

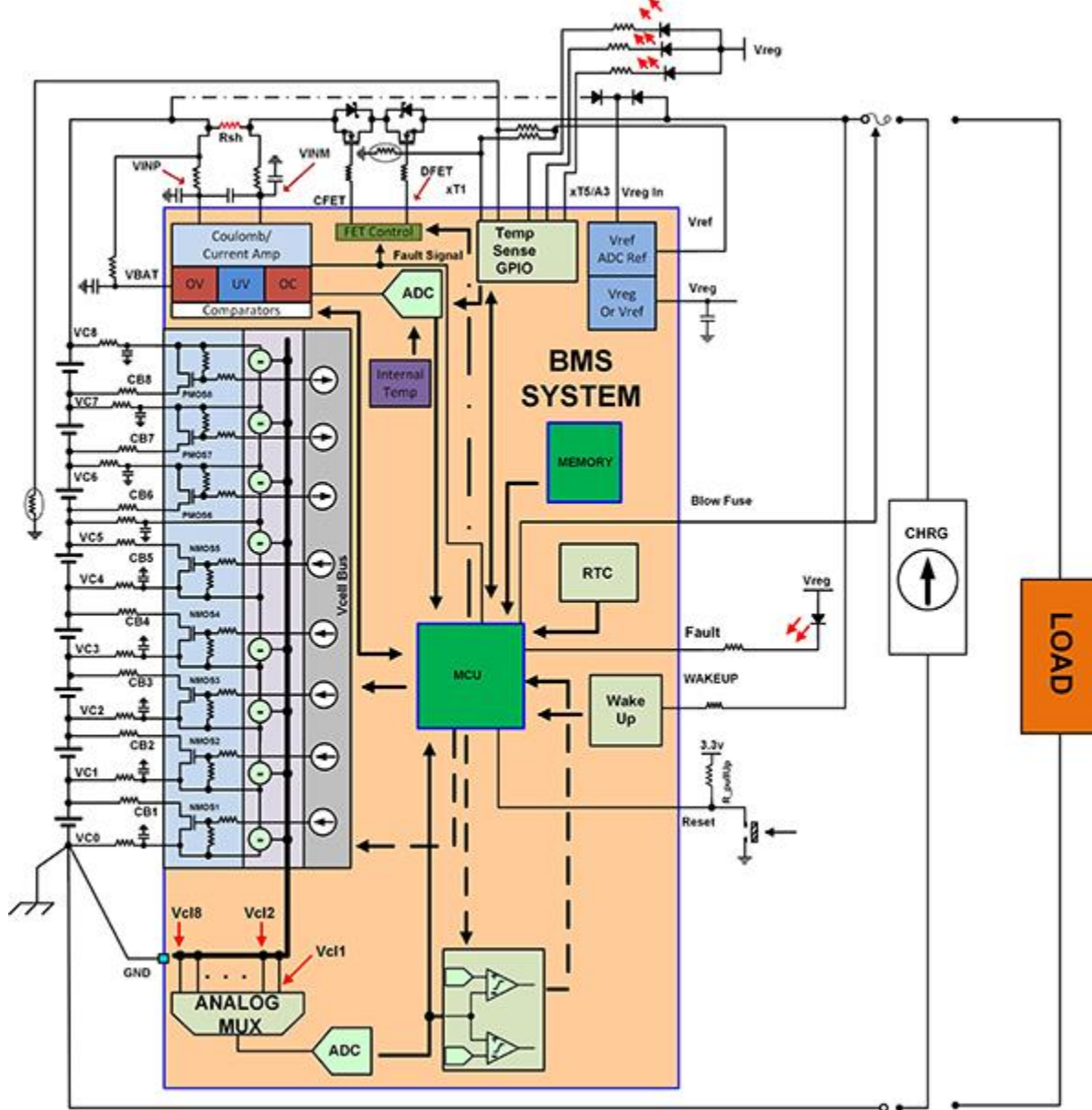
Hệ Thống Quản Lý Pin BMS Cho Pin Lithium Ion

Apr 04, 2021Lượt xem: 214

Nguồn: Electronicdesign.com

Kiến Trúc Hệ Thống-Quản Lý Pin

Hệ thống quản lý pin (BMS) thường bao gồm một số khối chức năng, bao gồm máy phát hiệu ứng trường cắt (FET), màn hình đo nhiên liệu, màn hình điện áp cell, cân bằng điện áp cell, đồng hồ thời gian thực, màn hình nhiệt độ và máy nhà nước(Hình 1). Một số loại IC BMS có sẵn.



1. Hệ thống quản lý pin (BMS) bao gồm nhiều khối xây dựng.

Việc nhóm các khối chức năng rất khác nhau từ giao diện người dùng tương tự đơn giản, chẳng hạn như ISL94208 cung cấp khả năng cân bằng và giám sát và yêu cầu một bộ vi điều khiển, đến

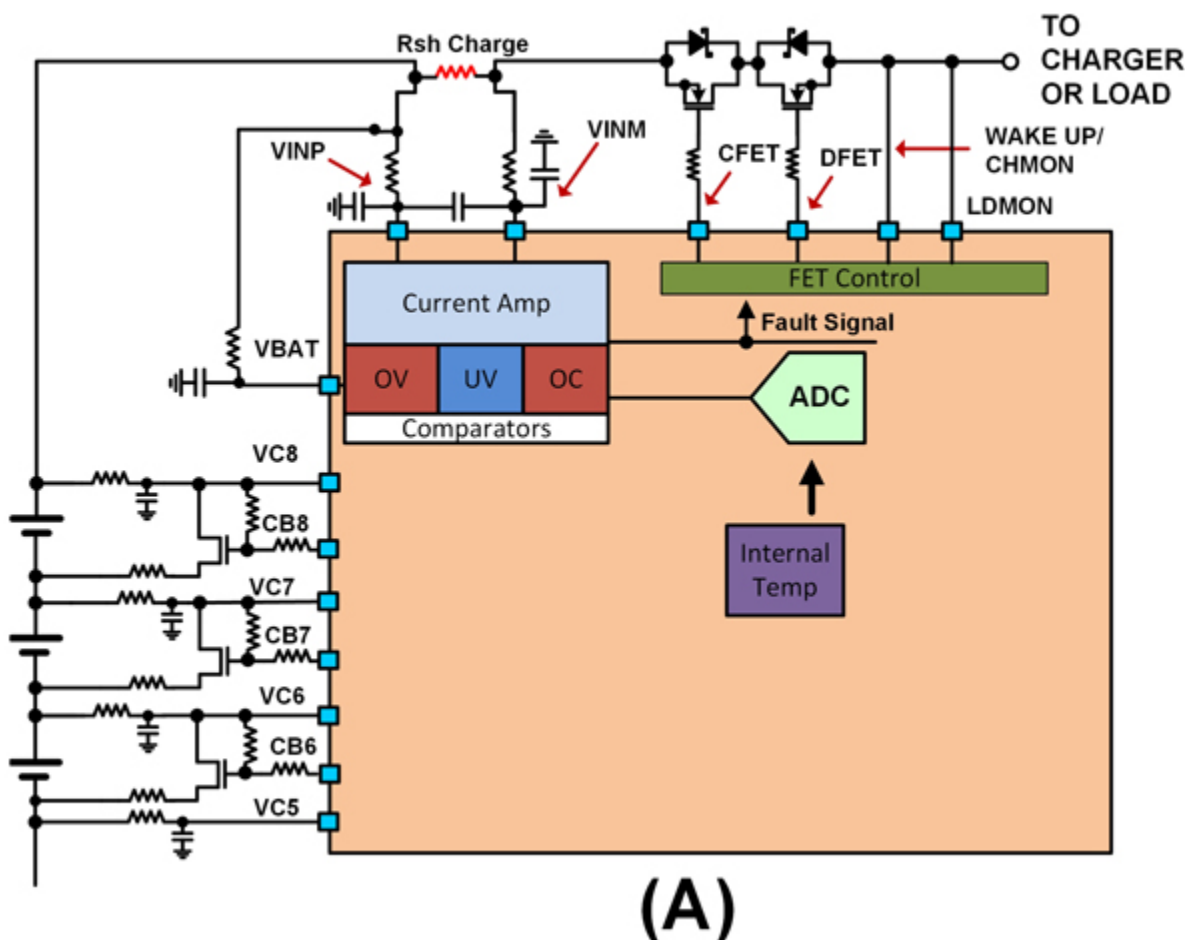
một giải pháp tích hợp độc lập chạy tự động (ví dụ: theISL94203). Bây giờ chúng ta hãy xem xét mục đích và công nghệ đằng sau mỗi khối, cũng như ưu và nhược điểm của từng công nghệ.

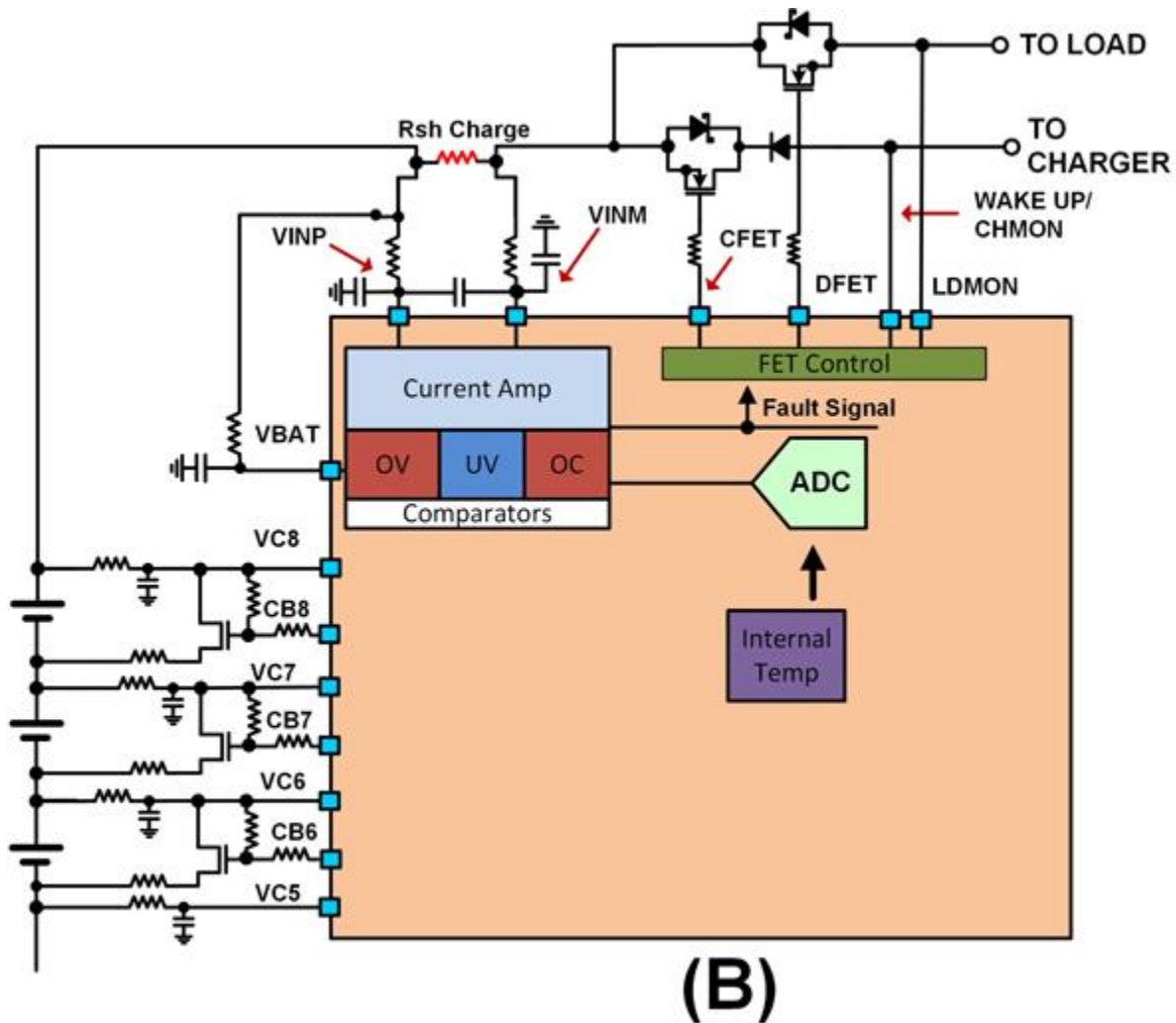
Ngắt FET Và Trình Điều Khiển FET

Khối chức năng trình điều khiển FET chịu trách nhiệm kết nối và cách ly bộ pin giữa tải và bộ sạc. Hành vi của trình điều khiển FET được dự đoán dựa trên các phép đo từ điện áp tế bào pin, phép đo dòng điện và mạch phát hiện thời gian thực. Hình 2 minh họa hai kiểu kết nối FET khác nhau giữa tải và bộ sạc, và bộ pin.

Hình 2A yêu cầu số lượng kết nối ít nhất với bộ pin và giới hạn chế độ hoạt động của bộ pin ở mức sạc, xả hoặc ngủ. Hướng dòng chảy hiện tại và hành vi của một bài kiểm tra thời gian thực cụ thể xác định trạng thái của thiết bị.

2. Hiển thị là sơ đồ FET cắt cho kết nối đơn giữa tải và bộ sạc (A) và kết nối hai đầu cho phép sạc và xả đồng thời (B).





Ví dụ, ISL94203 có bộ giám sát kênh (CHMON) giám sát điện áp ở phía bên phải của FET cắt. Nếu một bộ sạc được kết nối và bộ pin được cách ly khỏi nó, dòng điện được đưa vào bộ pin sẽ làm cho điện áp tăng lên đến điện áp cung cấp tối đa của bộ sạc. Mức điện áp tại CHMON bị ngắt, cho phép thiết bị BMS biết đang có bộ sạc. Để xác định kết nối tải, một dòng điện được đưa vào tải để xác định xem có tải hay không. Nếu điện áp tại chân không tăng đáng kể khi đưa dòng vào, kết quả xác định rằng có tải. Sau đó DFET của trình điều khiển FET sẽ bật. Sơ đồ kết nối trong Hình 2B cho phép bộ pin hoạt động trong khi sạc.

Trình điều khiển FET có thể được thiết kế để kết nối với mặt cao hoặc thấp của bộ pin. Kết nối phía cao yêu cầu trình điều khiển bơm sạc để kích hoạt NMOS FET. Khi sử dụng trình điều khiển bên cao, nó cho phép tham chiếu mặt đất vững chắc cho phần còn lại của mạch. Các kết nối trình điều khiển FET bên thấp được tìm thấy trong một số giải pháp tích hợp để giảm chi phí, vì chúng không cần bơm sạc. Họ cũng không yêu cầu các thiết bị điện áp cao, tiêu thụ diện tích khuôn lớn hơn. Việc sử dụng các FET cắt ở phía thấp sẽ làm nổi bật kết nối đất của bộ pin, khiến nó dễ bị nhiễu vào phép đo hơn. Điều này ảnh hưởng đến hiệu suất của một số IC.

Đo Nhiên Liệu / Đo Dòng Điện

Khối chức năng đo nhiên liệu theo dõi lượng điện vào và ra khỏi bộ pin. Phí là sản phẩm của hiện tại và thời gian. Một số kỹ thuật khác nhau có thể được sử dụng khi thiết kế đồng hồ đo nhiên liệu.

Bộ khuếch đại cảm nhận dòng điện và MCU với bộ chuyển đổi tín hiệu tương tự sang kỹ thuật số (ADC) có độ phân giải thấp được nhúng là một phương pháp đo dòng điện. Bộ khuếch đại cảm nhận hiện tại, hoạt động trong môi trường chế độ chung cao, khuếch đại tín hiệu, cho phép các phép đo có độ phân giải cao hơn. Tuy nhiên, kỹ thuật thiết kế này hy sinh phạm vi động.

Các kỹ thuật khác sử dụng bộ ADC có độ phân giải cao hoặc IC đo nhiên liệu đắt tiền. Hiểu được mức tiêu thụ hiện tại của hành vi tải so với thời gian sẽ xác định loại thiết kế đồng hồ đo nhiên liệu tốt nhất.

