

UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA

Faculté des Sciences Appliquées
Département de Génie Electrique



Mémoire

MASTER ACADEMIQUE

Domaine : Sciences et technologies

Filière : Génie électrique

Spécialité : Electrotechnique Industrielle

Présenté par :

DJEMAI Redouan et BEKHTA Hichem.

Thème:

**Réalisation d'un testeur de capacité batterie lithium-ion
18650**

Soutenu publiquement

Le :30/10/2020

Devant le jury :

M^f Taïbi Djamel

MCA

Président

UKM Ouargla

M^f Louazene Med lakhdar

MCB

Encadreur/rapporteur

UKM Ouargla

M^f Amieur Toufik

MCA

Examineur

UKM Ouargla

Année universitaire 2020/2021

Dédicace

*On dédie ce travail à nos parents qui nous encouragent et pour finaliser
mes études ,*

*À nos frères et nos sœurs qui nous donnent le soutien , À toutes nos
familles,*

*À tout nos amis. pour leurs affection. À toute promotion 2020 de génie
électrique*

À tous les personnes ayant nous connue de loin au de près

Remerciement

Grâce à Dieu qui nous donné le courage et la force on a finalisé et réaliser ce mémoire à été réalisé et voir la lumière de ce jour . ce mémoire a été dirigé par monsieur REZZOUG Redha , à l'université de Ouargla pour son aide et son soutien .

grande gratitude va également à tous les collègues du Laboratoire d'électrotechnique pour leurs sympathies qui a permis la réalisation de ce travail dans une ambiance agréable. Je tiens à remercier les Membres du Jury qui me font l'honneur de juger ce travail d'avoir consacré de son temps pour relire ce thème et donner son avis qui a fait qu'améliorer son contenu. Tous les remerciements sont pour ma famille pour le courage et le soutien .

Je remercie toute personne ayant contribué à la réalisation de ce travail. Un grand merci à tous.

Résumé

Les scientifiques font des efforts afin de trouver une solution pour stocker l'énergie électrique qu'est un dispositif appelé la batterie ce dernier a plusieurs types et formes et chaque a des caractéristiques spécifiques. La technologie de stockage d'électricité dans les batteries se développe rapidement en équilibre avec le besoin ou bien la fonction demandée. La grande commercialisation des batteries au niveau mondiale causée de produire des batteries par des faux fabricants, ces batteries ont pas les vraies caractéristiques des batteries d'origines.

Dans ce travail on a un objectif de réaliser un testeur à la capacité de mesurer des plusieurs capacités des batteries Li-ion 18650 en même temps et dans une période courte. Ce testeur nous donne la vraie mesure de la capacité des batteries (fausses batteries) qui ne gèrent pas leurs capacités annoncées.

On a désigné une structure de 3 blocs constituant notre dispositif (bloc d'alimentation, affichage et commande, bloc de mesure) et la réalisation virtuelle (à simulation) se fait par un CAO appelé ISIS-PORTEUS, et nous allons travailler avec le logiciel ARDUINO IDE et sélectionner le langage de programmation "C".

Avant de passer à la programmation, nous avons construit un algorithme qui présente le cycle de fonctionnement et leur étape et tout d'abord le testeur a des supports de la batterie et un afficheur LCD TFT et le principe de fonctionnement est basé sur la charge et le décharge du courant par la technique de commande MLI-Modulation de Largeur d'Impulsion- (PWM) et il faut fixer un courant de décharge de la batterie à une tension prédéterminer dans le programme et finalement l'afficheur ne donne la capacité de batterie finale, et le temps de déchargement, la tension initiale de batterie, la tension finale de batterie,

Abréviation

M_1 : étant l'espace active de l'anode

M_2 : étant l'espace active de la cathode.

CF : le fluorure de carbone

li-ion : lithium – ion

n_f : Rendement faradique

C_d : débitée a la décharge

C_e : la quantité d'électricité

C : capacité de stockage

C_n : la capacité de stockage résultante pour une nombre de décharge ' n '.

I_n : Le courant de décharge se définit par la relation suivante

DOD% : Profondeur de charge

EDC : L'état de charge

EDS : L'état de santé

V_{full} : la tension à une valeur constant

i_b : le courant de charge

CC : courant constant

SOC : l'état de charge complet

LCD : liquide Crystelle display

AR 1 : Arduino

Q : transistor

R : Résistance

I : le courant

T : le temps

Q. : la quantité de charge utilisable

Abréviation

V : le voltage

E : l'énergie

PWM : le modulation de largeur d'impulsion

CAO : *conception assistée par ordinateur*

Java, C++, C : langages de programmation

REF : la tension de référence d'Arduino

Listes des figures et tableaux

LISTE DES FIGURES :

CHAPITRE 01 :

| | |
|--|----|
| FIGURE I.1. PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT D'UNE CELLULE [1] | 4 |
| FIGURE I.2. PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT D'UNE ACCUMULATEUR LI – ION [7] | 8 |
| FIGURE I.3. CAPACITE DE STOCKAGE DES DIFFERENTS TYPES D'ACCUMULATEURS [6] | 10 |
| FIGURE I.4. PROFILS TYPE DE CHARGE A COURANT CONSTANT , A TENSION CONSTANTE [6] | 12 |
| FIGURE I.5. PROFILS TYPIQUE DE CHARGE D'UNE CELLULE LI-ION [6] | 13 |
| FIGURE I.6. LES PRINCIPAUX PACKAGING DE CELLULE POSSIBLE : (A) CYLINDRIQUE , (B) BOUTON , (C) PRISMATIQUE , (D) SACOCHE [4] | 14 |
| FIGURE I.7. EVOLUTION DE MARCHE DU BATTERIES [7] | 16 |
| FIGURE I.8. TESTEUR DE BATTERIE ' LA CROSS TECHNOLOGIE 911-114 PORTABLE' | 18 |
| FIGURE I.9. LE TESTEUR DE BATTERIE " TENERGY T-333 | 19 |

CHAPITRE 02:

| | |
|--|----|
| FIGURE II. 1. SCHEMA SYNOPTIQUE DU TESTEUR | 21 |
| FIGURE II. 2. SCHEMA SYNOPTIQUE DE L'ALIMENTATION | 22 |
| FIGURE II. 3. SCHEMA ELECTRIQUE DE L'ALIMENTATION | 23 |
| FIGURE II. 4. SCHEMA SYNOPTIQUE DE LA CIRCUITS DE COMMANDE | 23 |
| FIGURE II. 5. SCHEMA ELECTRIQUE DE LA CIRCUITS DE COMMANDE | 24 |
| FIGURE II. 6. ARDUINO MEGA 2560 | 24 |
| FIGURE II. 7. AFFICHEUR LCD TFT | 25 |
| FIGURE II. 8. SCHEMA SYNOPTIQUE DE LA CIRCUITS DE MESURE | 25 |
| FIGURE II. 9. SCHEMA ELECTRIQUE DE LA CIRCUITS DE COMMANDE | 25 |
| FIGURE II. 10. LA MODULATION DE LARGEUR D'IMPULSION | 28 |
| FIGURE II. 11. LA SIMULATION DE TESTEUR DE BATTERIE | 29 |
| FIGURE II. 12. LES ETAPE DE FONCTIONNEMENT DE TESTEUR | 30 |

Listes des figures et tableaux

CHAPITRE 03:

| | |
|--|----|
| FIGURE III.1. ORGANIGRAMME DE DECHARGEUR DES BATTERIES LITHIUM-ION..... | 34 |
| FIGURE III.2.LES LIBRAIRIES UTILISEES : | 35 |
| FIGURE III.3.DECLARATION DES CONSTANTES ET VARIABLES..... | 35 |
| FIGURE III.4.LA FONCTION SETUP : | 36 |
| FIGURE III.5.LA BOUCLE PRINCIPALE DE DECHARGEMENT : | 36 |
| FIGURE III.6.LA BOUCLE LOOP | 37 |
| FIGURE III.7.SCHEMA GLOBALE DE LA REALISATION DE PROJET | 39 |
| FIGURE III.8.ETAT INITIALE DE L'ESSAI..... | 39 |
| FIGURE III.9.RESULTAT FINALE DU 1 ^{ERE} SCENARIO | 40 |
| FIGURE III.10.RESULTAT FINALE DU 2 ^{EME} SCENARIO | 41 |

Listes des tableaux :

CHAPITRE 01 :

| | |
|---|----|
| TABLEAU I.1.historique de développement des batteries lithium [1]..... | 6 |
| TABLEAU I.2.l'autodécharge des différents systèmes des batteries [6]..... | 11 |

Introduction générale

| | |
|--|----------|
| 1.GENERALITE : | 1 |
| 2.PROBLEMATIQUE : | 1 |
| 3.OBJECTIF DE PROJET : | 1 |
| 4.PRESENTATION DE MEMOIRE : | 1 |
| Chapitre 01 | |
| I.1.INTRODUCTION : | 3 |
| I.2.LES BATTERIES : | 3 |
| I.2.1. UNE ELECTRODE POSITIVE (CATHODE) (OXYDANTE) : | 3 |
| I.2.2. UN ELECTROLYTE : | 3 |
| I.2.3. UNE ELECTRODE NEGATIVE (ANODE) (REDUCTRICE) : | 3 |
| I.3.PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DES BATTERIES : | 4 |
| I.4.LES CARACTERISTIQUES GENERALES DES BATTERIES : | 5 |
| I.5.LES DIFFERENTES TYPES DES BATTERIES : | 5 |
| I.6.L'HISTORIQUE DE LA BATTERIE LITHIUM-ION : | 5 |
| I.6.1. LES BATTERIES PRIMAIRES AVEC UN ANODE LITHIUM METAL : | 5 |
| I.6.2. BATTERIE SECONDAIRE AVEC UN ELECTRODE NEGATIVE LITHIUM METAL : | 6 |
| I.6.3. BATTERIES LITHIUM-ION : | 7 |
| I.7.PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DE LA BATTERIE(LI-ION) : | 7 |
| I.8.LES AVANTAGE DE LA BATTERIE LITHIUM-ION : | 8 |
| I.8.1. LES PERFORMANCE : | 8 |
| I.8.2. LE DESIGNE : | 9 |
| I.9.LES INCONVENIENTS DE LA BATTERIES LITHIUM- ION : | 9 |
| I.10.L'UTILISATION DES BATTERIES LITHIUM – ION : | 9 |
| I.11.LES GRANDEURS CARACTERISTIQUES DES BATTERIES [1] : | 9 |
| I.11.1. RENDEMENT : | 9 |
| I.11.1.1. <i>Rendement faradique :</i> | 9 |
| I.11.2.1. <i>Rendement énergétique :</i> | 9 |
| I.11.2. TENSION A VIDE : | 10 |
| I.11.3. CAPACITE DE STOCKAGE : | 10 |
| I.11.4. DUREE DE VIE : | 10 |
| I.11.5. PROFONDEUR DE CHARGE : | 10 |
| I.11.6. L'AUTODECHARGE : | 11 |
| I.11.7. L'ETAT DE CHARGE (EDC) : | 11 |
| I.11.8. L'ETAT DE SANTE (EDS) : | 11 |

| | |
|--|-----------|
| I.12.LES PROFIL DE CHARGE ET DE DECHARGE DES BATTERIES : | 12 |
| I.12.1 PROTOCOLE DE DECHARGE A TENSION CONSTANTE : | 12 |
| I.12.2 PROTOCOLE DE CHARGE A CHARGE A COURANT CONSTANT (CC) : | 13 |
| I.12.3 PROTOCOLE COMBINE DE CHARGE (CC -CV) : | 13 |
| I.13.REGIME DE DECHARGE : | 14 |
| I.14.PACKAGING : | 14 |
| I.14.1 CELLULE CYLINDRIQUE : | 15 |
| I.14.2 CELLULE BOUTON : | 15 |
| I.14.3 CELLULE PRISMATIQUE : | 15 |
| I.14.4 CELLULE SACOCHE : | 15 |
| I.15.LE MARCHE DES BATTERIE : UN MONDE EN FORTE EVOLUTION : | 16 |
| I.16.IMPACTS SANITAIRES ET ENVIRONNEMENTAUX DES BATTERIES USAGEES : | 16 |
| I.17.REGLEMENT ALGERIENNE SUR LES BATTERIES USAGEES : | 17 |
| I.17.1. LOIN 01-19 DU 27 DU 12 DECEMBRE 2001 RELATIVE A LA GESTION AU CONTROLE ET L'ELIMINATION DES DECHETS : | 17 |
| I.17.2. LOIN 03-10 DU 19 JOMADA EL OU LA 1424 CORRESPONDANT AU 19 JUILLET 2003 RELATIVE A LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT DANS LE CADRE DU DEVELOPPEMENT DURABLE. | 17 |
| I.18.DES EXEMPLE SUR LES TESTEURS DES BATTERIES : | 18 |
| I.18.1. LE TESTEUR DE BATTERIE 'LA CROSS TECHNOLOGIE 911-114 PORTABLE' : | 18 |
| I.18.2. LE TESTEUR DE BATTERIE "TENENERGY T-333 " : | 18 |
| I.19.CONCLUSION : | 19 |
| Chapitre 02 | |
| II.1.INTRODUCTION : | 20 |
| II.2.L'IDEE PROPOSE DE TESTEUR : | 20 |
| II.3.FONCTIONNALITES: | 20 |
| II.4.SPECIFICATIONS : | 20 |
| II.5.LA DIFFERENCE ENTRE LA BATTERIES ET LA CELLULE : | 20 |
| II.6.LE MATERIEL UTILISE : | 21 |
| II.7.SCHEMA SYNOPTIQUE: | 21 |
| II.8.LES ETAPES DE LA REALISATION : | 22 |
| II.8.1. LE CIRCUIT D'ALIMENTATION : | 22 |
| II.8.2. LA CIRCUITS DE COMMANDE : | 23 |
| II.8.2.1. La carte Arduino méga 2560 : | 24 |
| II.8.2.2. Afficheur LCD TFT : | 24 |

