

BMS 알고리즘 검증을 위한 HILS 프로그램 개발

HILS Program development for BMS algorithm evaluation

*박찬희¹, #김철생², 김성진³, 김상중⁴, 양균의⁵

*C. H. Park¹, #C. S. Kim(chskim@jbnu.ac.kr)², S. J. Kim³, S. J. Kim⁴, K.E. Yang⁵

^{1,3}(사)전북대학교 자동차부품금형기술혁신센터, ²전북대학교 기계설계공학부,

^{3, 5}전북대학교 기계공학과, ⁴(주)브이엔아이

Key words : BMS, HILS, Cell Simulation

1. 서론

하이브리드 전기차에서 배터리 시스템은 직접적인 에너지 입출력을 담당하는 배터리와, 관리 및 제어를 위한 알고리즘 수행을 담당하는 배터리 관리장치 및 각 구성 부품을 전기적으로 연결 해주는 전선과 안전장치(BMS) 등 주변 시스템으로 구성된다[1]. 배터리 관리 시스템(BMS; Battery Management System)은 전기자동차의 최적 배터리 제어를 통한 주행거리 향상 및 안전성을 확보해주는 필수 요소이다. 한편, BMS를 제작하는 업체의 경우, 제품 개발 및 생산 후 신뢰성 평가 단계에서 실제 배터리에 장착 후 테스트를 필요로 하는 경우가 발생하는데, 이를 위한 배터리 시뮬레이터 제작 기술이 필요하다. 이때 사용하는 BMS 시뮬레이터는 BMS의 ECU 개발을 위한 SW 개발 환경 제공 및 ECU 동작 시험을 위한 가상 Source(Voltage, Current, Temperature)등을 제공하는 역할을 한다 [2]. 따라서, BMS 시뮬레이터의 설계와 동작은 주어진 규격과 기준에 따라야 하며, 수행에 주어진 모든 기능적, 비기능적 요건을 만족하여야 하기 때문에 HIL(Hardware In the loop)시스템으로 구현되어야 한다. 따라서 본 연구는 하이브리드 전기차의 차세대 에너지원인 리튬이온 배터리 팩을 관리하는 BMS의 시뮬레이터(Simulator)의 HILS 프로그램을 개발하여, 차량의 요구 성능 만족은 물론 내구성을 만족하는 배터리 시뮬레이터 시스템 설계, 제작 및 시험기술을 확보함으로써 본 분야에 대한 선진기술을 확보하고 향후 무한 경쟁시대에 대비하고자 진행되었다.

2. 개발내용

본 연구는, HILS 프로그램 개발을 위하여 먼저

Cell Simulation 보드를 개발 하였다. Cell Simulation 보드는 BMS 동작 시험을 위한 가상 Source(Voltage, Current, Temperature)등을 제공하는 역할을 하도록 개발 되었으며, 개발된 사양은 표1과 같다. Cell 보드의 전압은 최대 400V까지 확장 가능하도록 설계되었으나 본 연구에서는 200V까지만 사용 하였다.

Table 1 Cell Simulation 보드 사양

	Vol. Source	Cur. Source	Temp. Source
Range	0~200V	0~200mA	0~100KΩ
Cell	40 Ea	8 Ea	8 Ea

Cell Simulation 보드를 제어하기 위한 HIL 프로그램은 NI사의 FPGA 기반의 cRIO 모듈을 이용하여 시작 하였으나, FPGA 모듈과 호스트 컴퓨터와의 Ethernet 통신을 통하여 데이터를 주고받는 과정에서 원하는 속도(10μsec)를 얻지 못해, DSP를 Cell simulation 보드에 추가 하고, 호스트 컴퓨터와의 통신은 cDAQ 모듈을 이용하여 개발 하였다.

3. 결과

Cell Simulation 보드는 그림 1과 같은 로직으로 설계되었으며, NI사의 cDAQ 모듈을 이용하여 제어 및 모니터링이 가능 하도록 개발 되었다. HILS 프로그램은 Cell Simulation 보드를 효율적으로 제어 하기 위하여 기능별로 함수를 모두 개발 하여, 메인 및 서브프로그램에서 호출이 용이 하도록 개발 하였다. HILS 프로그램은 크게 Address, Control(Write, Read), Dta bit generation과 같이 3부분으로 나눌 수있으며, Cell Simulatin 보드 제어에서 가장 중요한 Address는 구조체로 메모리에 업로딩하여 해당 번지가 호출되면 출력 가능 하도록

하였다. 각 Cell 별로 전압과 전류, 온도를 설정하는 방법으로는 사용자가 직접 메뉴얼로 원하는 값을 설정할 수 있는 수동 모드와, 정해진 BMS 알고리즘 테스트 시퀀스를 파일로 읽어 자동으로 설정하고 출력값과 비교하는 자동모드가 있는데, 이는 정밀한 시뮬레이션 뿐만 아니라 양산시에도 적용 가능하여 시스템의 활용도를 다양화 하였다.