Giải pháp chính xác và tiết kiệm chi phí nhất là đo điện áp trên một điện trở cảm nhận bằng cách sử dụng bộ ADC 16 bit trở lên với độ lệch thấp và xếp hạng chế độ chung cao. ADC có độ phân giải cao cung cấp một phạm vi động lớn với chi phí là tốc độ. Nếu pin được kết nối với tải không bình thường, chẳng hạn như xe điện, ADC chậm có thể bỏ lỡ các đột biến dòng điện tần số cao và cường độ cao được cung cấp cho tải.

Đối với tải thất thường, ADC thanh ghi gắn đúng (SAR) liên tiếp có đầu trước bộ khuếch đại cảm nhận dòng điện có thể được mong muốn hơn. Bất kỳ lỗi bù nào cũng ảnh hưởng đến lỗi tổng thể về lượng pin sạc. Các lỗi đo lường theo thời gian sẽ gây ra lỗi pin sạc đáng kể. Độ lệch phép đo từ 50 μV trở xuống với độ phân giải 16-bit là đủ khi đo điện tích.

Điện Áp Di Động Và Tối Đa Hóa Thời Gian Sử Dụng Pin

Theo dõi điện áp di động của mỗi tế bào trong bộ pin là điều cần thiết để xác định sức khỏe tổng thể của nó. Tất cả các tế bào đều có cửa sổ điện áp hoạt động, nơi xảy ra quá trình sạc / xả để đảm bảo hoạt động tốt và tuổi thọ của pin. Nếu một ứng dụng đang sử dụng pin có hóa chất lithium, điện áp hoạt động thường nằm trong khoảng từ 2,5 đến 4,2 V. Dải điện áp phụ thuộc vào hóa học. Việc vận hành pin bên ngoài dải điện áp làm giảm đáng kể tuổi thọ của tế bào và có thể khiến nó trở nên vô dụng.

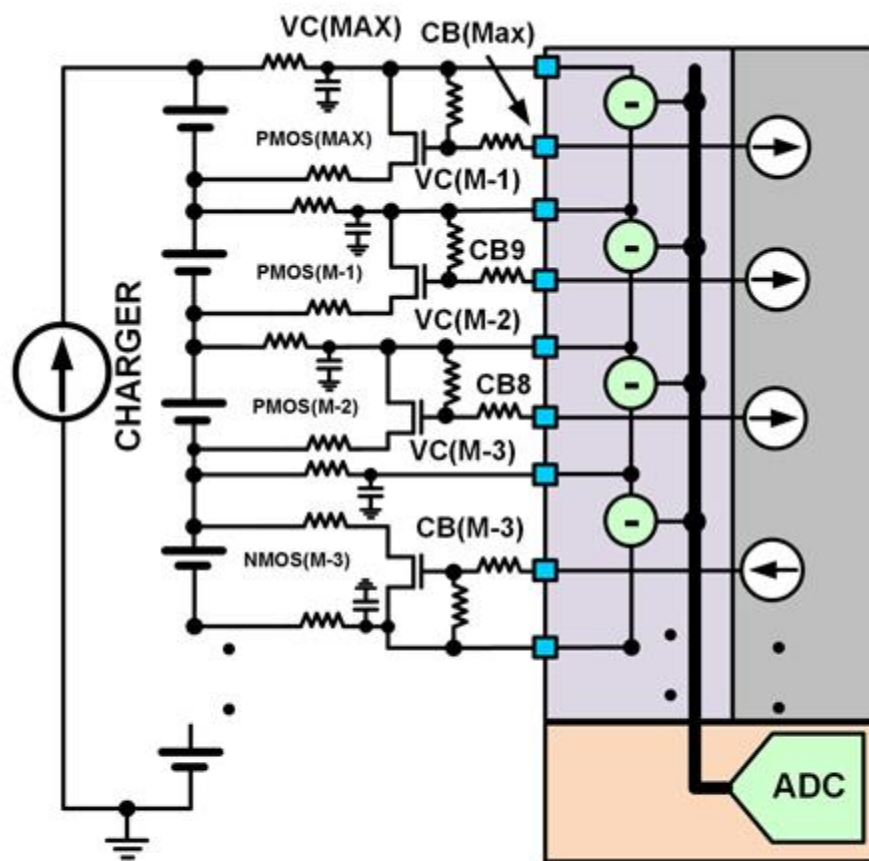
Các tế bào được mắc nối tiếp và song song để tạo thành một bộ pin. Kết nối song song làm tăng ổ đĩa hiện tại của bộ pin, trong khi kết nối nối tiếp làm tăng điện áp tổng thể. Hiệu suất của một tế bào có phân bố: Tại thời điểm bằng 0, tốc độ sạc và xả của pin là như nhau. Khi mỗi tế bào chu kỳ giữa sạc và xả, tốc độ sạc và xả của mỗi tế bào thay đổi. Điều này dẫn đến sự phân bố tràn lan trên một bộ pin.

Một cách đơn giản để xác định xem một bộ pin đã được sạc hay chưa là theo dõi điện áp của mỗi tế bào đến mức điện áp đã đặt. Điện áp ô đầu tiên đạt đến giới hạn điện áp sẽ vượt qua giới hạn đã sạc của bộ pin. Pin yếu hơn mức trung bình dẫn đến việc pin yếu nhất đạt đến giới hạn trước tiên, khiến các pin còn lại không được sạc đầy.

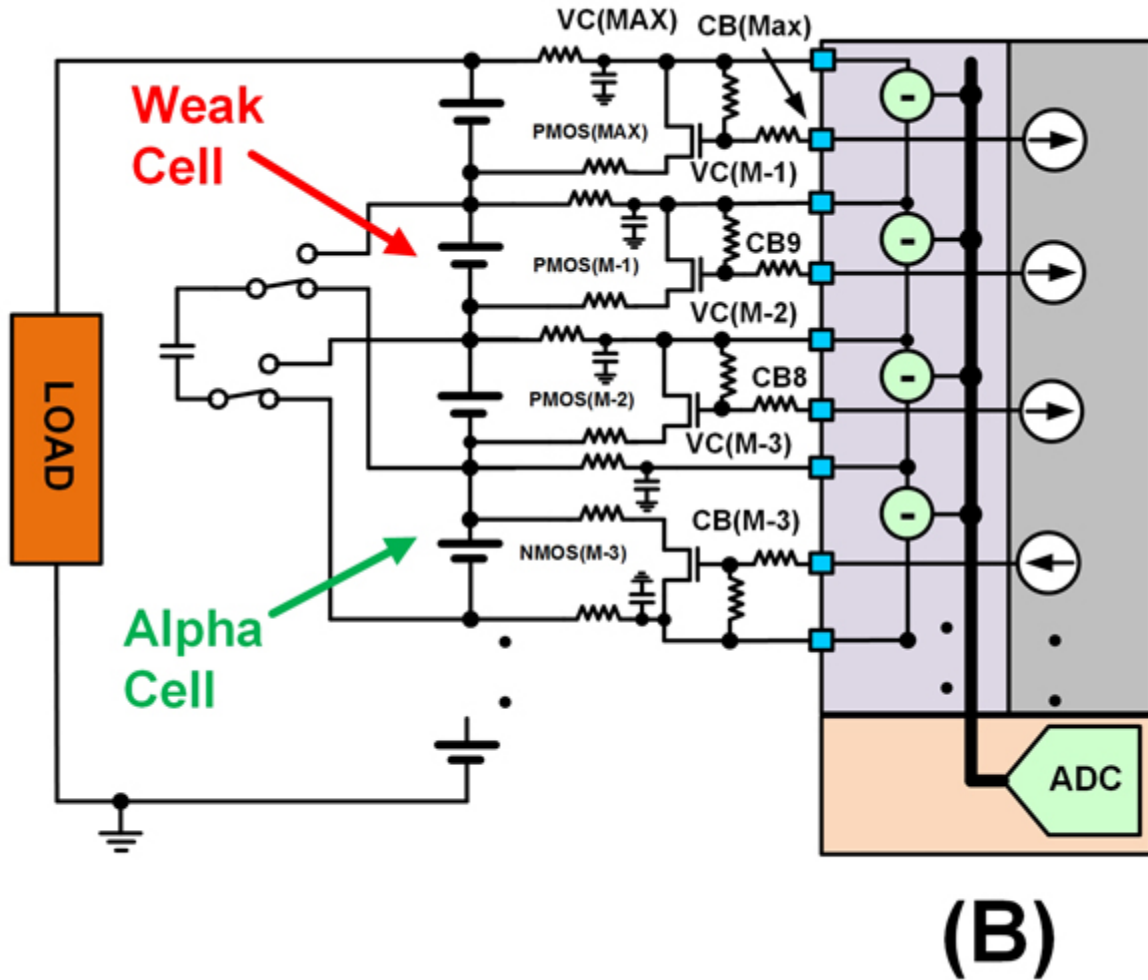
Sơ đồ sạc, như được mô tả, không tối đa hóa thời gian BẬT của pin cho mỗi lần sạc. Sơ đồ sạc làm giảm tuổi thọ của bộ pin vì nó cần nhiều chu kỳ sạc và xả hơn. Tế bào yếu hơn thải ra nhanh hơn. Điều này cũng xảy ra trên chu kỳ phóng điện; tế bào yếu hơn vượt qua giới hạn phóng điện trước, để lại phần còn lại của tế bào với điện tích còn lại.

Có hai cách để cải thiện thời gian BẬT cho mỗi lần sạc pin. Đầu tiên là làm chậm quá trình sạc đến ô yếu nhất trong chu kỳ sạc. Điều này đạt được bằng cách kết nối FET rẽ nhánh với một điện trở hạn chế dòng điện qua cell (*Hình 3A*). Nó lấy dòng điện từ tế bào có dòng điện cao nhất, dẫn đến điện tích tế bào chậm lại. Kết quả là, các tế bào pin khác có thể bắt kịp. Mục tiêu cuối cùng là tối đa hóa khả năng sạc của bộ pin bằng cách để tất cả các tế bào đồng thời đạt đến giới hạn được sạc đầy.

3. Bỏ qua FET cân bằng tế bào giúp làm chậm tốc độ sạc của tế bào trong chu kỳ sạc (A). Cân bằng tích cực được sử dụng trong chu kỳ phóng điện để lấy cấp điện tích từ ô mạnh và đưa điện tích cho ô yếu (B).



(A)



Phương pháp thứ hai là cân bằng bộ pin trong chu kỳ xả bằng cách thực hiện sơ đồ dịch chuyển điện tích. Nó đạt được bằng cách lấy điện tích thông qua khớp nối cảm ứng hoặc lưu trữ điện dung từ tế bào alpha và đưa điện tích đã lưu trữ vào tế bào yếu nhất. Điều này làm chậm thời gian tế bào yếu nhất đạt đến giới hạn phóng điện, còn được gọi là cân bằng tích cực (*Hình 3B*).

Kiểm Soát Nhiệt Độ

Pin ngày nay cung cấp nhiều dòng điện trong khi vẫn duy trì điện áp không đổi. Điều này có thể dẫn đến tình trạng tháo chạy gây cháy pin. Các hóa chất được sử dụng để chế tạo pin rất dễ bay hơi — pin được cắm vào đúng đối tượng cũng có thể khiến pin bốc cháy. Các phép đo nhiệt độ không chỉ được sử dụng để đảm bảo an toàn mà còn có thể xác định xem bạn nên sạc hay xả pin hay không. Cảm biến nhiệt độ giám sát từng ô cho các ứng dụng hệ thống lưu trữ năng lượng (ESS) hoặc một nhóm các ô cho các ứng dụng nhỏ hơn và di động hơn. Các nhiệt điện trở được cung cấp bởi tham chiếu điện áp ADC bên trong thường được sử dụng để theo dõi nhiệt độ của mỗi mạch. Ngoài ra, tham chiếu điện áp bên trong giúp giảm sự thiếu chính xác của việc đọc nhiệt độ so với sự thay đổi nhiệt độ môi trường.

Máy Hoặc Thuật Toán Trạng Thái

Hầu hết các hệ thống BMS yêu cầu một bộ vi điều khiển (MCU) hoặc một mảng cổng lập trình trường (FPGA) để quản lý thông tin từ mạch cảm biến, sau đó đưa ra quyết định với thông tin nhận được. Trong một số thiết bị nhất định, chẳng hạn như ISL94203, một thuật toán được mã hóa kỹ thuật số cho phép một giải pháp độc lập với một chip. Các giải pháp độc lập cũng có giá trị khi kết hợp với MCU, vì máy trạng thái của độc lập có thể được sử dụng để giải phóng chu kỳ xung nhịp MCU và không gian bộ nhớ.

Các Khối Xây Dựng BMS Khác

Các khối BMS chức năng khác có thể bao gồm xác thực pin, đồng hồ thời gian thực (RTC), bộ nhớ và chuỗi daisy. RTC và bộ nhớ được sử dụng cho các ứng dụng hộp đen — RTC được sử dụng như một nhãn thời gian và bộ nhớ được sử dụng để lưu trữ dữ liệu. Điều này cho phép người dùng biết hoạt động của bộ pin trước khi xảy ra sự kiện thảm khốc. Khối xác thực pin ngăn không cho kết nối thiết bị điện tử BMS với bộ pin của bên thứ ba. Bộ điều chỉnh / tham chiếu điện áp được sử dụng để cấp nguồn cho mạch ngoại vi xung quanh hệ thống BMS. Cuối cùng, mạch daisy-chain được sử dụng để đơn giản hóa kết nối giữa các thiết bị xếp chồng lên nhau. Khối daisy-chain thay thế nhu cầu về bộ ghép quang hoặc mạch chuyển mức khác.

Mạch bảo vệ pin là gì? Vì sao mạch bảo vệ lại quan trọng?



Ngô Việt Dũng

Monday, 22 January, 2024

NỘI DUNG CHÍNH

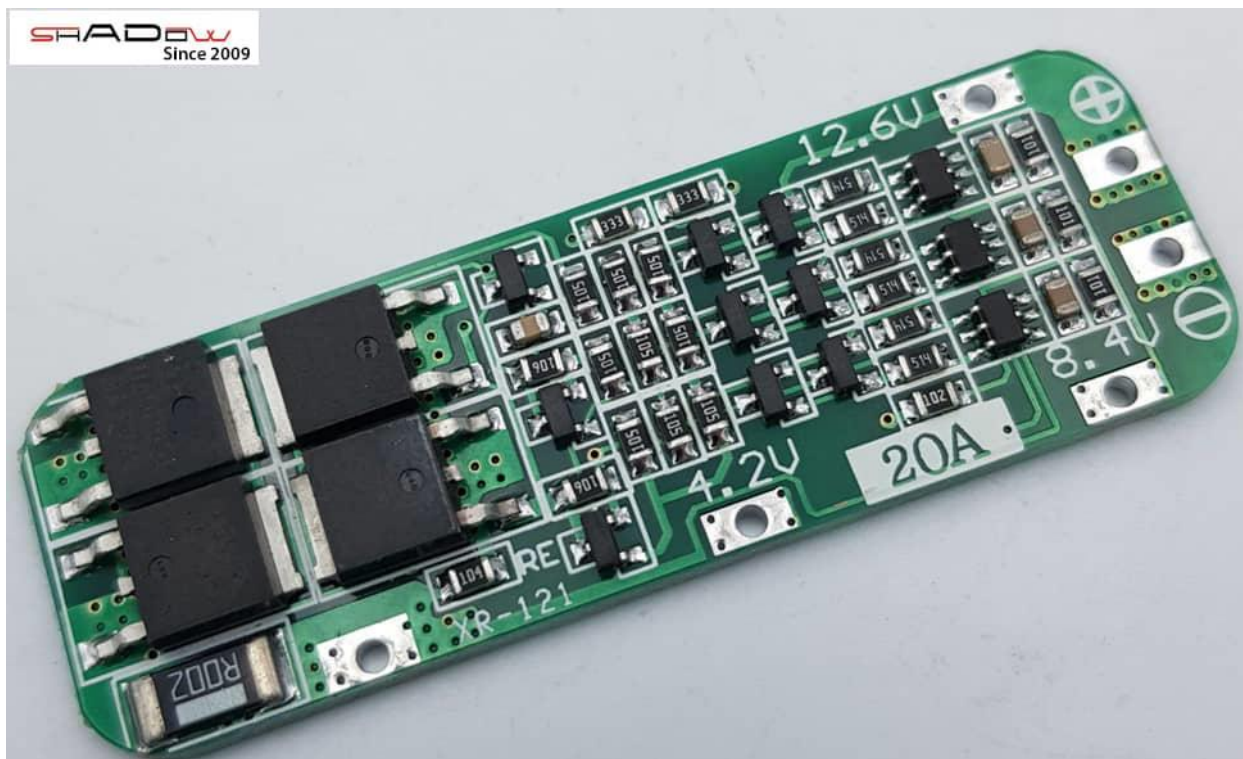
Mạch bảo vệ pin được ra đời nhằm bảo vệ các cục pin bé nhỏ trong các thiết bị điện tử, thông minh hạn chế bị hư hại, từ đó kéo dài tuổi thọ và duy trì hiệu suất pin cho thiết bị. Vậy mạch bảo vệ pin là gì? Tác dụng, cách chế mạch bảo vệ pin, tìm cho thiết bị của bạn, tất cả đều được trình bày ở dưới đây.