| | | |
|--------------------|---|-----------|
| II.8.3. | LE BLOC DE MESURE : | 25 |
| II.8.3.1. | <i>Le composant LM358 :</i> | 25 |
| II.8.3.2. | <i>Le filtre passe-bas :</i> | 26 |
| II.8.3.3. | <i>Le MOSFET (IRLZ) :</i> | 26 |
| II.9. | LA CIRCUITS DE CHARGE : | 26 |
| II.10. | QU'EST-CE QU'UNE CHARGE CC A COURANT CONSTANT? | 26 |
| II.11. | LE CALCUL DE COURANT DE CHARGE : | 27 |
| II.12. | MODULATION DE LARGEUR D'IMPULSION : | 27 |
| II.13. | LA REALISATION VIRTUELLE : | 28 |
| II.14. | LE PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT : | 29 |
| II.15. | CONCLUSION : | 32 |
| Chapitre 03 | | |
| III .1. | INTRODUCTION | 33 |
| III .2. | LANGAGE DE PROGRAMMATION | 33 |
| III .3. | PRESENTATION DE L'ORGANIGRAMME | 33 |
| III .4. | PRESENTATION DU PROGRAMME | 34 |
| III .5. | DEROULEMENT DE PROGRAMME : | 37 |
| III .6. | EXPLICATION DU PROGRAMME : | 38 |
| III .7. | TESTS EXPERIMENTAUX : | 38 |
| III .7.1. | PREMIER SCENARIO : | 39 |
| III .7.2. | DEUXIEME SCENARIO | 40 |
| III .7.2.1. | <i>Résultat finale</i> | 41 |
| III .8. | CONCLUSION : | 42 |



Introduction générale

Introduction générale

1. Généralité :

Dans les années passées le stockage du gaz, pétrole et même du carbone a été possible, contrairement à l'électricité, qui ne pouvait pas être stockée de la manière ou en quantité qui lui permettrait d'être réutilisée plus tard. Mais avec le développement technologique, il est devenu possible de stocker l'électricité sous plusieurs formes (chimique, thermique, Mécanique) qui effectuent un transfert d'énergie inversé lorsque l'on souhaite l'utiliser.

D'un côté nous le retrouvons dans les applications décentralisées nécessitant une alimentation électrique sans coupure comme (les relais de télécommunication / les hôpitaux) et ce besoin a un raison principale pour développer la technologie de la batterie pour être portable et on va prendre la batterie lithium 18650 comme exemple qui est présente la meilleur(à cause de ces caractéristiques (durée de vie , densité d'énergie..) qui sont liés avec la température externe et le courant demandé par l'opération .

2. Problématique :

la demande croissante de la batterie lithium ion en raison du grand nombre d'utilisations qu'elle nécessitait une alimentation portable, et cette question a conduit à l'émergence de batteries avec des capacités faibles et qui n'effectuaient pas le même coût que la batterie au lithium d'origine et n'avaient pas les mêmes caractéristiques, mais les scientifiques trouvent toujours une solution, qu'un testeur mesure et vérifie la validité de la capacité des batteries, qu'elles soient correctes ou frauduleuses, et ce testeur fait la vérification selon le mode de fonction du fabricant de l'appareil, ce qui est susceptible d'être coûteux, et pour cela,

3. objectif de projet :

nous avons fixé des objectifs que nous nous efforcerons d'atteindre grâce à notre mémoire, qui est le suivant :

1. Construire un testeur de capacité de batterie li-ion 18650 moins cher et faire la mesure de plusieurs capacités des batteries en même temps et dans un temps minimal et cet objectif est pour les deux raisons suivantes :

1-a) – il y a des testeurs dans le marché mais ils sont très chers malgré que le temps de mesure (confirmation de la capacité) est minimal .

1-b) – il y a des testeurs dans le marché moins chers mais le temps de mesure est long .

4. Présentation de mémoire :

Dans cette mémoire on va montrer comment construire ce testeur et tout le travail est partagé par trois chapitres, le premier chapitre contient une étude descriptive et définitive et qui est un état de l'art sur les batteries en générale on va parler sur l' historique de les batteries primaires jusqu'à les batteries portables et leursinternes et leurs caractéristiques et on fait

Introduction générale

une spécification sur la batterie li-ion 18650 qui l'on va mesure leur capacité par notre testeur , leur caractéristique , les différents types des batteries lithium , leurs utilisations , les règlements algériens des batteries usagé. Le deuxième chapitre sera consacré à l'étude et la réalisation du dispositif virtuel et le matériel utilisé ainsi que la description de chaque bloc de circuits de circuits de globale de testeur .Le troisième chapitre on va présenter l'algorithme et explique le fonctionnement de notre programme et le principe de fonctionnement de notre testeur de batteries par des étapes successif et on montrer des photo réel de notre projet .

A la fin on terminera par une conclusion générale qui résume l alerte de notre étude et les différents résultats obtenus expérimentalement .

Chapitre 01

Généralités sur les batteries et les testeurs de batterie

I.1. introduction :

Le stockage de gaz ou bien de pétrole ou de carbone est très facile mais par contre le stockage de l'énergie se forme électrique est très difficile sur tout pour grand quantité .

Les chercheurs font plusieurs des études afin de trouver un solution pour le stockage d'électricité et finalement sont créer les batteries qui ont le pouvoir de stocker l'énergie électrique se forme chimique . et après le développement du monde et de la technologie on retrouvons des application décentralisées nécessitent une alimentation portable (tels que les relais de télécommunication , les hôpitauxetc.) , et bien sur les batteries s'adaptent ce développement et parmi les technologies des batteries on trouve la batterie lithium –ion celle qui on va présente dans cette chapitre qu'est parler sur leur historique et les différents caractéristique et les avantages de la batterie lithium-ion.

I.2. Les batteries :

On peut définir la batteries comme une assemblage de plusieurs des cellules , unité complète et indépendant , possédant toutes les caractéristiques électrochimique nécessaire pour le stockage . Et la constitution d'une cellule (accumulateur) est par trois éléments de base qui sont [1] :

I .2.1. Une électrode positive (cathode) (oxydante) :

En générale en oxyde métallique elle reçoit les électrons de circuit extérieur. [1] [2]

I .2.2. Un électrolyte :

A le rôle d'un conducteur ionique , c'est une solution aqueuse siège des réactions électrochimique . [1][2]

I .2.3. Une électrode négative (anode) (réductrice) :

Elle fournit des électrons au circuit extérieur . [1][2]

Généralement le but d'une cellule est de créer une différence de potentiel entre les deux électrodes liée a leur matériaux constituants . L'électrolyte est pour la nigation des ions entre les deux électrodes .tout en interdisant le transfert des électrons ceux-ci font transiter a partir

Chapitre 1 | Généralité sur les batteries et leurs testeurs

d'une circuit électrique qui est la charge. En règle générale , on peut définir la technologie de batterie par le couple des matériaux et même le type d'électrolyte peut également être précisé[1]

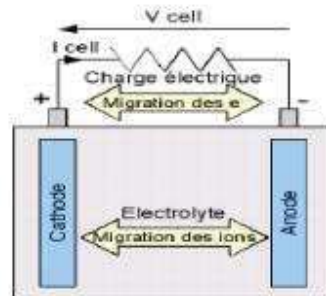


Figure I.1. principe de fonctionnement d'une cellule [1]

I.3. principe de fonctionnement des batteries :

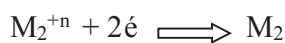
La plonger des deux électrodes dans un électrolyte constituent une chaîne électrochimique . Si on prend par exemple des lames métalliques de différent nature et la chaîne électrochimique prendre le rôle d'un générateur de courant par la conversion de l'énergie chimique en énergie électrique . c'est au niveau des électrodes qui se passent les réactions chimiques e et se dernier se font comme suite [1] :

- On considère la formule présent la réaction de l'oxydation pendant la charge au niveau de l'anode qui l'électrode négative :



M_1 : étant l'espace active de l'anode

- les électrons libérés vont transiter via le circuit extérieur pour atteindre le cathode , qui est l'électrode positive là ou se fait la réaction de réduction :



M_2 : étant l'espace active de la cathode.

- La réaction de l'oxydation globale est comme suite : $M_1 \rightleftharpoons M_1^{+n} + M_2$

[1]

I.4. Les caractéristiques générales des batteries :

- Etre robuste .
- Avoir un bon rendement de charge et décharge.
- Avoir une faible résistance interne .
- Maintenance réduite .
- Leur durée de vie est important .
- Possède une grande réserve d'électrode .

[3]

I.5. Les différentes types des batteries :

- La batterie plomb acide .
- La batterie nickel cadmium .
- La batterie sodium chlorure de nickel .
- La batterie lithium-ion .
- La batterie zinc air .

[3]

I.6. L'histoire de la batterie lithium-ion :

I.6.1. Les batteries primaires avec un anode lithium métal :

L'électrode positive qui est le cathode est utilisant le fluorure de carbone (CF)_n et l'électrode négative qui est le anode utilisant le métal et cette batterie a été commercialisée en 1973 (élément cylindrique). [1]

Les batteries primaire sont utilisées pour quelques applications spéciales dans le domaine militaire et médicale . Et plusieurs différentes batteries de lithium primaire utilisent des autre matériaux de cathode après leur commercialisation tels que MnO₂ ; SOCl₂ ... [1]

| Année | Type d'élément | Batteries |
|-----------|--|--|
| 1973-1976 | Lithium primaire | Uniquement pour les applications médicales et militaires Cylindrique (CF) _m Pin-type(CF) _m MnO ₂ , SOCl ₂ , FeS ₂ , CuO |
| 1980s | Lithium secondaire Batteries avec une électrode négative lithium métal | Cylindrique MoS ₂ |
| 1990s | Batteries lithium-ion | LiCoO ₂ / Carbone LiMn ₂ O ₄ / Carbone Li(Ni _x Co _y Al _z)O ₂ / Carbone Li(Ni _x Co _y Mn _z)O ₂ / Carbone |
| 2000s | Batteries lithium avec phosphar | LiFeP LiMnP |

tableau I.1. historique de développement des batteries lithium [1]

I .6.2. Batterie secondaire avec un électrode négative lithium métal :

[70's – 80's] : les efforts des chercheurs ont été fourni afin de développer les matériaux de l'électrode positive [ex : les sulfures(Cu S ,Ni S , Si S₂ ..) , les séléniures (Nb Se₂ , Nb Se₃ , Nb Se₄ ,Li VSe₂) , les oxydes de métaux de transition , les composés organiques et autre , parmi eux les matériaux d'électrodes positive les plus promoteurs étaient les matériaux d'électrode positive à état solide grâce à leur pouvoir de subir l'intercalation du lithium (réaction topo chimique ou topo tactique).

Le cyclage pauvre de l'électrode de lithium métal était un problème sérieux rencontré dans cette dernière , dans les années 50 le lithium métal était connu pour montrer des propriétés des charge – décharge dans certain électrolytes constitués des solvants non aqueux supprimant la décomposition réductrice des électrolytes . cette stabilisation a été attribuée a la formation d'une couche de passivation sur la surface du lithium métal qui empêche le lithium d'avoir par la suite des réactions avec les électrolytes.

Les chercheurs font plus des efforts pour faire améliorer le cyclage et la sécurité du batteries lithium rechargeables et utiliser en principe le métal dans les deux directions . Le développement d'un bon électrolyte c'est par l'utilisation d'un alliage lithium métal au lieu d'un lithium métal pur.

[De 1988 au début de 1989] : plusieurs des compagnies on commercialisé de nouvelle batteries lithium métal rechargeable de bon performance ont été des batteries Li/NbSe_3 , Li/LiMnO_2 et $\text{Li/V}_2\text{O}_5$ considérées comme prototype .

Un accident grave est survenu pendant l'été 1989 faire un influence important sur le développement des batteries lithium rechargeable. Cette accident est une court circuit dans la batteries Li/MoS_2 utilisée dans un téléphone cellulaire a malheureusement pris feu lors de son utilisation pendant une conversation téléphonique .

