
CAN 통신 기반 충전 모니터링 시스템 설계 및 구현

추연규* · 김현덕**

Design and Implementation of Charger Monitoring System Based on CAN Protocol

Yeon-gyu Choo* · Hyun-Deok Kim**

이 논문은 2010년도 경남과학기술대학교 기성회 연구비를 지원받았음

요 약

본 논문에서는 전기자동차의 보급 확대에 따른 충전 인프라 구축을 위해서 차량의 충전 시 충전상태를 모니터링 할 수 있는 충전 모니터링 시스템의 설계 방법을 제안하였다. 급속충전 기술은 현재 battery의 성능 및 안전성 등 다양한 요인에 따라 동작성능이 좌우되므로 모니터링 시스템에 의한 충전상태 파악은 충전 알고리즘의 개선, 전기자동차 BMS와 연동, 사용자와의 충전 프로세스 제어 등 다양한 작업환경과 연계되어 있다. 급속충전시스템의 동작 상태를 CAN 프로토콜을 이용하여 배터리의 충전 상태 등을 실시간으로 감시가 가능한 시스템을 설계 제작하여 전기자동차용 battery를 최단시간에 최적화된 상태로 충전 가능하도록 CAN 통신기반 급속충전 모니터링 시스템을 설계하는 방법을 제안하고 시스템을 구현하여 성능을 확인하였다.

ABSTRACT

On this paper, we proposed a design rule of charger monitoring system which allow us to watch the charging status and verify it for building the electric chargers infrastructure by spread of electric vehicle. Gathering the charging status of battery by proposed system makes us to enhance the charging algorithm, to interface with BMS(Battery Management System) of electric vehicle, to control the charging process with users. Because the technology of rapid charging is dependant upon various factors such as a performance and stability of battery. We proposed the monitoring system of rapid charger based on CAN protocol that can watch a working status of rapid charger including the charging status of battery with real time and can reduce the charging time of battery with optimized status. We also implement it and evaluate its performance.

키워드

충전 모니터링, 전기자동차, 배터리, 배터리관리시스템, CAN

Key word

Charging Monitoring, Electric Vehicle, Battery, BMS, CAN

* 증신회원 : 경남과학기술대학교

** 증신회원 : 경남과학기술대학교 (교신저자, hdkim@gntech.ac.kr)

접수일자 : 2012. 02. 06

심사완료일자 : 2012. 03. 05

Open Access <http://dx.doi.org/10.6109/jkiice.2012.16.3.541>

© This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

I. 서 론

최근 자동차 산업의 급속한 발달과 더불어 지구온난화, 산성비, 오존층파괴 등 화석연료 자동차의 운행으로 인한 환경오염이 갈수록 심각해지고 있다. 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.

전기자동차는 전기에너지를 동력화하여 구동하는 메카니즘으로 구성되어 있어 에너지를 공급해주는 배터리의 특성, 동력전달 구동용 모터의 특성 등에 의해서 항속 거리의 제한, 과도한 충전시간의 요구 및 에너지 효율성 등의 많은 단점을 가지고 있다. 이를 보완하기 위해서 많은 연구가 진행되고 있으며 특히 과도한 충전시간을 최소화하고 충전 속도를 향상시킴으로써 주행거리의 제한 등을 극복하기 위한 급속충전시스템이 개발되고 있다.[1]

충전시스템이 단순히 전기자동차용 배터리를 충전하는 단순한 기능을 넘어서 충전단말기로서의 기능뿐만 아니라 충전상태 모니터링, 배터리 상태 모니터링 등 다양한 계측기능도 제공하는 다기능 충전기 개발을 요구하고 있는 실정이다. 본 연구에서는 CAN통신 기반 전기자동차 급속충전 모니터링 시스템을 설계하여 기본적으로 전기자동차 충전시설 또는 전기자동차의 BMS와의 인터페이스를 고려하여 설계되어 향후 전기자동차 관련 분야에 확대 적용할 수 있다.

