, destinée à compenser l'autodécharge de la batterie.

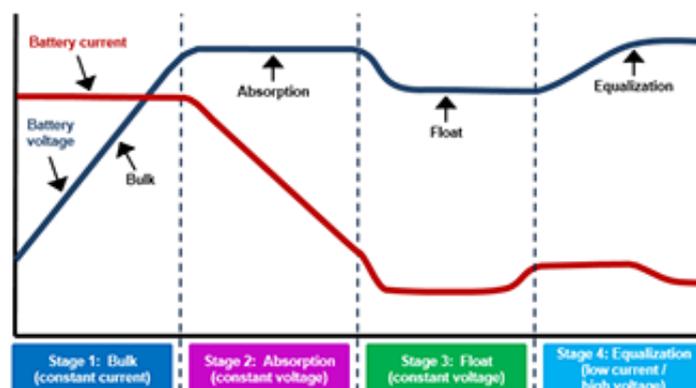


Figure II.2 : Les modes de charge

- Mode "Egalisation" : ce mode n'est utilisé que pour les batteries au plomb ouvert (non étanche). Il sert à brasser l'électrolyte en supprimant la stratification. La tension est très élevée durant cette phase et d'une durée déterminée. Son but est l'entretien et le prolongement de la durée de vie de la batterie.

II.4.5. Rendement

Comme tous les convertisseurs d'énergie, le chargeur à un rendement, qu'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 dépend : [17]

- De la puissance active en entrée du chargeur ;
- De la tension de la batterie ;
- De la tension d'alimentation ;
- Du courant nominal du chargeur.

II.4.6. Protections

Pour qu'un chargeur puisse assurer son rôle à la perfection, il lui faut certaines normes de protection qui sont les suivantes : [17]

-Protection contre les courts-circuits : Dans le cas d'un court-circuit, le chargeur va arrêter de fonctionner immédiatement et il restera en mode repos. Les fusibles peuvent éliminer directement le circuit en défaut.

-Protection contre l'inversion de polarité : La sortie est toujours protégée par un fusible qui lâche en cas d'inversion de polarité; on peut connecter une diode en série est donc utilisée pour bloquer la tension inversée. Les transistors MOSFET canal N dos-à-dos protège également les circuits contre l'inversion des polarités.

-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.

-Limitation de tension en sortie : Ces derniers dépendent à la fois d'un circuit comporte parfois un interrupteur pour disposer de 2 régimes de charge (lent ou rapide); ou par des semi-conducteur ou un circuit limiteur.

-Protection contre la surchauffe : 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. Et pour redémarrer, il sera donc nécessaire

d'attendre le refroidissement de chargeur.

En général, dans un système qui fait la recharge des batteries, ce qui implique que le circuit de charge doit être personnalisé en fonction du procédé chimique spécifique à la batterie; Il fournit également une protection appropriée contre les risques et les défauts électriques entrants. Le circuit de contrôle renvoie des informations sur l'état de la batterie (tension, charge, température) et assure un fonctionnement fiabilisé .

II.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 :

II.5.1. 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 certaines chimies de batteries. permet de visualiser cette technique de recharge. [19]

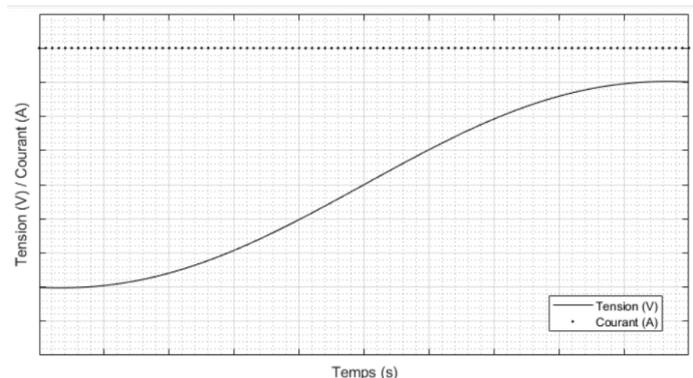


Figure II.3 : Le graphe de courant constant

II.5.2. 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. permet de visualiser cette technique de recharge. [19]

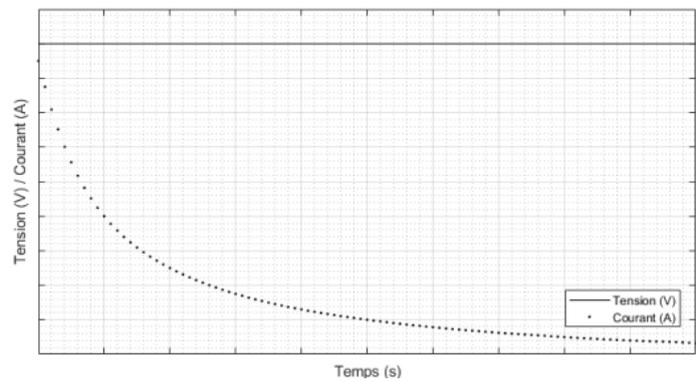


Figure II.4 : Le graphe de voltage constant

II.5.3. Taper-current

Le courant est élevé au départ et se réduit graduellement lorsque la tension de la batterie augmente. Cette méthode est de moins en moins utilisée puisque les courbes de courant et de tension varient d'une batterie à une autre ce qui rend son utilisation plus complexe. permet de visualiser cette technique de recharge. [19]

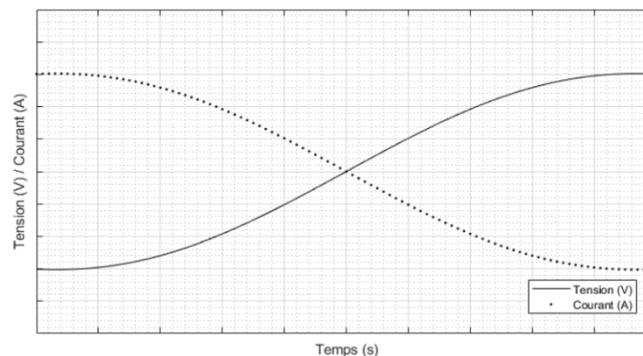


Figure II.5 : Le graphe de taper-courant

II.5.4. 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. Parfois, il est requis d'avoir un deuxième niveau de tension (absorption) afin d'accélérer la recharge de la batterie. permet de visualiser cette technique de recharge. [19]

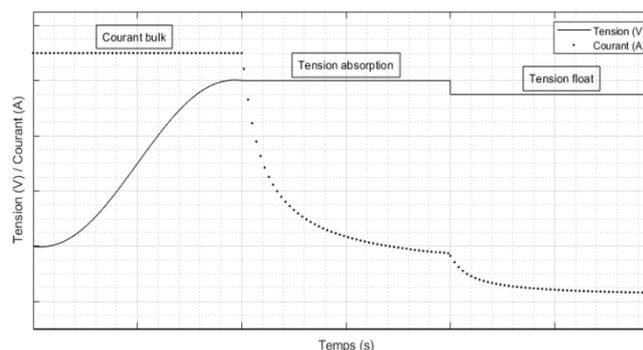


Figure II.6 : Le graphe de courant constant- voltage constant

II.5.5. 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. permet de visualiser cette technique de recharge. [19]

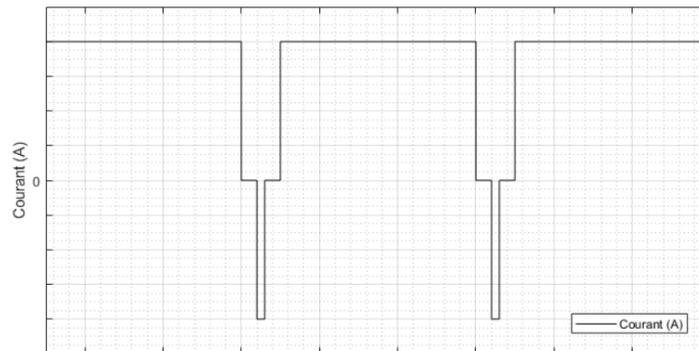


Figure II.7 : Le graphe de Pulsé

II.6. Des modèles de chargeur de batterie

II.6.1. Chargeur de batterie au plomb

Il contient une alimentation régulée en tension avec un courant de sortie limité à 700 mA environ, elle est accompagnée par un système de contrôle visuel de la charge. Lorsque l'on connecte l'accumulateur à charger au circuit sous tension, la LED rouge L_r s'allume. Dès que la charge est terminée elle s'éteint et la LED verte L_v s'allume à son tour. Le voltmètre indique en permanence la tension aux bornes de la batterie. Si une erreur de branchement (accidentelle) se produit, le buzzer sonne.

