

## Използване на литиево-йонни елементи за изграждане на автономни захранващи източници и мерки за безопасност при експлоатацията им

Пеньо Пенев, Марияна Дачева, Иван Григоров, Иван Гунев

*A Training Model of a Microprogramming Unit for Operation Control: The purpose of this paper is to demonstrate the advantages of the lithium-ion batteries over all other batteries that has resulted in their wide use. An autonomous supply powered by lithium-ion batteries, in particular the electronic safety system is described. The possible malfunctions which can arise during the operation of batteries are counted and how the electronic safety system prevents incidents and provides reliable and safely use by the final consumer.*

### ВЪВЕДЕНИЕ

В статията са посочени предимствата на литиево-йонните батерии пред другите видове акумулаторни батерии, което е наложило широката им употреба. Описан е автономен захранващ източник с Li-ion елементи и най-вече на електронната система за защита. Изброени са възможните неизправности, които могат да възникнат по време на експлоатацията на Li-ion батерии и как електронната система предотвратява инциденти по време на работа и осигурява надеждна и безопасна експлоатация за крайния потребител.

### ИЗЛОЖЕНИЕ

#### 1.Общи сведения

През последните години литиево-йонните елементи навлизат все по-широко при реализация на автономни захранващи източници на много портативни електронни устройства като електромедицински апарати, мобилни телефони, портативни радиостанции, преносими персонални компютри и др. Тези елементи са най-бързо развиващи се и перспективни химични източници на ток. Причина за това са техните отлични качества като:

- най-добра енергоемкост спрямо другите химични източници;
- много голям срок на съхранение;
- голям брой цикли заряд/ разряд;
- имат сравнително високо и стабилно напрежение под товар /3,7V/;
- имат малко вътрешно съпротивление;
- конструктивна съвместимост с технологиите за производство на печатни платки, което улеснява производството им. [3]

На този етап се произвеждат три вида Li-ion елементи:

- литий-метал;
- литий-йон;
- литий-полимер.

В търговската мрежа най-често се предлагат литий-йонни елементи с електролит съединениетоLiC6-LiCoO2. Като недостатък на Li-ion елементи може да се посочи по-високата им цена, по-голям саморазряд при високи температури, чувствителност към ниски температури.

Важен проблем е създаването на надеждни и безопасни захранващи устройства осигуряващи нормална и продължителна работа както на захранващия източник, така и на захранваното електронно устройство. За тази цел автономните захранващи устройства с Li-ion елементи съдържат електронни системи, които да контролират работата и условията на работа на батерията както следва:

- вътрешно съпротивление на батерията;
- температура;

- напрежение на елементите;
- заряден ток;
- разряден ток;
- процес на заряда с цел осигуряване на точна информация за остатъчния ресурс и изправност на батерията.

На базата на тази информация се основава правилността на взетите от електронната система решения за осигуряване нормална работа на хранящия източник. За повишаване безопасността на автономния хранящ източник /батерията/ при възникване само на едно условие за отказ, елементите на батерията се изключват от ел.хранването чрез запушване на два защитни MOS-транзистори последователно включени с Li-ion елементи в батерията. Условия за отказ могат да бъдат някои от следните фактори:

- претоварване по ток;
- късо съединение;
- превишаване напрежението на батерията;
- превишаване на пределнодопустимата температура.

За това в автономния хранящ източник е вграден блок за контрол и защита. Той е основан на технологията "Impedance Track" и контролира вътрешното съпротивление на елементите по време на целия цикъл на експлоатация, а също осъществява контрол за симетрия /еднаквост на напрежението на елементите/, което позволява да се открият малки къси съединения в елементите и да се предотврати риск от възпламеняване и взрив на батерията.