II. 급속충전 모니터링 시스템 설계

2.1. 전기자동차용 급속충전시스템

충전기의 충전 상태를 정확하게 모니터링하기 위해서 충전시스템의 운용방식 및 충전관련 각종 정보를 먼저 설계하는 것이 우선이다. 현재 시판중인 전기자동차의 경우 대부분 BMS를 포함한 모델이므로 향후 BMS와

의 원활한 인터페이스를 위해서는 BMS 프로토콜 설계가 우선되어야 하며, 자체 충전시스템 운영을 위한 기본 프로토콜도 검토하고 설계한다.

그림 1은 배터리 충전시스템의 기본적인 동작 구성도를 나타낸 것으로, 센싱부는 션트(shunt) 저항 양단에 걸리는 전압을 A/D 변환한 값을 전압 값으로 산출하고, 배터리 전압을 전압분배 방식을 적용하여 A/D 변환한 값을 전압 값으로 산출한다. 센싱부 내부에는 아날로그 멀티플렉서, 16비트 A/D 변환기, 온도센서 등이 내장되어 있으며 마이크로컨트롤러와 SPI(Serial peripheral Interface) 통신을 수행한다. 센싱부로부터 검출된 배터리 전압, 전류 및 온도 등의 상태정보를 이용하여 배터리의 잔존 용량과 수명을 예측한다.

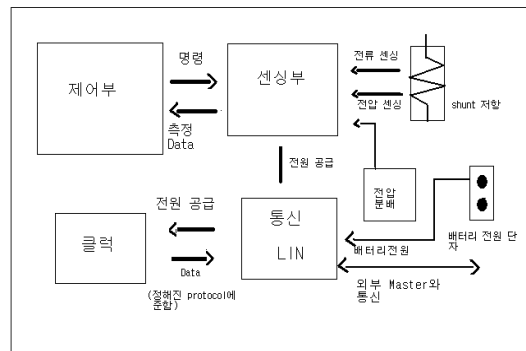


그림 1. 배터리 충전시스템 시스템 동작 구성도
Fig. 1 A operation diagram of battery charger

본 연구에 적용한 리튬-폴리머 배터리는 5개의 개별 셀(cell)을 직렬로 연결하여 1개의 단위 셀로 구성된다. 리튬-폴리머 배터리는 다른 배터리와 달리 효율성과 성능은 우수하지만 열에 대한 민감성, 폭발성 등 다양한 환경적인 요인에 의해 영향을 받기 때문에 충방전시 보호회로 등이 필수적이다. 대부분의 전기자동차가 리튬이온 배터리 방식보다 리튬-폴리머 배터리 방식을 채택하고 있는 것을 감안하여 36V 10A급 리튬-폴리머 배터리 팩을 사용하였다. 전기자동차에 적용중인 배터리의 사양이 300V 100A급인 것을 감안하며 1/10수준이지만 병렬 충전 알고리즘을 이용한 급속충전기에 적용한 경우 전기자동차에도 적용이 가능하도록 고려하였다.[2]

CAN 프로토콜을 이용하여 데이터 통신을 수행하기 위해서는 각 배터리 개별 충전제어기와 메인 제어기에 메시지 ID, 충전제어 및 충전상태정보를 송수신하기 위한 메시지 프레임 등을 그림 2와 같이 설계하였다.

CAN ID	Contents								Byte	Data Type	Scale Factor	Unit	Period (ms)
	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0					
0x500	Tx: Charger Controller												
	Charger Pack#0 Enable(0:off, 1~3:on)				Charger Pack#1 Enable(0:off, 1~3:on)				0	unsigned	1		100
	Charger Pack#2 Enable(0:off, 1~3:on)				Charger Pack#3 Enable(0:off, 1~3:on)				1	unsigned	1		
	Charger Pack#4 Enable(0:off, 1~3:on)				Charger Pack#5 Enable(0:off, 1~3:on)				2	unsigned	1		
	Charger Pack#6 Enable(0:off, 1~3:on)				Charger Pack#7 Enable(0:off, 1~3:on)				3	unsigned	1		
	Charger Pack#8 Enable(0:off, 1~3:on)				Charger Pack#9 Enable(0:off, 1~3:on)				4	unsigned	1		
0x400 ~ 0x40F	MSB												
	Tx: Charger Pack CAN Module, 각각 충전팩의 상태를 전송함, 장제 구분은 ID로 함.												
	Charger Pack Status (0:ready, 1:normal, 2:abnormal, 3:Finish, 4:Cooling, 5:Fault)								0	unsigned	1		1000
	정상동작 가능한 Charger Pack. 대수 (0~4)								1	unsigned	1		
	Charger Pack Fault Code								2	unsigned	1		
	Charging Voltage (METER에 의한 계측)								3	unsigned	0.01	V	100
								4					
Charging Current (METER에 의한 계측)								5	signed	0.01	A	100	
								6					
LSB													