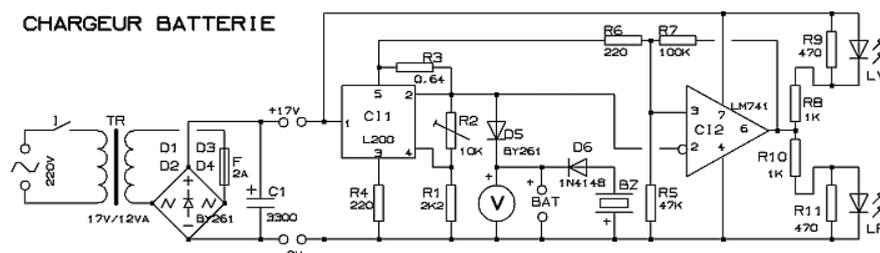


Figure II.8 : Chargeur de batterie au plomb

II.6.2. Chargeur de batterie LiPo 2S compact

Le chargeur présenté ici peut être utilisé pour charger les batteries LiPo 2S standard. La tension cible typique de LiPo 2S est de 8,4 V, et ils nécessitent un type spécial de mode de charge qui utilise la méthode CC/CV (courant constant/tension constante) avec un degré de charge 1-C (1A pour une batterie 1Ah) ; Ou utilisation d'un limiteur de courant avec un régulateur pour contrôler le courant et la tension [20]

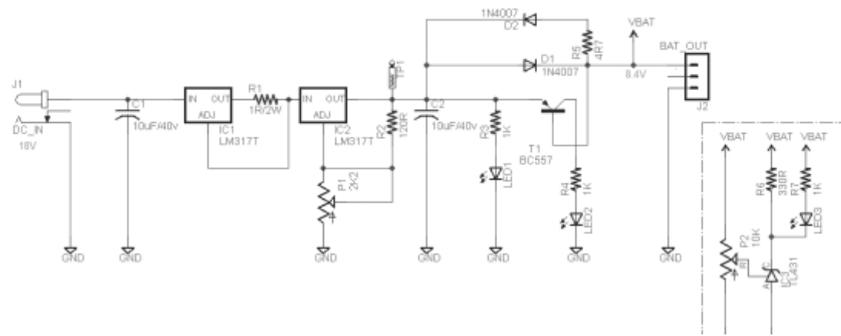


Figure II.9 : Chargeur de batterie LiPo 2S compact

II.6.3. Chargeur avec MAX712

Composants dédiés à ce circuit Le MAX 712 est conçu avec un microcontrôleur intégré qui gère tous les paramètres utiles à la charge rapide, qui nécessite un transistor de puissance externe pour charger la batterie Ni-MH.

Les chargeurs intelligents sont généralement développés autour d'un composant spécialisé ou d'un microcontrôleur, et se chargent généralement rapidement, détectent $-dv/dt$, puis se rechargent en permanence. Le courant fourni par ce type de chargeur est continu pour le courant nominal de la batterie. Le composant se charge en coupant le courant à l'aide d'un transistor de puissance. Ces composants gèrent également la décharge et surveillent le temps et la température de la batterie. [21]

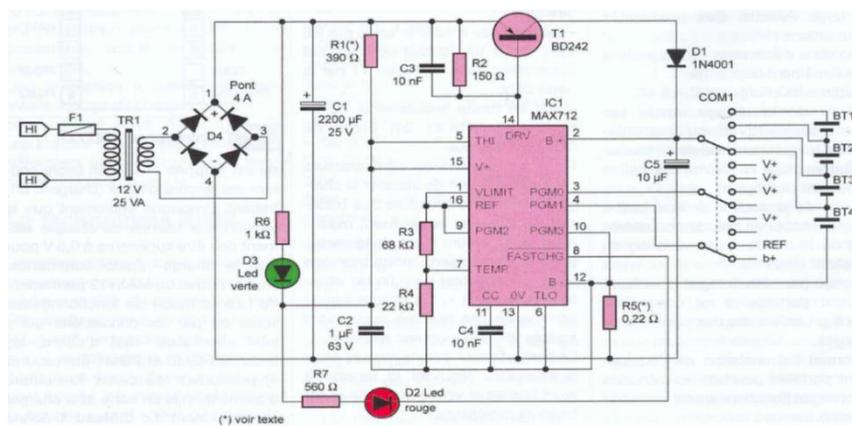


Figure II.10 : Chargeur avec MAX712 [26]

II.6.4. Chargeur de batterie NiCd

Ce schéma peut charger des batteries NiCad de 6 volts ainsi que de 12 volts. Il utilise un transformateur qui peut délivrer un courant de 4 à 5 A entre 12,6 et 15 V. Ce chargeur utilise un régulateur de courant automatique.

Le courant de charge est automatiquement régulé à 4,2 ampères. Une fois que le courant de charge atteint 4A, la chute de tension à R_1 sera de 600 mV. Dans ce cas, le transistor T_1 conduira et fournira du courant à T_2 . Le transistor T_2 , à son tour, court-circuite la base de T_3 à

la masse, réduisant ainsi ou annulant totalement le courant de polarisation de base de T₄. La différence de tension entre la tension de collecteur de T₄ et la tension de charge réelle de la batterie NiCad est dissipée par T₄.

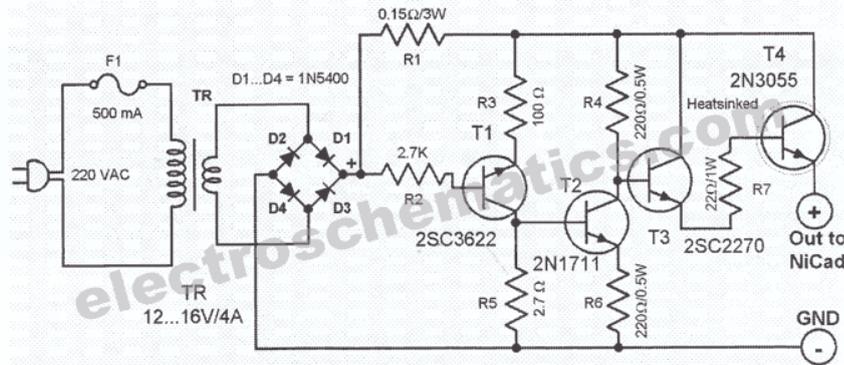


Figure II.11 : Chargeur de batterie NiCd

II.6.5. Chargeur de batterie NiMH

Voici un chargeur de batterie simple pour la batterie Ni-MH de qui nécessite une charge régulée en courant. Le chargeur fournit un courant de 140 mA pour une charge rapide de la batterie.