1. Mạch bảo vệ là gì?

Mạch bảo vệ là một bộ phận không thể thiếu của mỗi quả pin. Nó bao gồm các thành phần có công dụng bảo vệ nhất định. Cụ thể:

- **PTC**: Có tác dụng giúp chống lại sự tăng nhiệt độ quá định mức cho phép, đồng thời nó sẽ tự động cài đặt lại khi nhận thấy có hiện tượng quá dòng để tự bảo vệ. PTC là một đĩa tròn nhỏ được tìm thấy ở phía trên cùng của pin và nằm bên trong vỏ. PTC thường được đặt giữa một con dấu áp suất và đỉnh của pin.
- **CID**: Còn được gọi là van nén (**Pressure Valve**). Nó có tác dụng vô hiệu hóa hoạt động của phoi pin vĩnh viễn, tránh bị nạp điện vượt quá ngưỡng cho phép. CID nằm ở bên trong pin, gần PTC.
- **PCB**: Có khả năng bảo vệ cục pin khỏi hiện tượng xả cạn hay sạc điện quá ngưỡng. Nếu nhận thấy dòng xả quá cao thì nó sẽ tự động khởi động lại khi đặt pin vào nguồn sạc theo thiết kế của PCB. PCB nằm ở phía dưới cùng của viên pin.

Đối với **mạch bảo vệ pin** thì hai bộ phận PTC và CID không thể nhìn thấy ở bên ngoài. Bởi vì đây là một phần có phoi pin, còn lại các bộ phận khác đều có thể thấy ở bên ngoài. Trường hợp CID bên trong cục pin được kích hoạt, nó sẽ lập tức ngắt kết nối ở bên trong ra tới ngoài của viên pin một cách nhanh chóng.



Mạch bảo vệ pin giúp pin hạn chế rủi ro khi sạc điện.

Hiện nay, các thiết bị thông minh cầm tay và nhiều thiết bị điện tử đều dùng loại pin Li-ion hoặc Li-polyme, như điện thoại, laptop, máy hút bụi, xe đạp điện, xe trượt, ô tô, ... đang ngày càng phổ biến.

Và loại pin này khi dùng đòi hỏi cần biết cách kiểm soát điện áp, dòng điện, nhiệt độ và trạng thái sạc cẩn thận. Do đó người ta phát minh ra mạch bảo vệ/ hệ thống quản lý pin BMS trong bộ sạc pin để giúp việc kiểm soát dòng điện nạp vào tốt hơn.

Sử dụng các bộ sạc pin hay pin được tích hợp mạch bảo vệ sẽ giúp người dùng vừa kiểm soát được dòng điện nạp vào, vừa đảm bảo an toàn sử dụng, hạn chế được các sự cố pin xảy ra như: bắt lửa, cháy nổ pin,...

mạch bảo vệ, sạc pin từ 2s đến 6s



Mạch bảo vệ pin được sử dụng trong mọi loại pin.

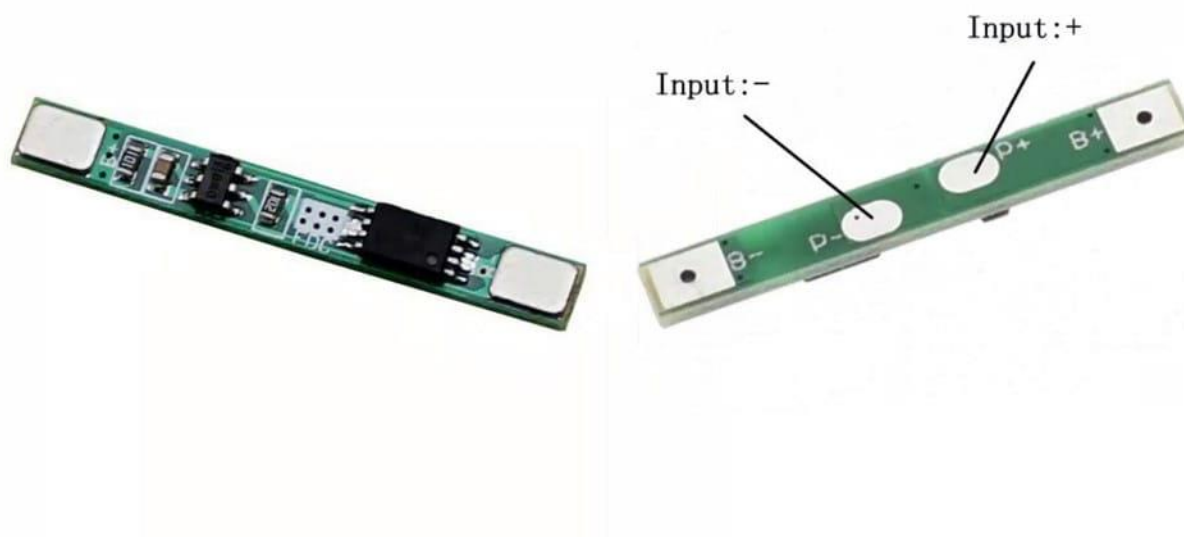
2. Tác dụng của mạch bảo vệ pin

Các chức năng, tác dụng cơ bản của **mạch bảo vệ pin** bao gồm:

- Kiểm soát điện áp pin.
- Kiểm soát dòng điện đầu vào khi sạc pin và dòng đầu ra khi xả pin cho bản thân pin và thiết bị.
- Kiểm soát điện áp từng cell pin.
- Kiểm soát nhiệt độ pin (thông qua nhiệt điện trở NTC), tránh pin bị quá nhiệt hoặc nhiệt quá thấp sẽ gây ra các hiện tượng bất thường.
- Có tác dụng tự động ngắt để bảo vệ pin khi nhận thấy giá trị bất thường, và cần thời gian phục hồi để pin có thể hoạt động ổn định.
- Với trường hợp các cell pin được mắc với nhau thì nó có tác dụng cân bằng số cell pin trong mỗi khối pin.
- Kiểm tra trạng thái hoạt động của các thành phần trong hệ pin để hoạt động an toàn.

Như vậy, **mạch bảo vệ pin** là thiết bị điện tử tinh vi chuyên dụng cho pin, nên kiểm định chất lượng cũng sẽ tương đối phức tạp và cần kiểm tra và xác nhận theo từng bước để mạch có thể hoạt động đúng chuẩn. Do vậy, giải pháp hệ thống kiểm tra mạch BMS ATE là lựa chọn tốt nhất.

SHADAW
Since 2009



Mạch bảo vệ của pin 1 Cell.

3. Pin không có mạch bảo vệ thì sẽ như thế nào?

Nếu viên pin của bạn không được trang bị mạch bảo vệ thì có nghĩa rằng viên pin đó đã bị thiếu mất thành phần PCB. Mặc dù vậy, hai thành phần khác là PTC và CID vẫn sẽ xuất hiện ở trong viên pin của bạn. PCB được các chuyên gia hiện nay khuyến cáo nên có cho một số loại pin Li-ion, chẳng hạn như LiCoO₂.

4. Kích thước của mạch bảo vệ

Mỗi một loại pin sẽ có những số hiệu riêng với ý nghĩa riêng biệt, trong đó có thể hiện kích thước viên pin và kích thước của mạch bảo vệ pin. **Ví dụ:** Pin có số hiệu 18650 thì cần hiểu pin đó có đường kính 18mm, chiều dài 65mm.

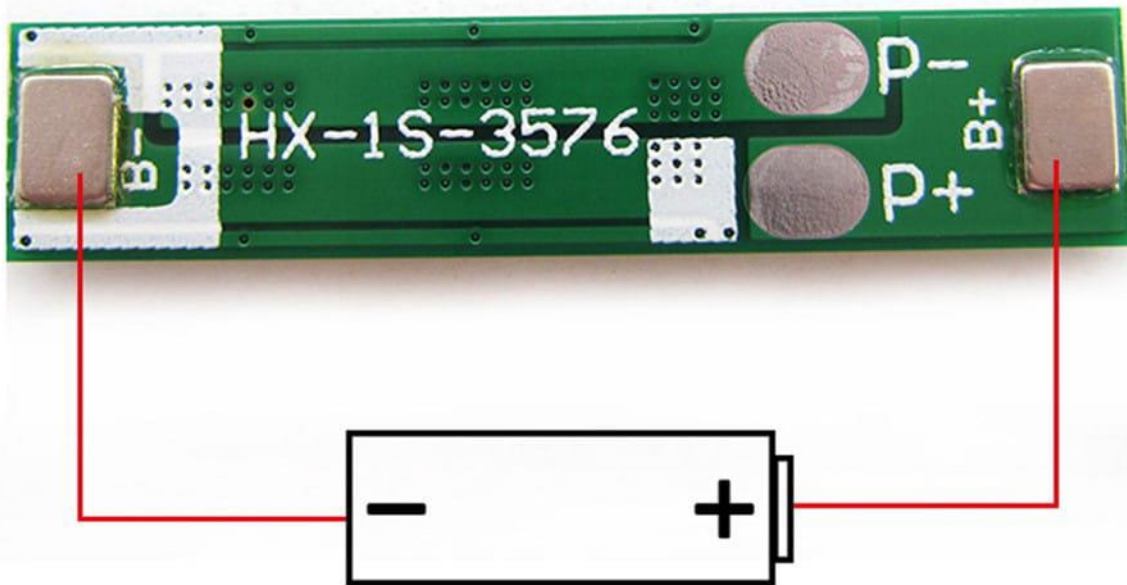
Tìm hiểu: *Tất tần tật về [thông số pin 18650](#).*

Nhưng trên thực tế có thể số hiệu và kích thước của viên pin không trùng khớp, nguyên nhân chính là vì viên pin được trang bị **mạch bảo vệ pin 18650** nên kích thước có sai khác.

Một số cách khác giúp bạn phát hiện pin đó có **mạch bảo vệ cho pin** hay không như:

- Trên nhiều kiểu pin bạn có thể thấy một lỗ nhỏ trên đầu cực dương là chỗ thoát khí thải của van nén, ẩn bên dưới là một cầu chì nhiệt độ (PTC resistor), nhưng ta không nhìn thấy nó.
- Trên thân pin và ở đầu pin dưới lớp vỏ sẽ có những chi tiết “lồi lõm” khác thường, đó là dấu hiệu thể hiện viên pin có mạch bảo vệ pin.
- Đôi khi, trên viên pin ở phần cực âm bằng đồng có khắc một số ký tự cũng là dấu hiệu thể hiện đây là pin có mạch bảo vệ.

SHADOW
Since 2009



Mạch bảo vệ pin 18650.

5. Cách tìm mạch bảo vệ ở pin

Bạn có thể tìm vị trí mạch bảo vệ pin bằng cách tháo bỏ lớp vỏ bên ngoài của viên pin trước để lộ ra phần đáy, có thể nhìn thấy rõ ràng các chi tiết bên trong hơn.

Mạch bảo vệ pin được cấu thành từ nhiều đoạn băng điện khác nhau, và mỗi mạch sẽ gồm hai phần quan trọng là con chip điều khiển Controller và công tắc đóng ngắt của pin.

Mọi người có thể nhìn kỹ hơn mạch bảo vệ pin nếu tách phần vỏ pin ra, 2 đầu của cực dương và cực âm của pin sẽ lộ ra, nhìn vào vị trí dây dẫn nối thẳng vào vị trí van nén CID và lỗ thông hơi phía trong. Phần dương của cực pin được tháo ra, nắp cực được gắn thêm vào nhằm tăng độ lồi button top.



Mạch bảo vệ pin 18650.

Về phần cực âm của pin, dây điện được hàn chắc vào phần đáy viên pin với mạch Internal, bạn sẽ thấy một mảnh giấy màu đen, đây chính là mạch bảo vệ nhìn từ phía sau dưới dạng tấm kim loại lớn, thực ra là cực âm của pin giúp cực âm của pin bền hơn.

Ngoài ra, một số loại pin như Soshine,... sẽ được nhà sản xuất trang bị thêm một mảnh nhựa màu đỏ để bảo vệ kỹ càng cả 2 phần đầu pin, sau đó bọc lại toàn bộ bằng vỏ Wrapper.

6. Hướng dẫn đo mạch bảo vệ

Để có thể chắc chắn về tác dụng của mạch bảo vệ pin, các chuyên gia đã tiến hành thử nghiệm đo mạch bảo vệ trong các điều kiện riêng biệt, trường hợp khác nhau, và có kết quả chênh lệch không đáng kể. Cụ thể như sau:

6.1. Điều kiện mạch thứ nhất

Với trường hợp này, điều kiện dòng điện rò là 4.5uA, khả năng làm cạn pin 2000 mAh sẽ sau 50 năm. Kết quả đo được ghi chép lại như sau:

- Khả năng chống xả dòng quá cạn đạt ngưỡng 2.5V. Mạch bảo vệ pin sẽ đóng lại nếu nhận thấy có điện áp trên 3V.
- Khả năng chống sạc vượt mức ở ngưỡng 4.26V thì sẽ tự động ngắt. Pin khi rút khỏi nguồn sạc sẽ tự động đóng mạch.
- Số điện áp rơi lại trong mạch ở 1A và 2.9 V là 25mV.

6.2. Điều kiện mạch thứ 2

Trường hợp nếu dùng dòng điện rò 4.2 uA sẽ thu được kết quả đo với các thông số như sau:

- Số điện áp rơi lại trong mạch ở 1A và 2.9 V là 30mV.
- Khả năng chống xả dòng quá cận đạt ngưỡng 2.5V. Tuy nhiên pin chỉ đóng mạch nếu có sự xuất hiện của điện áp ngoài như khi cắm sạc.
- Pin rút ra khỏi nguồn sạc sẽ đóng mạch. Khả năng chống sạc vượt ngưỡng 4.26V thì sẽ tự động ngắt.

6.3. Điều kiện mạch thứ 3

Với trường hợp dùng dòng điện rò 3.9 uA. Các chỉ số đo được sẽ là:

- Khả năng chống xả cận đạt ngưỡng 2.5V, nhưng pin chỉ đóng mạch nếu có sự xuất hiện của điện áp ngoài như khi cắm sạc.
- Khả năng chống sạc ở đầu vào ở ngưỡng 4.26V thì sẽ tự động ngắt mạch. Pin rút ra khỏi nguồn sạc sẽ tự động đóng mạch.
- Điện áp trong mạch là 1A và khi 2.9 V là 60mV.



Pin có mạch bảo vệ sẽ dùng được lâu dài và ổn định hơn.

Như vậy, **mạch bảo vệ pin** là một bộ phận rất cần thiết trong quá trình lắp ráp và sử dụng các thiết bị điện tử thông minh, hiện đại ngày nay. Tuy nhiên không phải nhà sản xuất nào cũng sản xuất ra những cục pin chất lượng với thông số, tiêu chuẩn đảm bảo. Nếu bạn có nhu cầu mua pin có mạch bảo vệ uy tín, chất lượng, hãy liên hệ ngay:

Phân tích cơ chế bảo vệ và nguyên tắc làm việc của BMS (Hệ thống quản lý pin)

06 May 2023

I. Chức năng của BMS

Đầu tiên, chúng ta sẽ trình bày chi tiết 4 chức năng chính của nó.