그림 2. 설계된 CAN 메시지 프레임
Fig. 2 A table of designed CAN Message frame

충전시스템에 적용된 전원공급장치는 360V 4A의 출력을 가지며 일반 교류전원을 직류전압으로 변환하여 배터리 충전에 필요한 전압 전류를 공급한다. CAN 버스를 통해 충전관련 메시지를 수신한 뒤 개별 충전제어기에 의해 전원 공급이 선택적으로 이루어진다.

제안된 시스템의 급속충전 알고리즘은 배터리팩의 온도, 충전상태(SOC)에 따라 배터리팩에 공급되는 전압 및 전류를 제어하는 방식이다. 급속충전 상태에서는 온도에 따라 설정된 충전조건에 의해 급속충전 전류제어 동작을 수행하고 피드백된 배터리팩의 온도와 설정된 목표온도를 비교한다. 목표온도 미만인 경우 배터리팩의 충전상태를 모니터링하여 설정 상태 이상이면 배터리팩 냉각 제어동작을 수행하는 과정을 진행한다. 충전 및 냉각 과정을 반복하여 급속충전을 수행하며 모든 제어동작은 메인제어기의 마이크로컨트롤러에 의해 이루어지며 충전과 관련된 제어명령은 CAN 버스를 이용하여 전송된다.

2.2. 급속충전 모니터링시스템 설계

전기자동차의 인프라 구축을 위한 충전부, 충전방식, 커넥터에 대한 연구개발이 진행되고 있으며 충전 상태 및 기타 동작 상태를 실시간으로 모니터링하기 위한 연구도 병행되고 있는 실정이다. 특히 전기자동차의 배터

리 특성으로 인하여 최대 운행거리가 160km를 넘지 못하기 때문에 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.[3][4]

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 3은 급속충전 모니터링 시스템의 일반적인 구성도를 나타낸 것이다.

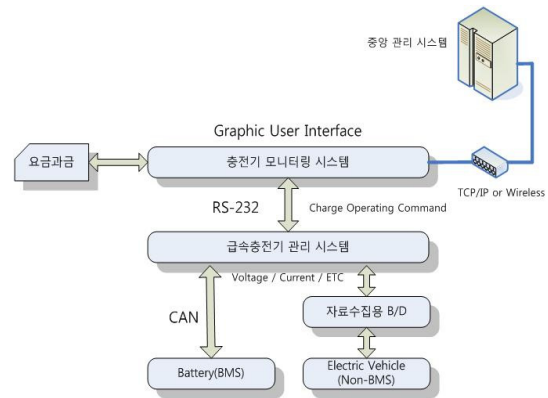


그림 3. 급속충전 모니터링 시스템의 일반 구성도
Fig. 3 A block diagram of standard monitoring system for rapid charger

2.2.1. 급속충전 주 제어기 설계

제안된 급속충전기의 동작 상태를 CAN 프로토콜을 이용하여 실시간으로 감시하기 위한 시스템을 설계하여 전기자동차의 구동용 배터리팩을 최단시간에 충전 가능하도록 제어기를 설계하였다. 급속충전 기술은 현재 배터리팩의 성능 및 안전성 등 다양한 요인에 따라 동작성능이 좌우되므로 모니터링 시스템에 의한 충전상태 파악은 충전알고리즘 개선, 전기자동차 BMS와의 연동, 사용자와의 충전 프로세스 제어 등 다양한 작업환경과 연계되어 있다.

CAN 프로토콜 기반의 급속충전 모니터링 시스템과 관련한 하드웨어 설계는 급속충전제어기 메인제어부, 충방전 배터리 모니터링 인터페이스부, 배터리 일.

팔 충전 제어부, CAN 게이트웨이 등 다양한 설계를 요구한다.

