

플로우배터리 충방전을 위한 BMS의 설계 및 운용

주재연, 조영훈, 최규하
건국대학교 전력전자연구소

A Design and Operation of Battery Management System for Charge and Discharge Flow Battery

Jaeyeon Ju, Younghoon Cho, Gyu Ha. Choe
Power Electronics Lab., Konkuk Univ.

ABSTRACT

This paper proposed a construction of BMS to adopt energy storage system using flow battery. To operate flow battery system with BMS, there are motor drive system to pump electrolyte up. And it needs sensors to check leaking and temperature. The proposed system is verified by experiment.

1. 서론

전력 수요의 급격한 변동과 이로 인해 발생하는 첨두부하에 관한 문제 해결을 위한 방안으로 에너지저장장치를 이용한 방안이 대두되고 있다. 에너지저장장치는 수요가 적은 시간의 잉여전력을 배터리 등의 매체에 저장한 후 필요한 시간에 이를 사용하여 부하 평준화에 이바지한다. 이러한 에너지저장장치의 에너지 저장 매체로 가장 보편적으로 사용되는 것이 배터리이다. 그 중에서 리튬 이온배터리는 가장 널리 사용되고 있으나 대용량 시스템에서의 경제성 문제에서 한계를 지닌다. 이에 대한 대안으로 플로우배터리를 이용한 에너지저장장치의 개발이 연구되고 있다.^[1]

플로우배터리는 두 탱크 내의 전해액이 전극에서 화학작용을 일으켜 전력을 발생시킨다. 이를 위해 기존의 배터리와는 다르게 액체 형태의 전해액을 사용하게 된다. 따라서 플로우배터리를 구동하기 위해서는 기존의 리튬배터리와는 다른 별도의 BMS(Battery Management System)이 필요하다.^[2]

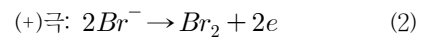
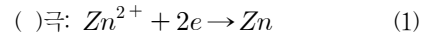
본 논문에서는 플로우배터리를 위한 BMS의 설계 시 고려해야 할 점을 감안하여 BMS를 제작하고 운용하는 방법에 대하여 연구하였다. 또한 실제 BMS를 구동시켜 배터리 방전실험을 수행함으로써 제작된 BMS의 정상적인 동작과 운용을 확인하였다.

2. 플로우배터리용 BMS의 설계

2.1 플로우배터리 전해액 펌프

플로우배터리는 다른 배터리와는 다르게 액체 형태의 전해액 탱크에서 전해액을 전극까지 퍼올린 후, 두 전해액이 혼합되었을 때 발생하는 화학적 반응을 이용하여 전기에너지를 생성한다. 따라서 전해액 탱크에 보관된 전해액을 전극까지 끌어올리기 위해 펌프의 구동이 필수적이며, 이를 위해 펌프 내의

모터를 구동하기 위한 시스템이 BMS에 반드시 장착되어야 한다. 식 (1)과 (2)는 본 BMS가 장착되는 Zn Br 기반의 플로우배터리에서 충전과 방전 시에 발생하는 화학적 반응을 나타낸다.



시스템에 사용되는 펌프는 BLDC 모터를 장착하였으며 이를 구동하기 위하여 전해액 탱크별로 별도의 모터 드라이브 시스템을 설계하였다.

2.2 BMS의 설계

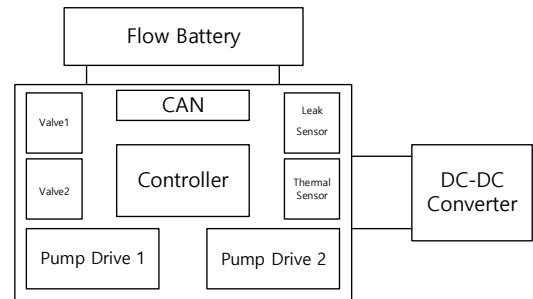


그림 1 제작된 BMS를 연계한 시스템 블록도
Fig. 1 Block Diagram Connecting Designed BMS

그림 1은 제작된 BMS의 전체적인 블록도를 나타낸다. 제작된 BMS는 플로우배터리와 DC DC와 연계되어 작동한다.

플로우배터리 구동을 위하여 가장 먼저 필요한 부분은 전해액 펌프에 장착된 BLDC 모터 구동을 위한 모터 드라이브부이다. 이를 위하여 제작된 BMS에서는 홀 센서를 이용한 인버터 시스템을 구축하여 모터 구동이 가능한 회로를 설계하였다. 또한 액체 성분의 전해액의 누수에 대비하여 리크 센서를 장착한다. 이를 통해 전해액이 누수되어 발생할 수 있는 사고를 미연에 차단한다. 또한 배터리 온도 측정을 위해 열전대를 사용한 온도 센서를 이용하여 배터리의 온도변화를 감지한다. 추가적으로 펌프 구동 시 전해액이 지나가는 통로의 밸브 제어를 위해 밸브 구동에 관련한 인터페이스를 장착한다.