(1) Cảm nhận và đo lường Đo lường là nhận thức về trạng thái của pin

Đây là chức năng cơ bản của BMS, bao gồm đo lường và tính toán một số thông số chỉ số, bao gồm điện áp, dòng điện, nhiệt độ, công suất, SOC (trạng thái sạc), SOH (trạng thái khỏe mạnh), SOP (trạng thái có điện), SOE (trạng thái 能源). SOC thường được hiểu là lượng điện còn lại trong pin và giá trị của nó nằm trong khoảng 0-100%, đây là thông số quan trọng nhất trong BMS; SOH đề cập đến tình trạng sức khỏe của pin (hoặc mức độ xuống cấp của pin), là dung lượng thực tế của pin hiện tại Tỷ lệ giữa dung lượng định mức và dung lượng định mức, khi SOH thấp hơn 80%, pin không thể được sử dụng trong một môi trường năng lượng.

(2) Báo động và bảo vệ

Khi pin ở trạng thái bất thường, BMS có thể gửi cảnh báo đến nền tảng để bảo vệ pin và thực hiện các biện pháp tương ứng. Đồng thời, nó sẽ gửi thông tin cảnh báo bất thường đến nền tảng giám sát và quản lý và tạo thông tin cảnh báo ở các cấp độ khác nhau. Ví dụ: khi nhiệt độ quá nóng, BMS sẽ trực tiếp ngắt kết nối mạch sạc và xả, thực hiện bảo vệ quá nhiệt và gửi cảnh báo đến nền.

Pin lithium chủ yếu đưa ra cảnh báo cho các sự cố sau: sạc quá mức: quá điện áp đơn, quá điện áp tổng, sạc quá dòng; xả quá mức: thiếu điện áp đơn, thiếu điện áp tổng, xả quá dòng; nhiệt độ: nhiệt độ tế bào quá Cao, nhiệt độ môi trường quá cao, nhiệt độ MOS quá cao, nhiệt độ pin quá thấp, nhiệt độ môi trường quá thấp; trạng thái: ngập lụt, va chạm, đảo ngược, v.v.

(3) Quản lý cân bằng

Sự cần thiết của quản lý cân bằng xuất phát từ sự không nhất quán trong sản xuất và sử dụng pin. Từ góc độ sản xuất, mỗi loại pin có vòng đời và đặc điểm riêng. Không có hai pin giống hệt nhau. Do sự không nhất quán của các vật liệu như dải phân cách, cực âm và cực dương, dung lượng của các loại pin khác nhau không thể hoàn toàn giống nhau. Ví dụ: mỗi cell pin tạo thành bộ pin 48V/20AH có một số khác biệt nhất định về các chỉ số nhất quán như chênh lệch điện áp và nội trở. Từ quan điểm sử dụng, trong quá trình sạc và xả pin, quá trình phản ứng điện hóa không bao giờ có thể nhất quán. Ngay cả khi đó là cùng một bộ pin, khả năng sạc và xả của pin sẽ khác nhau do nhiệt độ và tác động khác nhau, dẫn đến dung lượng tế bào không nhất quán. Do đó, pin cần cả cân bằng thụ động và cân

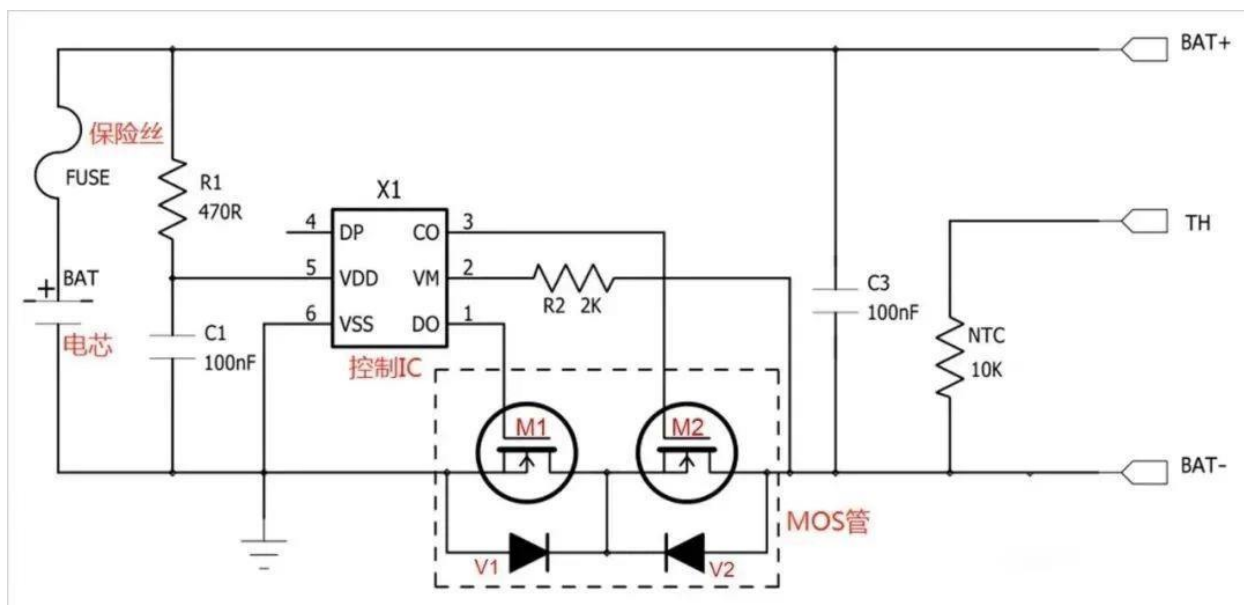
bằng chủ động. Đó là đặt một cặp ngưỡng cho quá trình cân bằng bắt đầu và kết thúc: ví dụ: trong một nhóm pin, khi chênh lệch giữa giá trị cực trị của điện áp riêng lẻ và giá trị trung bình của điện áp của nhóm này đạt 50mV, thì quá trình cân bằng là bắt đầu và quá trình cân bằng kết thúc ở 5mV.

(4) Giao tiếp và định vị

BMS có một mô-đun giao tiếp riêng biệt, được sử dụng để truyền dữ liệu và định vị pin tương ứng, đồng thời có thể truyền dữ liệu liên quan được cảm nhận và đo lường tới nền tảng quản lý vận hành trong thời gian thực.

II. Nguyên lý làm việc của bảo vệ BMS

BMS bao gồm IC điều khiển, công tắc MOS, cầu chì Cầu chì, nhiệt điện trở NTC, bộ triệt áp quá độ TVS, tụ điện và bộ nhớ, v.v. Dạng cụ thể của nó được thể hiện trong hình:

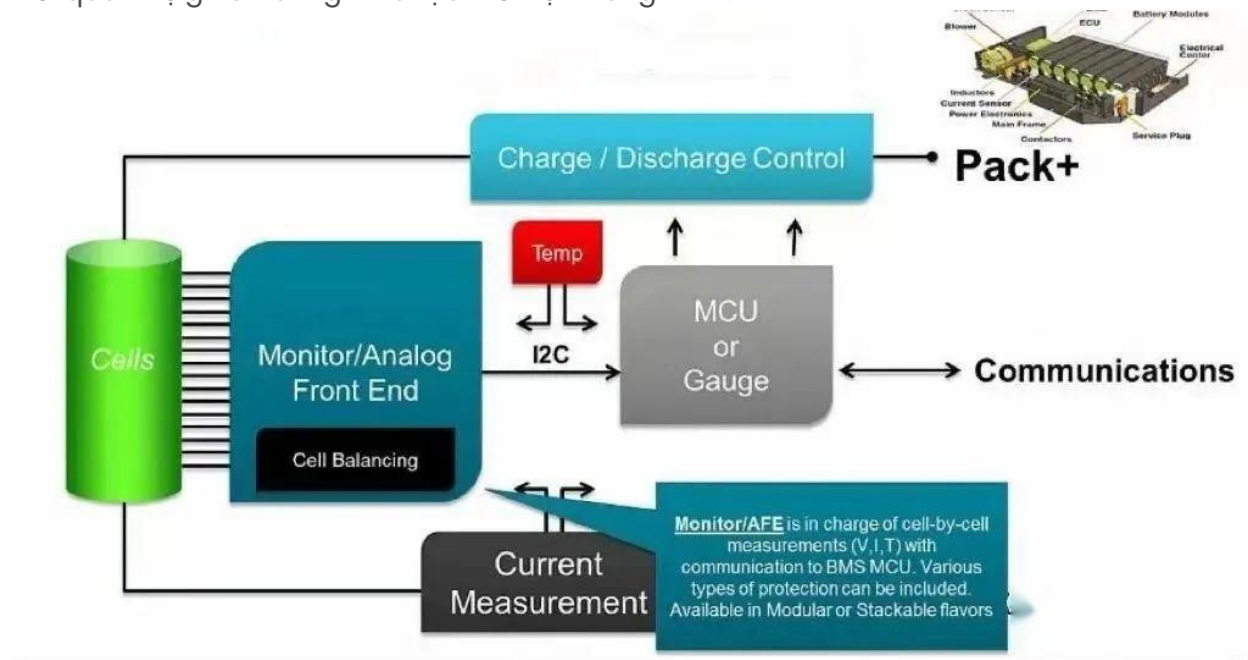


Trong hình trên, IC điều khiển điều khiển công tắc MOS bật và tắt mạch để bảo vệ mạch và FUSE thực hiện bảo vệ thứ cấp trên cơ sở này; TH là phát hiện nhiệt độ và bên trong là 10K NTC; NTC chủ yếu thực hiện phát hiện nhiệt độ; TVS Chủ yếu để ngăn chặn sự đột biến.

(1) Mạch bảo vệ sơ cấp

IC điều khiển IC điều khiển trong hình trên chịu trách nhiệm giám sát điện áp ắc quy và dòng điện mạch vòng, đồng thời điều khiển công tắc của hai MOS. IC điều khiển có thể được chia thành AFE và MCU: AFE (Active Front End, chip analog front-end) là chip lấy mẫu của pin, chủ yếu được sử dụng để thu thập điện áp và dòng điện của pin. MCU ((Bộ vi

điều khiển, chip vi điều khiển) chủ yếu tính toán và kiểm soát thông tin do AFE thu thập. Mỗi quan hệ giữa hai người được thể hiện trong hình:



1. AFE

AFE nói chung là chip 6 chân, CO, DO, VDD, VSS, DP và VM, phần giới thiệu như sau:

CO: đầu ra sạc (điều khiển sạc);

DO: đầu ra xả (kiểm soát xả);

VDD: điện áp nguồn hay còn gọi là điện áp đầu ra, là nơi có điện áp cao nhất;

VSS: điện áp chuẩn, là nơi có điện áp thấp nhất;

VM: Theo dõi giá trị điện áp trên MOS.

Khi BMS bình thường, CO, DO, VDD ở mức cao, VSS, VM ở mức thấp, khi bất kỳ thông số nào của VDD, VSS, VM thay đổi thì mức của đầu cuối CO hoặc DO sẽ thay đổi theo.

2.MCU

MCU đề cập đến một bộ điều khiển vi mô, còn được gọi là máy vi tính đơn chip, có ưu điểm là hiệu suất cao, tiêu thụ điện năng thấp, có thể lập trình và tính linh hoạt cao. Nó được sử dụng rộng rãi trong điện tử tiêu dùng, ô tô, công nghiệp, thông tin liên lạc, máy tính, thiết bị gia dụng, thiết bị y tế và các lĩnh vực khác. Trong BMS, MCU đóng vai trò là bộ não, thu thập tất cả dữ liệu từ các cảm biến thông qua các thiết bị ngoại vi của nó và xử lý dữ liệu để đưa ra quyết định phù hợp dựa trên cấu hình của bộ pin. Chip MCU xử lý thông tin do chip AFE thu thập và đóng vai trò tính toán (chẳng hạn như SOC, SOP, v.v.) và điều khiển (tắt, bật MOS, v.v.), do đó, hệ thống quản lý pin có yêu cầu cao về hiệu suất của chip MCU. AFE và MCU thực hiện việc bảo vệ mạch bằng cách điều khiển MOS.

3.MOS

MOS là tên viết tắt của Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor, được gọi là bóng bán dẫn hiệu ứng trường, đóng vai trò như một công tắc trong mạch và điều khiển bật tắt mạch sạc và mạch xả tương ứng. Điện trở kháng của nó rất nhỏ, vì vậy điện trở kháng của nó ít ảnh hưởng đến hiệu suất của mạch. Ở điều kiện bình thường, dòng tiêu thụ của mạch bảo vệ là mức μA , thường nhỏ hơn $7\mu A$.

4. Thực hiện bảo vệ chính BMS: liên kết giữa IC điều khiển và MOS

Nếu pin lithium bị sạc quá mức, xả quá mức hoặc quá dòng, nó sẽ gây ra các phản ứng phụ hóa học bên trong pin, ảnh hưởng nghiêm trọng đến hiệu suất và tuổi thọ của pin, đồng thời có thể tạo ra một lượng khí lớn, làm tăng áp suất bên trong nhanh chóng của pin và cuối cùng dẫn đến giải phóng áp suất. Van mở ra và chất điện phân bị đẩy ra ngoài gây ra hiện tượng thoát nhiệt.

Khi xảy ra tình huống trên, BMS sẽ kích hoạt cơ chế bảo vệ và thực hiện như sau:

(1) Trạng thái bình thường

Ở trạng thái bình thường, cả hai chân "CO" và "DO" trong mạch đều xuất ra mức cao, cả hai MOS đều ở trạng thái dẫn điện và pin có thể được sạc và xả tự do.

(2) Bảo vệ quá tải

Khi sạc, AFE sẽ luôn theo dõi điện áp giữa chân 5 VDD và chân 6 VSS. Khi điện áp này lớn hơn điện áp cắt quá nạp, MCU sẽ điều khiển chân 3 CO (chân CO thay đổi từ mức cao xuống mức thấp) Ping) để đóng MOS tube M2, lúc này mạch nạp bị ngắt, và pin chỉ có thể được xả. Tại thời điểm này, do sự tồn tại của diode V2 của ống M2, pin có thể xả tải bên ngoài thông qua diode này.

(3) Bảo vệ xả quá mức

Khi xả, AFE luôn theo dõi điện áp giữa chân 5 VDD và chân 6 VSS. Khi điện áp này thấp hơn điện áp cắt xả quá mức, MCU sẽ cho chân 1 DO đi qua (chân DO thay đổi từ mức cao xuống mức thấp) Tắt ống MOS M1, khi đó mạch xả bị cắt và pin chỉ có thể được tính phí. Tại thời điểm này, do sự tồn tại của diode cơ thể V1 của bóng bán dẫn MOS M1, bộ sạc có thể sạc pin thông qua diode.

(4) Bảo vệ quá dòng

Trong quá trình phóng điện bình thường của pin, khi dòng phóng điện đi qua hai MOS mắc nối tiếp, điện áp sẽ được tạo ra ở cả hai đầu do điện trở bật của MOS. Giá trị điện áp $U=2IR$, và R là điện trở bật của một MOS. Chân AFE 2 VM sẽ theo dõi giá trị điện áp mọi lúc. Khi dòng điện vòng lặp lớn đến mức điện áp U lớn hơn ngưỡng quá dòng, MCU sẽ tắt bóng bán dẫn MOS M1 thông qua chân DO đầu tiên (chân DO thay đổi từ mức cao xuống mức thấp), và vòng xả bị cắt tắt, do đó dòng điện trong vòng lặp bằng không. , đóng vai trò bảo

vệ quá dòng.

(5) Bảo vệ ngắn mạch

Tương tự như nguyên lý hoạt động của bảo vệ quá dòng, khi dòng điện vòng lặp lớn đến mức điện áp U lập tức đạt ngưỡng ngắn mạch, MCU sẽ ngắt MOS tube M1 thông qua chân DO đầu tiên (chân DO chuyển từ mức cao sang mức thấp), và cắt Mạch phóng điện hoạt động như bảo vệ ngắn mạch. Thời gian trễ của bảo vệ ngắn mạch rất ngắn, thường dưới 7 micro giây.

