

리튬 계열의 배터리 관리 및 모니터링을 위한 설계

김남성* · 복영수**

*한국폴리텍VI대학 구미캠퍼스, *한국폴리텍 I 대학 서울정수캠퍼스

The Design for Battery Management & Monitoring of Lithium Series

Nam-sung Kim* · Young-su Bok**

*Gumi Campus of Korea Polytechnic VI College,

**Seoul Jungsu Campus of Korea Polytechnic I College

E-mail : *siluet@kopo.ac.kr, **bokys@kopo.ac.kr

요 약

녹색 성장과 녹색 소비문화는 국제적인 추세이며, 이를 선도하는 분야중 하나인 전기차, 하이브리드차 등의 그린카의 중요성은 주변에서 쉽게 접할 수 있다. 그린카 분야에서 배터리를 활용하는 기술에 대한 연구개발 수준은 관심 차원을 넘어 활성화 되고 있는 단계라 할 수 있다.

이에 따라 2차 전지인 리튬 계열의 배터리를 보다 효율적이고 안정적으로 사용하기 위해 배터리를 관리하고 모니터링 하는 기술이 필요하다. 본 논문에서는 리튬 계열의 배터리를 관리하고 모니터링 하는 기술에 대한 설계 및 활용 방법에 대해 제안한다.

ABSTRACT

Green Growth and green consume culture is the international trend, the importance of Green Car in one of leading electric car, hybrid electric car are easily accessible from the surrounding. In Green Car, the level in research and development of technology to take advantage of the battery is activated beyond the interest.

Accordingly, it is needed to manage and monitor the battery in order to use more efficiently and reliably about the secondary battery of lithium series. In this paper, we propose the design and how to take advantage of technology for managing and monitoring of lithium series battery.

키워드

BMS, Battery Management System, Lithium, Polymer

I. 서 론

녹색 성장과 녹색 소비문화는 국제적인 추세이며, 이와 관련된 산업인 그린카 분야의 전기차, 하이브리드차 뿐만 아니라 스마트 그리드 및 신재생에너지 분야의 태양광, 풍력 및 수력 등과 관련하여 에너지를 저장하고 사용하기 위한 2차 전지에 대한 관심 및 연구개발은 지속적으로 이루어지고 있다[1]. 이와 더불어 이러한 2차 전지를 활용하기 위해서는 2차 전지의 효율적인 관리가 필요하기에 때문에 BMS (Battery Management System, 배터리 관리 시스템)에 대한 관심도 높아지고 있다.

BMS는 2차 전지의 전압, 충전·방전 전류 및 온

도 등을 최적의 조건으로 관리하기 위한 시스템이다. 특히, 과충전, 과방전 및 과전류 등의 비정상적인 동작을 미연에 방지하여 2차 전지의 수명을 보호하는 장치이다.

II. BMS 개요

최근에 휴대용 전자제품 및 전기차, 하이브리드차에 사용되는 2차 전지는 리튬 계열의 배터리가 주로 사용되고 있다. 리튬 계열의 배터리가 납축전지나 니켈수소전지에 비해서 동일 부피당 낮은 중량, 높은 에너지 밀도, 안전성 문제 해소 및 순간적인 높은 출력전압 등으로 인해서 2차 전지의

본 연구에서 설계한 BMS 및 모니터링 시스템의 구성은 [그림 1]과 같다. 시스템 동작은 BMS 보드에 장착된 MCU에서 배터리 전압 및 온도 등을 측정하고 판단하여 처리할 수 있도록 구성하였다. BMS 보드의 동작을 직관적으로 확인할 수 있도록 이와 관련된 데이터를 RS-232 통신으로 모니터링 및 설정할 수 있도록 구성하였다.