전기자동차의 충전은 충전 키오스크로 전송된 충전 시작 명령을 충전 주 제어기에서 해석하고 다시 CAN 버스를 통해 배터리 일괄 충전제어부로 재전송된다. 배터리의 효과적인 충전을 위해 기존에 소개된 다양한 충전 알고리즘 이외에 일괄 직렬 충전-병렬 방전 알고리즘을 이용하여 구체화하였다.

급속충전 주 제어기와 배터리 일괄 충전제어기, CAN 게이트웨이에는 충전 알고리즘 구현과 CAN 인터페이스, 충전상태 모니터링 등 다양한 기능 구현을 위해 ATMEL사의 고성능 마이크로컨트롤러 AT90CAN128을 채택하였다.

2.2.2. 충·방전 배터리 모니터링 회로 설계

급속충전 실험을 위해 사용된 배터리는 리튬 폴리머 배터리이며 정격출력 사양은 전기자동차용으로 제작된 것으로 전기자동차 전용 배터리에 비해 출력 사양은 낮으나 병렬 방식으로 전환 출력하도록 설계하여 실제 적용이 가능하다. 리튬 폴리머 배터리의 경우 과전압 차단, 과전류 차단, 과방전 차단을 위한 보호회로를 내장하고 있으나 배터리 충전의 효율적 관리를 위해 개별 배터리 팩의 상태를 지속적으로 모니터링할 필요가 있다.

배터리의 전압, 전류, 온도 등 다양한 정보를 실시간으로 모니터링하기 위해 TI사의 BQ77PL900DL 소자를 사용하였으며 각종 정보는 CAN 버스를 통해 급속충전 주 제어기에 충전제어를 위해 전송된다. 이 소자는 리튬 폴리머 배터리 팩의 10개의 개별 셀까지 개별적으로 충전방전이 가능하며, 측정된 정보를 I2C 인터페이스를 이용 호스트에 제공하며 셀 밸런싱(cell balancing) 기능을 제공한다.

수집된 정보는 급속충전 주 제어기의 충전제어를 위한 기초자료로서 활용할 뿐만 아니라 충전 프로세스의 모니터링을 위해 노트북 또는 충전 키오스크에 추가적으로 제공된다. 데이터 수집용 PC에는 LabVIEW를 이용하여 실시간으로 데이터를 수집하고 내용을 표시할 수 있도록 모니터링 소프트웨어를 제작하였으며, 충전 키오스크에는 사용자가 충전상태를 확인하고 추가적인 작동명령을 수행할 수 있도록 운용 소프트웨어를 제작하였다.

2.2.3. 충전 모니터링 시스템 운영 프로세스 설계

급속충전 시스템을 사용하는 사용자는 쉽게 충전할 수 있는 사용환경을 요구하기 때문에 제한된 급속충전 모니터링 시스템의 프로세스는 명확해야 한다. 사용자가 쉽게 사용할 수 있는 인터페이스를 제공하고 필요로 하는 정보를 쉽게 확인할 수 있도록 표시하여야 한다. 예를 들어 충전에 소요되는 시간, 충전 진행률, 충전 과급 현황, 사용 전력량, 탄소배출 절감량 등 다양한 정보를 충전상태에 따라 실시간으로 가독 가능한 형태로 제공하여야 한다.[5][6]

그림 4는 급속충전 모니터링 시스템의 사용자 인터페이스 및 동작순서를 정리한 것으로 충전시작부터 충전 종료에 이르는 과정이 사용자와의 대화형 인터페이스를 통해 이루어지도록 설계하였다.