La section d'alimentation se compose d'un transformateur abaisseur 0-18 volts CA 1 ampère, d'un pont redresseur pleine onde comprenant D₁ à D₄ et du condensateur de lissage C₁. La régulation du courant est obtenue par l'action de R₁, R₂ et du transistor Darlington PNP TIP 127. La résistance R₁ maintient le courant de charge à 140 mA. [22]

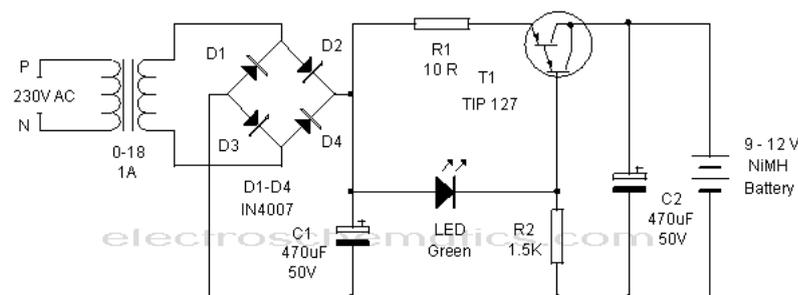


Figure II.12 : Chargeur de batterie NiMH

II.6.6. Circuit de chargeur rapide

Voici un chargeur à courant élevé pour les batteries au plomb scellées à charge rapide utilisées dans les automobiles, les onduleurs, etc. Ce chargeur peut fournir un courant de 5A pour un rajeunissement rapide de la batterie. Il utilise un régulateur de tension réglable afin que les batteries 6 et 12V puissent être chargées.

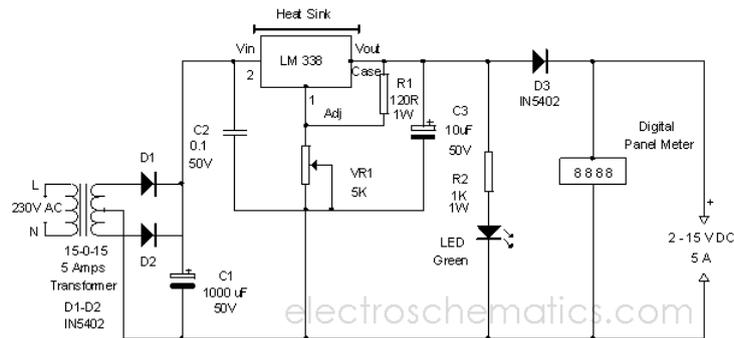


Figure II.13 : Circuit de chargeur rapide

II.7. Les étapes de charge de batterie

ÉTAPE 1 : La charge rapide fournit une tension de charge maximale qui sert à « Réveiller » les batteries pour permettre un démarrage rapide.

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.

ÉTAPE 3 : Charge de maintien 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.

II.8. Conclusion

L'actuel chapitre est concentré à l'étude de la partie pratique et la technique utilisée comme éléments essentiels pour la création d'un système de chargeur des cellules de nickel métal-hydrure. Pour cela on a présenté certaines techniques visant à gérer et à contrôler le fonctionnement de ces chargeurs. Ces techniques se basent essentiellement sur des algorithmes utilisant des critères pour la technique de recharge de batterie (CV/CC). Pour finir, on a présenté une étude technique, ainsi que le dimensionnement des composants électroniques utilisés dans les différentes parties, constituant notre prototype de chargeur pour des batteries nickel métal-hydrure.

Chapitre 3

Réalisation pratique

III.1. Introduction

Dans ce chapitre, nous discuterons davantage des composants utilisés dans notre circuit, car les systèmes électroniques définissent et caractériser leurs tâches à travers les types des composants présents en eux et la manière dont ils sont disposés et connectés les uns aux autres ; les composants importants dans notre circuit sont les résistances, condensateurs, transistors, régulateurs et transformateur et afficheur LCD, Arduino.

Nous avons défini les circuits intégrés et faire présenter leurs caractéristiques, expliquera aussi leur rôle dans notre circuit, on va présenter également les programmes que nous avons utilisés pour simuler et programmer la carte électronique. Cela nous donne l'occasion d'aller plus en détail sur le mécanisme du chargeur et l'algorithme qu'il suit.

III.2. Arduino

Arduino désigne un écosystème libre comprenant des cartes (Arduino Uno, Arduino Leonardo, Arduino Nano...), des logiciels, ou encore des bibliothèques. La syntaxe du langage de programmation sous Arduino est l'ensemble des règles d'écriture liées à ce langage. [23]

En bref ; Une carte Arduino est une petite carte électronique équipée d'un microcontrôleur; Le microcontrôleur permet, à partir d'événements détectés par des capteurs, de programmer et commander des actionneurs; Un module Arduino a généralement construit un microcontrôleur et de composants complémentaires qui facilitent la programmation et l'interfaçage avec d'autres circuits. Chaque module possède au moins un régulateur linéaire 5V et un oscillateur à quartz 16 MHz .

La carte UNO dispose 6 entrées analogiques (numérotées de 0 à 5), chacune pouvant fournir une mesure d'une résolution de 10 bits .Par défaut, ces broches mesurent entre le 0V

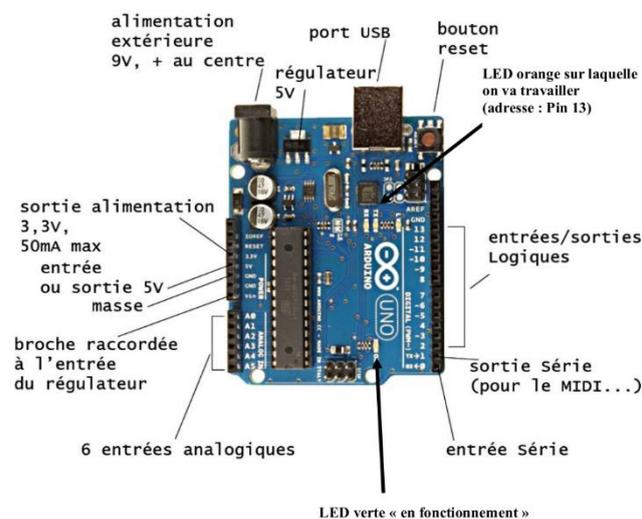


Figure III.1 : Arduino UNO

(valeur 0) et le 5V (valeur 1023). La carte Arduino UNO intègre un fusible qui protège le port USB de l'ordinateur contre les surcharges en intensité (le port USB est généralement limité à 500mA en intensité). Bien que la plupart des ordinateurs aient leur propre protection interne, le fusible de la carte fournit une couche supplémentaire de protection. Si plus de 500mA sont appliqués au port USB, le fusible de la carte coupera automatiquement la connexion jusqu'à ce que le court-circuit ou la surcharge soit stoppé.

III.2.1 IDE Arduino

Le logiciel Arduino est un environnement de développement (IDE) open source et gratuit, téléchargeable sur le site officiel d'Arduino.

Comme n'importe quel langage de programmation, une interface souple et simple est exécutable sur n'importe quel système d'exploitation Arduino basé sur la programmation en C. Une fois, le programme tapé ou modifié au clavier, il sera transféré et mémorisé dans la carte à travers de la liaison USB. Le câble USB alimente à la fois en énergie la carte et transporte aussi l'information . Arduino IDE permet : [24]

- D'éditer un programme : des croquis (sketch en Anglais),
- De compiler ce programme dans le langage « machine » de l'Arduino,
- De téléverser le programme dans la mémoire de l'Arduino,
- De communiquer avec la carte Arduino grâce au terminal, des boutons de commande en haut, une page blanche vierge, une bande noire en bas; A l'ouverture, l'interface visuelle du logiciel ressemble à ceci :

Avant d'envoyer un programme dans la carte, il est nécessaire de sélectionner le type de la carte (Arduino UNO) et le numéro de port USB.