세부적인 시스템 설계 기준은 48V 및 72V 전기차의 BMS로 동작하도록 구성하였다. 사용 배터리는 리튬 인산철 배터리를 기준으로 48V인 경우에는 3.2[V]×15셀(모듈1-8셀, 모듈2-7셀)과 같이 구성하고, 72V인 경우에는 3.2[V]×21셀(모듈1-12셀, 모듈2-11셀)과 같이 구성이 가능하다. 추가적으로 한 개의 BMS 보드에서 최대로 모니터링이 가능한 전압 보다 높은 전압을 모니터링 할 수 있도록 시스템을 구성하기 위해서는 daisy-chain 방식의 SPI 통신으로 연결하여 시스템 확장이 가능하다. daisy-chain 방식의 SPI 통신에 의한 배터리 모니터링 모듈의 시스템 확장은 최소한의 케이블로 각 모듈간의 인터페이스 구성이 가능하다. BMS를 위해 설계한 하드웨어는 [그림 2]와 같다.



그림 2. BMS 하드웨어

3.1 BMS 인터페이스

BMS를 위해 각 장치와의 통신 인터페이스 구성은 다음과 같다.

- BMS 보드과 다른 장치(충전기, 모터 컨트롤러)와 통신 : CAN 2.0
- BMS 모니터링 및 설정(PC 또는 임베디드 시스템) : RS-232
- MCU와 배터리 모니터링 IC : daisy-chain 방식의 SPI

3.2 BMS 하드웨어 환경

BMS를 위한 하드웨어 환경은 다음과 같다.

- 한 개의 배터리 모니터링 모듈에 연결 가능한 셀의 갯수 : 12개 까지 (최소 4개 이상 : 전체

셀 전압은 10[V] 이상 요구됨)

- 한 개의 배터리 모니터링 모듈의 최대 입력 전압 : 60[V]
- 한 개의 셀 단자에 대한 최대 입력 전압 : 9[V]
- ADC : 12-bit
- 셀 방전 단자 : 모듈에 내장 - 셀 발란싱 기능
- 온도 측정 : 2개의 서미스터 입력 및 1개의 내부 모듈의 온도 측정
- 오픈 와이어 점검 : 각 셀별로 연결된 단자 중에서 와이어의 끊김으로 인해서 발생할 수 있는 오류를 방지
- 자가 진단 : 각각의 셀에 대한 ADC 동작이 정상적인지 판단자는 자가 진단 기능, ADC 변환에 대한 신뢰성 확보
- 위치독 타이머 : 배터리 모니터링 중에 일정 시간(2초) 동안 아무런 동작이 없으면 해당 기능을 초기화함으로써 시스템 동작 오류를 보호
- 디지털 아이솔레이터 : 측정을 위한 배터리로부터의 과전압에 의한 MCU의 보호

3.3 BMS 분석

설계한 시스템은 BMS 보드의 MCU가 배터리에 대한 전반적인 동작, 모니터링 및 관리하는 방식이다. [그림 3]은 BMS를 위한 PC 환경의 모니터링 프로그램의 화면이다.

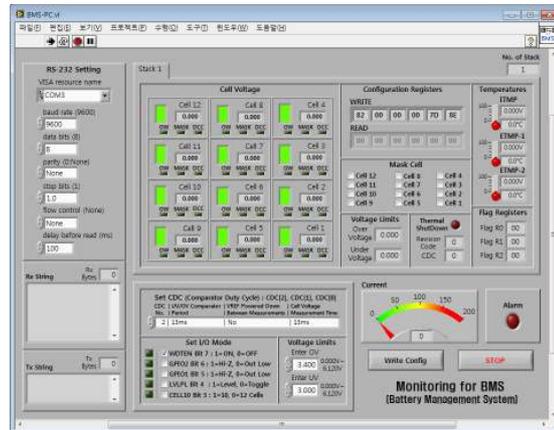


그림 3. BMS 모니터링 프로그램

BMS 보드는 RS-232 시리얼 통신을 통해서 배터리와 관련된 모니터링 데이터를 1초 주기로 PC에 전송한다. 전송되는 데이터는 설정된 레지스터 값과 셀별 전압, 과전압/저전압 플래그, 오픈 와이어 및 온도 값 등이다.

한 개의 배터리 모니터링 모듈이 관리할 수 있는 셀은 최대 12개이다. 각 셀의 데이터는 측정된 전압과 이와 관련하여 과전압/저전압 등 셀 상태를 직관적으로 나타낼 수 있는 칼라 표시 그리고 셀 발란싱을 위한 방전, 사용되지 않는 셀의 마스크 및 오픈 와이어 상태를 모니터링 할 수 있다.