[En février 1990] : a peine un an et demi après l'accident , une batterie rechargeable est développé par Sony Energytec a vu le jour celle-ci est nommée la batterie <<lithium-ion>> . [1]

I .6.3. Batteries lithium-ion :

La nouvelle batteries de Sony à effet <<rocking-chair>> était né 3.6 v et 120-150Wh/kg et constitué d'une électrode positive LiCoO_2 et d'un électrode négative carbone et d'un électrolyte solvant organique comme illustré sur la figure ci-dessous , dans cette batterie le lithium est inséré dans le carbone pendant la charge , ceci empêche la format du lithium mort . Sony commercialisé cette technologie à grand échelle dès 1991 pour des applications destinées aux consommateur [1]

I.7. principe de fonctionnement de La batterie lithium – ion (li-ion) :

A la contraire des batteries conventionnelles , les batteries lithium –ion n'utilise pas de réaction redox pour générer de l'électricité . Au lieu de cela , les ion lithium font la navette entre l'anode et la cathode forçant les électrons à se déplacer avec eux (BRODD et AL,2009 ; WU,2015; Warner,2015;Korthauer,2018). [5]

La constitution des batterie lithium actuelle est par un électrode négative (anode) au carbone (graphite) et par un électrolyte à solvant organique (généralement carbonate alkyles) et d'un électrode positive (cathode) a base d'oxyde de métal constitué de composé d'insertion un film séparateur poreux en polyéthylène va séparer les substances chimique de l'anode et la cathode et ne laisser passer que les ion de lithium mobile . La batterie est entourée d'une couche

Chapitre 1 | Généralité sur les batteries et leurs testeurs

isolante , la partie positif est prolongée d'aluminium et la partie négative de cuivre (Richard et Dahn,1999). [5]

L'appellation lithium-ion ou (Li-ion) provient du fait que la technologie est basé sur l'insertion et la désinsertion des ion lithium des deux électrodes dans les deux sens selon l'état de charge ou décharge , pendant le décharge un électron est libéré à l'électrode négative et est acheminé par l'intermédiaire du circuit interne vers l'électrode positive .simultanément un ion Li^+ est intercalé dans le matériau de la cathode et un ion lithium est libéré de l'anode pour préserver l'électro neutralité de l'électrolyte . La réaction électrochimique globale dans le cas d'une batterie lithium – ion à base de cobalt [5] :

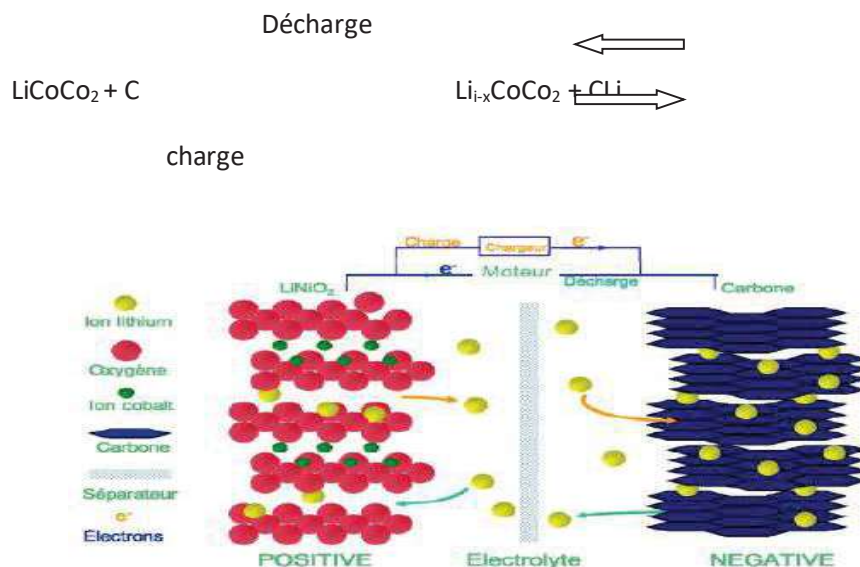


Figure I.2. principe de fonctionnement d'une accumulateur Li –ion[7]

I.8. les avantage de la batterie lithium-ion :

I .8.1. les performance :

- Tension de l'élément (3-4.2 v) , énergie spécifique 90-240 Wh/kg , 200-500 Wh/l au niveau de l'élément et une puissance spécifique jusqu' à plusieurs Kw/kg.
- Régime de décharge élevée (40 c pour des éléments de puissance) , charge rapide possible (< 3 h) , puissance utile > 80 % .
- Cyclage profond possible (plus du 1000 cycles) .
- Autodécharge très faible (5 % par mois à 20 ° c .

[1]

I.8.2. le désigne :

- Poids faible , élément de taille réduite par rapport leur haute capacité .
- Peut être optimisé pour des valeurs de capacité ou de puissance .

[1]

I.9. Les inconvénients de la batteries lithium- ion :

- Nécessité de circuit de protection et de sécurité : présence obligatoire de l'électronique .
- Règles stricte de transport .
- Cout des éléments très cher que la batterie plomb.
- Perte de capacité ou emballement thermique lors de décharge .
- Une plus forte impédance interne que le nickel cadmium .

[1]

I.10. L'utilisation des batteries lithium – ion :

Ses applications sont multiples et variées , telle que les systèmes électronique portable comme les ordinateurs et les téléphones , même les véhicules hybrides et les robots mobile , stockage de l'énergie en association avec les énergies renouvelable (satellites , sondes , spatiales) et cette technologie commence aussi à attirer les industries aéronautiques .

I.11. Les grandeurs caractéristiques des batteries [1] :

I.11.1. Rendement :

I.11.1.1. Rendement faradique :

est le rapport entre la quantité de l'électricité débitée a la décharge C_d et la quantité d'électricité fournie lors de la charge $n_f = \frac{C_d}{C_c}$ [1] .

I.11.2.1. Rendement énergétique :

Chapitre 1 | Généralité sur les batteries et leurs testeurs

la différence entre le rendement faradique c'est que les grandeurs mise en jeu sont des énergies pas des quantité de charge [1]

I.11.2. Tension à vide :

c'est le différence de potentiel d'équilibre entre les deux électrodes au repos. [1]

I.11.3. Capacité de stockage :

On peut exprimer la capacité de stockage "C" en ampère-heure qui se définit par la quantité possible de charge lors d'une décharge complète d'une batterie , et la batterie initialement charger par un courant constant , et quand on trouve ' C_n ' signifier la capacité de stockage résultante pour une nombre de décharge ' n '. [1]

Le courant de décharge se définit par la relation suivante : $I_n = \frac{C_n}{n}$

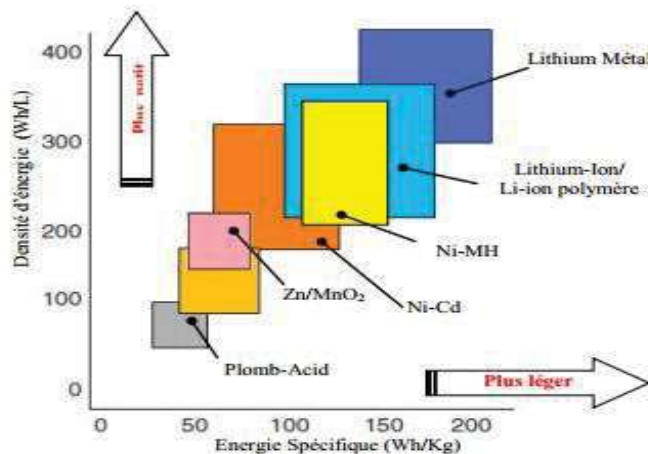


Figure I.3. capacité de stockage des différents types d'accumulateurs [6]

I.11.4. Durée de vie :

les performances de la batterie ne répondent plus en fin de vie celle nécessaire pour l'application visé . [1]

I.11.5. Profondeur de charge :

Chapitre 1 | Généralité sur les batteries et leurs testeurs

signifier que la batterie arriver a la décharge totale , c'est pour ça on limite le décharge des accumulateurs pour augmenter leur durée de vie . [1]

$$DOD\% = (\text{la capacité retiré d'une batterie chargé (Ah)} / C_x(\text{Ah})) * 100 [6]$$

I .11.6. L'autodécharge :

représente la perte moyenne relative de capacité par moi et pour une température donnée et parmi les cause d'autodécharge le lieu et la densité de l'électrolyte elle principalement due à la présence de petits impuretés métalliques sur les électrodes conduisant à la micro pile et la génération d'un faible courant interne . [1]

Selon différent lectures , les batteries primaire sont les moins affectées par l'effet d'autodécharge , viennent par la suit les batterie secondaires (batteries rechargeables) , voir le tableau suivant :

| Type de batterie | L'estimation d'autodécharge |
|------------------|--|
| Primaire | 10 % en 5 ans |
| Plomb-acide | 5 % par mois |
| Ni – Cd | 10 – 15 % en 24 heures , après 10 -15 % par mois . |
| Ni –MH | 30 % (avec une résistance faible et grande capacité massique . |
| Li – ion | 5 % en 24 heures , après 1 – 2 % par mois , > 3 % pour les circuits à protection . |

tableau I.2. l'autodécharge des différents systèmes des batteries [6]

I .11.7. L'état de charge (EDC) :

on anglais s'appel state of Heath (SOC) ,c'est un paramètre vital nous dire dans quel état est une batterie est une étape primordiale pour sa bonne utilisation . [1]

$$SOC\% = SOC * 100 = (\text{la capacité actuelle (Ah)} / C_x(\text{Ah})) * 100 [6]$$

I .11.8. L'état de santé (EDS) :

on anglais s'appel state of Heath (SOH) , est un paramètre qui reflète l'état général de la batterie / cellule et sa capacité à fournir les performances spécifiées par rapport à une batterie

neuve . C' est un indicateur important pour suivre la dégradation des performances de la batterie afin d'estimer la durée de vie (Nombre de cycles) qui reste . [1]

$$SOH\% = SOH * 100 = (\text{la capacité d'une batterie utilisé (Ah)} / C_x(\text{Ah})) / 100 [6]$$

I.12. les profil de charge et de décharge des batteries :

la sécurité , la durabilité et les performances des batteries dépendent fortement de la façon dont elle est chargé ou déchargé de la batterie . un abus peut être dangereux . un BMS comprend à bord à la fois un protocole de charge et une stratégie de décharge implémentée , la figures suivant explore les profils types du charge utilisé pour la quasi-totalité des batteries. [6]

I .12.1 protocole de décharge à tension constante :

Ce régime de charge qui maintien la tension à une valeur constant (V_{full}) est adapté pour tous types de batterie ; il est probablement le profils le plus réputé vu la simplicité de sa mise en œuvre . le courant de charge (i_b) de la batterie varie tout le long du processus de charge . i_b peut être important au stade initiale de la charge et diminue progressivement à zéros lorsque la batterie est complètement chargée . les inconvénients de cette méthode sont l'exigence d'une puissance très élevés lors du débuts de la charge . la nécessité de du contrôle de la surcharge et aussi le contrôle de la température de la batterie .En général la durée de vie de la batterie est réduite par rapport aux autres protocoles .

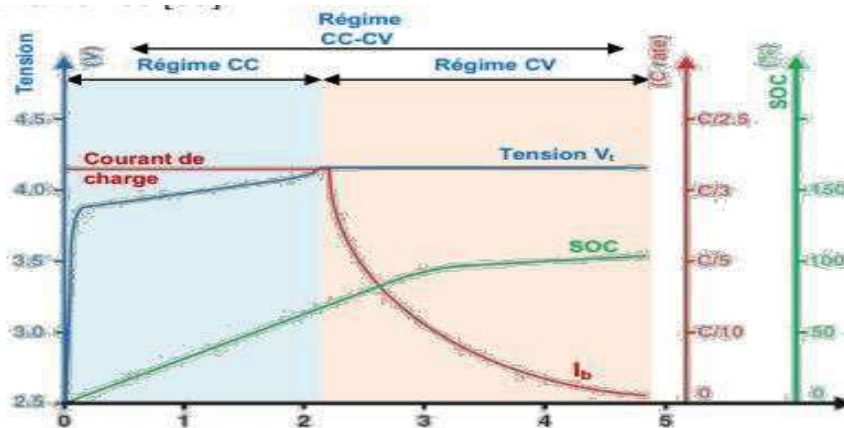


Figure I.4. profils type de charge à courant constant , à tension constante [6]

I.12.2 Protocole de charge à charge à courant constant (CC) :

Dans ce régime de charge , la tension de charge appliquée à la batterie est contrôlée pour maintenir un courant constant ($i_b = I_{c-c}$) le SOC va augmenter linéairement en fonction du temps durant ce régime à courant constant .Le défi de cette méthode est de déterminer l'état de charge complet SOC = 100% . Le seuil d'arrêt peut être déterminé par le monitoring des paramètres (T° , V , t) l'augmentation de la température , le gradient d'augmentation de la température , augmentation de la tension , le changement de tension négative et le temps de charge écoulé. [6]

I.12.3 Protocole combiné de charge (CC -CV) :

Cette méthode est basée sur la combinaison de la tension constante et le courant constant pendant le processus de charge d'une batterie . la figure montre un profils de charge d'une cellule Li-ion (18650HC) . Au stade initiale , la batterie peut être pré-chargée à un courant constant à une valeur plus élevée (phase de charge rapide) . Lorsque la tension de la batterie ou (SOC) atteint un certain point de seuil ($V_t=4.2$ ou SOC = 80%) , la charge est modifié pour charge à tension constante (phase de charge saine) .charge à tension constante peut être utiliser pour maintenir la tension de la batterie si l'alimentation de charge est DC est toujours disponible (phase de maintien de charge) . comme phase complémentaire on peut ajouter pour entretien un profils à tension constante à des faible courants de charge ; un circuits externe d'autodécharge est utilisé pour éviter tout dégradation de la batterie . [6]

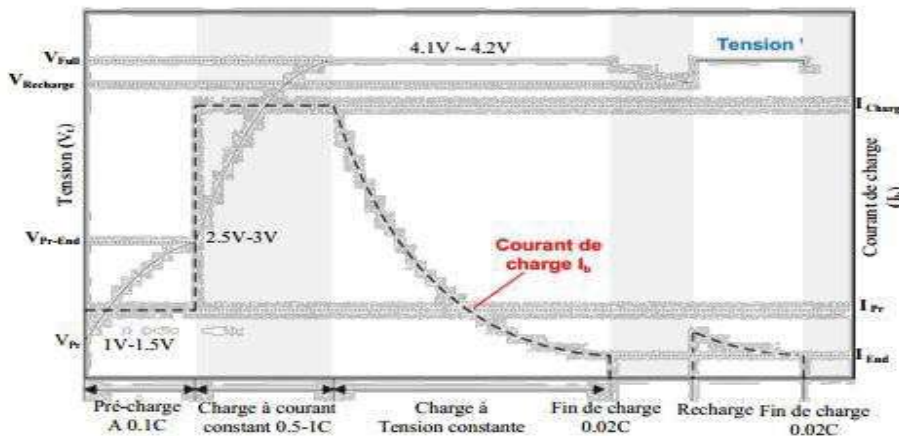


Figure I.5. profils typique de charge d'une cellule Li-ion [6]

Figure I.6.