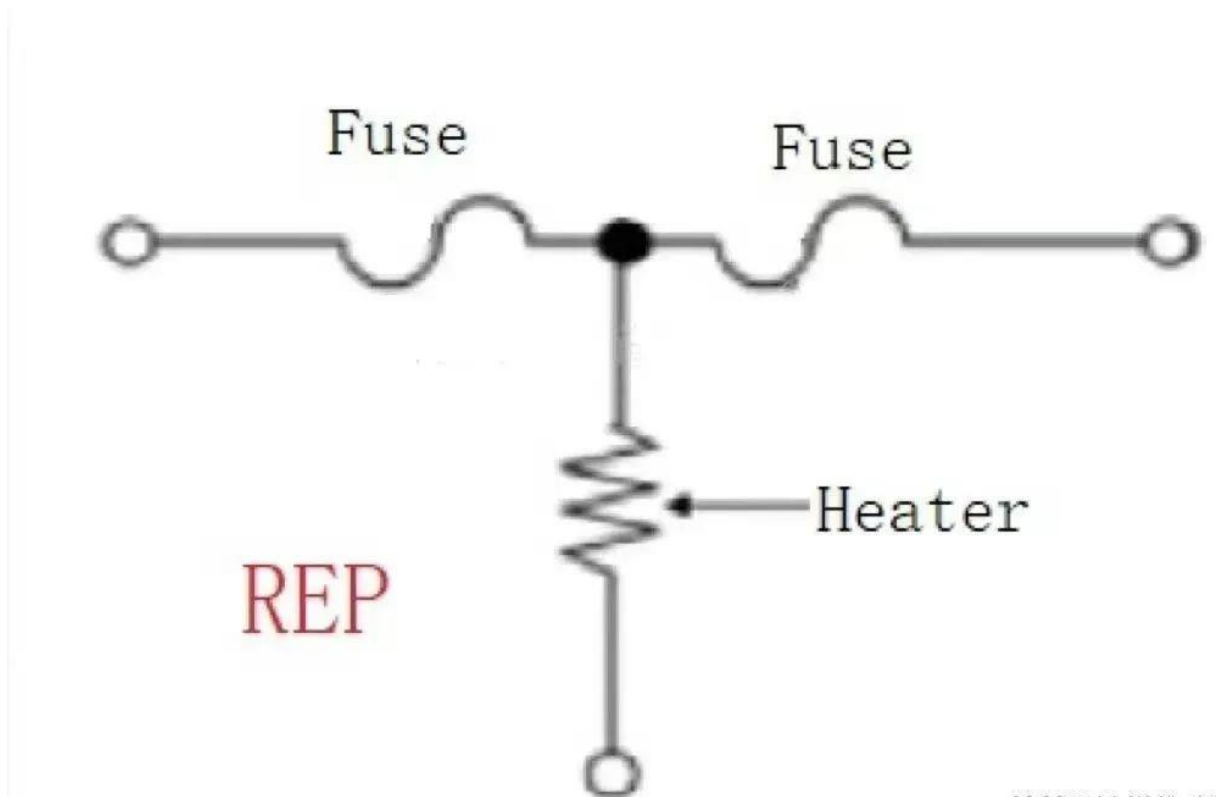
Những điều trên có thể được mô tả ngắn gọn như sau:

trạng thái mạch	MOS1	MOS 2	Trạng thái sạc
trạng thái bình thường	TRÊN	TRÊN	Có thể sạc lại
Bảo vệ quá phí	TRÊN	TẮT	Có thể sạc lại và kh
Bảo vệ xả quá mức	TẮT	TRÊN	có thể sạc lại kh
Bảo vệ quá dòng	TẮT	TRÊN	Khi quá dòng được giải phóng,
bảo vệ ngắn mạch	TẮT	TRÊN	Khi ngắn mạch được giải phóng

(2) Mạch bảo vệ thứ cấp: cầu chì ba cực Cầu chì

Vì lý do bảo mật, cơ chế bảo vệ thứ cấp vẫn cần được bổ sung. Ở giai đoạn hiện tại, REP (Resistor Embedded Protector, bộ bảo vệ điện trở tích hợp) được ứng dụng nhiều, trong khi cầu chì ba cực Fuse tiết kiệm chi phí hơn khi so sánh.

Khi dòng điện quá lớn, cầu chì sẽ bị nổ theo nguyên tắc giống như cầu chì thông thường; và khi MOS ở trạng thái hoạt động bất thường, bộ điều khiển chính sẽ tự động thổi cầu chì ba cực. Ưu điểm chính của cơ chế bảo vệ an ninh này là mức tiêu thụ điện năng thấp, tốc độ phản hồi nhanh và hiệu quả bảo vệ tốt. Ở giai đoạn này, nó có khả năng ứng dụng cao và đã được sử dụng rộng rãi trong xe điện, điện thoại di động và các thiết bị khác.



Mạch bảo vệ ba cấp: Nhiệt điện trở NTC và Nhiệt điện trở, cực kỳ nhạy cảm với nhiệt độ, chia thành PTC và NTC. PTC (Hệ số nhiệt độ dương), nhiệt độ càng cao thì điện trở càng tăng, được sử dụng trong thuốc diệt muỗi, máy sưởi và các sản phẩm gia dụng. NTC (Hệ số nhiệt độ âm), nhiệt độ càng thấp thì điện trở càng thấp. Nó chủ yếu được sử dụng trong các thiết bị giới hạn dòng điện.

BMS của pin lithium thường sử dụng NTC. Để so sánh, sản phẩm này tiêu thụ ít điện năng hơn, có độ chính xác cao và phản hồi nhanh và có ba chức năng chính.

(1) Đo nhiệt độ

Sử dụng các đặc tính của điện trở này, có thể đo ba loại nhiệt độ sau: Nhiệt độ tế bào: Đặt nhiệt điện trở NTC giữa các tế bào để đo nhiệt độ tế bào và cần xem xét số lượng tế bào được bao phủ bởi mỗi NTC. Nhiệt độ nguồn: Đặt nhiệt điện trở NTC giữa MOS để đo nhiệt độ

nguồn. Cần đảm bảo rằng NTC tiếp xúc chặt chẽ với thiết bị MOS trong quá trình cài đặt. Nhiệt độ môi trường: đặt nhiệt điện trở NTC trên bảng BMS để đo nhiệt độ môi trường và vị trí lắp đặt phải cách xa thiết bị nguồn.

(2) Bù nhiệt độ

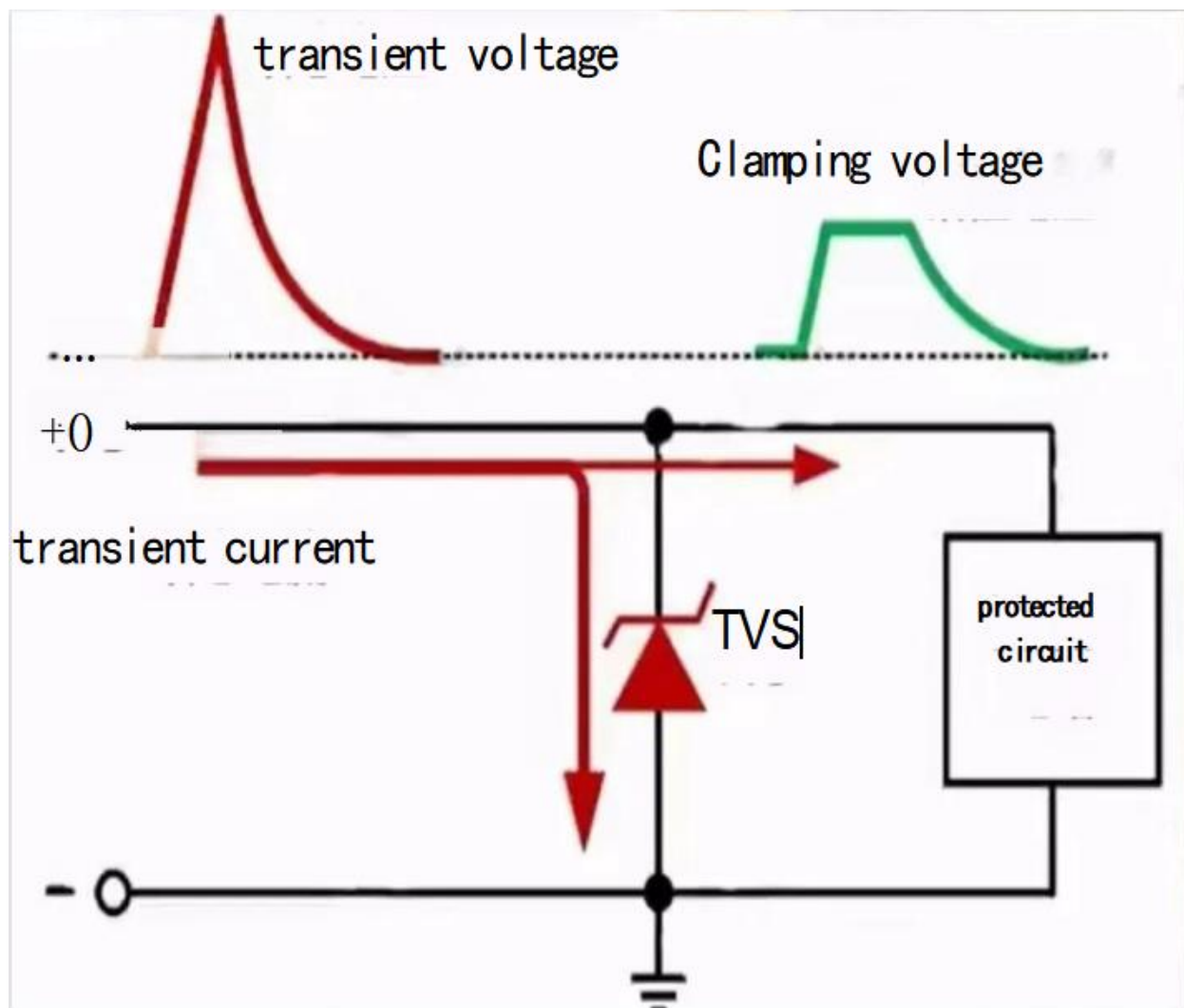
Điện trở của hầu hết các thành phần sẽ tăng khi nhiệt độ tăng. Tại thời điểm này, NTC cần được sử dụng để bù để bù lỗi do nhiệt độ gây ra.

(3) Triệt tiêu dòng điện khởi động Tăng áp

(tăng áp điện), còn được gọi là tăng áp, là giá trị đỉnh tạm thời vượt quá giá trị ổn định, bao gồm điện áp tăng áp và dòng điện tăng áp. Khi bật mạch điện tử sẽ tạo ra dòng điện tăng vọt, dễ gây hư hỏng linh kiện. Sử dụng NTC có thể ngăn điều này xảy ra và đảm bảo hoạt động bình thường của mạch. Để chống sét lan truyền, TVS là cần thiết.

2. Bộ triệt điện áp thoáng qua TVS

TVS (Transient Voltage Suppressors) là bộ triệt điện áp nhất thời, đáp ứng nhanh và phù hợp để bảo vệ cổng. Việc triển khai cụ thể như sau:



Phân tích mạch bảo vệ xạc xả pin Lithium

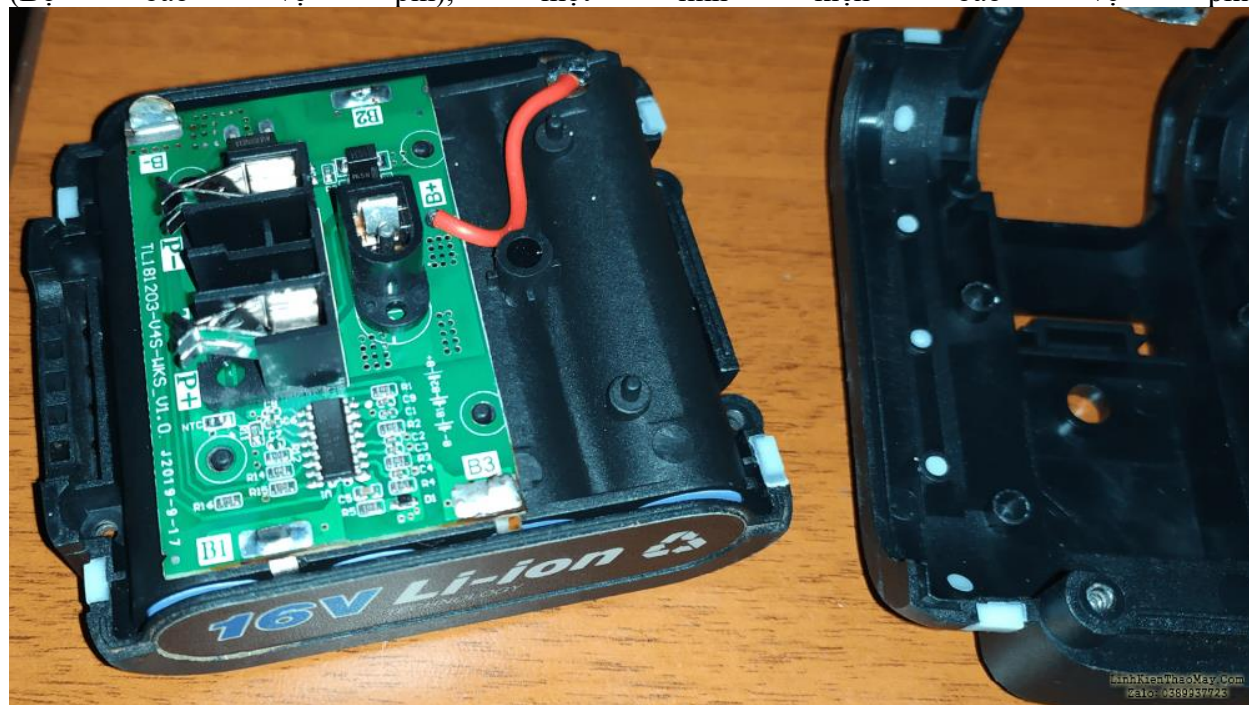
POSTED ON 16/10/2022 BY TRYMR0CK

Pin Lithium có dung lượng năng lượng cao và kích thước nhỏ. Chúng được sử dụng trong nhiều thiết bị tự cung cấp năng lượng, chẳng hạn như công cụ điện.

Một đặc điểm của loại pin này là nguy cơ cháy nổ của chúng. Chúng có khả năng bắt lửa và phát nổ nếu điều kiện hoạt động của chúng bị vi phạm.

Để bảo vệ pin và pin lithium, các bảng điện tử đặc biệt được tích hợp bên trong chúng. Bo mạch bảo vệ cho một pin thường được gọi là PCM (Mô-đun mạch bảo vệ), – mô-đun bảo vệ, bo mạch bảo vệ.

Bảng bảo vệ cho pin lithium, bao gồm nhiều pin, được gọi là PCB (Bảng mạch bảo vệ) hoặc BPU (Bộ bảo vệ pin), một linh kiện bảo vệ pin.