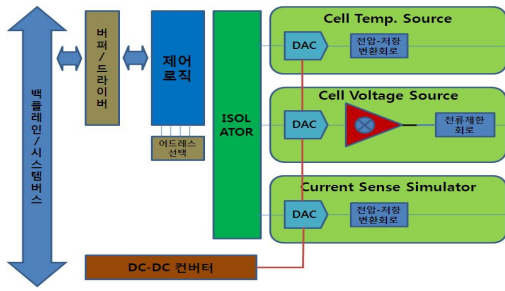


Fig. 1 Cell simulation board schematic

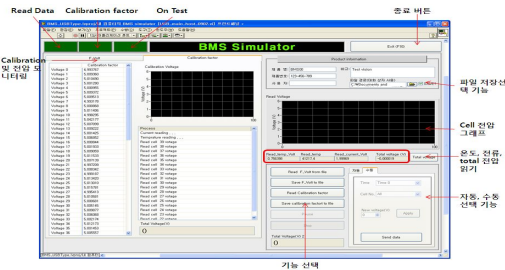


Fig. 2 control panel of both manual and automation

4. 결론

본 논문은 개발된 Cell simulation 보드와 HILS 프로그램을 검증하기 위하여 Cell 40개에 각각 전압, 전류, 온도를 제어하고 Digital Multimeter에서 읽은 Cell 보드의 출력값을 GPIB 포트를 통하여 저장하는 형식으로 총 10회 실험을 진행 하였다. 전압제어에 대한 실험 결과는 표2와 같으며, 소숫점 3자리 이하의 표준 편차를 보였다. 또한, 그림 3과 같이 같이 설정값에 따른 출력되는 Cell 전압이 유의성 내에서 원하는 그래프를 보였다. 전압의 경우 5V를 예를 들면, 그림 4와 같은 반복성을 보이며, 전류제어의 경우 10mA의 설정값에 해당되는 2.5V가 출력되었으며, 온도 또한 100KΩ 설정값에 해당되는 99.952KΩ이 출력되었다.

Table 2 시스템 정확도 분석

Input Volt	AVG	Max	Min	STDE V	Avg. Volt
5	4.99	5.00	4.99	0.001	199.97
4.5	4.50	4.50	4.49	0.000	180.01
4	4.00	4.00	3.99	0.001	160.03
3.5	3.50	3.51	3.49	0.002	140.05
3	3.00	3.01	2.99	0.002	120.06
2.5	2.50	2.51	2.49	0.002	100.05
2	2.00	2.01	1.99	0.003	80.07
1.5	1.50	1.51	1.49	0.003	60.10
1	1.00	1.02	0.99	0.003	40.11
0.5	0.50	0.52	0.49	0.003	20.08

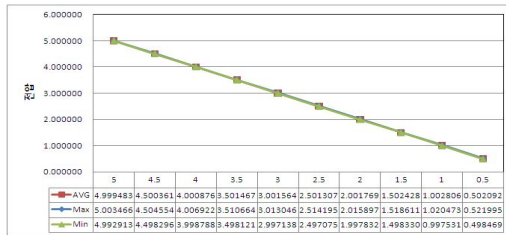


Fig. 3 Statistic result of cell voltage control

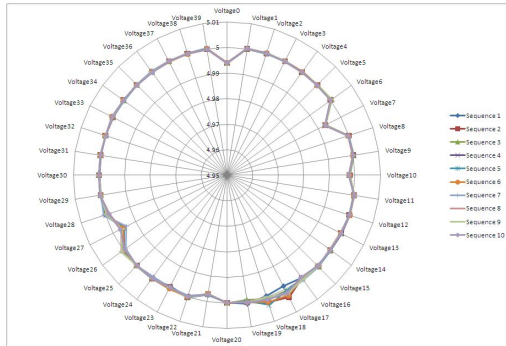


Fig. 4. Repeatability of Cell voltage : 5V input

후기

본 연구는 2009년 전라북도에서 시행한 산업기술 개발사업(지역기반육성)의 지원으로 수행된 연구입니다.

참고문헌

1. John Chatzakis, Kostas Kalaitzakis, Nicholas C. Voulgaris, and Stefanos N. Manias, "Designing a New Generalized Battery Management System", IEEE VOL. 50, NO. 5, OCTOBER 2003
2. Rudi Kaiser., "Optimized battery-management system to improve storage lifetime in renewable energy systems," Journal of Power Sources, Volume 168, Issue 1, 25 May 2007