I.13. Régime de décharge :

Le régime de décharge d'une batterie dépend de la demande en puissance imposée par l'application , il peut varier d'une simple décharge à courant constant jusqu'à un profil aléatoire . Toutefois le protocole de contrôle de décharge implémenté dans le BMS lors du dimensionnement du système de puissance doit limiter la dégradation de la batterie tout en assurant la mission et cela la fixation de la plage des courant tolérés tension fin de décharge , le DOD pour la mission et la plage de la température de fonctionnement . [6]

I.14. packaging :

les quatre principaux packagings de cellule habituellement observés sont représentés sur la figure suivant :

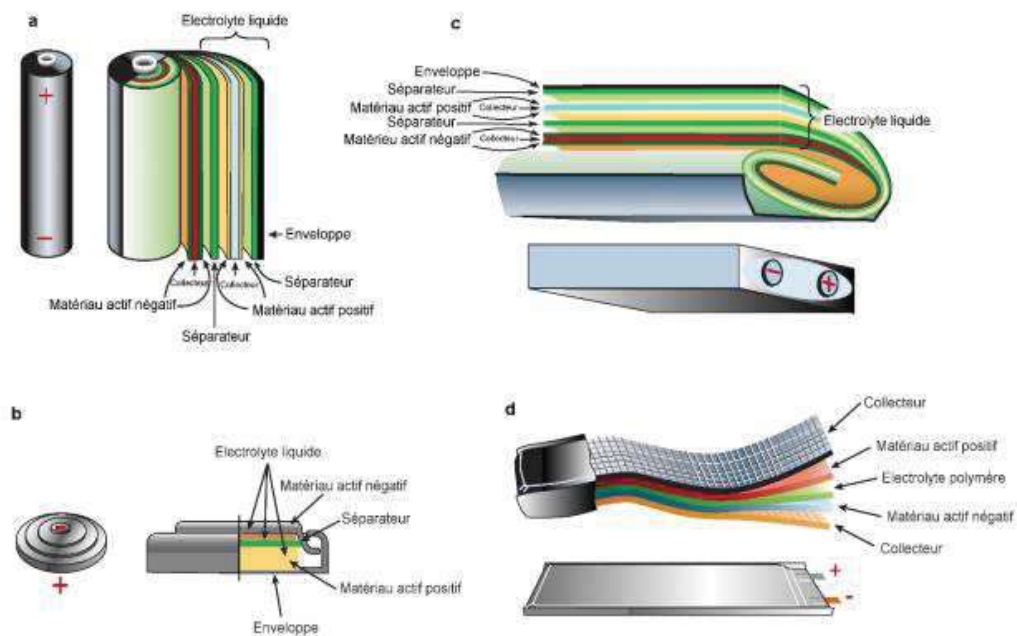


Figure I.7. les principaux packaging de cellule possible : (a) cylindrique , (b) bouton , (c) prismatique , (d) sacoché [4]

I .14.1 cellule cylindrique :

la cellule cylindrique est la plus fréquemment utilisée .On peut citer les formats grand public << AA >> ou << AAA >> ainsi qu'un format fréquemment rencontré (pour les batteries d'ordinateurs portables , certaines véhicules électriques) : le format << 18650 >> qui tire son nom diamètre de 18 mm et sa hauteur de 65 mm. [4]

Le format cylindrique doit sa popularité à sa fabrication aisée et sa très bonne tenue mécanique. S'il est surtout utilisé pour les petits quantités d'énergie embarquée (appareils portables) , son faible prix (grand volume de fabrication) et sa sécurité intrinsèque ont poussé certains fabricants de véhicules (Tesla Motors par exemple) à utilisé des milliers de cellules cylindrique pour former un pack batterie de grande capacité . L'inconvénient majeur des cellules cylindrique est le fait que leur intégration mécanique implique des espaces non rechargeable , de petit capacité et principalement sur des appareils portables. [4]

I .14.2 Cellule bouton :

La cellule bouton est la plus compacte . Elle utilise pour minimiser la taille des packs batteries et favorise la mise en série des éléments , par empilement . Le format bouton est essentiellement utilisé pour des batteries non rechargeable , de petite capacité et principalement sur des appareils portables. [4]

I .14.3 Cellule prismatique :

La cellule prismatique a été développée pour pallier le volume perdu avec les cellule cylindriques .Elle est utilisé sous forme d'élément a faible capacité (par ex : téléphones portables) comme d'élément à forte capacité (véhicule électrique) . Il n'y a pas de format normalisé largement reconnu et utilisé contrairement aux cellules cylindriques .

Sa tenue mécanique est en dessous de la cellule cylindrique . Avec le vieillissement , des phénomènes de gonflement sur les faces planes peuvent être observés , menant les fabricants à augmenter de l'enveloppe et donc diminuer la densité d'énergie . [4]

I .14.4 Cellule sacoché :

Chapitre 1 | Généralité sur les batteries et leurs testeurs

La cellule sacoche est dépourvue d'enveloppe métallique rigide . Celle-ci est remplacée par un enveloppe souple type << paquet de café >> (<< coffee bag cell >>) qui permet un allègement important de la cellule . En contrepartie , cette dernière est plus fragile et sensible à la perforation . Il est donc de la responsabilité de l'utilisateur d'intégrer la cellule dans une protection mécanique , ce qui fait perdre une partie du bénéfice de l'allègement de l'enveloppe . Une autre difficulté concerne le raccordement aux plots (bornes sous forme de lamelles souples) qu'il faut en général pincer . [4]

I.15. le marché des batterie : un monde en forte évolution :

le marché des batteries servant au stockage de l'énergie électrique est en plein essor . Si la batterie au plomb pour l'automobile reste la technologie dominante en volume (80% du marché exprimé en GWh), les batterie Li-ion représentent déjà près de 40% du marché en valeur (soit un chiffre d'affaires de 25 milliards de dollars en 2016) et 18% en volume . Leur croissance (> 50 % , voir la photo) est tirée par le marché de l'électrification des véhicules qui est en forte progression en chine , en Europe et aux Etats-Unis pour les véhicules hybrides rechargeables (PHEV(2)) comme pour les véhicules tout électriques (BEV(3)) [7]

Figure I.8.

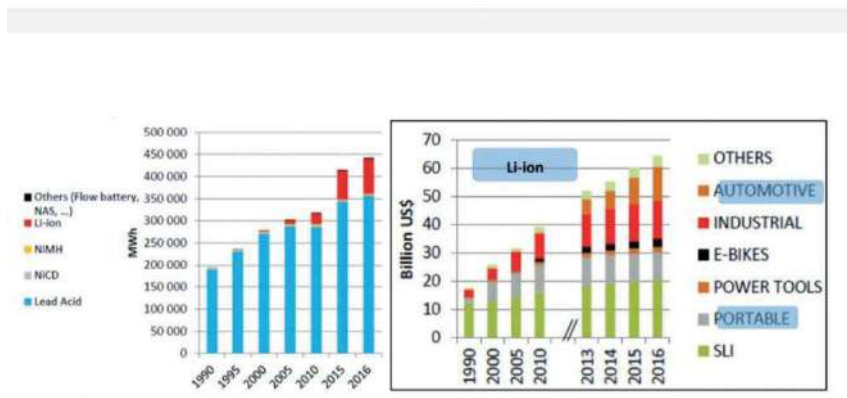


Figure I.12. Evolution de marché du batteries [7]

I.16. Impacts sanitaires et environnementaux des batteries usagées :

Les batteries contiennent plusieurs substances chimiques , ceci implique qu' au moment de leur fin de vie , leurs impacts sur la santé et l'environnement est multiple . La pollution qui peut être engendrée par les métaux lourds sont les plus importants (Brazane et Slimani ,2012). [5]

I.17. Règlement algérienne sur les batteries usagées :

I .17.1. Loi n 01-19 du 27 du 12 décembre 2001 relative à la gestion au contrôle et l'élimination des déchets :

- **Art 6.** Tout générateur et / ou détenteur de déchets doit prendre les mesures nécessaires pour éviter autant que faire se peut la production de déchets notamment par :- l'adoption et l'utilisation des technique de production plus propre , moins génératrice des déchets , l'abstention de mettre sur le marché des produits générant des déchets non biodégradables.
- L'abstention d'utilisation de matière susceptible de créer des risques pour les personnes notamment pour la fabrication des emballages. [5]
- **Art . 7.-** Tout générateur et /ou détenteur de déchets est tenu d'assurer ou de faire assurer la valorisation des déchets engendrés par la matières qu'il importe ou écoule et les produits qu'il fabrique. [5]
- **Art . 8.-**Lorsque le générateur et /ou le détenteur de déchets est dans l'impossibilité d'éviter de générer et /ou valoriser ses déchets , il est tenu d'assurer ou de faire assurer à ses faire , l'élimination de ses déchets de façon écologiquement rationnelle , conformément aux de dispositions de la présente loi et de ses textes d'application. [5]

I .17.2. Loi n 03-10 du 19 jourmada El Ou la 1424 correspondant au 19 juillet 2003 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable.

- **Art . 1.** – elle a pour objectif de définir les règle de protection de l'environnement dans le cadre du développement durable. [5]
- **Art. 18.** – sont soumis aux dispositions de la présente loi , les usines , ateliers ,chantiers, carrières et mines et , d'une manière générale , les installations exploitées ou détenues par tout personne physique ou morale , publique ou privée , qui peuvent présenter des

dangers pour la santé , l'hygiène , la sécurité , l'agriculture , les écosystèmes , les ressources naturelle , les sites , les monuments et les zones touristiques ou qui peuvent porter atteinte à la commodité du voisinage. [5]

I.18. Des exemple sur les testeurs des batteries :

I.18.1. Le testeur de batterie ' La cross technologie 911-114 portable' :

Le testeur est construit avec des matériaux de qualité pour des performances durable .cependant c'est une autre option polyvalente qui peut tester différent types de piles , y compris AAA , AA , C , D et 9 V.

La taille et la conception du testeur sont compactes .par conséquence est portable sans trop de poids , le prix est également tout à fait raisonnable .



Figure I.13. testeur de batterie ' La cross technologie 911-114 portable'

I.18.2. Le testeur de batterie " tenergy T-333 " :

C'est un outil standard et universel qui peut tester différents types de piles , y compris AA / AAA /C /D /9V /et CR123A / CR2 / CRV3 /2CRG / CR-P2....etc

Chapitre 1 | Généralité sur les batteries et leurs testeurs

Est même capable de tester les piles bouton il est livré avec écran LCD intelligent pour que vous puissiez vérifier facilement le résultat . Par conséquence il est facile a utiliser et la conception du testeur est assez conviviale , ce testeur est considéré comme l'un des meilleurs testeurs de batterie pour un usage domestique .



Figure I.14. Le testeur de batterie " tenery T-333

I.19. Conclusion :

Dans ce on présenter tout simplement c'est quoi une batterie et leur développement historique afin d'arriver simplement à prendre leur fonctionnement et ses caractéristique et leur impact sur l'environnement. Le chapitre suivant sera consacré à l'étude et la simulation de notre sujet de mémoire qu'est un testeur de batterie Li-ion 18650.