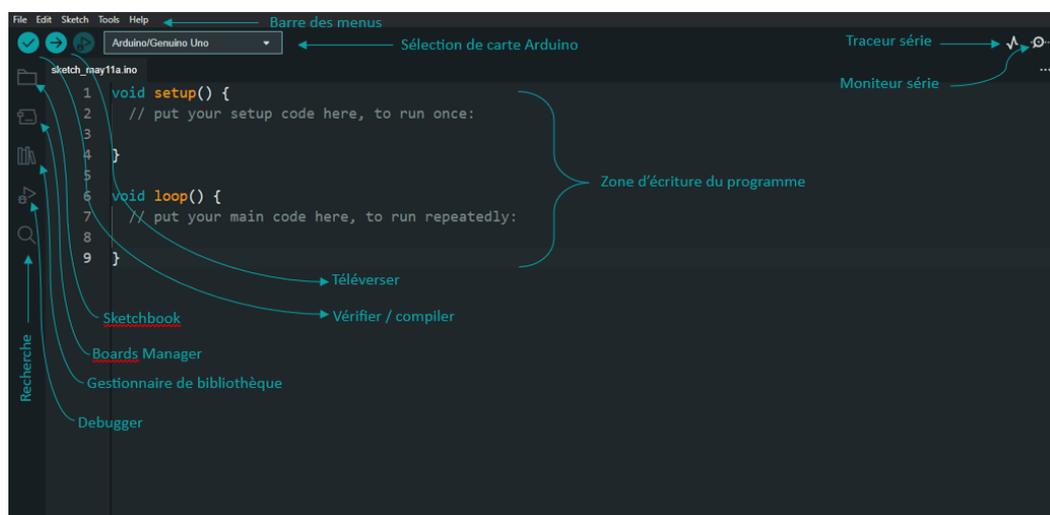


Figure III.2 : L'interface du logiciel Arduino IDE

III.3. Afficheur LCD 16*2

C'est un composant électro-optique passif. Contrairement aux autres types d'affichage (LED, EL, Plasma...), il utilise l'effet optique des cristaux liquides par action électrique, les afficheurs LCD sont devenus indispensables dans les systèmes techniques qui nécessitent l'affichage de paramètres de fonctionnement. Grâce à la commande par un microcontrôleur ces afficheurs permettent de réaliser un affichage de messages aisés. Ils permettent également de créer ses propres caractères ; Il est nécessaire de savoir à quoi correspondent les broches de l'écran, pour pouvoir les connecter là où il le faut. La figure illustre la répartition des différentes broches d'un écran LCD. [25]

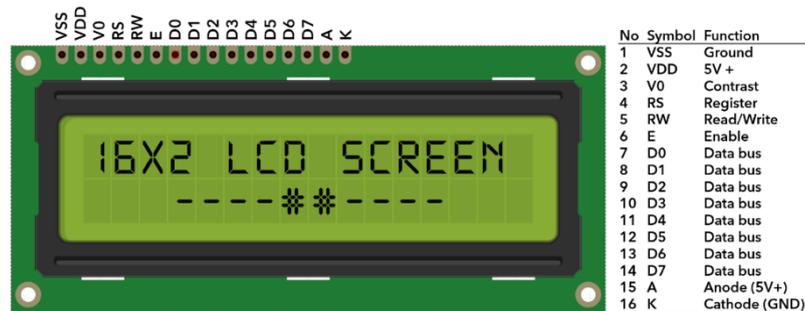


Figure III.3 : L'afficheur LCD 16*2

III.4. Plaque d'essai (Breadboard)

Une plaquette ou plaque d'essai sans soudures est un outil pédagogique indispensable pour découvrir l'électronique. Son principal avantage est de permettre de réaliser des montages rapidement sans souder aucuns composants. Il est donc possible de réutiliser les composants.

III.5. Le transformateur

Un transformateur est un convertisseur qui permet de modifier les valeurs de la tension et de l'intensité du courant délivrées par une source électrique alternative en un système de tension et de courant de valeurs différentes mais de même fréquence et de même forme. Il le quel est constitué d'un noyau ferromagnétique, sur lequel sont bobinés deux enroulements. L'énergie est transférée du primaire au secondaire par l'intermédiaire du circuit magnétique.

Lorsque le primaire est alimenté par une source alternative, il circule dans le circuit magnétique un flux également alternatif dont l'amplitude dépend du nombre de spires du primaire et de la tension appliquée. Ce flux induit dans l'enroulement secondaire une tension proportionnelle au nombre de spires du secondaire. La fermeture du secondaire sur une charge provoque la circulation du courant secondaire. Basé sur ce principe, le transformateur peut être fonctionner comme un Élévateur/Abaisseur .

III.6. Le redresseur

Un redresseur, également appelé convertisseur alternatif - continu (rectifier en anglais), est un convertisseur destiné à alimenter une charge de type continu, qu'elle soit inductive ou capacitive à partir d'une source alternative. La source est, la plupart du temps, du type tension ; Les redresseurs sont essentiellement réalisés à partir des diodes.

III.6.1. Fonctionnement du redresseur à point milieu

A partir d'un transformateur d'alimentation avec un point milieu qui permet la conception d'alimentations symétriques, par exemple +15 V et -15 V, 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.

Pendant toute la durée de l'alternance positive du signal d'entrée, la borne A du secondaire du transformateur est positive par rapport à N et polarise la diode D_1 en sens direct (court-circuit) ; Pendant ce temps, la diode D_2 se trouve en polarisation inverse et bloque le passage du courant (circuit ouvert). Durant toute l'alternance positive, un courant circule à travers la charge via la diode D_1 .

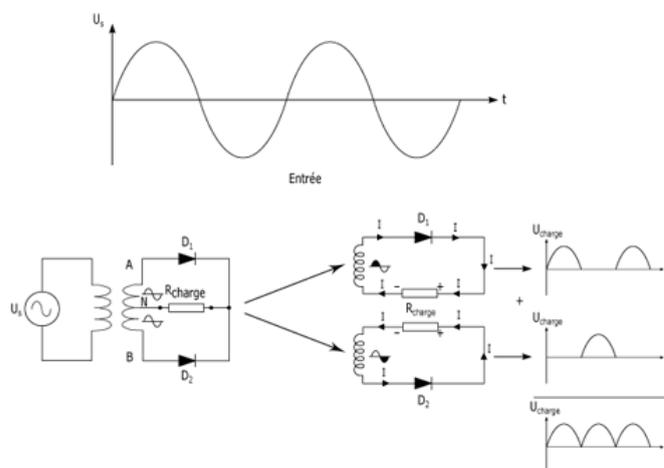


Figure III.4 : Redresseur à point milieu

Au contraire, pendant toute la durée de l'alternance négative du signal d'entrée, la borne B du secondaire du transformateur devient positive par rapport à N et polarise la diode D_2 en sens direct ; Pendant ce temps, c'est la diode D_1 qui se trouve en polarisation inverse et bloque le passage du courant. Durant toute l'alternance négative, un courant circule à travers la charge via la diode D_2 .

III.7. Le régulateur LM338T

Le LM338T / NOPB est un régulateur de tension positive réglable à 3 bornes, capable de

fournir plus de 5A dans une plage de sortie de 1,2 à 32V. Ils sont exceptionnellement faciles à utiliser et ne nécessitent que deux résistances pour régler la tension de sortie.