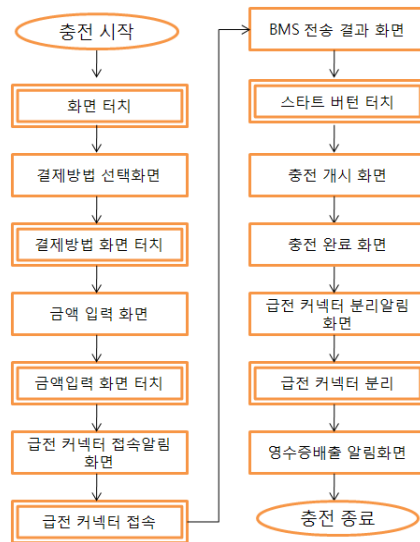


그림 4. 급속충전모니터링 시스템 동작 순서도
Fig. 4 A operating flowchart of rapid charger

전기자동차의 배터리 충전시 사용전력에 따라 요금을 부과하는 것이 원칙이나 전력을 공급하는 전력 공급자 또는 공급 환경 등에 따라 차등화된 요금체계가 적용될 수 있다. 기존의 유류기반의 자동차의 급유체계와 다른 환경으로 운영되기 때문에 복잡한 요금부과 과정을 명확하게 규정할 필요가 있으므로 향후 충전시스템의 보급단계에서 검토되어야 할 사항이다.

2.2.4. 스마트 PC 기반 충전 키오스크 운영 소프트웨어 개발

제안된 급속충전 모니터링 시스템은 전기자동차의 충전 작업과 충전 대상 배터리의 상태를 모니터링하고 급속으로 충전하기 위한 제어가 결합된 형태이다. 실제로 사용자가 충전을 위해 사용하는 충전시스템은 키오스크와 같은 형태로 제공되기 때문에 급속 충전 주 제어기 인터페이스 운영 소프트웨어를 필요로 한다. 본 연구에서는 터치패널을 장착한 스마트 PC에서 작동되는 운영 소프트웨어를 설계 제작하고 포팅하였다. 사용자와의 원활한 인터페이스를 위해 배터리 및 충전 관련 정보를 실시간으로 제공하고 충전과 관련된 사용자의 선택사항을 입력 받아 충전 주 제어기로 전송하도록 그림 4의 충전 동작순서를 기초로 설계 제작되었다.

운영 소프트웨어 개발도구는 Visual Studio 2008 for Windows CE를 사용하였으며, 그림 5는 CAN 통신을 기반으로 한 급속충전 모니터링 운영 소프트웨어의 실행 화면의 일부를 나타낸 것이다.

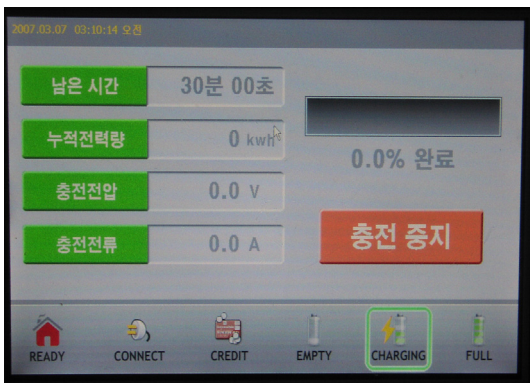


그림 5. 운영 소프트웨어 실행 화면
Fig. 5 A captured screen of monitoring software

III. 시스템 제작 및 성능평가

3.1. 시스템 구성

제안된 급속충전 모니터링 시스템은 전기자동차 배터리 충전과 관련된 다양한 정보를 사용자에게 제공하고 이를 기초로 하여 사용자가 기본적인 동작을 선택할

수 있도록 한 키오스크 시스템과 실제로 배터리 충전을 담당하는 충전제어 시스템으로 구분된다. 그림 6은 제안된 급속충전 모니터링 시스템의 전체 구성도를 나타낸 것으로 그림 3에 소개하였던 일반적인 급속충전 모니터링 시스템과는 차별화된 구조를 보여준다.

시스템간의 통신 프로토콜은 통신의 특수성과 신뢰성을 위해 CAN 프로토콜을 적용하였으며 충전과 관련된 다양한 정보는 실시간으로 수집되어 CAN 버스를 통해 송수신되도록 설계하였다.