Chapitre 02

**Réalisation d'un testeur de batterie
lithium ion 18650**

II.1. introduction :

La vraie mesure de la capacité d'une batterie est essentielle pour de nombreux scénarios. Un appareil de mesure de capacité peut également résoudre le problème de la détection de fausses batteries. Sachant que , les fausses batteries au lithium et sont partout qui ne gèrent pas leurs capacités annoncées .

Parfois, il est difficile de distinguer une vraie batterie d'une fausse batterie . De plus, dans de nombreux scénarios, il est essentiel de déterminer la capacité d'une batterie d'occasion . Et dans ce chapitre on va faire l'étude et la réalisation du dispositif virtuel et le matériel utilisé pour construire un testeur de batterie lithium-ion 18650 à base d'arduino ainsi que la description de chaque bloc de circuits de circuits de globale de testeur .

II.2. L'idée proposé de testeur :

nous apprendrons à construire un circuit de mesure de deux capacité de deux batteries lithium-ion 18650 en même temps et dans le minimum du temps à l'aide de la célèbre carte Arduino méga 2560 et afficher la valeur mesurable dans un afficheur TFT LCD .

II.3. Fonctionnalités:

- Identifier une fausse batterie Lithium-Ion 18650
- Charge à courant constant réglable (peut également être modifiée par l'utilisateur)
- Facile à souder, à construire et à utiliser,
- Une interface utilisateur TFT LCD

II.4. Spécifications :

- Alimentation de la carte: 7V à 12V (Max)
- Entrée batterie: 0-5 V (max) - pas de polarité inversée
- Charge de courant constant: 37mA à 540mA (max) -

II.5. La différence entre la batteries et la cellule :

Avant de continuer, on va faire la distinction entre «batterie» et «cellule». Une cellule est une seule unité de fantaisie qui utilise des produits chimiques pour stocker l'énergie électrique. Une batterie est un collection de cellules. Ainsi, un D, C, AA, AAA et un 18650 sont tous des

Chapitre 2 | Réalisation d'un testeur de batterie li-ion 18650

cellules. Une batterie de voiture, une batterie d'ordinateur portable ou 9 volts sont toutes des batteries, car elles contiennent plusieurs cellules.

II.6. Le matériel utilisé :

| | |
|--------------------------------------|---------------------|
| Composant | |
| Arduino méga | AR1 |
| Afficheur | LCD TFT |
| Amplificateur | Lm358n |
| Irlz44n | Q |
| Buzzer (ronfleur) | Buzzer (ronfleur) |
| Capacité | C |
| Résistance / Résistance de puissance | R |
| Support de batterie | Support de batterie |
| Radiateur | Radiateur |

Tableau II .1. le matériels de projet

II.7. Schéma synoptique:

Pour faciliter l'étude de la réalisation de notre dispositif (testeur) on a fait une schéma synoptique qui se compose par 4 blocs qui sont présenté dans la figure :

- Bloc d'alimentation.
- Bloc de commande et affichage .
- Bloc de mesure .

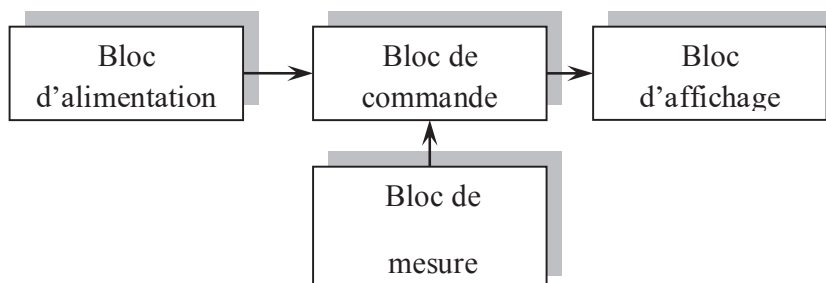


Figure II. 1. Schéma synoptique du testeur

II.8. Les étapes de la réalisation :

Etape 1 : la conception de tout le système électronique ;

Etape 2 : la réalisation pratique du dispositif.

✚ la conception de tout le système électronique :

Cette étape est très importante. On est la fait par les étapes suivants :

1. Chercher les structures des blocs constituant notre dispositif avec la considération des objectifs fixés et les moyens disponibles.
2. Présenter les composants constituant chacun des blocs, choisir des composants aux caractéristiques voulus (on a fait le choix des composants selon leur disponibilité sur le marché).

✚ la réalisation pratique du dispositif :

on est la fait par les deux étapes suivantes :

1. charge le circuit programmable qui représente l'arduino dans notre dispositif par le code qu'est déjà simulé sur le PC.
2. ensuite on a fait le montage des composants sur la plaque d'essai suivant notre plan a designer et simuler, commençant par l'alimentation générale de notre dispositif.

II .8.1. Le circuit d'alimentation :

L'ensemble des circuits de commande exige dans la plupart des cas, des alimentations stabilisées de (+5V) ; alors dans notre travail, nous avons réalisé une alimentation simple à partir d'une alimentation externe de (une pile de +12V) avec un filtrage comme il est indiqué sur la figure (II.2). Nous avons réalisé une alimentation continue de +12 volts et Pour l'affichage, l'arduino prend la tâche d'alimentation des autres circuits . [8]



Figure II. 2. Schéma synoptique de l'alimentation

la réalisation électrique de ce schéma synoptique « l'alimentation du bloc de contrôle», figure (II.3), on a utilisé deux condensateurs « pour filtrage » de Un nF pour assurer un meilleur filtrage, , tous deux placés avant la charge . [8]

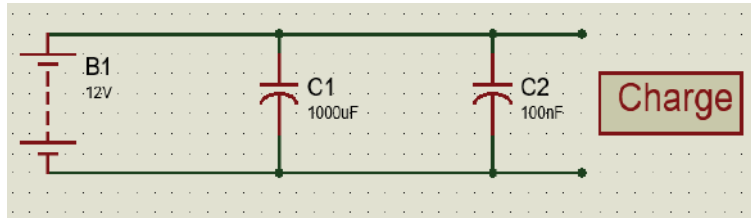


Figure II. 3. Schéma électrique de l'alimentation

Le principe de fonctionnement d'une alimentation est très simple. Il consiste à générer 12 volts à partir d'une source continue (+12V), cette dernière est filtrée via un filtre passif à la sortie du quel, on aura une tension continue d'une valeur de 12 volts. [8]

II .8.2. La circuits de commande :

Le circuit de commande de notre dispositif est basé complètement sur un circuit programmable « arduino mega 2560 » l'avantage de ce dernier est de minimiser la surface des cartes électriques donc on minimise l'utilisation des quantités des composants électriques [6].

le schéma synoptique de la circuit de commande et comme suite :



Figure II. 4. schéma synoptique de la circuits de commande

la réalisation électrique de ce schéma synoptique du bloc de commande , figure (II.3), on a utilisé deux composants qui sont l'arduino méga 2560 et l'afficheur LCD TFT qui :

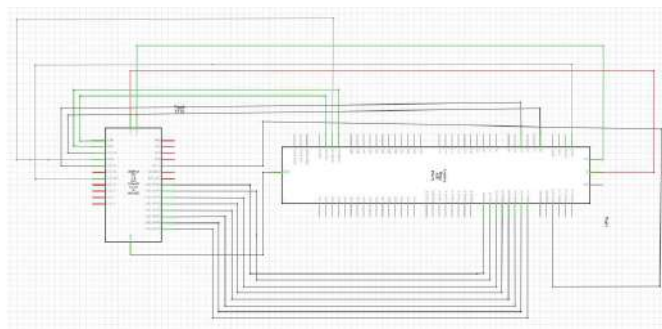


Figure II. 5. schéma électrique de la circuits de commande

II.8.2.1. La carte Arduino méga 2560 :

Arduino méga 2560 est une carte microcontrôleur sur l' Atmega 2560 , elle a 54 entrées / sorties numériques (dont 14 peuvent être utilisées comme sortie PWM) , elle a aussi 16 entrées analogiques , 4 UART (ports série hardware) , un oscillateur à cristal de 16 Mhz et une connexion USB , à aussi une prise d'alimentation et un entête ICSP et un bouton de réinitialisation . il contient tous le nécessaire pour prendre en charge le microcontrôleur , connectez – le avec un adaptateur AC –DC ou une batterie pour commencer .

L'arduino méga est compatible avec la plupart des boucliers conçus pour l'arduino Duemilanove ou Diecimila .



Figure II. 6. Arduino méga 2560

On faire le choix d'arduino méga 2560 qu'est un élément principal de notre dispositif (testeur) a cause de plusieurs raisons qui sont comme suite:

L'Atmega 2560 dispose de 256 Ko de mémoire flash pour stocker le code (dont 8 Ko sont utilisés pour le chargeur de démarrage), 8 Ko de SRAM et 4 Ko d'EEPROM (qui peuvent être lus et écrits avec le bibliothèque EEPROM).

contient 54 pins numériques peut être utilisée comme entrée ou sortie.

II.8.2.2. Afficheur LCD TFT :

Est un écran à cristaux liquides (liquide cristal display, LCD, en anglais) utilise un mode d'affichage numérique sur un écran plat. On a tendance à confondre dans le sens commun LCD et TFT. Cependant les écrans dits TFT (acronyme de Thin Film Transistor) ne sont qu'un des types d'écrans à technologie LCD existants.



Figure II. 7. Afficheur LCD TFT

II .8.3. le bloc de mesure :

afin de trouver la vrai capacité de la batterie on des sous fonctions il faut les faire se qui se représente dans la figure suivant qu'est le schéma synoptique du bloc de mesure :



Figure II. 8. schéma synoptique de la circuits de mesure

la réalisation électrique de ce schéma synoptique « l'alimentation du bloc de mesure , figure (II.3), on a utilisé un capteur de tension LM358 et deux condensateurs « pour filtrage » . de nF pour assurer un meilleur filtrage, et un transistor IRLZ tous deux placés avant la charge .

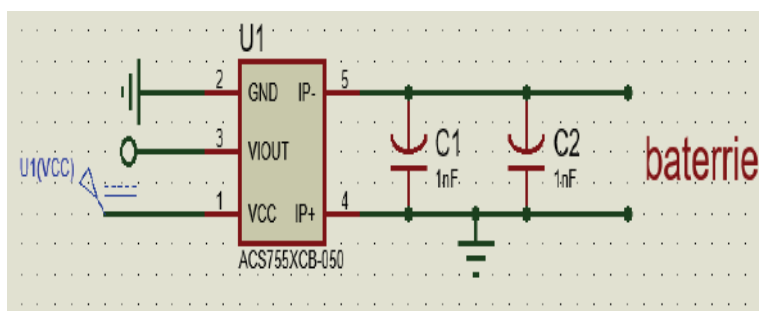


Figure II. 9. schéma électrique de la circuits de commande

II.8.3.1. Le composant LM358 :

IC1 est une puce LM358 qui contient deux amplificateurs opérationnels .

II.8.3.2. Le filtre passe-bas :

R5 et C1 construisent un filtre passe-bas qui convertit l'impulsion PWM en une tension continue. La fréquence du PWM est d'environ 560 Hz sachant que R5 est une résistance de 1 M Ω qui limite énormément le courant, cependant, la sortie du filtre passe à travers un ampli-op (le deuxième ampli-op de IC1), dans une configuration de suiveur de tension .

II.8.3.3. Le MOSFET (IRLZ) :

quand on utilise MOSFET. C'est important. De Consulter la fiche technique et assure que la tension de seuil de la porte est inférieure à 5 volt. L'arduino sera fournissant 5v pour l'allumer, et si le MOSFET a besoin de 9v, notre circuit ne fonctionnera pas .

On a choisi R7 pour être une résistance de 3 ohms comme charge pour le MOSFET Q2. Cela nous permet de générer des courants constants jusqu'à 750mA, mais dans le code, j'ai défini le courant maximum à environ 500mA, ce qui est suffisant pour notre objectif. L'abaissement de la valeur de la résistance (par exemple à 1,5 ohm) peut augmenter les courants, cependant, vous devez utiliser une résistance plus puissante et modifier le code Arduino. La figure 9 montre la carte et ses câblages externes.

II.9. La circuits de charge :

Le premier ampli op des IC1, R7 et Q2 construit un circuit de charge à courant constant. Jusqu'à présent, nous avons construit une charge à courant constant contrôlable PWM .

II.10. Qu'est-ce qu'une charge CC à courant constant?

Une charge à courant constant est un circuit qui consomme toujours une quantité constante de courant, même si la tension d'entrée appliquée varie. Par exemple, si nous connectons la charge de courant constant à une alimentation et réglons le courant sur 250mA, la consommation de courant ne changera pas même si la tension d'entrée est de 5V ou 12V ou autre. Cette caractéristique du circuit de charge à courant constant nous permet de construire le dispositif de mesure de la capacité de la batterie. Si nous utilisons une simple résistance comme charge pour mesurer la capacité de la batterie, à mesure que la tension de la batterie diminue, le courant diminue également, ce qui rend les calculs complexes et inexacts.

