

급속충전 모니터링 시스템 설계

추연규* · 김성두**

*경남과학기술대학교, ** (주)모던텍

Design of Monitoring System with Rapid Charger

Yeon-Gyu Choo* · Sung-Du Kim**

Gyeongnam National University of Science and Technology*, **Moderntec Corporation

E-mail : ygchoo@gntech.ac.kr

요 약

전기자동차 인프라 구축을 위해서는 급속충전관련 기술 확보 및 시설확충에 관한 투자와 연구가 지속적으로 이루어지고 있는 실정이다. 특히 다양한 급속충전 기술 중에서 공동 인프라용으로 적합한 방식에는 어떤 종류가 있는지 살펴보고, 급속충전시스템을 이용하는 전기자동차의 충전 상태, 기타 동작 상태를 실시간으로 확인하기 위해 BMS의 CAN 통신을 기반으로 하는 전기자동차 급속충전 모니터링 시스템을 설계하는 방법을 제안한다.

키워드

전기자동차(electric vehicle), 급속충전(rapid charging), CAN(Controller Area Network), BMS(Battery Management System), 모니터링시스템(Monitoring System)

1. 서 론

최근 자동차 산업의 급속한 발달과 더불어 지구온난화, 산성비, 오존층파괴 등 화석연료 자동차의 운행으로 인한 환경오염이 갈수록 심각해지고 있으며, 이에 따라 미국, 유럽 등 세계 각국에서는 환경 및 대기오염문제를 해결하기 위한 배출가스규제를 강화하고 있다. 이와 같은 환경문제뿐만 아니라 주 에너지원인 석유자원이 점점 고갈되고 있기 때문에 자동차를 제조하고 있는 모든 국가들은 차량의 연비향상과 대체에너지 개발을 위해 많은 노력과 투자를 하고 있다. 이에 따라 저탄소 녹색성장 정책에 따른 전기자동차 개발 및 보급 확대가 이루어지고 있다. 하지만 전기자동차의 특징들을 상호 보완하여 항속 거리의 제한, 과도한 충전시간과 낮은 에너지 유용성 등의 단점들이 있다. 이를 보완하기 위하여 급속충전시스템이 개발되고 있다.

그리고 현재 전기자동차 주유소에 설치된 전기자동차 충전단말기로 전기자동차가 얼마나 충전을 하였고 충전상태를 나타내주는 시스템이 미흡한 상태다.

* 본 연구는 중소기업청에서 지원하는 2010년 산학연 공동기술개발사업(00043036)의 연구수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

이러한 전기자동차가 한정된 공간이 아닌 도로 위를 달리기 위해서는 그에 따른 충전인프라의 구축을 필요로 하고, 그 충전 인프라의 구축을 위해 가장 시급히 필요한 것이 급속충전기와 충전기에 설치된 화면을 통해 충전정보를 고객이 직접 확인하고 조작할 수 있는 모니터링 시스템의 개발이다.

전기자동차의 확대 보급에 따라 전기 충전시설의 확충이 시급해져 가고 있어 향후 전기자동차 충전시설이 점차적으로 확대 설치될 것으로 예상된다. 다양한 전기자동차 충전방식의 도입 또한 고려되고 있는 실정이므로 향후 전기자동차의 충전과 관련된 다양한 어플리케이션의 개발될 것으로 생각된다. 본 프로젝트를 통하여 설계 제작된 전기자동차 충전용 모니터링 시스템은 기본적으로 전기자동차 충전시설 또는 전기자동차의 BMS와의 인터페이스를 고려하여 설계되어 향후 전기자동차 관련 분야에 확대 적용할 수 있다.

본 논문에서는 전기자동차의 배터리 관리 시스템과의 인터페이스, 충전시설과의 인터페이스, 패널 PC를 이용한 모니터링 표시장치 및 소프트웨어 개발이 주된 개발목표이며 전기자동차의 전기장치와 전자제어기술이 적절하게 융합된 기술 개발이다. 충전 모니터링 시스템에 적용된 운영환경은 기본적으로 Windows CE를 기반으로 하며, 사용자 중심의 충전관련 모니터링 인터페이스 환경을 통해 손쉽게 충전할 수 있는 편의성을 제공

한다. 아울러 충전기 모니터링 관련 핵심기술을 확보하고, 충전기 관련 핵심제품으로의 인식전환을 기대할 수 있도록 한다. 전기자동차의 인프라 구축을 위한 충전부나 커넥터의 개발에 대해서는 국내 여러 업체에서 이루어지고 있는 실정이지만, 그 충전 상태 및 기타 동작 상태에 대한 모니터링 부분에 대한 연구는 이루어 지지 않고 있어 본 논문에서는 차량에서 사용하는 CAN 통신 기반 전기차 급속충전 모니터링 시스템을 설계하여 개발 하고자 한다.