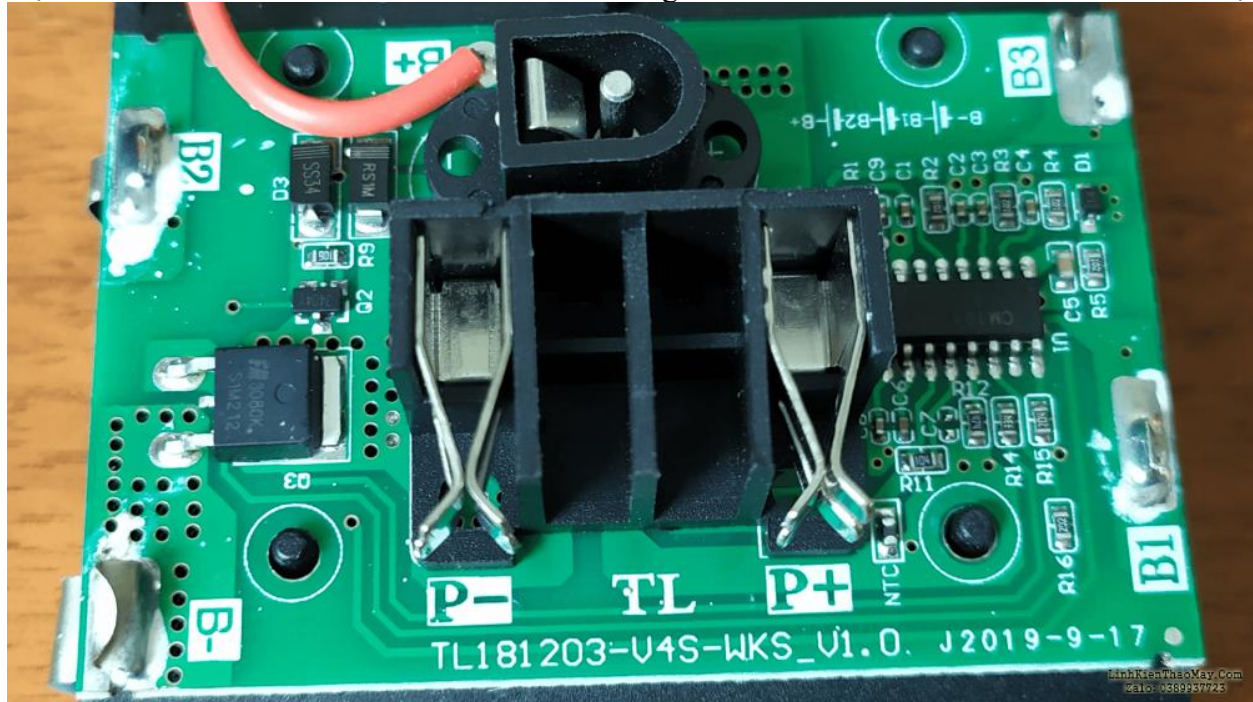
Đôi khi những bo mạch như vậy được gọi là BMS (Battery Management System) – hệ thống quản lý pin. Nhưng, những bo mạch đơn giản nhất chỉ thực hiện chức năng bảo vệ khó có thể được gọi là BMS, vì theo quy luật, các hệ thống quản lý pin đều có mạch cân bằng (balancer).

Các chức năng mà mạch bảo vệ pin thực hiện:

- Bảo vệ pin khỏi sạc quá mức (sạc quá mức);
- Bảo vệ chống phóng điện quá mức (xả quá mức);

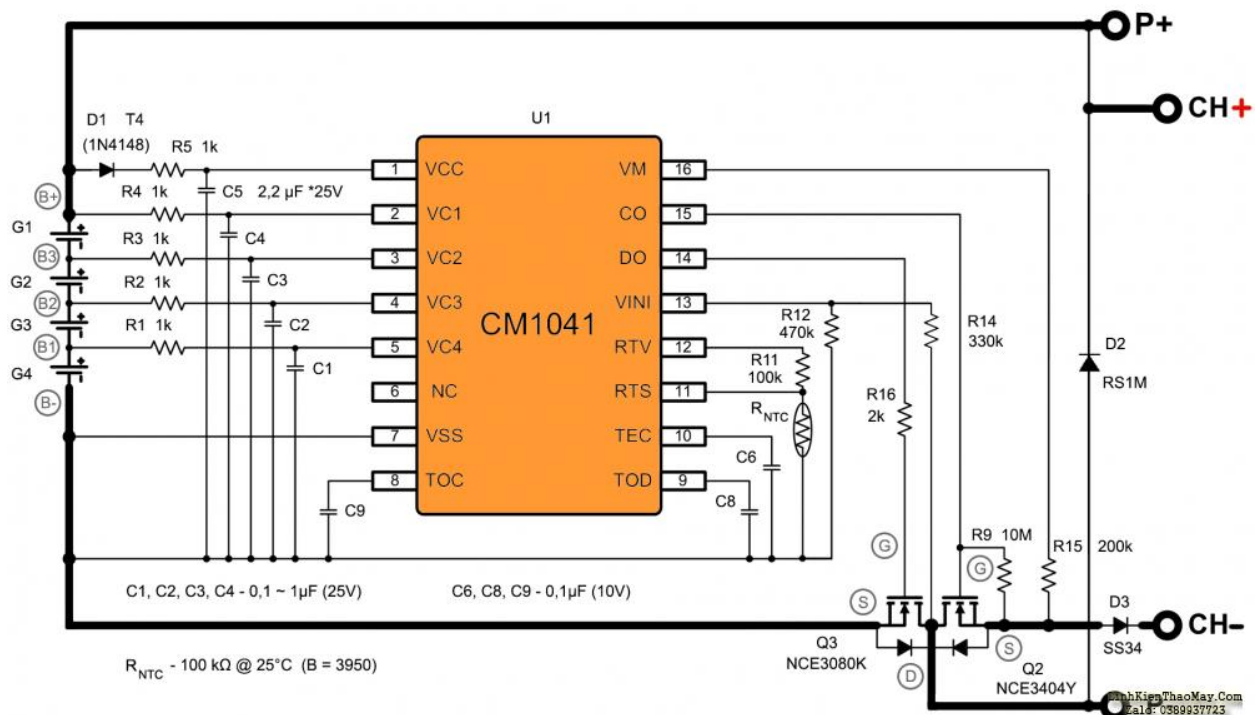
- Đây là những chức năng chính của bo mạch bảo vệ hoặc mô-đun. Đương nhiên, có nhiều bảng phức tạp hơn có chức năng bổ sung, nhưng mình sẽ xem xét bảng đơn giản nhất, có trong các loại pin lithium nào cho các công cụ điện và các thiết bị khác.

Bảng được đánh dấu là TL181203-V4S-WKS_V1.0. Nó không có linh kiện cân bằng mà chỉ thực hiện chức năng bảo vệ.



Bảng điện tử giám sát trạng thái của bốn pin lithium 18650. Các chức năng của bộ điều khiển, là “bộ não” của toàn bộ mạch, được thực hiện bởi chip CM1041-DS. Đây là cái gọi là IC bảo vệ pin.

Sơ đồ bảng bảo vệ khô pin Varyag Professional DA-16 / 2P. Nhấp để mở ở độ phân giải đầy đủ.



Bộ mạch bảo vệ pin được thực hiện theo một sơ đồ điện hình với sự tách biệt của mạch sạc và xả, được trình bày trong biểu dữ liệu cho vi mạch CM1041.

Sơ đồ đã được thêm vào. Nó hiển thị các giá trị của điện trở SMD, đánh dấu của các transistor và diốt, và cũng hiển thị những phần tử không có trên sơ đồ từ biểu dữ liệu, nhưng có trên bảng. mình sẽ nói về chúng sau một chút.

Pin được sạc qua một đầu nối riêng biệt (Tiếp điểm sạc: CH + và CH-), mà bộ sạc được kết nối.Ắc quy được nối với tải thông qua các cực Nguồn: P + và P-.

Chip CM1041-DS (U1) nhận nguồn cung cấp năng lượng trực tiếp từ chính pin mà nó bảo vệ. Điện áp dương được áp dụng cho chân 1 (VCC), và điện áp âm được áp dụng cho chân 7 (VSS).

Vì vậy, bảng bảo vệ luôn hoạt động miễn là nó được kết nối với pin, ngay cả khi nó nằm nửa năm trong hộp có dụng cụ hoặc ở đâu đó trong góc xa nhà để xe của bạn.

Pin có hai chế độ hoạt động chính:

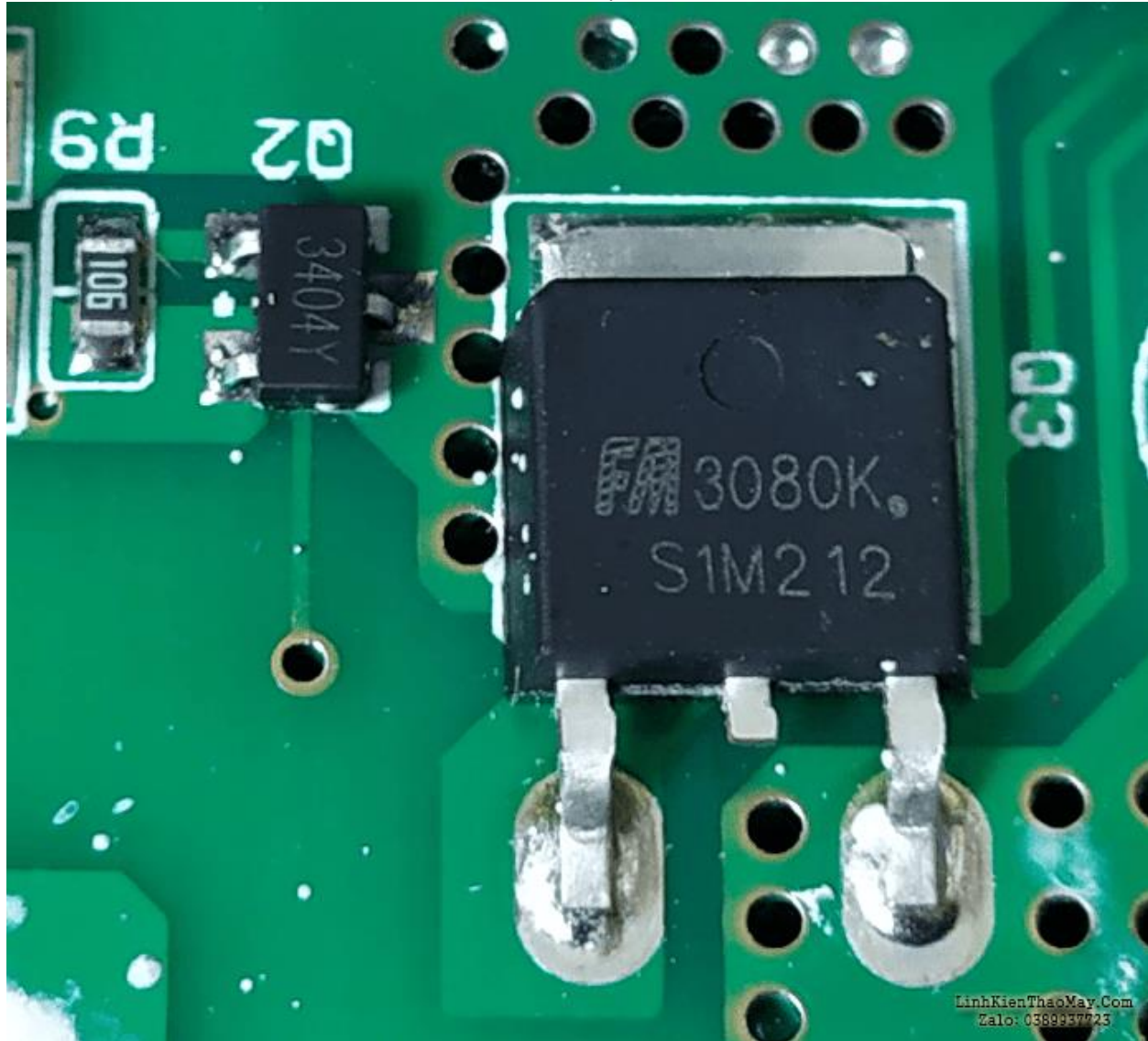
- Chế độ sạc (“Sạc”) khi pin đang được sạc;
- Chế độ xả khi hết pin trong khi sử dụng công cụ điện.

Mức tiêu thụ và đầu ra hiện tại ở hai chế độ này được điều chỉnh bởi hai transistor MOSFET, hoạt động như một chìa khóa và ở trạng thái mở hoặc đóng. Các MOSFET được điều khiển bởi bộ điều khiển bảo vệ CM1041-DS.

MOSFET Q2 (NCE3404Y) mang dòng điện sạc pin. mình sẽ gọi nó là transistor điện tích. Nó được điều khiển bởi chip CM1041-DS trên chân 15 (CO).

MOSFET Q3 (NCE3080K, FM3080K) đang phóng điện. Hãy gọi nó là một transistor phóng điện. Được điều khiển bởi chip CM1041-DS trên chân 14 (DO).

Đây là những gì một transistor sạc và phóng điện trông giống như trên một PCB. Cái nhỏ hơn là transistor điện tích.



Mạch được bổ sung một diode Schottky D3 (SS34), có chức năng bảo vệ. Nếu điện áp được cung cấp không chính xác từ bộ sạc (nguồn điện), diode này sẽ không vượt qua dòng điện, vì nó sẽ được

bật theo hướng ngược lại.



Với kết nối tiêu chuẩn, diode D3 không cung cấp các điện trở nào, nó được kết nối theo hướng thuận. Diode được đánh giá cho dòng điện thuận ($I_{F(AV)}$) là 3 ampe và có điện áp chuyển tiếp thấp (V_F) là 500 mV.

Ngoài ra trên bo mạch còn có một diode D2 (RS1M), được kết nối ngược giữa cực dương “+” (P+) và cực âm “-” (P-) của pin.

Mục đích của diode này không hoàn toàn rõ ràng đối với mình. Nhưng, nếu điện áp sai cực được đặt vào từ bộ sạc và diode Schottky D3 (SS34) bị đứt, thì dòng điện sẽ chạy qua nó và diode bên trong của MOSFET Q2.

Hơn nữa, dòng điện sẽ đi qua diode D2 (RS1M), vì trong trường hợp này, nó sẽ được bật theo chiều thuận. Điều này sẽ làm hư bảo vệ quá dòng hoặc làm nổ cầu chì bảo vệ trong bộ sạc. Pin sẽ được bảo vệ.

Diode D2 cũng sẽ bảo vệ pin nếu nó được sạc qua các cực kết nối tải (P+, P-), tức là, theo một mạch điện hình chữ nhật trên một vi mạch với các mạch sạc và xả chung (được đưa ra trong biểu dữ liệu trên CM1041 -DS).

Trong trường hợp này, nếu bộ sạc được kết nối không chính xác, khi điện áp âm được đặt vào cực P+ và điện áp dương được đặt vào P- từ bộ sạc, diode D2 sẽ mở và làm nổ cầu chì hoặc bảo vệ trong bộ sạc vận hành.

Kiểm soát nhiệt độ pin được thực hiện như sau.

Một điện trở NTC được kết nối với chân 11 (RTS), nó là một điện trở nhiệt có hệ số nhiệt độ âm (TC). Với sự trợ giúp của nó, bộ điều khiển của bộ bảo vệ sẽ đo nhiệt độ của pin trong quá trình sạc và xả.

Trên bảng mạch in, nó được làm dưới dạng một chip nhiệt điện trở, theo mình đây không phải là một giải pháp thực tế cho lắm.

Thông thường, một cảm biến nhiệt độ được lắp trên một trong các pin trong cụm để theo dõi nhiệt độ chính xác nhất có thể. Ở đây, nó được hàn vào bảng mạch in, và thậm chí không phải từ mặt bên của bộ pin.



Nghiên cứu biểu dữ liệu trên CM1041, mình đã bắt gặp một tính năng thú vị.

Nó chỉ ra rằng nếu, vì các lý do gì, điện trở NTC bị ngắt kết nối khỏi vi mạch, thì nó sẽ tắt hoàn toàn pin – nó đóng transistor sạc và xả. Điều này sẽ dẫn đến tắc nghẽn hoàn toàn pin. Có nghĩa là, cho đến khi kết nối của nhiệt điện trở với vi mạch bảo vệ được khôi phục, nó sẽ không sạc pin cũng như xả pin.

Chắc chắn, có một chức năng tương tự trong các chip bảo vệ khác. Do đó, hãy luôn kiểm tra tình trạng của nhiệt điện trở và độ tin cậy của kết nối của nó với chip điều khiển. Trong nhiều loại pin công cụ điện, nhiệt điện trở là một điện trở nhiệt hình giọt nước với hai dây dẫn dài được hàn vào bảng bảo vệ.

Thuật toán hoạt động của chip CM1041-DS như sau.

Như đã đề cập, pin có hai chế độ hoạt động: sạc, khi pin được kết nối với bộ sạc và xả, khi dòng điện được rút ra từ pin trong quá trình hoạt động của công cụ điện hoặc tải khác.

Điều đáng chú ý là một số sửa đổi của chip CM1041 đang được sản xuất. Điều này là do thực tế là có một số loại pin lithium-ion. Ví dụ, lithium iron phosphate (LFP), lithium niken coban nhôm oxit (NCA), lithium niken mangan coban oxit (NMC). Các thông số của chúng khác nhau, đôi khi rất nhiều.

Theo đó, mỗi loại có một phiên bản vi mạch riêng.