II.11. Le calcul de courant de charge :

La capacité d'une cellule est généralement donnée en milliampères-heures (mAH). Les milliampères sont des unités de courant, et les heures sont des unités de temps, et lorsque nous les multiplions, nous obtenons une charge.

$$I * t = Q.$$

Donc, vraiment la capacité des cellules est donnée en Q, la quantité de «charge utilisable» qu'elles ont en elles, ou, vraiment, le nombre d'électrons que la cellule peut traverser un seul cycle de charge.

Eh bien, la charge utilisable est donnée en supposant que la batterie ne descendra pas en dessous d'une certaine tension (tension de seuil pour la batterie n'a pas un décharge profond) , donc si nous le voulions, nous pourrions multiplier cette tension minimale et obtenir de l'énergie:

$$Q * V = E.$$

notre objectif était de trouver de la capacité, pas de l'énergie cellulaire, donc on va l'ignorer. Si nous avons un courant constant, nous pourrions simplement exécuter ce courant jusqu'à ce que la cellule soit inférieure à la tension minimale, puis multiplier le temps actuel par le temps, et nous aurions une approximation .

on va calculer le courant :

$$U = 5 \text{ v et } R = 1 \text{ ohm et on a } C_{\text{rate}} = 2$$

$$U = R * I \Rightarrow I = \frac{U}{R * C_{\text{rate}}} \Rightarrow \text{A maximum}$$

le courant de décharge est fixe est constant mais on peut le varier par des autres valeurs et cette variation se fait par la technique de la modulation de largeur d'impulsion .

II.12. Modulation de largeur d'impulsion :

la technique de modulation de largeur d'impulsion (Pulse Width Modulation PWM) consiste à générer un signal carré avec un rapport cyclique modulé en fonction d'un signal de commande. Le signal généré (le courant de décharge / le courant de la base de transistor) peut servir à commander le décharge de la batterie , associé à un filtrage passe-bas . La figure suivante

montre le fonctionnement de la modulation de largeur d'impulsion (MLI). Une porteuse triangulaire est comparée à un signal de consigne, par exemple une sinusoïde. Le signal de consigne doit avoir une fréquence bien plus petite que la porteuse. Le signal de

sortie est au niveau haut (disons 5 V) lorsque la consigne est supérieure à la porteuse, au niveau bas (0 V) dans le cas contraire. On considère le cas d'un signal de consigne à valeurs positives. Pour traiter un signal alternatif, il suffira de lui appliquer un décalage

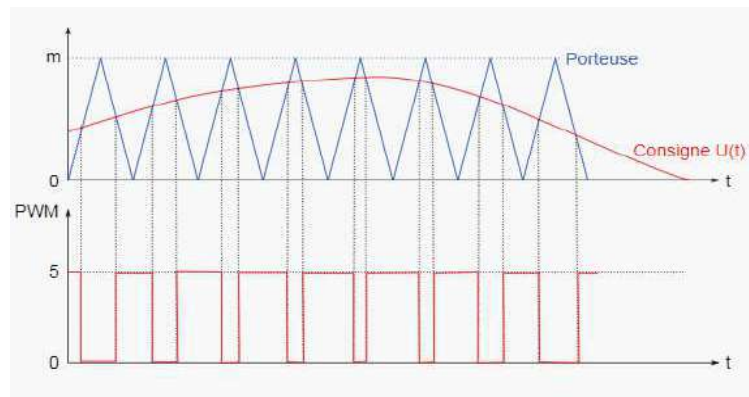


Figure I.18.

Figure II. 10. la modulation de largeur d'impulsion

II.13. la réalisation virtuelle :

Avant de passer à la réalisation pratique, nous avons utilisé un CAO très important : il s'agit de ISIS-PORTEUS, c'est un CAO électronique perfectionné conçu par Labcenter Electronics qui permet de dessiner des schémas électroniques, de les simuler et de réaliser le circuit imprimé correspondant. Le CAO électronique « PROTEUS » se compose de nombreux outils regroupés en modules au sein d'une interface unique. Ce CAO a la possibilité d'emporter même des codes hexadécimaux pour les réalisations qui contiennent des composants programmables comme dans notre cas.

Ce dernier nous permet de schématiser notre carte électrique et la simuler virtuellement comme le montre la figure II.11 [8]

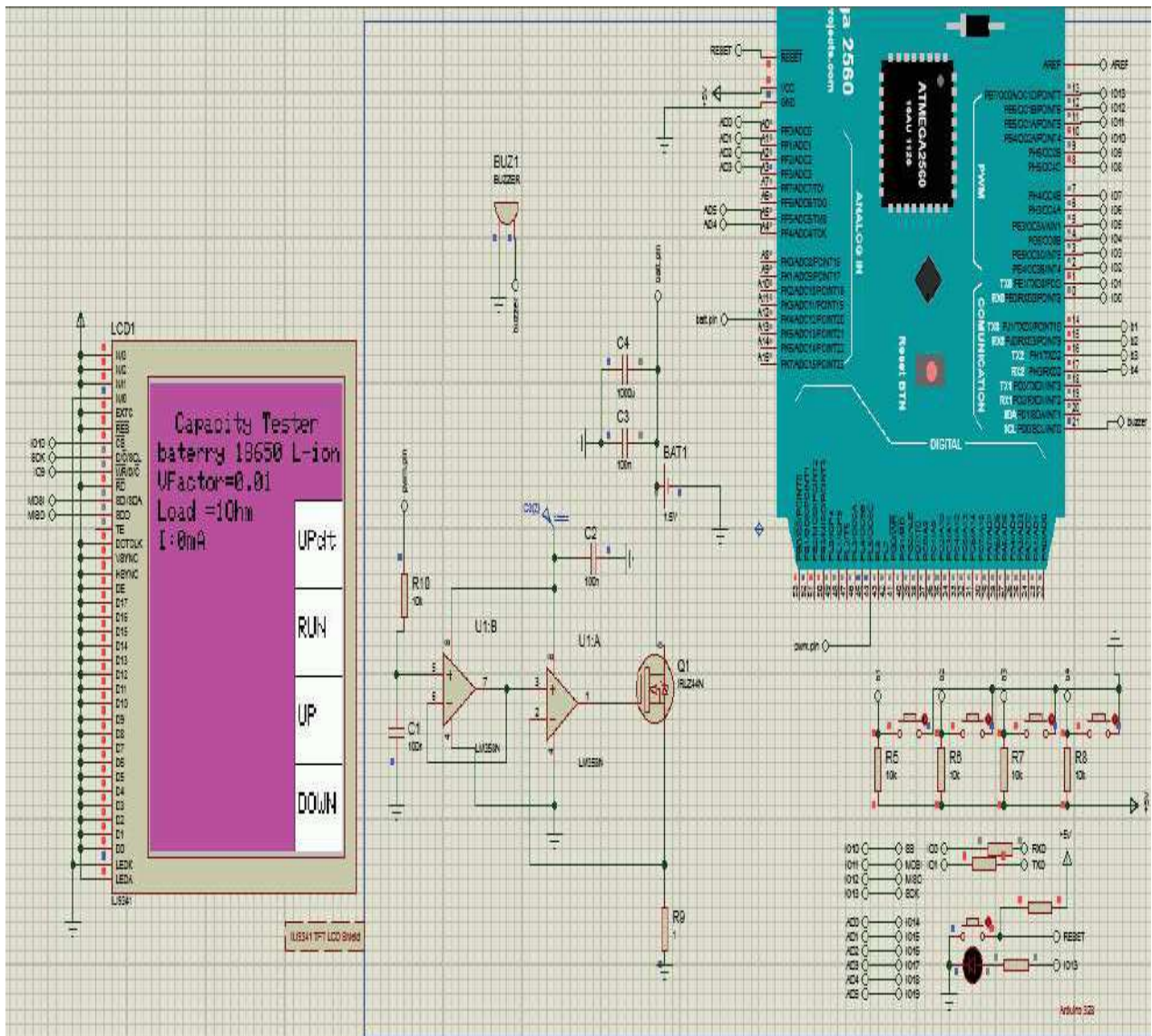


Figure II. 11. la simulation de testeur de batterie

II.14. Le principe de fonctionnement :

Se fonction par les étape suivants :

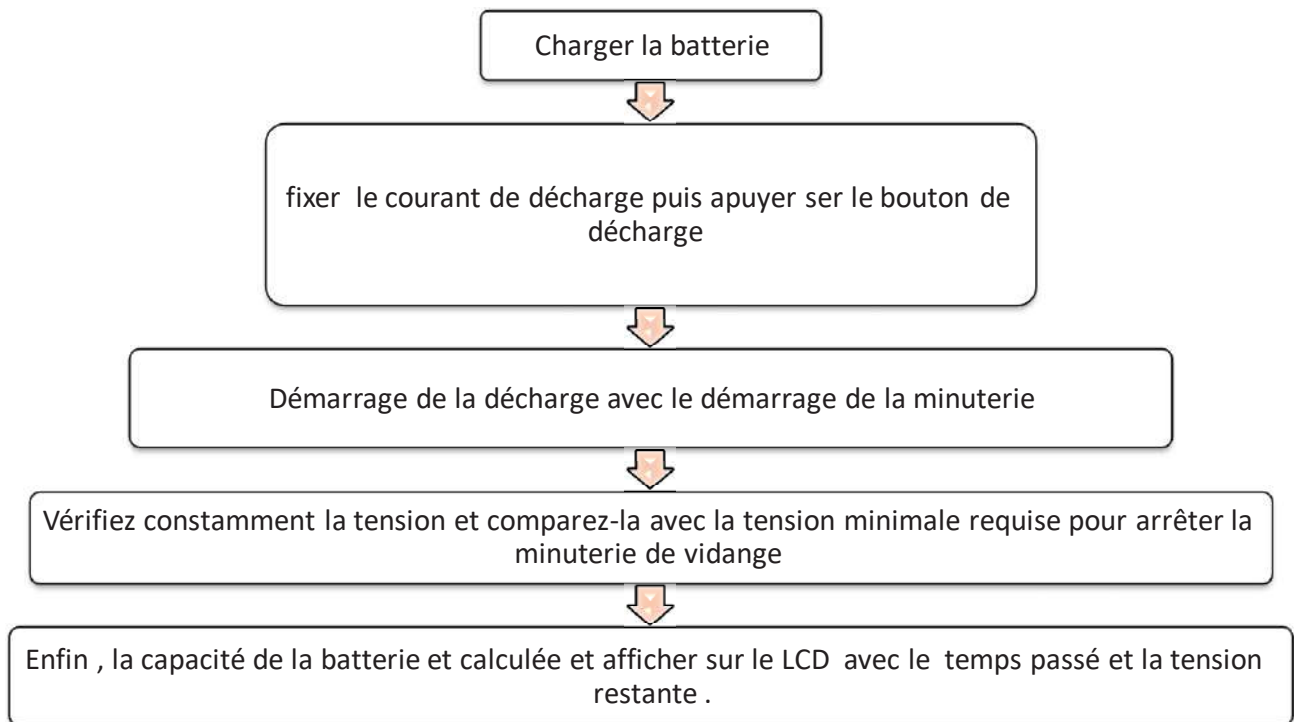


Figure II. 12. les étapes de fonctionnement de testeur

Etape 1 :

- Préparez une tension d'environ 7V à 12V à l'entrée d'alimentation. On a utilisé une pile avec un filtre pour fabriquer le rail + 12V.
- Avant de connecter la batterie au lithium à la carte, nous devons la charger, veuillez donc préparer un 4,20 V fixe (limite de 500 mA CC ou moins) avec votre alimentation (par exemple, et charger la batterie jusqu'à ce que le flux de courant atteigne un niveau bas.

Remarque :

Ne chargez pas une batterie inconnue avec des courants élevés, car nous ne sommes pas sûrs de sa capacité réelle! Des courants de charge élevés peuvent exploser la batterie! Faites attention.

On a utilisé un support de batterie pour connecter la batterie à la carte. Assurez-vous d'utiliser des fils épais et courts qui présentent une faible résistance car la dissipation de puissance dans les fils provoque une chute de tension et une imprécision.

Chapitre 2 | Réalisation d'un testeur de batterie li-ion 18650

Etape 2 et 3 :

Fixons le courant de décharge qui déjà calculé précédemment et montrer dans le programme à 560mA et appuyez longuement sur le bouton "RUN". Ensuite, vous la procédure démarre le décharge de la batterie .

Remarque :

On a réglé la tension de coupure (seuil de batterie faible) à 3,2 V. et on peut la modifier ce seuil dans le code lors de besoin .

Etape 4 :

Pendant le décharge de la batterie il faut la suivre pour ne pas dépasser le seuil de qui montrer dans le programme et pour la batterie n'a pas un décharge profond . et après la décharge on obtient sur l'afficheur LCD TFT la valeur de tension restante et le temps de décharge et le multiple entre les deux c'est la capacité de la batterie .

Etape 5:

D'après le décharge de la batterie a une tension qui déjà défini et le décharge de la batterie s'arrête automatiquement et on obtient les valeur suivant sur l'afficheur :

- la valeur de la capacité de la batterie (le multiple de courant de décharge et le temps de décharge) .
- le temps de décharge .
- la tension de la batterie restante dans la batterie .