II. 전기자동차용 급속충전시스템

현재 고려되고 있는 전기자동차용 급속충전시스템은 6.4kw의 충전 팩을 병렬로 연결하는 방식으로, 기존은 60kw의 일체형 충전기로서만 사용하였지만 여기에 관리용 PC를 설치하여 180kw까지 확장이 가능하며 대형버스의 충전도 가능하다. 각 팩마다 CAN통신을 사용하여 자동차에 연동이 가능하므로, 6.4kw 하나의 충전 팩을 전기자동차에 탑재시켜 비상시에 사용할 수도 있다. 하나의 충전 팩은 6.4kw이고, 하나의 충전기는 충전팩 9개가 모여 이루어진다. 즉 하나의 총 60k다. 그러한 충전기가 3대까지 연결되어 대형 버스의 충전도 가능하게 된다. 일단 목표 충전 값은 180kw이지만 병렬방식이기 때문에 변경이 자유롭다. 확장성을 고려한 급속충전시스템을 그림 1에 나타내었다.

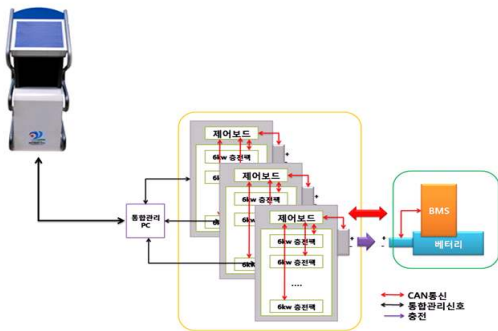


그림 1. 확장성을 고려한 급속충전시스템

지금까지의 충전 시스템에서 급속과 완속을 추구하는 시스템은 설계 자체가 달랐다. 급속은 완충상태의 80%를 빠른 시간에 충전하는 것을 목표로 하고 있고, 완속은 속도는 느리지만 완전한 충전상태를 목표로 하고 있다. 또한 급속은 빠른 시간의 충전을 목표로 하고 있고, 완충은 시간의 여유를 두고 배터리의 완전 충전을 목표로 하는 시스템에서 사용하였다. 본 발명은 이러한 급속과 완속을 보완하여 각각의 시스템을 충전기에 설계하여 두었다가 최초 80%까지는 급속 충전을 하고, 전력이 80%를 넘어가는 시점에 대해서는 완충상태의 시스템으로 자동 변경되는 시스템이다.

다시 말해 시스템의 시간이나 충전방법에 대한 고민 없이, 배터리의 충전상태를 파악하여 시스템이 자동적으로 변경 되는 방식이다.

다른 한 방법은 충전시의 주파수를 변경하여 충전시스템을 제어하는 방식이다. 고속 충전 시에는 고주파를 이용하게 되는데, 이때 사용하게 되는 주파수를 저주파로 낮추어 충전을 고속 → 완속으로 자동으로 변경해주는 방식이다.

하나의 충전기에 고속이나 완속의 커넥터를 따로 두어 충전하는 방식으로, 현재의 기술력만으로 별도의 개발 없이 바로 적용이 가능한 방식이다.

각 충전팩의 수명과 효율적인 관리를 위하여 네트워크 기반으로 부하에 따라 각 충전팩을 선택하여 구동하는 방식이다. 배터리나 충전기의 경우 충전 횟수에 따라 그 수명이 달라진다. 따라서 아무런 효율적으로 관리 하지 않으면 충전 시스템의 몇 개의 충전팩 만이 계속적으로 사용되고, 그로인해 부분적으로 충전팩 수명이 달라져 시스템에 무리가 갈 수 있다. 이런 것을 방지하기 위하여 네트워크 기반으로 충전 부하량에 따라 동작될 충전팩을 선별하여 구동하면 시스템의 무리 없이 효율적으로 충전 시스템을 사용할 수 있다.