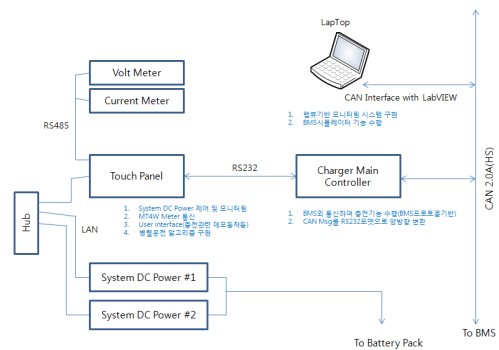


그림 6. 제안된 급속충전 모니터링 시스템 구성도
Fig. 6 A system diagram of proposed rapid charger

배터리의 상태 정보 뿐만 아니라 배터리 충전을 위해 공급되는 전원 관련 정보 또한 키오스크의 운영 소프트웨어와 LabVIEW 클라이언트를 통해 확인 가능하도록 하였다. 충전 관련 알고리즘과 키오스크 운영 소프트웨어의 개발을 위해 랩 전면에 설치된 스마트 PC를 이용하였으며, 관련 어플리케이션을 추가적으로 개발하고 실험할 수 있도록 일반 데스크톱 컴퓨터와 동일한 운영체제를 채택하였다. 또한 충전에 필요한 전원공급을 위해 2대의 교류-직류변환 전원공급장치와 전원공급장치에 공급되는 전압과 전류를 나타내는 별도의 표시장치를 포함한다.

배터리의 급속충전 및 방전 관련 실험을 수행하기 위해 36V 10A 리튬 폴리머 배터리를 5개 장착하여 직렬 구성시 180V 10A 배터리 팩으로, 병렬 구성시 36V 50A 배터리 팩으로 설정하여 사용할 수 있도록 설계하였으며 충전 및 방전 실험실 배터리의 전압 및 전류 상태를 파악할 수 있도록 시스템 전면에 모니터링용 LCD를 장착하였다. 설치된 배터리 팩은 전기자동차에 장착되어 운영

되는 것이 아닌 충전시스템 설계 및 관련 실험 용도로 사용되기 때문에 배터리 팩 5개만 설치하였으며, 배터리 용량의 증대를 위해서는 최대 10개까지 추가 설치가 가능하도록 전용 공간을 확보하였다.

3.2. 시스템 제작 및 성능평가

급속충전 모니터링 시스템을 구성하는 키오스크 시스템과 충전제어 시스템은 급속충전 알고리즘의 성능과 충전 상태를 모니터링하고 사용자와 인터페이스가 가능한 응용 소프트웨어를 제공하는 것이 주요 목적이다. 그림 7은 제안된 충전 모니터링 시스템의 전체 사진을 나타낸 것이다.



그림 7. 시제품 전체 사진
Fig. 7 A photograph of prototype model

충전 및 방전 실험을 위해 리튬 폴리머 배터리 팩을 포함하는 충전제어 시스템은 5개의 배터리 팩과 개별 충전제어기, 충전제어 주 제어기 등으로 구성되어 있으며 그림 8에 나타내었다.

급속충전 모니터링 시스템의 전체적인 성능평가는 충전용 키오스크와의 인터페이스, 배터리 및 충전상태 모니터링 등의 과정을 통해 수행하였다. 그림 5에 나타난 것과 같이 키오스크 응용 소프트웨어의 기본적인 동작은 충전 제어 명령 송신과 충전 상태 정보 표시 등의 정상 동작여부를 통해 평가하였다.



그림 8. 충전제어 시스템 측면 사진
Fig. 8 A sideview of rapid charger

배터리 충전상태를 외부에서 확인하기 위해 Lab VIEW 클라이언트의 응용 소프트웨어 동작상태와 제어 명령, 충전상태 정보의 흐름을 확인하기 위해 CAN 버스를 실시간으로 모니터링하였다. 그림 9는 충전시 배터리 팩의 전압과 전류를 시간에 따른 특성곡선으로 나타낸 것으로 5개중 4개의 배터리 팩 개별 상태와 전체 상태를 나타낸 것이다. 실험시간 0~200 구간은 충전시작 전 상태이며, 200~500 구간에서는 정전류 충전단계로서 약 15A의 전류를 연속적으로 공급한다.