Remarques Importantes :

- N'appliquez jamais de tension supérieure à 5 V, ou en polarité inversée, à l'entrée de la batterie, si non vous endommagerez de façon permanente la broche du convertisseur numérique vers Arduino.
- Il faut régler la limite de courant souhaitée (par exemple 100mA) et jouez avec votre tension d'alimentation (restez en dessous de 5V). Comme vous pouvez le voir avec n'importe quelle tension d'entrée, le flux de courant reste intact. C'est exactement ce que nous voulons! .

- Fondamentalement, nous devons calculer la «durée de vie» de la batterie avant que sa tension n'atteigne le seuil de bas niveau. montre l'heure à laquelle l'appareil déconnecte la charge CC de la batterie (3,2 V) et les calculs sont effectués. L'appareil génère également deux bips longs pour indiquer la fin de la procédure. Comme vous pouvez le voir sur l'écran LCD .

II.15. Conclusion :

A fin d'arriver a nos objectifs prédéfini et pour réaliser notre testeur de batterie est nécessaire de regrouper le matériels nécessaire et réaliser les sous circuits d'après de réalisation circuits de testeurs , et notre travail est basé sur la charge et la décharge de la batterie et ces deux fonction sont par le variable de courant qui l'on fixe dans une valeur qu'il ne pas détruire le testeur et qui ne peut pas faire un échauffement pour les composants et on va voire dans le chapitre suivant l'explication d'organigramme et de programme de testeur et les résultats obtenus pour différent.



Chapitre 03



Description et analyse de programme

III .1. Introduction

Dans ce chapitre, nous présentons l'organigramme qui schématise les étapes du programme principal, Ensuite nous passerons à la programmation à l'aide de l'ARDUINO IDE et après l'explication du programme, alors nous finirons par l'illustration des affichages obtenus de la réalisation pratique de la partie commande.

Nous allons travailler avec ARDUINO et leur environnement, leur compilateur et la liaison de transfert d'un programme. Pour cela nous sommes obligés de passer par ces étapes :

- Organiser un algorithme.
- Sélectionner un langage de programmation par exemple (Java, C++, C).
- Choix du logiciel (ARDUINO IDE).
- Charger l'ARDUINO par son code HEX à travers une liaison USB.

III .2. Langage de programmation

Pour élaborer notre programme qui contrôle le courant de décharge de notre déchargeur de batterie lithium-ion 18650 par la technique de commande MLI-Modulation de Largeur d'Impulsion- (PWM), nous avons utilisé l'environnement de développement ARDUINO IDE articulé autour du langage C, pour sa richesse et la disponibilité des bibliothèques permettant de communiquer avec les différents composants connectés à la carte ARDUINO. Le programme source est compilé en format hexadécimal et est prêt à être embarqué à l'intérieur du microcontrôleur.

III .3. Présentation de l'organigramme

Avant de passer à la programmation, nous avons construit un organigramme qui possède l'avantage d'être plus clair et sert à montrer la logique de déroulement du programme sans rentrer dans les détails techniques, chaque action est symbolisée par un rectangle et chaque test est symbolisé par un losange comme représenté au-dessous :

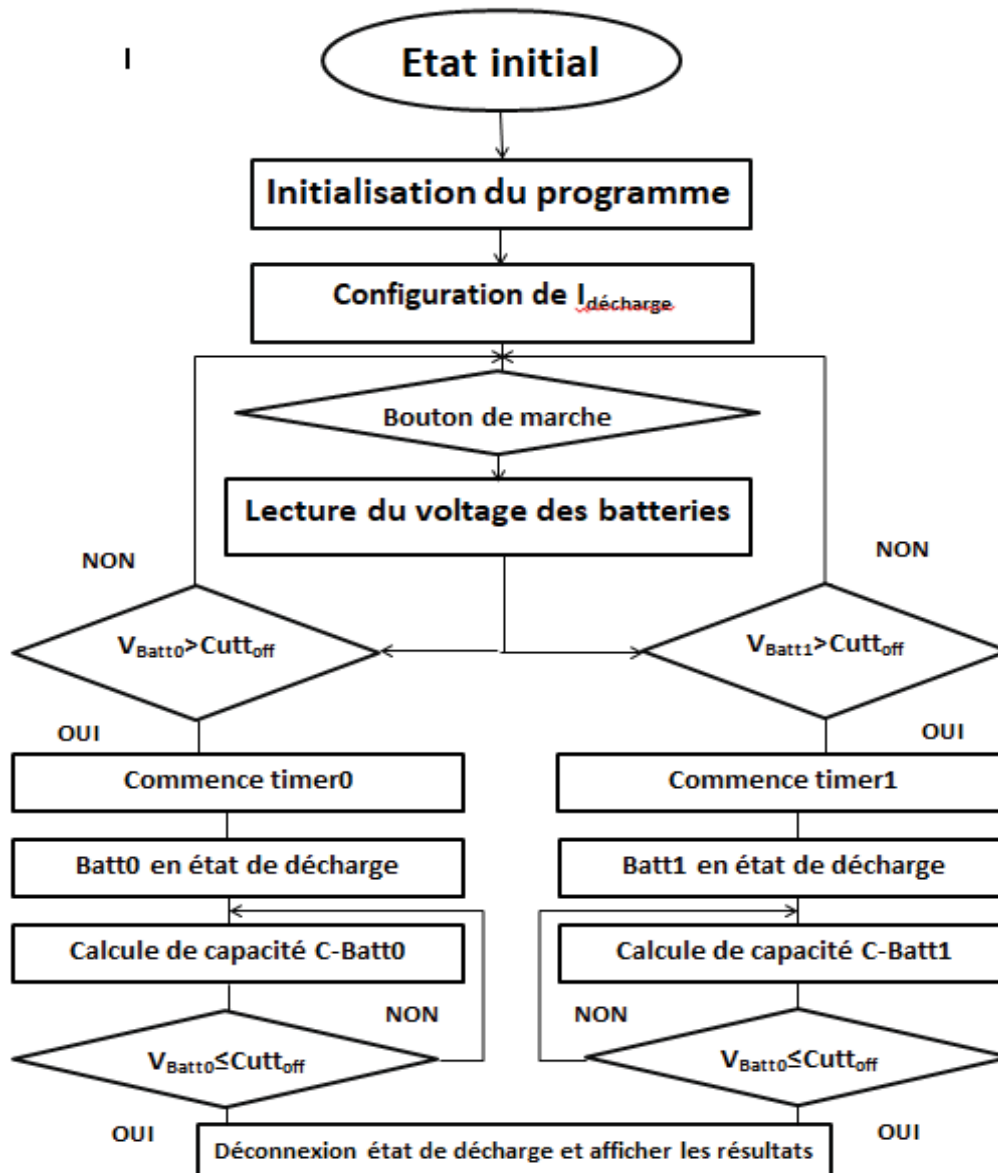


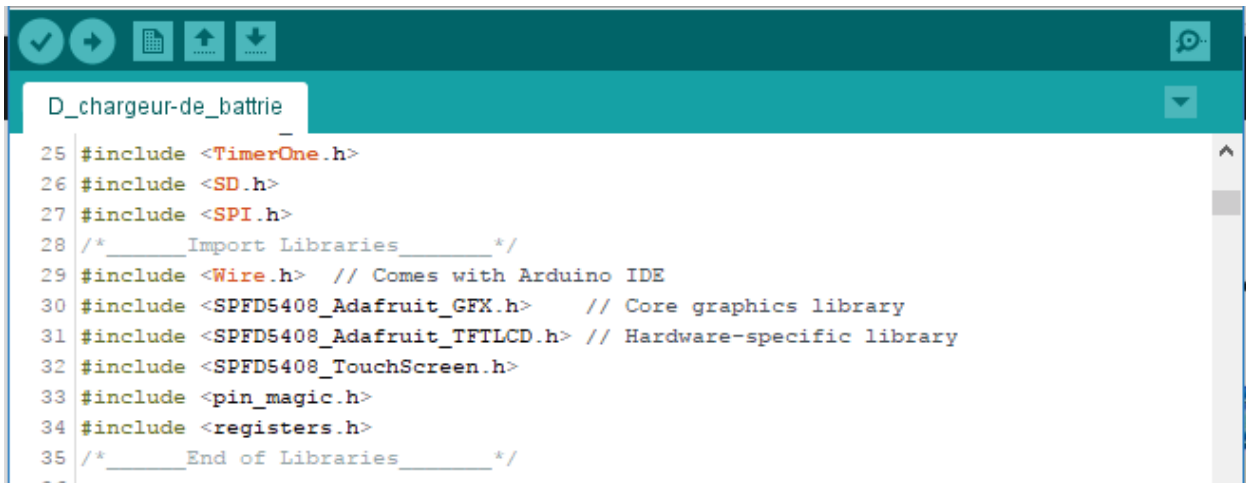
Figure III.1. Organigramme de déchargeur des batteries lithium-ion

III .4. Présentation du programme

Nous avons photographié des parties du programme source du déchargeur de batterie lithium-ion écrit sous ARDUINO IDE, afin d’expliquer son déroulement, le programme comporte trois parties.

- La déclaration des variables.
- La partie initialisation et configuration des entrées/sorties : la fonction setup ().
- La partie principale qui s'exécute en boucle : la fonction loop ().

La figure III.2 représente une partie capturée du programme qui illustre les librairies associées à l’environnement, tels que le TimerOne et l’afficheur LCD TFT et SD carte.



```

D_chargeur-de_batterie
25 #include <TimerOne.h>
26 #include <SD.h>
27 #include <SPI.h>
28 /*_____ Import Libraries _____*/
29 #include <Wire.h> // Comes with Arduino IDE
30 #include <SPFD5408_Adafruit_GFX.h> // Core graphics library
31 #include <SPFD5408_Adafruit_TFTLCD.h> // Hardware-specific library
32 #include <SPFD5408_TouchScreen.h>
33 #include <pin_magic.h>
34 #include <registers.h>
35 /*_____ End of Libraries _____*/

```

Figure III.2. les librairies utilisées :

La figure III.3 nous montre une partie capturée du programme qui illustre la déclaration des constantes et des variables.



```

D_chargeur-de_batterie
102 //-----
103 int Switch0 = 0; // switch for menu up (connect to ground to function)
104 int Switch1 = 1; // switch for menu down (connect to ground to function)
105 //-----
106 float Voltage0 = 0; //Memory location to store current battery voltage
107 float Voltage1 = 0;
108 //-----
109 float FirstVoltage0 = 0; //Memory location to store the first recorded
110 float FirstVoltage1 = 0; //voltage of the cell when first plugged in.
111 //-----
112 byte enableFirstRead0 = 0; //Memory location for recording if we have taken first
113 byte enableFirstRead1 = 0;
114 //-----
115 float Current0 = 0;
116 float Current1 = 0;
117 //-----
118 int Capacity0 = 0;
119 int Capacity1 = 0;
120 //-----
121 //-----
122 #define resistor 1 // sets the ohms of the load resistor
123 #define cutOff 3.2 // sets the cut off point to prevent over discharge
124 //-----
125 int Batt0 = A12; //A12
126 int Batt1 = A13; //A13
127 //-----
128 float Vin = 5; //input voltage to arduino board, measure with multi meter and
129 float adcBits = 1024; //number of bits in ADC, arduinos are 10 bit
130 float vFactor = Vin/1024; // memory for voltage calculation

```

Figure III.3. Déclaration des constantes et variables

La figure III.4 représente une partie capturée du programme illustrant la fonction « setup » qui s'exécute une seule fois à chaque démarrage du programme : il s'agit de l'initialisation des variables déclarées et la définition de la fonction de chaque broche (entrée ou sortie).

```

D_chargeur-de_batterie $
163 //-----
164 //Setup I/O ports
165 pinMode(FetGate0, OUTPUT);
166 pinMode(FetGate1, OUTPUT);
167 pinMode(PWM_Pin0, OUTPUT);
168 pinMode(PWM_Pin1, OUTPUT);
169 pinMode(Speaker, OUTPUT);
170 //Ensure all FETs are off
171 digitalWrite (PWM_Pin0, LOW);
172 digitalWrite (PWM_Pin1, LOW);
173 //-----
174 pinMode(Switch0, INPUT_PULLUP);
175 pinMode(Switch1, INPUT_PULLUP);
176 //-----
177 //Setup timer
178 Timer1.initialize(1000000);
179 }
180 //=====

```

Figure III.4. la fonction SETUP :

La figure (III.5) illustre la boucle principale qui prend en charge les calculs et le basculement des états de décharges suivant les mesures de la tension des batteries ainsi que le calcul de la capacité de la batterie, en commandant l'état du MOSFET.

```

D_chargeur-de_batterie $
209 void checkBatt() {
210   SerialCount++; //increment seconds counter
211   //----- Batt 0 -----
212   Voltage0 = analogRead(Batt0);
213   Voltage0 = (Voltage0*vFactor);
214   delay (10); //allow ADC to settle
215   Voltage0 = analogRead(Batt0); // read adc for second time to get stable reading
216   Voltage0 = (Voltage0*vFactor); // calculat voltage
217   if (Voltage0 > cutOff){
218     Current0 = (courant[PWM_Value / 5]); //Voltage0/resistor;
219     Capacity0 = Capacity0+(Time0*(courant[PWM_Value / 5])/3600);
220     if (bitRead (enableFirstRead0,0) == 0){
221       FirstVoltage0 = Voltage0; // save voltage
222       bitSet (enableFirstRead0,0); // set the bit so we do not take anothe
223     }
224     analogWrite (PWM_Pin0, PWM_Value);
225     Current0 = (courant[PWM_Value / 5]); //Voltage0/resistor;
226     Capacity0 = (Time0*(courant[PWM_Value / 5])/3600); //3600 seconds in an
227     Time0++; //increment seconds counter
228   }
229   if (Voltage0 <= cutOff){
230     digitalWrite (PWM_Pin0, LOW);
231   }