III. 리튬-폴리머 배터리관리시스템

현재 많이 사용되고 있는 납 배터리를 대신하여 성능과 기능에서 뛰어난 리튬-폴리머 배터리에 대한 셀 전압 검출, 셀 온도 검출, 축전지의 내부 컨덕턴스 검출로 축전지의 셀의 상태를 알 수 있고 셀 상태를 알면 배터리의 셀에 대한 보호동작, 배터리 잔존용량(State of health)과 배터리 수명(SOC)도 구할 수 있는 기능을 할 수 있고, 또한 CAN통신을 적용하여 충전 및 배터리 시스템과 차량의 다른 ECU간 정보를 통신할 수 있는 효율적인 배터리관리시스템을 설계하여 전기자동차용 모니터링 시스템에 적용하였다.

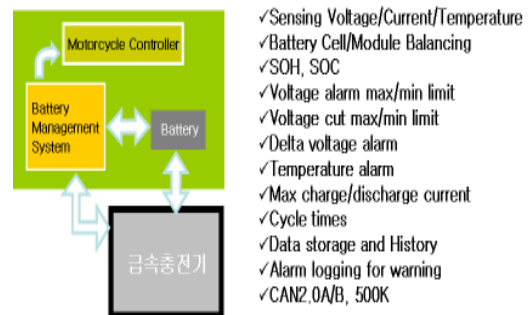


그림 2. 배터리 관리 시스템의 기능

전기자전거, 전기자동차 등의 배터리로 많이 사용되고 있는 리튬-폴리머(Lithium-Polymer) 배터리의 효율적인 관리를 위해서 배터리의 상태를 최적으로 관리할 수 있는 배터리관리시스템(BMS; Battery Management System)을 개발하였다.

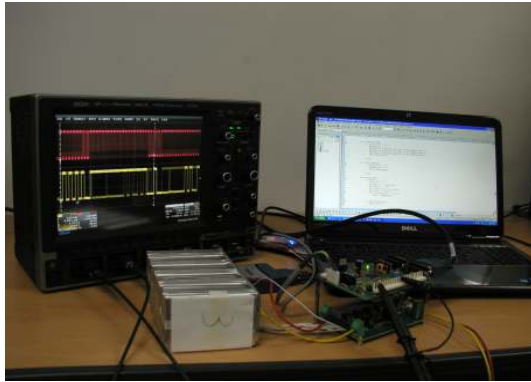


그림 3. 리튬-폴리머 BMS 하드웨어 실험

배터리에 대한 실측값인 배터리의 cell 전압, cell 전류, 온도 등의 정보를 수집하는 기능과 이와 같은 정보를 이용하여 과 충전 및 과 방전 등과 같은 배터리에 손상을 줄 수 있는 상황을 미연에 방지하는 보호기능, 그리고 배터리 각 cell 전압을 균등하게 유지시켜 배터리 수명을 연장시키는 기능, 배터리의 셀에 대한 보호동작, 배터리 잔존용량(State of health)과 배터리 수명(SOC)도 구할 수 있는 기능을 할 수 있다. 또한 CAN통신을 적용하여 충 · 방전 및 모니터링 시스템과 연계를 통하여 효율적인 급속충전기와 모니터링 시스템을 개발할 수 있다

IV. CAN 통신기반 급속충전모니터링시스템 설계

전기자동차의 인프라 구축을 위한 충전부, 충전방식, 커넥터에 대한 개발이 지속적으로 이루어지고 있어 충전 상태 및 기타 동작 상태를 실시간으로 모니터링하기 위한 연구도 병행되고 있는 실정이다. 특히 전기자동차의 배터리 특성으로 인하여 최대 운행거리가 160km를 넘지 못하는 한계 특성으로 인하여 고속도로 휴게소는 물론 각 지역의 호텔, 오피스텔 등의 주차시설과 주유소, LPG 충전소에도 전기자동차 충전소를 증설하여 전기자동차의 충전을 위한 설비를 제공해야 하기 때문에 모니터링 시스템의 도입은 필수적인 사항이다.