## **2.Безопасност на батериите на базата на Li-ion елементи.**

Работата при температури над гранично допустимите ускорява намаляването на работната способност на Li-ion елемент, предизвиква неконтролируемо нарастване на неговата температура и дори взрив. Това е особено актуално за този тип елементи, тъй като в тях се съдържат много агресивни активни вещества. Късо съединение или презаряд може да доведе до бързо нарастване на температурата. По време на презаряд активния метал литий се отлага на анода. Този материал увеличава съществено опасността от взрив, понеже може да влезе в реакция с цяла поредица от вещества, включително с електролита и материала на катода. Например смес от литий и въглерод влиза в реакция с водата и отделения при това водород може да избухне от високата температура съпровождаща тази реакция. Такъв материал на катода LiCoO<sub>2</sub> влиза в реакция с електролита при превишаване на температурата над 175° при достигане напрежение на елемент 4,3V при презаряд. За изолация на положителния и отрицателен електрод в елемента се използват тънки микропорести ленти-полиолефин. Този материал има много добри механични свойства, химична стабилност, приемлива цена. Ниската му температура на топене / 135° -165°С / позволява да се използва като топлинен предпазител. При нагриване на този полимер неговата порестост се губи, йоните на лития не могат да протичат между електродите и Li-ion елемент се изключва от веригата. За осигуряване на допълнителна защита в автономния източник се предвижда терморезистор и предпазен клапан за всеки елемент. Корпусът на Li-ion елемент се използва за отрицателен електрод и се изпълнява от никелирана стомана. При запояване на корпуса може да се получи замърсяване на вътрешността на елемента с метални частици, които с времето да се преместват във вътрешността на сепаратора влошавайки изолационните му свойства между анода и катода. Този процес създава микрокъсвания между анода и катода, позволяващи свободно движение на електрони между тях и в крайна сметка води до отказ на батерията. При такъв отказ най-малкото е изключване на Li-ion елементи от батерията и прекратяване на нормалното и функциониране. Същевременно в редки случаи батерията може да се прегрее, да се разтопи, да предизвика пожар или да се

взриви. Според [2] това е било основна причина някои станали неотдавна откази на батерии да доведат до масово рекламиране на прибори на различни производители. Това е струвало на компанията Sony загуби на повече от 170 милиона долара според EETimes от 25.08.2006год.

### **3.Блок за контрол и защита на батерии от Li-ion елементи**

Основна задача на конструкторите е повишаване на безопасността на работа на изделията и потребителите. Батериите трябва да издържат строгите правила на стандартите за безопасност. Системата за контрол и защита на батерията не трябва да допуска опасни откази на батериите (като посочените по горе) при пренапрежение, претоварване по ток, краткотрайно късо съединение и други водещи до прегряване и повреда. Това означава да се предвиди отказоустойчива защита или наличие на две независими схеми или два механизма на защита в един автономен захранващ източник.

Системата на блока за контрол и защита на батерии на базата на Li-ion елементи съдържа:

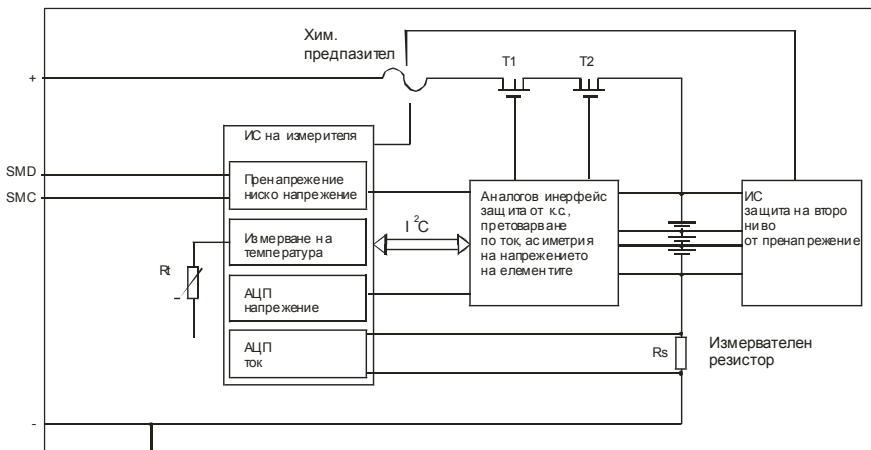
- интегрална схема (ИС) на измерителя ;
- аналогов интерфейс;
- независима схема за безопасна защита от второ ниво.

Измерителят точно определя капацитета на батерията, позволява в реално време да се следи изменението на капацитета, вътрешното съпротивление, напрежението, тока, температурата. ИС на измерителя автоматично отчита зарядния и разряден ток, саморазряда и стареенето на елементите. Разработени са ИС за тази цел: bq20z70; bq20z80; bq20z90. За защита от прегряване и определяне възможностите за заряд и разряд температурата на елементите се контролира с терморезистор включен към ИС на измерителя. Не се допуска зареждане на батерията при температура на елементите под 0° и над 45°, както и разряд при температура на елемента над 65°. При откриване на пренапрежение, претоварване по ток или прегряване измерителят подава команда на аналоговия интерфейс за запущане на MOS транзисторите за заряд или разряд, при недостатъчно напрежение на елемент се подава команда за запущане на транзистора за разряд, а се оставя отпущен този за заряд и обратно при по високо напрежение. Характерно за комплекта ИС bq20z70,bq20z80,bq20z90 е [1]:

- висока точност на измерване на капацитета на батерията (до 99%) и способстване за увеличаване времето на нейната работа;
- наличие на АЦП с висока разрешаваща способност, повишаваща точността на измерване на зарядния ток на батерията;
- вграден процесор за изчисляване остатъчния капацитет на батерията и време на работа на батерията;
- вградена флашпамет;
- интегралната схема bq20z90 отчита стареенето, саморазряда и температурата на батерията.

Аналоговият интерфейс има задача да защити от токово претоварване и късо съединение на MOS транзисторите по веригата заряд/ разряд. Като такъв се използва интегралната схема bq29312a.

Независимата схема на безопасна защита от второ ниво изработва сигнал използван за сработване на химичен предпазител или друго устройство с цел пълно изключване на Li-ion елементи от системата. Такава е интегралната схема bq29412.



ФИГ. 1 АВТОНОМЕН ЗАХРАНВАЩ ИЗТОЧНИК С Li-ion БАТЕРИЯ

Важна характеристика на блока за контрол и защита е възможността за изключване на батерията при извънредни ситуации. Като такива могат да се посочат:

- включване на защита от претоварване по ток по време на заряд или разряд;
- включване на защита от пренапрежение;
- включване на защита при асиметрия на напрежението на елементите;
- включване на защита при неизправност на MOS транзисторите;
- при късо съединение в режим на заряд или разряд.

При откриване на някоя от посочените контролирани неизправности се задейства химически предпазител за пълно изключване на елементите.

Вътрешното късо съединение е било основна причина за масови откази на батерии на базата на Li-ion елементи според [2]. Такива къси съединения могат да възникнат при попадане на метални микрочастици и други елементи при поставяне на елемента в корпуса в процеса на производство. Вътрешното късо съединение значително увеличава саморазряда и довежда до намаляване на е.д.н. на елемента спрямо номиналното. ИС на измерителя с технология на следене на вътрешното съпротивление контролира е.д.н. и фиксира асиметрията между елементите при превишаване на зададен праг. В този случай се формира сигнал за устойчив отказ, при който сработва химическата защита. Тя изключва елементите и довежда до невъзможност използването на батерията. По този начин се предотвратяват опасности свързани с нейното използването.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Блокът за контрол и защита на батериите е важен за осигуряване на безопасност на крайния потребител. Надеждната многонивова защита значително повишава безопасността на използване на автономните хранващи източници с Li-ion елементи. Методът на следене на основните параметри позволява навреме да се открият неизправности в батерията, да се изключат нейните елементи и по този начин да се повиши безопасността на крайния потребител. Когато батерията стане негодна за използване се бракува и трябва да се предаде за преработка, за да не се замърсява околната среда.

## ЛИТЕРАТУРА;

[1] Староверов, К. "Контролеры зарядных устройств аккумуляторных батарей" Сп. "Новости электроники" бр.9 / 2006г.

[2] Чинрон С., Сихуа Вэн. «Повышение безопасности Li-ion батарей» Сп. "Новости электроники" бр.5/ 2007 г.

[3] Илиев М. Д. Юдов. Токозахранващи устройства. Русе. 2000.

**За контакти**

Гл. ас. инж. Иван Николов Гунев. Русенски университет "Ангел Кънчев", Филиал Силистра, Катедра "Технически и природоматематични науки", тел. 086 82 15 21

Гл. ас. инж. Пеньо Георгиев Пенев Русенски университет "Ангел Кънчев", Филиал Силистра, Катедра "Технически и природоматематични науки", тел. 086 82 15 21, e-mail [pp0726@abv.bg](mailto:pp0726@abv.bg)

Гл. ас. инж. Иван Анфимов Григоров Русенски университет "Ангел Кънчев", Филиал Силистра, Катедра "Технически и природоматематични науки", тел. 086 82 15 21 e-mail [iag56@mail.bg](mailto:iag56@mail.bg)

Гл. ас. инж. Марияна Тодорова Дачева, Русенски университет "Ангел Кънчев", Филиал Силистра, Катедра "Технически и природоматематични науки", тел. 086 82 15 21, e-mail [marid@mail.bg](mailto:marid@mail.bg)