III.8. Le régulateur LM7812

Il s'agit d'un régulateur de tension de la série LM78xx. Le LM7812 un régulateur positif à trois bornes avec une tension de sortie fixe de 12V. Chacun de ces régulateurs de tension peut produire un courant maximum de 1,5A.

III.9. L'analyse de circuit

III.9.1. Le schéma Bloc

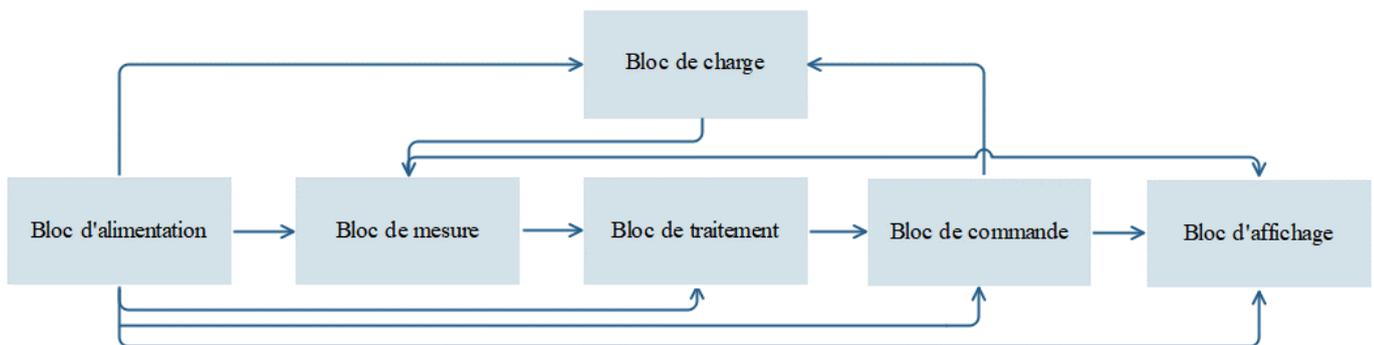


Figure III.5 : Le schéma de Bloc

Notre chargeur contrôlé par Arduino se compose d'un bloc d'alimentation qui reçoit la tension alternative 220/230 volts et la convertit en 18 volts DC grâce à un transformateur et un redresseur, après il va à alimenter tout le circuit, grâce aux régulateurs de tension LM338T et le LM7812.

Le bloc de mesure apprend si la batterie est présente ou non, et reçoit également son état tout cela se passe à un capteur de tension (potentiomètre RV₂) avec le R₁₂ qui fonctionne comme un diviseur de tension ; Les valeurs passent au bloc de traitement l'Arduino qui suit un certain algorithme à l'aide de deux pins analogiques A0 et A1 qui reçoivent la tension où ils contrôleront la tension et le courant et donc le type de charge appliquée à la batterie ; C'est grâce au bloc de commande qui utilise chacun des transistors pour contrôler la configuration de régulateur et par conséquent la tension de sortie qu'il va charger notre batterie.

En plus du bloc d'affichage qui ajoute la fonction de communication unidirectionnelle au chargeur, l'état de charge est visible et reconnaissable.

III.9.2. Le schéma électrique

Le circuit présenté ci-dessous est le circuit d'un chargeur batterie Ni-MH de 12V

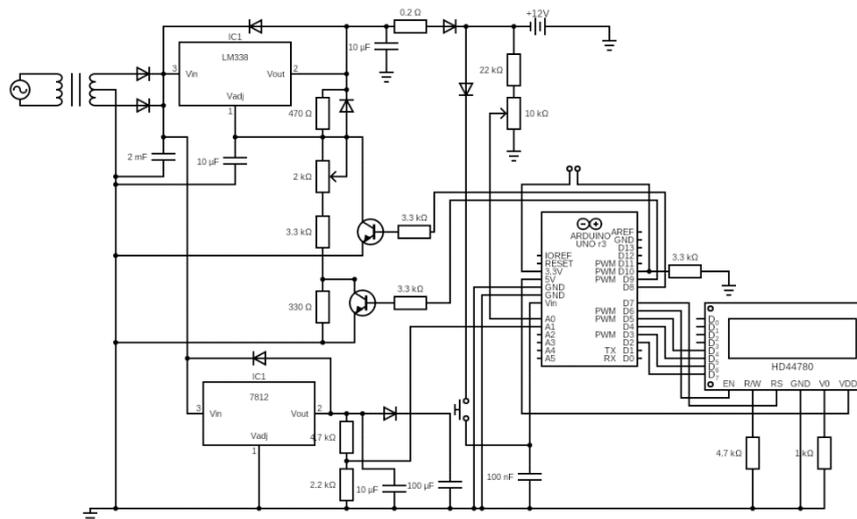


Figure III.6 : Le schéma électrique

contrôlée par un Arduino UNO ;

On utilise ici une alimentation de 220V avec transformateur de secondaire à prise intermédiaire ou encore de secondaire à point milieu. Avec cela va de soi, l'adjonction de diodes de redressement, de condensateurs de filtrage et de régulateurs de tension (on utilise le LM338T réglable et le LM7812).

Lorsque l'alimentation secteur est activée, le transformateur abaisseur génère environ 15 V AC et le convertit en plus de 18V CC après rectification et filtrage. La tension continue ainsi est réglable pour donner deux différents niveaux de voltage : un pour charger la batterie 12V via IC₁ qu'est le LM338T et l'autre 5V pour l'alimentation de l'Arduino via IC₂ qu'est le LM7812 (à l'aide de diviseur de tension) ; Pendant que la batterie se charge, son état est affiché sur l'écran LCD₁. Le type et l'état du chargeur sont également affichés. Le LM338T fournit 14,2 volts à la batterie jusqu'à ce qu'elle soit complètement chargée. Une fois complètement chargé (au-dessus de 13 V), le LM338T fournit environ 13,3 V à la batterie et maintient la charge à ce niveau. C'est ce qu'on appelle la charge flottante. La tension de charge est contrôlée par deux transistors BC547 (T₁ et T₂), leurs bases sont connectées aux broches 8 et 9 de la carte Arduino.

La combinaison du régulateur variable LM338T et les transistors permet de modifier la tension de sortie, qui à son tour charge la batterie. On note également que les émetteurs du transistor sont reliés à la masse et les collecteurs sont connectés aux résistances, ce qui permet de modifier les réglages du régulateur et donc la tension de sortie. A travers la relation

suivante, on peut comprendre le principe de son fonctionnement :

$$V_{\text{out}} = V_{\text{ref}} \times \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) + I_{\text{adj}} \times R_2 \quad (1)$$

prendre en considération que R_2 est représentée par le potentiomètre VR_1 et R_5 et R_6 en série.

Ce dernier donne la possibilité de connaître l'état de la batterie lorsque l'alimentation est coupée ou avant la charge, via l'interrupteur de test S_1 . Lorsqu'il est connecté pendant un certain temps, l'Arduino est alimenté par la batterie connectée. Il affiche la tension et l'état de la batterie (en supposant que la batterie n'est pas déchargée).

III.9.3. L'organigramme

Nous représentons le processus du programme sur la carte Arduino dans le schéma suivant. Dans le programme, on dépend principalement sur trois tests conditionnels de base, où nous mesurons la tension de la batterie ; en recevoir la tension du diviseur de tension dans l'entrée analogique de l'Arduino A_0 , puis la classons dans l'état de charge approprié pour elle, à travers le contrôle de la tension de sortie du régulateur via les ports digitale 8 et 9. Nous modifions la tension entre 14.2V, 13.32V et 12.5V pour la charge en Bulk, la charge flottante et condition de précharge respectivement.