제작된 BMS는 TMS320F28335를 장착한 제어보드를 추가

적으로 배치하여 제어를 담당하게 한다. BMS와 연계되는 DC DC 컨버터와의 통신을 위해 일반적으로 BMS에 주로 사용되는 CAN 통신이 가능하도록 추가적인 인터페이스를 제작하였다.

3. 실험 및 검증

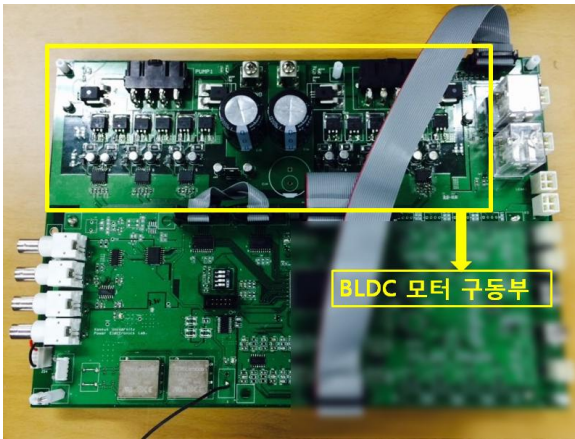


그림 2 플로우배터리 구동을 위해 제작된 BMS
Fig. 2 BMS to Drive Flow Battery System

그림 2는 본 시스템의 플로우배터리 구동을 위해 제작한 BMS를 나타낸다. 제어부를 제외한 각 부분은 펌프용 BLDC 모터 구동부, 밸브 구동부 그리고 플로우배터리의 상태 점검을 위한 온도 센서와 리크 센서부와 컨버터와의 통신을 위한 CAN통신부로 나뉜다.

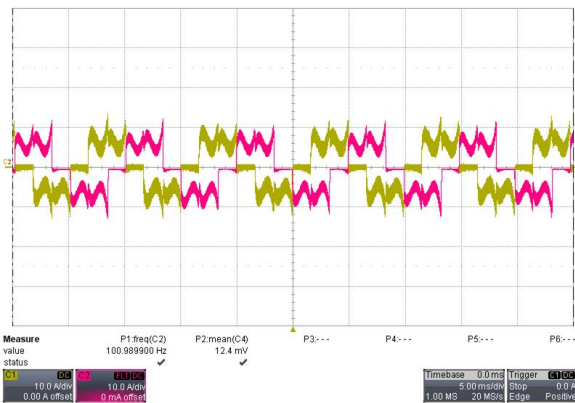


그림 3 제작한 BMS를 이용한 펌프 구동 시 전류 파형
Fig. 3 Current Waveform at Pump Driving Using Designed BMS

제작된 BMS의 성능 검증을 위해 실제 플로우배터리 시스템에 연결한 후, 전해액 탱크의 모터를 동작시키는 실험을 수행하였다. 그림 3은 펌프 구동 시 BLDC 모터의 전류 파형을 나타내며 이를 통해 제작된 BMS로 펌프 구동이 원활히 수행됨을 검증하였다. 또한 전해액 탱크의 펌프가 구동될 때 별도의 DC DC 컨버터를 플로우배터리에 연결한 후 배터리 방전을 수행하였다. 그림 4는 펌프를 구동하여 배터리를 방전하였을 때 배터리의 전류와 배터리 전압, 그리고 컨버터 출력단의 부하에 걸리는 전압을 나타낸다.



그림 4 BMS를 이용한 플로우배터리 방전 시 배터리 전압, 컨버터 출력전압 및 배터리 방전전류
Fig. 4 Battery Voltage, Converter Output Voltage and Battery Discharging Current When Flow Battery is Discharging Driven by BMS

4. 결론

본 연구에서는 플로우배터리를 이용한 에너지저장시스템에서 플로우배터리의 구동 및 상태를 점검하기 위한 BMS의 제작 시 고려해야할 점에 대하여 연구하였다. 제작된 BMS는 펌프모터 구동을 위한 부분과 배터리 상태 감지를 위한 센서부로 이루어져 있다. 특히 충방전 시 구동되는 모터의 경우 실제 플로우배터리의 방전실험을 수행하여 BMS의 구동여부를 확인하였다.

이 논문은 롯데케미칼의 연구비 지원에 의하여 연구되었습

참 고 문 헌

- [1] J.M. Choe, "Design and Test of ESS DC DC Converter using Zinc Bromine Redox Flow Battery for Stand alone Microgrid", The Transactions of Korean Institute of Power Electronics, Vol.4, 106-115, 2014, April.
- [2] Cabrera, Jose, et al. "Design of a reconfigurable Li Ion Battery Management System (BMS)." *Tecnologias Aplicadas a la Ensenanza de la Electronica (Technologies Applied to Electronics Teaching)(TAE)*, 2014 XI. IEEE, 2014.