Hơn nữa, mình sẽ cung cấp tất cả các giá trị số của các mức hoạt động bảo vệ cho chip CM1041-DS / DT (chữ D chỉ phiên bản, S và T cho biết loại vỏ). Nó phù hợp với pin lithium-ion có dải điện áp hoạt động từ 2,7 ... 4,2V, chẳng hạn như loại INR (lithium mangan).

Bảo vệ xả sâu.

Pin lithium phóng điện quá sâu sẽ dẫn đến sự suy giảm chất lượng và hư hỏng sau đó.

Sử dụng các chân VC1, VC2, VC3 và VC4, vi mạch giám sát điện áp trên từng trong bốn pin lithium của pin composite. Nếu điện áp ít nhất trên các pin nào trong số chúng giảm xuống mức 2,7V, thì vi mạch sẽ tắt transistor phóng điện để bảo vệ pin khỏi bị hư hại khi phóng điện quá mức.

Cho đến khi điện áp trên mỗi pin tăng lên ít nhất 3V, được coi là điện áp hoạt động tối thiểu của pin, transistor phóng điện sẽ được đóng lại. Trong trường hợp này, pin sẽ bị ngắt kết nối với tải, trong trường hợp này là từ trình điều khiển máy khoan, và mình sẽ không thể sử dụng nó.

Bảo vệ quá tải.

Sạc quá nhiều pin lithium khiến pin nóng lên và sinh nhiệt, làm tăng nguy cơ cháy hoặc nổ.

Khi sạc pin, vi mạch sẽ giám sát xem điện áp trên mỗi tế bào lithium có bị vượt quá hay không. Nếu nó đạt đến hiệu điện thế 4,25V, thì bộ điều khiển sẽ tắt transistor tích điện và quá trình sạc pin sẽ dừng lại.

Quá trình sạc pin sẽ bị chặn cho đến khi điện áp trên tất cả các pin giảm xuống còn 4,15V.

Tính năng bảo vệ được đặt lại nếu một tải được kết nối với pin lithium – mạch phát hiện tải (VM, chân 16) đã bị lỗi và điện áp trên tất cả các ô của pin giảm xuống mức dưới 4,15V.

Bảo vệ quá dòng và chập.

Việc tiêu thụ dòng điện quá mức từ pin lithium khiến pin nóng lên. Làm như vậy có thể dẫn đến hư hỏng, cháy hoặc nổ.

Do đó, vi mạch liên tục theo dõi dòng điện được rút ra từ pin. Có ba mức ngưỡng mà tại đó vi mạch tắt transistor phóng điện.

Việc giám sát được thực hiện theo đầu ra V_{INI} (13). Khi dòng điện tăng lên, điện áp trên V_{INI} tăng.

Đối với mỗi cấp, thời lượng tối thiểu của sự kiện được xác định, đó là độ trễ phản hồi. Độ trễ ngắn nhất được đưa ra cho mức độ chập (chập), chỉ 100 ... 600 micro giây (μs).

- Nếu điện áp tại chân V_{INI} cao hơn 0,085 ... 0,115V và thời gian ít nhất là 0,5 ... 1,5 giây, thì bảo vệ mức đầu tiên sẽ hoạt động.
- Đối với mức thứ hai, ngưỡng được đặt thành 0,16 ... 0,24V và thời lượng ít nhất là 50 ... 200 mili giây (mili giây).
- Khi điện áp tại V_{INI} cao hơn 0,4 ... 0,6 V và kéo dài ít nhất 100 ... 600 micro giây, bộ điều khiển coi điều này là chập trong tải và tắt transistor phóng điện.

Như bạn có thể thấy, ở mỗi mức ngưỡng, điện áp tăng lên, tương ứng với dòng khởi động cao hoặc dòng tiêu thụ cao, và thời gian trễ giảm. Trong trường hợp chập, độ trễ đáp ứng bảo vệ là ngắn nhất, vì dòng sự cố sẽ là lớn nhất có thể.

Để thiết lập lại bảo vệ quá dòng, bạn phải ngắt kết nối pin khỏi tải hoặc loại bỏ chập. Trên chân 16 (VM), vi mạch xác định xem tải có bị tắt hay không.

Sạc bảo vệ quá tải hiện tại.

Dòng sạc quá cao, cũng như mức tiêu thụ dòng điện cao, dẫn đến nóng và làm hư pin lithium. Điều này có thể khiến nó tự bốc cháy hoặc phát nổ.

Do đó, chip bảo vệ sẽ giám sát dòng sạc của pin lithium. Khi vượt quá, nó sẽ tắt transistor điện tích. Việc điều khiển được thực hiện trên đầu ra V_{INI} .

Nhờ bộ sạc và mạch phát hiện tải (chân 16, VM), vi mạch xác định xem tải có bị loại bỏ hay không và bộ sạc có được kết nối với pin hay không. Tính năng bảo vệ sẽ được đặt lại nếu bộ sạc bị ngắt kết nối.

Bảo vệ nhiệt độ.

Như đã đề cập, nhiệt độ pin được theo dõi bằng cảm biến nhiệt điện trở (điện trở NTC).

Nếu nhiệt độ giảm xuống $-10^{\circ} C$, pin sẽ ngừng sạc. Ở nhiệt độ thấp, pin lithium sẽ mất dung lượng và nhanh chóng bị phóng điện. Quá trình sạc cũng chậm hơn, do khả năng tích trữ điện của pin bị giảm. Điều này có thể làm hư pin.

Ở nhiệt độ cao, cả quá trình sạc và xả của pin đều bị chặn. Tuy nhiên, trước tiên, việc sạc pin bị chặn. Nếu nhiệt độ tăng thêm $20^{\circ} C$, tính năng bảo vệ phóng điện ở nhiệt độ cao sẽ kích hoạt. Pin lithium sẽ bị chặn hoàn toàn. Nó sẽ không thể sạc hoặc xả nó.

Biểu dữ liệu cho chip CM1041-DS chứa một bảng tương ứng giữa R_T (R11) và nhiệt độ đáp ứng yêu cầu ở nhiệt độ sạc và xả cao.

Ở đó, như một nhiệt điện trở NTC (R_{NTC}), một điện trở nhiệt $100\text{ k}\Omega$ (ở 25°C) có hệ số nhạy nhiệt độ B \backslash u003d 3950 được sử dụng. Từ đó, có thể giả định rằng điện trở nhiệt có cùng thông số hoặc tương tự được sử dụng trên bảng mà mình đang xem xét, nhưng trong gói SMD.

Dựa trên giá trị của điện trở R11 đặt mức bảo vệ chống lại sự tích điện ở nhiệt độ cao, nên giả định rằng nó bằng $52 \dots 53^\circ\text{C}$ và mức bảo vệ chống phóng điện ở nhiệt độ cao là $72..73^\circ\text{C}$.

Để tắt chế độ bảo vệ, pin cần phải nguội đi 10°C trong cả hai trường hợp.

Bảo vệ tắt máy.

Nếu một trong các đầu ra VC1, VC2, VC3 và VC4 bị mất điện áp, thì vi mạch coi đây là sự ngắt kết nối của tế bào pin hoặc nó không sử dụng được. Trong trường hợp này, các transistor sạc và xả bị tắt, chặn hoàn toàn quá trình sạc và xả của pin.

Trạng thái chặn sẽ vẫn có hiệu lực cho đến khi kết nối bình thường của các ô pin được khôi phục.

Như bạn có thể thấy, vi mạch có đủ các chức năng điều khiển để ngăn chặn hoạt động bất thường của pin.

Các chip tương tự như mô tả rất dễ tìm thấy trong tất cả các loại thiết bị tự cấp nguồn. Nếu bạn nghiên cứu ngắn gọn các biểu dữ liệu trên chúng, bạn có thể thấy rằng tất cả chúng được sắp xếp theo một cách giống nhau, có các nút giống nhau và có các tham số tương tự.

Một ví dụ về điều này là chip S-8254A. Sự khác biệt có thể nằm ở loại độ dẫn của MOSFET sạc / xả được sử dụng (kênh N hoặc kênh P), số lượng tế bào pin lithium mà chip bảo vệ có thể phục vụ (2S, 3S, v.v.).

Điều đáng chú ý là bo mạch bảo vệ được coi là pin lithium-ion của tuốc nơ vít Varyag Professional DA-16 / 2P khá thô sơ. Nó thực hiện các chức năng bảo vệ, nhưng nó, giống như một bộ sạc bên ngoài, không có bộ cân bằng.

Theo thời gian, do sự khác biệt trong các thông số của pin lithium-ion là một phần của pin, chúng sẽ bắt đầu xả và sạc không đồng đều, điều này dẫn đến hoạt động của linh kiện bảo vệ khi một số tế bào lithium không được sạc đầy. Sẽ không có gì để cân bằng điện áp, vì không có bộ cân bằng trong mạch.

Pin sẽ ngừng sử dụng và cung cấp đầy đủ dung lượng, và một số pin sẽ bắt đầu xuống cấp. Vì vậy, sau một thời gian, sẽ cần thiết phải sửa chữa pin lithium và thay thế pin trong đó.

Nguyên nhân của sự cố có thể là do chính PCB. mình đã nói về việc sửa chữa bo mạch mà mình vừa nghiên cứu từ pin của tuốc nơ vít Varyag Professional DA-16 / 2P.

Nó cũng không được khuyến khích để vận hành các công cụ điện với pin lithium-ion trong thời tiết lạnh. Vì vậy, ví dụ, sau khi xả hết pin lithium trong nước lạnh, nó có thể ngừng sạc đúng cách.

Ngay cả bộ sạc thông thường cũng không thể đáp ứng được và bạn sẽ phải khôi phục lại pin. mình đã đưa ra một ví dụ thực tế từ thực tế sửa chữa trong một bài báo về khôi phục pin DCB145 từ máy vặn vít DeWalt

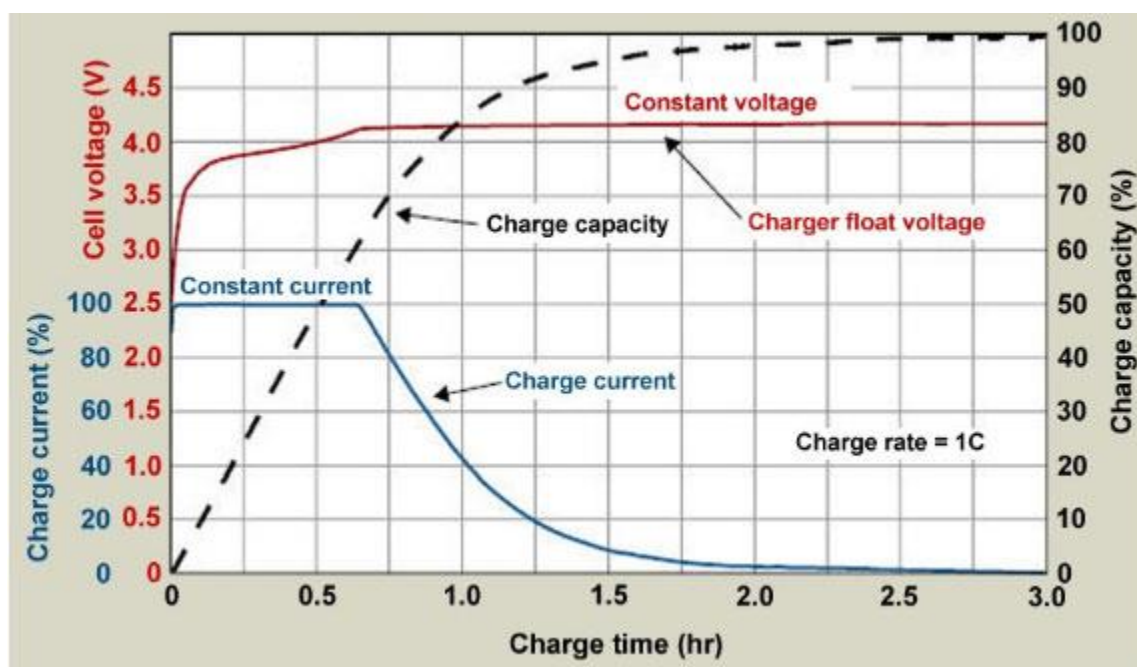
Nguyên lý hoạt động và quá trình sạc xả pin lithium ion

Pin Lithium-ion (hay pin Li-ion) là loại pin được sử dụng rất nhiều trong các thiết bị như điện thoại di động, máy tính xách tay, xe điện,... Khác với pin nikel, pin Li-ion đắt tiền hơn nhưng bù lại số lần sạc xả gấp 3 lần so với ắc quy khi sử dụng cho xe điện, nó có tuổi thọ dài hơn, khối lượng nhẹ hơn, thể tích nhỏ hơn và cho phép nạp với tốc độ nhanh hơn rất nhiều. Do bản chất hóa học đặc biệt nên pin Li-ion có quy trình sạc riêng, không giống các loại ắc quy hay pin nikel khác.

Tổng quan về quá trình sạc pin Lithium-ion

Sạc ổn dòng: Trong quá trình sạc ổn dòng, dòng điện được giữ không đổi, thông thường bằng C/2-C (trong đó, C là dung lượng [Ah] của ắc quy). Dòng điện sạc càng lớn, quá trình sạc ổn dòng càng ngắn nhưng quá trình sạc ổn áp sẽ càng dài; tuy vậy, tổng thời gian sạc cả 2 giai đoạn thường không quá 3h. Đồng thời, dòng điện lớn sẽ làm tăng nhiệt độ của pin. Trong quá trình sạc cần theo dõi nhiệt độ sát sao vì nhiệt độ quá cao sẽ có thể làm cho ắc quy bốc cháy hoặc phát nổ.

Thông thường, nhiệt độ không nên vượt quá 45°C. Một số pin Li-ion sử dụng công nghệ Lithium-Ferro-Phosphat (LiFePO₄) có thể đẩy nhiệt độ khi sạc lên đến 60°C. Nếu sử dụng bộ sạc nhanh (quick charge) chỉ thực hiện bơm dòng ổn định vào ắc quy (sạc ổn dòng) do đó, giới hạn về nhiệt độ lớn hơn đồng nghĩa với việc dòng điện sạc lớn hơn hay thời gian sạc nhanh sẽ ngắn hơn.



Quy trình sạc pin li-ion.

Sạc ổn áp: Trong chế độ sạc ổn áp, điện áp sạc thường được giữ không đổi bằng 4,2V/cell. Do dung lượng của pin phục hồi dần, sức điện động của nó tăng lên làm cho dòng điện giảm dần. Khi dòng điện giảm về nhỏ hơn 3%C, chế độ sạc ổn áp kết thúc. Lúc này, dung lượng pin đạt khoảng 99%. Trong quá trình sạc ổn dòng, điện áp trên 2 đầu cực ắc quy tăng dần. Khi điện áp đạt bằng sức điện động của pin lúc đầy, bộ sạc kết thúc quá trình sạc ổn dòng và chuyển sang chế độ sạc ổn áp. Toàn bộ thời gian sạc ổn dòng thường kéo dài tối đa khoảng 1h (tùy thuộc vào dung lượng còn lại ban đầu của pin). Kết thúc quá trình sạc ổn dòng, dung lượng pin đã phục hồi được khoảng 70%.

Trong nhiều trường hợp (quick-charge) người ta có thể đem sử dụng ngay (phương pháp “charge-and-run”). Điều này mặc dù làm giảm bớt thời gian sạc đồng thời làm cho thiết kế của bộ sạc đơn giản hơn rất nhiều nhưng mặt khác sẽ làm giảm tuổi thọ pin. Để đảm bảo tuổi thọ của pin theo đúng thông số nhà sản xuất đưa ra, người ta thường phải tiến hành cả giai đoạn sạc ổn áp – thường mất thời gian hơn rất nhiều so với giai đoạn sạc ổn dòng.

Khác với pin nikel hoặc acid-chì, pin Li-ion không cần và không được phép duy trì áp sạc sau khi pin đã đầy (dòng điện sạc giảm nhỏ hơn 3%C) vì tính chất của Lithium-ion không cho phép over-charge; nếu vẫn cố over-charge có thể sẽ làm nóng ắc quy và gây ra nổ. Ngoài ra, theo các chuyên gia, không nên sạc pin Li-ion vượt quá 100% dung lượng vì như vậy sẽ làm giảm tuổi thọ của ắc quy. Vấn đề này sẽ được làm rõ ở phần tiếp theo.