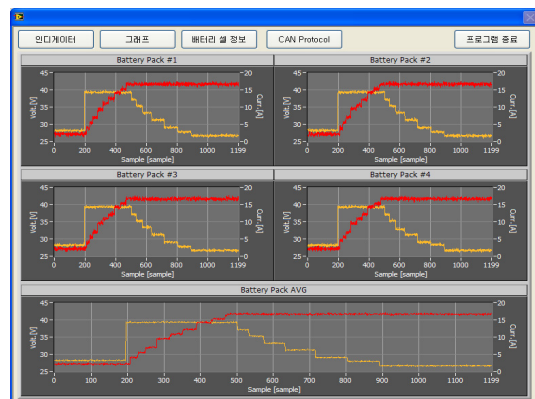


그림 9. 배터리 충전 특성 곡선
Fig. 9 A characteristic profile of battery charging

배터리 전압이 완전 충전 전압에 도달하게 되며 이후 정전압 충전과정으로 전환된다. 500~900이후 구간에는 정전압 충전을 유지하며 전류가 감소하게 된다. 설정된 충전전류를 감지되는 900이후 구간에서 충전은 종료된다.

그림 10은 CAN 버스를 통해 송신된 5개 배터리 팩의 상태 정보를 CAN 메시지 형태로 나타내기 위한 LabVIEW 응용 프로그램을 나타낸 것이다. 개별 배터리 팩은 CAN 메시지의 ID를 0x0400부터 0x0404로 설계하였으며 메시지 규격은 CAN 2.0A를 따른다.

Time Stamp	ID	Frame Type	Bytes	Data
0000400	BMS CAN Protocol	8	00 20 04 72 01 00 00 00	
0000401	BMS CAN Protocol	8	00 18 04 70 01 00 00 00	
0000402	BMS CAN Protocol	8	00 22 04 58 01 00 00 00	
0000403	BMS CAN Protocol	8	00 23 04 70 01 00 00 00	
0000404	BMS CAN Protocol	8	00 19 04 71 01 00 00 00	

그림 10. CAN 메시지 모니터링 화면
Fig. 10 Monitoring of CAN message for battery pack

IV. 결 론

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

본 논문에서는 전기자동차용 배터리로 적용가능한 소형 배터리를 대상으로 급속충전 제어, 충전 상태 모니터링, 사용자 인터페이스 등을 포함하는 급속충전 모니터링 시스템을 제안하였다. 전기자동차 BMS 시스템과의 향후 호환성을 고려하여 CAN 프로토콜을 기반

으로 통신 인터페이스를 설계하였으며, 제작된 시제품의 충전 및 인터페이스 기능 등을 성능평가를 통해 확인하였다.

제안된 시스템은 향후 전기자동차의 보급 확대로 고속도로 휴게소 및 각종 편의시설에 설치되는 충전시스템의 스탠드형 충전 키오스크로 응용이 가능할 것으로 판단되며, 충전 알고리즘 및 관련 하드웨어 개선 보안을 통해 지속적인 연구가 필요한 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 2010년도 경남과학기술대학교 기성회계 연구비 지원에 의하여 이루어진 연구로서, 관계부처에 감사 드립니다.

참고문헌

- [1] 류홍제, 임근희, 김종수, 안석호, 장성록, "전기자동차 급속충전시스템 구축방안", 대한전기학회 제41회 하계학술대회, pp. 1052-1053, 2010.
- [2] 최룡해, 강병희, 목형수, 최규하, 신우석, "리튬 폴리머 전지의 충방전 특성해석", 전력전자학회 학술대회논문집, pp. 222-225, 1999.
- [3] Mark Rawson, Sue Kateley, "Electric Vehicle Charging Equipment Design Health and Safety Codes", SAE, Vol. 108 3256-3262, 1998.
- [4] M. M. Morcos, C. R. Mersman, G. G. Sugavanam, and N. G. Dillman, "Battery chargers for electric vehicles", IEEE Power engineering Review, pp. 8-11, 2000.
- [5] Yunyan Wang, Jingxin Li, Jiuchun Jiang, Management information system of charging station for electric vehicle(EV)", ICEMS 2005, Vol. 1 857-860, 2005.
- [6] Kevin Morrow, Donald Karner, James Francfort, "Plug-in Hybrid Electric Vehicle Charging Infrastructure Review", U.S. Department of Energy Advanced Vehicle Testing Activity, INE/EXT-08-15058, 2008.

저자소개

추연규(Yeon-Gyu Choo)

한국정보통신학회 논문지
제 13권 제8호 참조

김현덕(Hyun- Deok Kim)

한국정보통신학회 논문지
제 12권 제9호 참조