L'écran LCD en introduisant ce projet "Chargeur Ni-MH" et en affichant le texte 1 qui est : "s'il vous plais placer votre batterie!" tant qu'il n'y a pas de batterie , une fois la batterie être placer l'état de la charge sera affiché comme un symbole d'une batterie, pendant le processus de charge.

le texte 2 : "FAST charge"

le texte 3 : "Fin de charge"

le texte 4 : "Pre-charge"

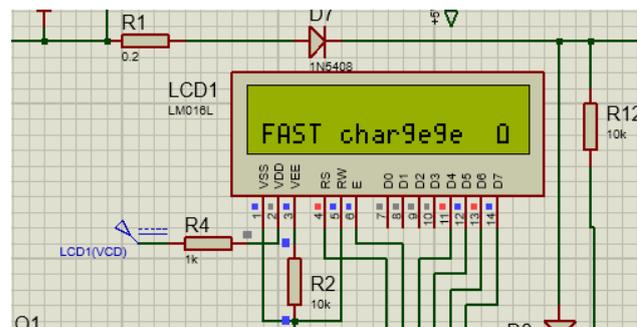


Figure III.7 : exemple d'affichage

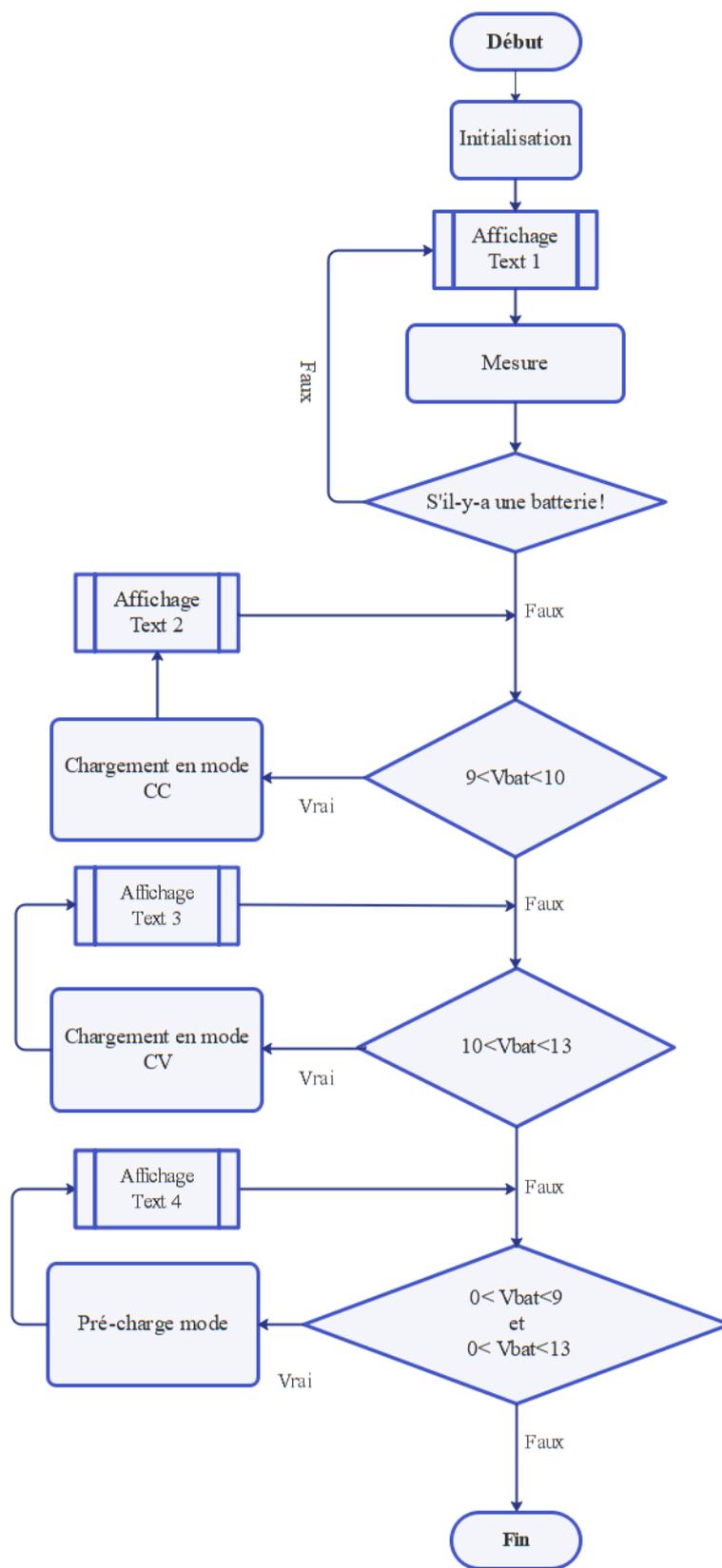


Figure III.8 : L'organigramme

III.9.4. CAO

La conception assistée par ordinateur ou CAO (en Anglais, computer aided design CAD) comprend l'ensemble des logiciels et des techniques de modélisation géométrique permettant de concevoir, de tester virtuellement – à l'aide d'un ordinateur et des techniques de simulation numérique – et de réaliser des produits manufacturés et les outils pour les fabriquer ; La CAO électronique (pour Conception assistée par ordinateur électronique), nommée également (en anglais EDA Electronic design automation), est la catégorie des outils servant à la conception et la production des systèmes électroniques allant des circuits imprimés jusqu'aux circuits intégrés.

Dans nous cas ont utilisé le logicielle porteuse professionnelle(ISIS et ARES) ; cela et facilité beaucoup de choses comme (la simulation du composant et leur fonctionnement ,la saisie schématique du circuit , la simulation (modèle mathématique) ,manipulation d'objets 3D(ou la visualisation on 3D) , fournissions d'un modèle virtuel permettant des tests de fonctionnement, le placement des composants, et le routage (pistes conductrices), ...).

III.9.5.La simulation

Avant de passer à l'étape d'application et de réalisation, il faut le vérifier en simulant le circuit (nous avons utilisé le programme Proteus) ; Ceci dans le but de vérifier les performances du circuit à réaliser et d'effectuer des mesures virtuelles. Tels que la tension et le courant de la sortie et la vérification des valeurs des éléments utilisés et leur efficacité dans le circuit.