Nếu pin được sạc đầy, sau khi ngừng sạc, điện áp hở mạch của pin sẽ giảm dần về mức ổn định khoảng 3,6 – 3,9V/cell. Trái lại, nếu chỉ sạc nhanh (sạc ổn dòng) thì sau khi ngừng sạc, điện áp pin sẽ giảm sâu hơn về khoảng 3,3 – 3,5V.

Do pin Lithium-ion cũng có tính chất tự phóng điện khi không sử dụng (self-discharge) nên trong một số trường hợp, để điền đầy pin, ngoài việc sử dụng quá trình ổn dòng, ổn áp, người ta thường kết hợp thêm kỹ thuật sạc xung ngắn.

Chẳng hạn, khi áp ắc quy đạt 4,2V/cell, quá trình sạc sẽ dừng ngay. Lúc này, điện áp pin sẽ giảm dần; khi điện áp pin giảm còn 4,05V/cell hệ thống sạc lại tiếp tục đóng áp sạc 4,2V/cell vào để tiếp tục quá trình sạc áp.

Việc đóng cắt như vậy sẽ được diễn ra liên tục. Nhờ vậy, điện áp pin sẽ được giữ ổn định trong khoảng 4,05 – 4,2V/cell, do đó, làm pin được nạp sâu hơn, tránh được **hiện tượng over-charging** và kéo dài tuổi thọ pin.

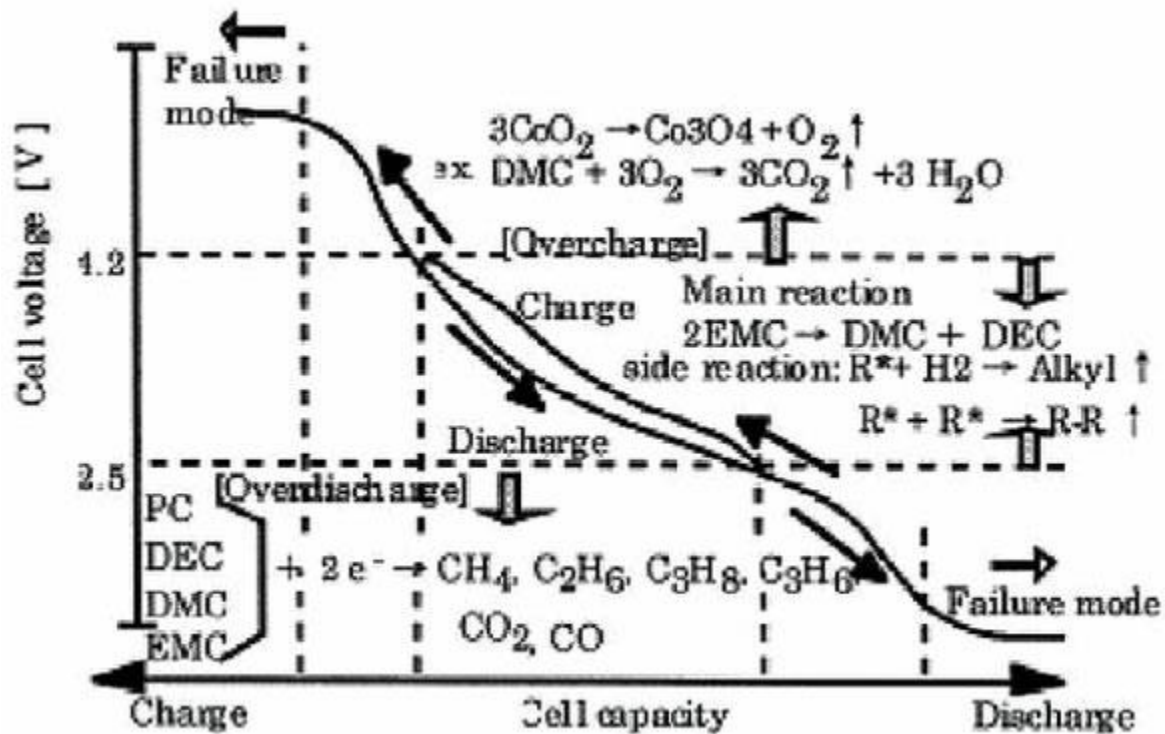
Vấn đề Over-charging ắc quy Lithium-ion

Thông thường, pin Li-ion chỉ nên hoạt động (sạc/xả) ở vùng điện áp được thiết kế (dưới 4,2V/cell). Tuy nhiên, trong một số trường hợp, khi pin đã đầy mà vẫn bơm dòng điện vào, điện áp pin sẽ dâng lên cao hơn 4,3V. Lúc này, ắc quy gọi là bị over-charging.

Khi ở điện áp pin nằm ngoài vùng làm việc an toàn (trên 4,2V/cell hoặc dưới 2,5V/cell) hoạt động của nó trở nên không ổn định. Các lớp Lithium Metallic sẽ hình thành trên cực dương trong khi cực âm sẽ bị oxi hóa mạnh làm giảm tính ổn định và sản sinh ra khí CO₂ bên trong pin làm áp suất bên trong pin sẽ tăng lên. Thông thường, để an toàn, bộ sạc cần phải ngừng sạc ngay khi áp suất trong cell đạt 200psi.

Nếu bộ sạc không có chức năng theo dõi và bảo vệ áp suất lớn, do khí CO₂ không ngừng sinh ra, áp suất pin sẽ tiếp tục tăng, đồng thời nhiệt độ pin cũng tăng nhanh. Khi áp suất đạt khoảng 500psi, lúc này nhiệt độ pin đạt khoảng 130 độ- 150 độ, lớp màng an toàn ngăn cách các cell sẽ bị đánh thủng và pin sẽ bắt đầu bốc cháy thậm chí gây nổ.

Vì vậy, trong quá trình sạc, cần tuyệt đối tuân thủ các yêu cầu về nhiệt độ và điện áp trên các cell.



Quá trình hoạt động của pin.

Pin Li-ion nói chung không nên và không được phép xả quá sâu (over-discharge). Khi điện áp pin giảm xuống dưới 3,0V/cell, tốt nhất nên cắt pin khỏi mạch. Nếu để điện áp pin giảm xuống dưới 2,7V/cell hệ thống mạch bảo vệ của bản thân pin sẽ tự động chuyển pin sang chế độ sleep. Lúc này, pin không thể sạc lại được theo cách thông thường mà cần phải sử dụng chu trình sạc 4 giai đoạn theo sơ đồ hình 2.3. Xả pin Li-ion bị over-discharge

Trong chu trình sạc 4 giai đoạn, ngoài 2 giai đoạn sạc ổn dòng, ổn áp giống như quy trình sạc pin Li-ion thường, 2 **giai đoạn Pre-charge và Activation** được thêm vào để khôi phục lại hoạt động của pin.



Cell pin lithium ion samsung.

Trước tiên, trong giai đoạn Pre-charge, pin sẽ được bơm vào một dòng điện nhỏ (5-15%C) sau đó điện áp pin được giám sát. Nếu sau một khoảng thời gian xác định (testing time), điện áp pin không tăng hoặc tăng quá chậm thì pin coi như không thể phục hồi được nữa. Trái lại nếu điện áp tăng lên trên 2,8V khi đó pin gọi là còn tốt và có thể tiếp tục sạc được. Lúc này, bộ sạc chuyển sang sạc pin trong chế độ Activation để kích hoạt trở lại hoạt động của pin.

Trong chế độ Activation, dòng điện 5-15%C tiếp tục được duy trì cho đến khi điện áp pin tăng lên trên 3V. Lúc này bộ sạc lại chuyển sang hoạt động ở chế độ sạc ổn dòng và ổn áp như bình thường.

Khi các nhà sản xuất bán pin, họ thường sạc sẵn pin đến 40% dung lượng. Tuy nhiên, sau một thời gian, do hiện tượng tự xả (self-discharge) dung lượng pin giảm dần, đồng nghĩa với việc điện áp pin giảm. Vì vậy, để tránh hiện tượng over-discharge, pin nên được bảo trì định kỳ bằng cách sạc lại sau khi để không dùng trong một thời gian dài.

Mỗi cell pin Li-ion thường có điện áp hở mạch khoảng 3,5V. Trong các hệ thống như xe điện, để cấp điện cho động cơ truyền lực chính và các thiết bị điện khác trong xe, các cell thường được mắc song song nối tiếp cho đến khi đạt được điện áp DC-Bus khoảng 200VDC trở lên. Vấn đề cân bằng cell (cell balancing).

Những nguyên nhân như thông số các cell do nhà sản xuất cung cấp có sai số nhất định; trong quá trình hoạt động, nhiệt độ ảnh hưởng lên mỗi cell cũng không đều nhau hay ảnh hưởng của tuổi thọ khiến tính chất của các cell không đồng đều. Có cell có điện áp cao hơn một chút, có cell có điện áp thấp hơn một chút so với các cell khác, hay nói cách khác, các cell không cân bằng với nhau.

Trong quá trình sạc, cell có điện áp cao hơn sẽ đầy trước trong khi một số cell còn lại chưa đầy. Nếu vẫn tiếp tục sạc, cell đó sẽ bị overcharge khiến nhiệt độ và áp suất tăng cao (như đã phân tích ở trên) làm giảm tuổi thọ của cả quả pin thậm chí phá hỏng cell đó. Ngược lại, trong quá trình xả, cell có điện

áp thấp hơn sẽ chóng cạn hơn. Nếu vẫn tiếp tục xả sâu, cell đó sẽ bị over-discharge, làm giảm tuổi thọ pin. Khi một cell bị hỏng, thông thường ta phải thay thế toàn bộ cả hệ thống pin, bởi lẽ, nếu chỉ thay cell bị hỏng (có thể được trong một số trường hợp) thì cell mới đó vẫn có tính chất khác so với các cell còn lại, nghĩa là nguy cơ mất cân bằng (unbalance) vẫn có thể xảy ra.

Càng nhiều cell mắc nối tiếp, nguy cơ xảy ra mất cân bằng càng cao và độ tin cậy càng giảm. Các nghiên cứu đã chỉ ra rằng, nếu hệ thống pin được ghép nối bởi n cell, xác suất xảy ra mất cân bằng tăng lên gấp n lần so với chỉ 1 cell hoạt động độc lập.

Để hạn chế vấn đề này, có một số cách có thể xem xét. Trước tiên, người ta sẽ cố gắng chọn các cell có thông số tương đối đồng đều để ghép nối với nhau. Các cell sau đó sẽ được ghép nối song song nối tiếp với nhau thay vì chỉ ghép nối tiếp vì như vậy, dòng vòng chạy giữa các cell sẽ giúp cân bằng các cell với nhau (self-balancing). Sau đó, trong quá trình sử dụng, nhiệt độ phải được giám sát chặt chẽ để đảm bảo phân bố đều trên các cell.

Tuy vậy, để giải quyết triệt để việc mất cân bằng áp pin Li-ion, trong các xe điện, hệ thống quản lý pin (Battery Management System – BMS) cần giám sát chặt chẽ dung lượng của mỗi cell (State of Charge – SOC). Nếu phát hiện có sự mất cân bằng, hệ thống BMS cần thực hiện các biện pháp nhất định nhằm đưa các cell về trạng thái cân bằng với nhau. Có hai cách để thực hiện việc này là cân bằng chủ động và cân bằng thụ động.



Mạch cân bằng 36V dành cho xe đạp điện.

Phương pháp cân bằng chủ động sẽ chuyển bớt năng lượng từ các cell có dung lượng cao hơn vào các cell có dung lượng thấp hơn. Phương pháp này có ưu điểm giúp hệ thống cân bằng về áp và không có tổn hao do năng lượng được luân chuyển lẫn nhau giữa các cell. Tuy nhiên, thiết kế cho mỗi cell một nguồn sạc độc lập là không thực tế. Việc cân bằng áp được thực hiện tuần tự cho một hoặc một nhóm cell. Do đó, để sạc đầy cả bộ pin cần thời gian khá lớn.

Phương pháp cân bằng thụ động đơn giản hơn phương pháp cân bằng chủ động nhưng gây ra tổn hao trên điện trở. Bộ sạc cần ngắt sạc ngay khi một cell nào đó đã đầy. Sau đó, cell đã đầy sẽ được xả qua điện trở cho đến khi bằng cell thấp hơn. Sau đó, bộ sạc được tiếp tục đóng điện trở lại và chu trình lại được lặp lại cho đến khi tất cả các cell đã đầy.

Như vậy, trong quá trình sạc, ngoài việc tuân thủ đúng các quy trình sạc, bộ sạc cần phối hợp chặt chẽ với hệ thống BMS để thực hiện các kỹ thuật cell balancing nhằm điền đầy các cell, chống sự mất cân bằng giữa các cell, qua đó kéo dài tuổi thọ của cả bộ ắc quy.

Sự ảnh hưởng của nhiệt độ đến quá trình sạc pin Lithium ion

Như đã nói ở mục trên, hoạt động nạp xả của pin phụ thuộc lớn vào nhiệt độ. Nói chung, tất cả các loại pin đều có thể hoạt động trong một dải nhiệt độ khá rộng. Đối với ắc quy Li-ion, dải nhiệt độ này là từ 0C – 45C trong chế độ sạc và 0C – 60C trong chế độ xả. Một số pin dựa trên Lithium đời mới hơn như Lithi-Ferro – Phosphat (LiFePO4) hoặc Li-Polimer cho phép mở rộng vùng nhiệt độ làm việc hơn một chút. Trong vùng này, tính chất của pin hầu như ổn định, hiệu suất sử dụng năng lượng cao. Nhưng ngoài vùng nhiệt độ đó, ở những nhiệt độ rất thấp hoặc rất cao, hoạt động của pin bị ảnh hưởng mạnh, các phản ứng hóa học bên trong pin diễn ra chậm lại, đồng nghĩa với dòng điện do ắc quy sinh ra hoặc hấp thu sẽ giảm đi so với khi hoạt động trong.

Đối với pin Li-ion nói chung, người ta đã chứng minh được rằng dải nhiệt độ từ 5C – 45C là dải nhiệt độ hoạt động tối ưu. Dưới 5C dòng sạc cần phải được giảm xuống và khi nhiệt độ giảm xuống dưới 0C (nhiệt độ đóng băng) cần dừng ngay quá trình sạc.

Ngược lại, ở nhiệt độ cao hơn 45C hoạt động của pin trở nên mạnh mẽ hơn, nghĩa là có thể phóng hoặc nạp dòng điện lớn hơn dòng danh định (C). Tuy nhiên, cả 2 trường hợp (nhiệt độ quá thấp cũng như nhiệt độ quá cao) đều làm tăng nội trở pin, do đó, nếu vẫn cố gắng sạc thì sẽ làm giảm tuổi thọ pin.

Các yêu cầu khi sử dụng pin Li-ion

- Tất cả các thiết bị nuôi bởi ắc quy cần sạc. Khi đó, hệ thống đo dòng, áp sạc sẽ cho kết quả chính xác, phản ánh đúng các thông số quá trình sạc.
- Không nên sạc khi nhiệt độ môi trường quá thấp hoặc quá cao.
- Dừng sạc ngay khi bộ nhiệt độ pin tăng cao bất thường
- Dừng sạc ngay khi dung lượng pin đạt khoảng 90 – 99%. Như vậy sẽ tốt cho pin hơn là sạc đến 100% hoặc hơn. Thông thường, các bộ sạc có đèn báo dung lượng và tự cắt khi dung lượng đạt mức 90 – 99%. Nếu không, người dùng cần theo dõi để cắt sạc. Điều này sẽ làm tăng tuổi thọ pin.
- Trước khi lưu trữ pin không sử dụng trong một thời gian dài, nên sạc trước cho nó đến khoảng 40-50% dung lượng để tránh hiện tượng over-discharge vì pin bị self-discharge.
- Không nên cố sạc pin có sức điện động dưới 2,7V/cell (đã bị over-discharge) bằng các bộ sạc thông thường (chỉ có chế độ ổn dòng và ổn áp) mà phải dùng các bộ sạc chuyên dụng (hỗ trợ đầy đủ cả 4 chế độ: Pre-charge, Activation, Constant Current, Constant Voltage).