또한 한 개의 배터리 모니터링 모듈은 내부 온도와 2개의 서미스터 입력에 대한 온도 측정값을 표시한다.

동일한 특성의 리튬 계열 모델의 배터리를 사용한다는 전제 조건으로 설계하였기에 다수의 배터리 모니터링을 위해 여러 개의 배터리 모니터링 모듈이 사용되더라도 각각의 배터리 모니터링 모듈에 대한 레지스터 및 과전압/저전압 설정은 동일한 값으로 사용하도록 프로그램을 설계하였다.

여러 개의 배터리 모니터링 모듈이 동작하는 경우, 만약에 특정 셀이 저전압으로 인하여 방전에 문제가 있다고 판단되면 BMS 보드는 부저를 통해서 사용주의 경보를 알리며 모니터링 프로그램에서는 알람 표시를 한다. 이 경우에 각각의 배터리 모니터링 모듈의 상태를 파악하기 위해서 모니터링 프로그램의 탭을 클릭하여 어느 배터리 셀에 문제가 발생했는지를 파악할 수 있다.

BMS 동작 중에 배터리 셀을 모니터링 하는 단자 및 와이어가 손상되는 경우가 발생할 수 있다. 이와 같은 경우에는 모니터링 단자에 예측할 수 없는 값이 측정됨으로 인해서 모니터링 오류가 발생할 수 있다. '오픈 와이어 점검'기능은 각 셀 별로 연결된 단자가 정상적으로 연결되었는지의 상태를 판단하여 와이어의 끊김으로 인해서 발생할 수 있는 모니터링 오류를 방지할 수 있다.

배터리 셀의 수명에 치명적인 영향을 미치는 항목이 과충전이기 때문에 충전시에는 특정 배터리 셀의 과충전을 방지하기 위해서 해당 배터리 셀에 과전압이 검출되면 해당 셀의 방전 단자를 'ON'시켜서 셀 발란싱을 유지하면서 충전을 지속할 수 있다. 이와 같은 셀 발란싱 기능이 없으면 과충전을 방지하기 위해서 충전을 중단하고 해당 셀을 배터리 스택의 각 셀의 전압 수준과 유사하게 유지하기 위해 오랜 시간 동안 방전을 시켜야 되는 문제가 발생된다.

방전시에는 전체 배터리 스택에 흐르는 전류를 모니터링 하고 각 배터리 셀의 전압과 비교·분석하여 SOC를 예측할 수 있다.

IV. 결 론

본 논문에서는 리튬 계열의 배터리 관리 및 모니터링을 위한 설계 기술에 대해 서술하였다.

향후에는 이와 같은 시스템을 기반으로 고전압이 필요한 전기차 및 하이브리드차에서 활용할 수 있는 지능적이고 효율적인 BMS를 설계하고자 하며, BMS와 직접적으로 관련된 충전기 설계가 요구된다. 추가로 BMS 알고리즘 및 회로를 보완하여 언제나 배터리를 최적화 상태에서 사용할 수 있고, 배터리 수명을 연장할 수 있는 방법이 요구된다.

모니터링 프로그램도 추가적인 보완을 통하여 차량 내에 장착된 임베디드 시스템에서 타 프로

그램과 동시에 상시적인 모니터링을 할 수 있도록 프로그램 설계 변경이 필요하다.

참고문헌

- [1] 녹색성장위원회, <http://www.greengrowth.go.kr>
- [2] <http://www.linear.com>
- [3] Jim Douglass, "Battery Management Architectures for Hybrid/Electric Vehicles", Electronic Product Design, pp 8~10, March 2009
- [4] Greg Zimmer, Special Report Automotive Electronics, pp 19~20, September 2009
- [5] Michael Kultgen and Jon Munson, "Battery Stack Monitor Extends Life of Li-Ion Batteries in Hybrid Electric Vehicles", Vol. XIX No. 1, Linear Technology Magazine, pp 2~8, March 2009