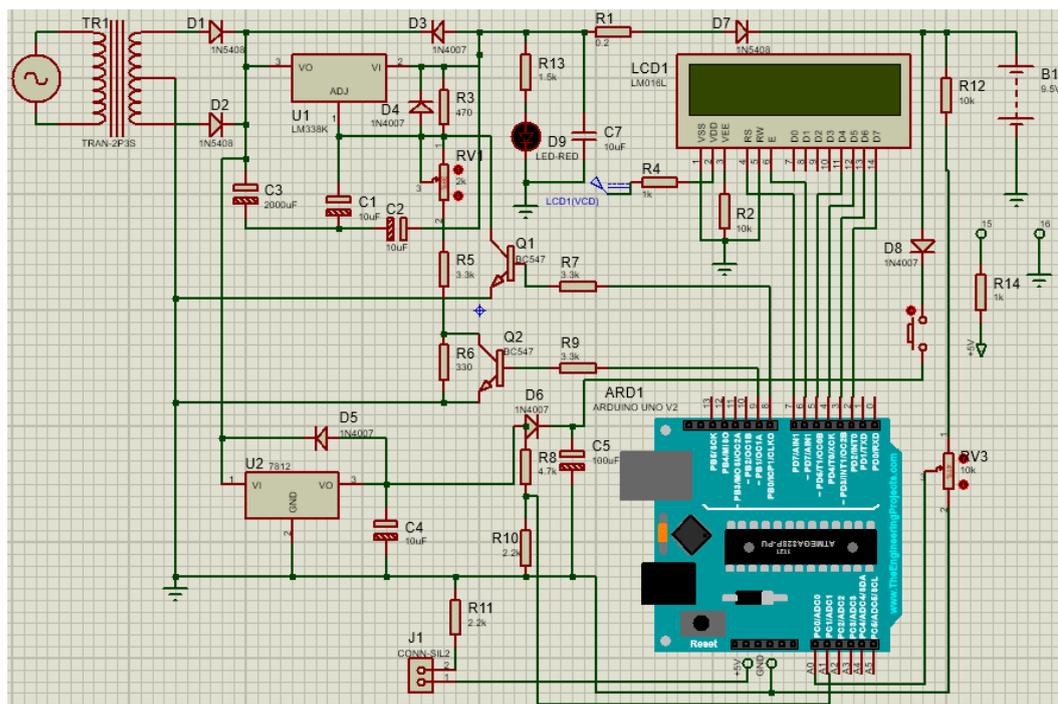


Figure III.9 : circuit sous Proteus

III.9.6. Le PCB

Un circuit imprimé (PCB en Anglais) est un circuit électrique dont les composants électroniques et conducteurs sont intégrés à une structure mécanique. Un PCB est composé d'un ou plusieurs couches de cuivre couvertes d'un matériau isolant. Il est construit en alternant un ou des couches de cuivre conductrices et des couches de matériau isolant non conductrices.



Figure III.10 : circuit imprimé et la carte PCB

III.9.7. le typon

Le typon est un dessin du circuit imprimé (pistes et pastilles) effectué sur un film transparent. Le typon sera utilisé pour réaliser le circuit imprimé par photogravure (prochaine étape). Le typon est donc produit d'après le routage effectué.

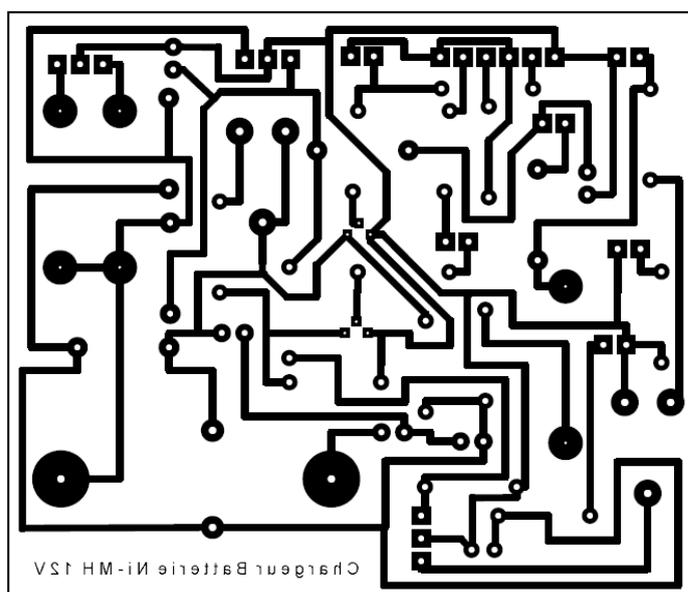


Figure III.11 : Le schéma du typon de notre circuit

III.10. Partie pratique

Lorsque l'on a fini le schéma du typon, on passe à la phase de réalisation :

III.10.1. Insoler le circuit imprimé (L'insolation) :

On pose le typon sur la vitre de l'insoleuse avec faire l'attention au sens ,après enlever la protection du circuit imprimé présensibilisé au dernier moment et poser le circuit

imprimé côté cuivre sur le typon (le côté duquel on a retiré la protection), on refermer l'insoleuse et insoler la carte aux UV pendant une durée de l'ordre de 2 à 2min30.

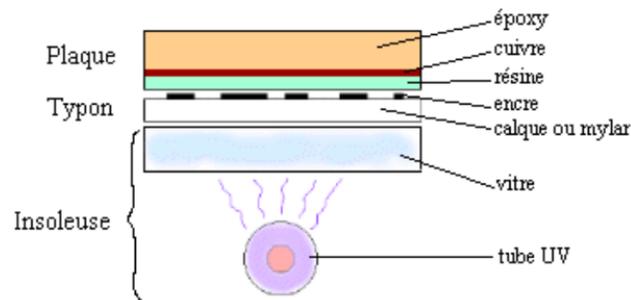


Figure III.12 : L'insolation

III.10.2. Révéler le circuit imprimé dans le révélateur (La révélation)

On a entrain de crée les pistes de cuivre ; tout d'abord le révélateur est utilisé à température ambiante. On plonger la plaque insolée dedans (bain d'hydroxyde de sodium «Na-OH»); Le révélateur va dissoudre les zones de la résine qui ont été détruites pendant l'insolation.

La couche de cuivre va progressivement apparaître autour des pistes qui sont encore protégées par la résine Une fois la plaque révélée elle est sortie du bac et rincée à l'eau.

III.10.3. Graver le circuit imprimé (La gravure)

Notre carte est plongée dans un plateau de gravure qui contient un produit acide : le (FeCl_3), Cet acide dissoudra le cuivre dans les sillons protégés par la résine ; On l'utilise pour graver les circuits imprimés car il a la particularité de détruire (par réaction chimique) tout le cuivre qui n'est pas recouvert de résine photosensible ; Cela a pour conséquence de ne laisser que les pistes qui nous intéressent.

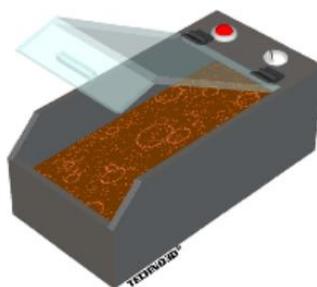


Figure III.13 : Le plateau de gravure

III.10.4. L'élimination

Une fois votre circuit gravé, il reste à enlever les traces de résine qui subsistent sur les pistes protégées. On rincer abondamment à l'eau et on utilise pour cela du dissolvant, ou encore de l'acétone. Le but est d'obtenir un circuit avec des pistes bien nettes et sans aspérités ; Le circuit imprimé est maintenant terminé il ne reste plus qu'à souder les composants pour former le circuit électronique.

III.10.5. Percer le circuit

Avant de souder les composants, il nous faut percer les pastilles. Ces trous correspondent à l'emplacement des pôles des composants. Pour cela on utilise une perceuse à colonne ; On a placé le circuit imprimé sur le support, et faire choisit la taille du foret en fonction des composants qui devront être soudés ; Une fois toutes les pastilles percées au bon diamètre on va pouvoir souder les composants ; Il faut faire attention à la polarisation des composants et l'installation correct de ces dernières , on suivent le schéma de circuit dans l'étape d'installation

III.10.6. Souder les composants

A présent on doit placer les composants sur la plaque en s'aidant du schéma.

Pour souder on utilise un fer à souder et de l'étain car c'est un métal facilement manipulable et que sa température de fusion est assez basse (il fond facilement) La partie métallique s'appelle la panne, c'est la partie qui chauffe; On utilise l'extrémité de la panne pour faire fondre l'étain lors de la soudure.