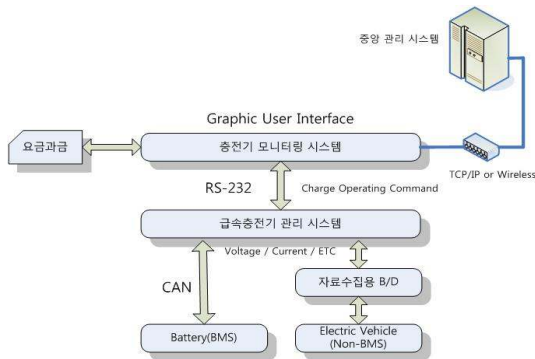


그림 4. 급속충전모니터링 시스템의 구성도

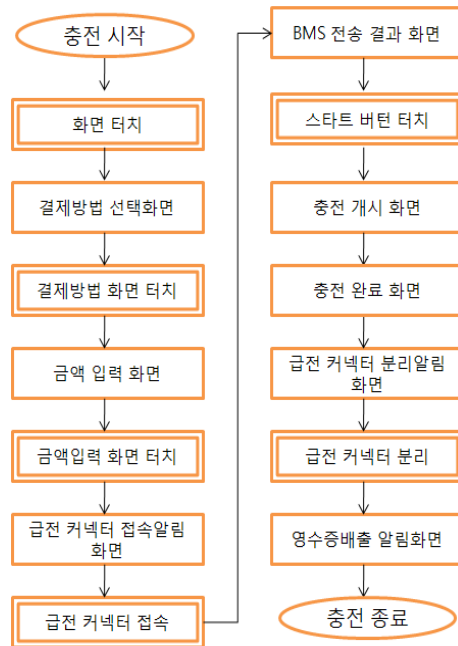


그림 5. 급속충전모니터링 시스템 동작 알고리즘

급속충전 모니터링 시스템은 전기자동차에서 기본적으로 활용하는 BMS의 CAN 통신을 기반으로 하여 배터리 및 충전 상태, 충전에 필요한 제반사항을 실시간으로 확인할 수 있는 기능을 제공해야 한다. 그림 4와 5에 급속충전 모니터링 시스템의 구성도와 동작 알고리즘을 순서대로 나타낸 것이다.

모니터링시스템에 사용된 소프트웨어 개발에 사용된 프로그램은 Visual Studio 2008 for Windows CE를 사용하였으며, 프로그램 구동 방식은 프레임 오브레이 및 객체 컨트롤을 적용하였다. 그림 6과 7은 급속충전기와 리튬-폴리머 배터리의 BMS와 CAN 통신을 기반으로 설계된 급속충전 모니터링의 프로그램 작성 화면과 실험사진이다.

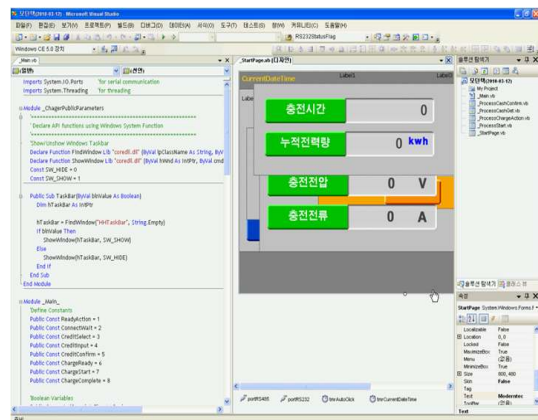


그림 6. 프로그램 작성 화면



그림 7. 급속충전 모니터링 실험사진

V. 결 론

전기자동차는 자원의 효율적 이용과 환경오염을 최소화하기 위한 운송수단의 대안으로 제시되고 있다. 전기자동차의 운행가능거리가 배터리 용량 등에 의해 제한적으로 운용되기 때문에 충전 인프라의 구축은 필수적인 사항이 되어가고 있으며, 급속충전 관련기술의 개발과 더불어 각종 충전관련 정보를 실시간으로 확인하고 제어할 수 있는 충전모니터링 시스템의 개발도 병행되어야 한다.

본 논문에서는 전기자동차용으로 고려되고 있는 다양한 급속충전 기술에 대해서 소개하고 이를 기반으로 전기자동차의 BMS의 CAN 통신을 기반으로 하는 급속충전모니터링 시스템에 대해 제안하였다. 이 시스템은 향후 고속도로 휴게소 및 각종 편의시설에 설치되는 충전시설의 필수적으로 도입되어야 하며, 배터리 충전상태 및 과급 등과 관련된 일련의 프로세스를 포함한다.

참고문헌

- [1] B. Schweighofer, K. M. Raab and G Brasseur, "Modeling of High Power Automotive Batteries by the Use of an Automated Test System, "IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, Vol. 52, No.4, pp.1087 - 1091, 2003.
- [2] 김호기, 허상진, 강구배. "최소자성법을 이용한 하이브리드용 리튬이온 배터리 모델링 및 특성분석" 한국자동차학회논문지, 17권 1호 PP. 130-136. 2009.
- [3] 박현석, 구분웅, 임태홍, 최후락, 최창원. "하이브리드 전기자동차의 BMS ECU 개발 및 모니터링" 한국자동차공학회 2005년 전기·전자, ITS 부분 심포지움 pp. 38-42. 2005.