```

Figure III.5. la boucle principale de déchargement :

La figure (III.6) illustre la fonction loop qui consiste à exécuter séquentiellement les procédures où chacune d'entre elles exécute une boucle bien déterminée.

```

D_chargeur-de_batterie $
180 //=====
181 void loop() {
182 // put your main code here, to run repeatedly:
183 TSPoint p = waitTouch();
184 X = p.y; Y = p.x;
185 DetectButtons();
186 if (p1 == 0){
187     p1=1;
188     delay (20);
189     lcdSwitch++; //increment counter
190     if (lcdSwitch == 4){
191         lcdSwitch = 0; //zero counter if we have got to 15
192     }
193 do{} // waste time until switch is released.
194     while (p1 == 0);
195 //-----
196     if (p2 == 0){
197         p2=1;
198         delay (20);
199         lcdSwitch--; //increment counter
200         if (lcdSwitch == 255){
201             lcdSwitch = 4; //zero counter if we have got to 15
202         }
203 do{} // waste time until switch is released.
204     while (p2 == 0);
205 //-----
206 //endlessly check and update the LCD
207 }
208 //=====

```

Figure III.6. la boucle loop

III .5. Déroulement de programme :

Le programme commence par une initialisation où il y'aura une affectation des valeurs aux éléments pour le démarrage (l'état de Ronfleur (buzzer), l'état des ports de l'afficheur LCD TFT, les délais d'activation de l'interruption du Timer1, et quelques variables globales. Etc.). Après le démarrage le programme commence à effectuer des mesures de la tension de la batterie sans oublier la sélection du courant du déchargement. Le programme ensuite entre dans d'une boucle de comparaison si la tension de la batterie est supérieur de la tension minimale qui déclaré dans la programme (Cut OFF), donc le déchargement sera commencé avec un bip sonore et la temporisation du TimerOne.

Le cycle de décharge commence à connecter lacharge à la batterie avec le courant qui est sélectionné au début pour la décharge de la batterie où on utilise unerésistance de puissance de 1 ohm.

Quand la batterie est totalement déchargée et sa tension est équivalente à la tension minimale (cut off =3.2v), l'afficheur indique la fin dedécharge et le ronfleur a sonore, où larésistance se déconnecte de la batterie pour éviter sa décharge en indiquant la fin de déchargement et l'afficheur indique les résultats finales :

- Capacité de batterie finale,
- Le temps de déchargement,
- La tension initiale de batterie,

- La tension finale de batterie,

III .6. Explication du programme :

Le but de ce programme est de simuler le fonctionnement de déchargement de deux batteries au minimum temps. Au l'état initial le LCD affiche trois boutons principales :

- UP/DOWN / RUN.
 - Les boutons UP/DOWN permet de sélectionné la courant de déchargement.
 - Le bouton RUN permet de commencer le déchargement.
1. La partie commentaire, décrit succinctement ce que doit faire le programme.
 2. On définit ensuite quatre constantes, que l'on nomme FirstVoltage0, FirstVoltage1, Voltage0, Voltage1 et qui correspond au bouton marche(RUN) de notre montage.
 3. La partie initialisation permet de définir les portsPWM_Pin0et PWM_Pin1 et le pin de Speaker (ronfleur)en sortie.
 4. Initialisation : au départ du programme on déclare les variables et les constantes.
 5. Après les sectionnement de la courant à l'aide d'utilisateur à partir de boutons UP/DOWN.
 6. On teste si le bouton marche est bien appuyé pour lancer le programme.
 7. On teste si les deux batteries n'est pas excité, sinon on saute au sous-programme de décharge.
 8. On décharge les batteries existes et en calculons la capacité avec comparaison de Voltage0 et Voltage1 avec le seuil Cut-off.
 9. Si Voltage0 ou Voltage1 est inférieur ou égale le seuil Cut-off donc il est obligatoire d'arrêter leur déchargement, en fin les résultats de décharge sera afficher au LCD avec un bip sonore de ronfleur.
 10. On retourne au début de programme après l'appuyée au bouton de reset.

III .7. tests expérimentaux :

Après l'étape de la simulation nous sommes intéressés au côté pratique .Pour ce fait, nous avons effectué quelque test expérimental de notre projet. Aussi la tension aux bornes de la batterie dépend de la tension de référence d'Arduino au pin « REF », nous avons utilisé des batteries d'occasion pour nous rapprocher de la réalité.

Comme illustré par la photo ci-après, nous avons relié la broche A12 de l'Arduino à la 1èrebatterie, la broche A13 de l'Arduino à la 2èmembatterie, alors en donne leurs résultats finale qui afficher au le afficheur LCD et en sélectionnons le principale résultat au rouge.



Figure III.7. schéma globale de la réalisation de projet

III .7.1. Premier scenario :

✚ Les paramètres initiaux de ce déchargement sont :

La charge est une résistance de 1 ohm,
 Le courant de décharge sélectionné est 560 mA,

✚ Les tensions initiale de batteries est :

1^{ère} Batterie V=4.07 v,
 2^{ème} Batterie V=3.45 v,

En appliquant un constant courant à la batterie, Nous avons constaté que l'état de décharge de la batterie se comporte conformément aux instructions du programme données aux témoins lumineux dont quelques photos prises lors de la réalisation.



Figure
 Figure
 Figure

Figure III.8. Etat initiale de l'essai

III .7.1.1. Résultat finale :

Finalement nous avons les résultats suivants :

1. Pour la première batterie :

Le temps nécessaire pour leur déchargement est 766 secondes.

La tension initiale est de 4.07 volts.

La tension finale est de 3.13 volts.

La capacité finale est 119 mAh.

2. Pour la deuxième batterie :

Le temps nécessaire pour leur déchargement est 1023 secondes.

La tension initiale est de 3.45 volts.

La tension finale est de 3.17 volts.

La capacité finale est 158 mAh.



Figure

Figure

Figure III.9. résultat finale du 1^{ère}scenario

Donc ces batteries sont fausses batteries par ce que la capacité finale de leurs tests sont très petites de leurs capacité constructeur.

III .7.2. deuxième scenario

Les paramètres initiaux de ce déchargement sont :

(La charge est une résistance de 1 ohm, et Le courant de décharge sélectionné est le même du premier scenario pour voire la différence (560 mA),)

Les tensions initiale de 1 batteries est :

1^{ère} Batterie V=4.89 v,

2^{ème} Batterie V=4.46 v,

En appliquant un constant courant à la batterie,

III .7.2.1.. Résultat finale

Finalement nous avons les résultats suivants :

1. Pour la première batterie :

Le temps nécessaire pour leur déchargement est 4963 secondes.

La tension initiale est de 4.89 volts.

La tension finale est de 3.19 volts.

La capacité finale est 771 mAh.

2. Pour la deuxième batterie :

Le temps nécessaire pour leur déchargement est 7571 secondes.

La tension initiale est de 4.46 volts.

La tension finale est de 3.18 volts.

La capacité finale est 1177 mAh.

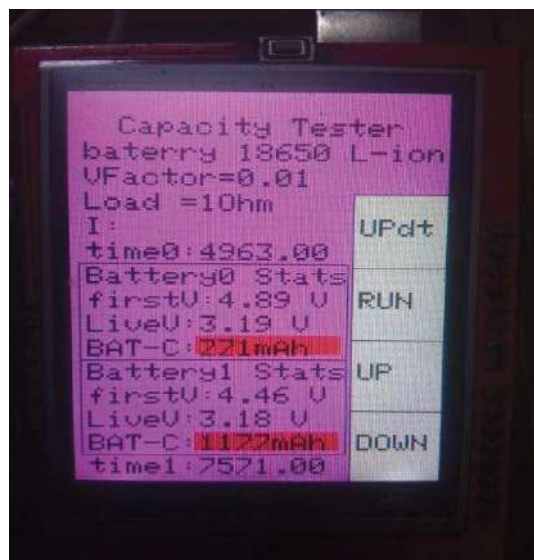


Figure I.24.

Figure I.25.

Figure III.10. résultat finale du 2^{ème} scenario

La capacité de constructeur de ces deux batteries est 2200 mAh, alors la 1^{ère} batterie(771mAh) elle est fautive et la 2^{ème} est bien fonctionner par ce que leur capacité 1177 mAh presque égale la capacité de constructeur 2200mAh.

III .8. Conclusion :

Nous avons passé en revue les étapes et les actions concernant la simulation et la réalisation pratique, depuis l'explication de l'organigramme, les différentes simulations effectuées pour chaque élément du système, les outils utilisés, l'illustration et l'interprétation des résultats obtenus .La manipulation adéquate du logiciel « Arduino IDE » nous permet alors de palier à cette combinaison en jouant sur le paramètre courant à l'intérieur du programme.

On conclure qu'il y a des facteur extérieur diminue la durée de vie de la batterie tel que la température causé par une faute d'augmentation incontrôlable du courant par exemple et c'est un cause pour trouver une résultats fautive de la capacité du batterie et c'est pour ça on a met la valeur de courant de décharge précise afin d'obtient un décharge rapide et l'affichage de capacité plus vite .

On peut conclure que les résultats obtenus sont satisfaisants compte tenu des limitations du matériel et des moyens dont nous disposons.



Conclusion générale

1. Généralité :

Au terme de ce projet de fin d'étude, nous avons traité la problématique de la détection la fausses capacités des batteries lithium ion 18650 ainsi que l'amélioration du temps de décharge de la batterie afin de trouvé leur capacité rapidement et nous avons travaillé sur la commande du courant de décharge d'une façon de ne pas détruire notre système par un courant élevé et d'une façon de ne pas faire un déchargement complète.

Il y a des facteur extérieur diminué la durée de vie de la batterie tel que la température causé par une faute d'augmentation incontrôlable du courant par exemple et c'est un cause pour trouver une résultats fausse de la capacité du batterie et c'est pour ça on a met la valeur de courant de décharge précise afin d'obtient un décharge rapide et l'affichage de capacité plus vite .

2. Problèmes rencontrés :

Parmi les problèmes qui l'ont les trouver lors de travail sur la mémoire c'est :

- pour faire un mesure ou bien teste de la batterie il faut la charger puis faire le décharge et la fonction de charge prend beaucoup du temps (dépend de chargeur) par rapport le décharge .
- on a trouvé des difficultés d'acheter quelque composants électrique a cause de manque de transport ,

3. Perspectives du projet :

- l'augmentation des nombres des batteries qui peut tester par le testeur parce que on a pas l'augmenter a cause de manque de matériel .
- on veut développer le testeur pour être capable de déclaré les batteries mesurable est ce qu'ils sont en série ou bien en parallèle et pour cette testeur a la caractéristique de tester des différents types des batteries et sauver les grandeurs mesurable dans une carte mémoire ou bien en temps réel .

En fin nous souhaitons que ce projet puisse servir comme élément de base pour d'autres études .

MAZOUZ Karim , (2011/2012) . Etude d'une batterie de stockage dans un système photovoltaïque . mémoire de master . Université A.MIRA . BEJAIA

- [2] Matthieu URBAIN ,(2009) . Modélisation électrique et énergétique des accumulateurs lithium-ion . Estimation en ligne du SOC et du SOH. Thèse de doctorat, L'institut National Polytechnique , Lorraine.
- [3] REKIOUA.DJ , (2017 /2018) . Etude d'un système hybride PV/PAC/ Batteries . mémoire de master , Université A.MIRA,BEJAIA.
- [4] Félix-Antoine Lebel , (2017) . Méthode de dimensionnement et modélisation de batteries lithium-ion . Mémoire de maîtrise Spécialité : Génie Électrique , Université de Sherbrooke , (Québec) canada .
- [5] AYACHE Célia et TIGRINE Tassadite , (2019) . Recyclage et la revalorisation des batteries usagées cas del'ENPEC de Sétif . mémoire de master , , Université A.MIRA, BEJAIA.
- [6] BOUTTE Aïsa , (2015). Identification des paramètres internes d'une batterie pour des applications photovoltaïques .Thèse de doctorat , Université des sciences et de la technologie Mohamed Boudiaf , Oran .
- [7] Philippe AZAIS , Thierry PRIEM et Florence LAMBERT (2018) , Les batteries destinées aux véhicules hybrides et tout- électrique , Annale des Mines-Réalités industrielles , université Grenoble Alpes , CEA LITEN .
- [8] Hesam Moshiri , Anson Bao (08-10-2019) , battery capacity tester using ARDUINO [Lithium - Ni:H- Nicd] , PCBWay.com