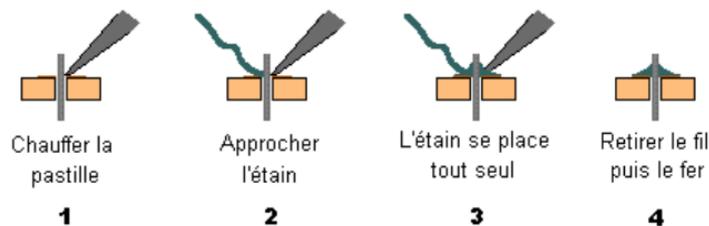


Figure III.14 : Les étapes de la soudure

III.10.7. L'étape de contrôle

enfin on a testé le circuit imprimé à l'aide de multimètre cela peut découvrir les courts-circuits et la continuité des pistes après l'opération de soudage.

III.11. Conclusion

A la fin de ce chapitre, nous avons appris comment préparer et faire simuler la carte chargeur, fabriquer une carte électronique, mettre en place un programme pour contrôler les éléments électroniques en fonction de la chimie de batterie à charger ; Comme le chargeur résout de nombreux problèmes, tels que l'utilisation d'énergie de carburant qui nuit à l'environnement et évite le problème du recyclage des batteries non rechargeables.

Conclusion générale

Conclusion générale

Au final, le résultat de nos recherches a conduit à la réalisation de ce mémoire de fin d'études, à travers lequel réalisé un chargeur de batterie Ni-MH, Au cours de la recherche ; Cette étude on a amené à orienter nos recherches vers deux aspects théoriques. Où on a étudié le mécanisme de fonctionnement de la batterie, appris ses composants, analysé la chimie de la batterie au nickel-hydrure et découvert la raison de l'épuisement de l'énergie de nos batteries.

En étudiant le mécanisme de charge, nous avons appris à connaître de nombreux types de chargeurs, leur fonctionnement et certaines caractéristiques importantes pour choisir un chargeur.

A l'étape de réalisation de ce dernier, nous avons fourni plus d'informations sur le chargeur de batterie de 12V au nickel-hydrure à l'aide d'un Arduino, qui représente l'élément de contrôle dans le circuit, où nous nous sommes familiarisés avec les composants électroniques et les circuits intégrés gérant ce projet, on a expliqué le principe de travail de chacun d'eux et de l'harmonie entre eux, nous avons programmé le contrôleur Arduino pour changer entre les modes de charge qui suivent des algorithmes bien précis, comme on a ajouté un écran cristal LCD pour permettre et améliorer la communication unidirectionnelle ; mais la possibilité de faire développer notre projet reste possible , et ceci en soumettant le composant intelligent Max 712 , qui est dirigé à cette performance particulièrement.

Nous avons ajouté beaucoup d'informations à nos connaissances, notamment en nous adaptant aux logiciels de programmation et de CAO, aux outils de soudage et de mesure, et nous en avons également appris davantage sur les batteries et de plus en plus de composants électroniques et de circuits intégrés et leurs utilisations polyvalentes.

Bibliography

Bibliography

- [1] ا.أ.م. ا. عطية, البطاريات كما لم تعرفها من قبل, Université Tichrine, 2013.
- [2] W. Chris, «explain that stuff,» 10 10 2021. [En ligne]. Available: <https://www.explainthatstuff.com/batteries.html#whatis>.
- [3] M. POUSSIN et J. JALAUDIN, «Chargeur de batterie au plomb 12V 65AH à partir du secteur 230V 50Hz,» UNIVERSITÉ FRANCOIS-RABELAIS - TOURS, 2005.
- [4] R. Daniel, D. Supratim et J. Amritha, «Battery Technology,» TECH FACTSHEETS FOR POLICYMAKERS, Cambridge, 2020.
- [5] G. Christian, Batteries et systèmes de management : État de l'art, Technologies et Perspectives, Montpellier : Université Montpellier 2, 2014.
- [6] A. Fannie et I. Cristina, «L'électrolyte, un élément clé des batteries,» Université Grenoble Alpes, Université Savoie Mont Blanc, 2021.
- [7] L. Marie, E. K. Hana, B. Didier, C. Jean-Marc et et al., Flash sintering of cationic conductive ceramics: A way to build multilayer systems, France: Journal of the American Ceramic Society, 2021.
- [8] p. l. jean et l. cédrick, Principe de fonctionnement et constituants d'une batterie, éducol, 2004.
- [9] «maison des piles,» [En ligne]. Available: <https://maisondespiles.com/blog/qu-est-ce-qu-une-pile--n2>. [Accès le 16 04 2023].
- [10] «aero hesbaye,» [En ligne]. Available: <http://www.aero-hesbaye.be/dossiers/technique/batteries.htm>.
- [11] o. Marjorie, «Généralités sur les piles,» Université de Mons, 2015.
- [12] A. CHERIFI, Conception et réalisation d'un chargeur de batterie Plomb-Acide dans un micro-réseau DC, M'SILA: UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA, 2019.
- [13] C. L. Josette, «synonyme-du-mot,» 11 10 2022. [En ligne]. Available: <https://www.synonyme-du-mot.com/les-articles/comment-bien-decharger-une-batterie-ni-mh>.
- [14] J. Technologie, «JADE Technologie,» Jade-Technologie, 03 03 2021. [En ligne]. Available: <https://www.jade-technologie.com/tout-savoir-sur-la-batterie-nimh/>.
- [15] M. Judith, Z. Junxian, C. Fermin et L. Michel, Atouts et défis des batteries Nickel-Métal Hydrure Ni-MH, France: Univ Paris Est Créteil, 2021.
- [16] P. Marion et T. Romain, Nickel Metal Hydride (NiMH), Montpellier: CAPTRONIC, 2014.
- [17] s. store, «solaris-store,» [En ligne]. Available: <https://www.solaris-store.com/content/46-principe-de-fonctionnement-d-un-chargeur-de-batterie-solaire>. [Accès le 22 03 2023].
- [18] Wikipédia, «Wikipédia,» 05 2023. [En ligne]. Available: [http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Chargeur_\(%C3%A9lectricit%C3%A9\)&oldid=204075272](http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Chargeur_(%C3%A9lectricit%C3%A9)&oldid=204075272).
- [19] B. Vincent, Modèle de chargeur générique de batteries et validation expérimentale, QUÉBEC: ÉCOLE DE TECHNOLOGIE SUPÉRIEURE UNIVERSITÉ DU QUÉBEC, 2019.
- [20] T. HAREENDRAN, «electronics blog spot,» 09 2016. [En ligne]. Available: <https://www.electroschematics.com/compact-2s-lipo-battery-charger/>.
- [21] A. BELAALIA, F. BEKHTAOUI et H. ABDICHE, Réalisation d'un Chargeur de Batterie Ni-MH, Bordj Bou Arreridj: Université de Mohamed El-Bachir El-Ibrahimi, 2012.
- [22] M. D, «electronics blog spot,» 09 2010. [En ligne]. Available: <https://www.electroschematics.com/automatic-battery-charger/>.
- [23] K. MADI et K. ASLOUN, Commande d'un ascenseur à base d'Arduino, BEJAIA: Université A. MIRA-BEJAIA, 2019.
- [24] A. KRAMA et A. GOUGUI, Etude et réalisation d'une carte de, OUARGLA: UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA, 2015.
- [25] M. Nouioua, I. Chikh et A. Delhoum, Système de parking automatique, ANNABA: UNIVERSITE BADJI MOKHTAR ANNABA, 2019.
- [26] V. P. M. Jean et V. Mme Paule, «Electronique Pratique,» Février 2002. [En ligne]. Available: <https://worldradiohistory.com/Archive-Electronique-Pratique/00s/Electronique-Pratique-263-Fevrier-2002.CV01.pdf>.