

# 전기버스용 100kW급 충전인프라 개발

\*이충우, 오승훈, 이윤재, 최은식, 강병관, 류강열, 김희중  
LS산전

## Development of a 100kW charging infra for electrical bus

\*Chung Woo Lee, Seung Hun Oh, Yun Jae Lee, Eun Sik Choi, Byung Kwan Kang, Kang Yeul Ryu,  
Hee Jung Kim  
LSIS

### ABSTRACT

Recent global warming to the promotion of electric vehicles (EV), plug in hybrid (PEV), including the next generation of cars and solar power, wind power and other renewable energy, and next generation power grid (smart grid) are getting attention. In addition, the system utilizes the battery life in the industry and the convenience of a variety of social systems, economics, environmental impact, and the inherent potential to change significantly, and you can not walk into a next generation industrial strategy and the need increases more and more present, and its early commercialization In order to do this, as well as a key energy source, the battery charger for charging efficiency technologies is essential. In this paper, fast charge multiple battery modules and optional modules that can charge distribution charge will be introduced.

### 1. 서론

전기 자동차(EV), 플러그인 하이브리드카(PEV) 등의 차세대 자동차, PV 발전, 풍력 발전 등의 신재생 에너지가 주목을 받고 있다.<sup>[1][2]</sup> 이에 따라 배터리를 활용한 시스템은 가정용, 산업용, 발전소 등 다양한 각도로 편리성, 경제성, 환경 등을 크게 바꿀 가능성을 내재하고 있어 차세대 산업 성장동력으로 각광을 받고 있으며 그 필요성이 더욱 더 높아져 조속한 상용화를 위해서는 핵심 에너지원인 배터리를 충전하기 위한 고효율 충전기 기술은 필수적이다.

본 논문에서는 급속충전모듈과 복수의 배터리를 선택적으로 충전할 수 있는 충전분배모듈을 소개하고자 한다.

### 2. 본론

#### 2.1 전기버스용 충전 인프라 구성

전기버스용 충전 인프라는 배터리 자동교환용 전기버스, 배터리 자동 교환 충전 시설(QCMS: Quick Battery Changing Machine System, 이하 QCM), 전기버스용 배터리, 비상충전시스템(MCS: Mobile Charging System)으로 구성돼 있다.<sup>[3]</sup>

또한 배터리 자동 교환형 전기버스를 기반으로 하는 친환경 대중교통 시스템으로서 플러그인(Plug in) 형태로 충전하는 기존의 전기자동차와는 달리 표준화된 공용배터리를 버스 상부에 탑재해서 운행하며 약 40초 이내에 자동으로 배터리 교환이 가능하다. 또한 전기버스가 배터리 교환을 위해 QCM 구조물 내에 진입하게 되면 배터리 교환로봇(이송속도 15~20m/min)과 제어시스템을 이용해 전기버스의 방전된 배터리를 약 40초 내

에 교환한다.

또한 자체 배터리 급속충전기를 탑재해 20분 내에 배터리를 급속으로 충전한다. 또한 상위 Agent의 지령에 의해 충전모듈은 급속모드와 완속모드를 선택할 수 있으며 복수의 배터리를 선택적으로 충전할 수 있는 분배모듈로 구성되어 있다. 충전인프라 구성은 그림1과 같다.<sup>[3]</sup>

AC 전력망을 통해 급속충전모듈에 안정된 전력을 공급하며 전력변환을 통해 선택적으로 충전분배모듈을 이용하여 배터리에 충전한다. 또한 상위 Agent로 데이터(충전모듈 정보, 배터리 정보, 충전포트, 충전방식(C, %), 충전결과)를 전송한다.

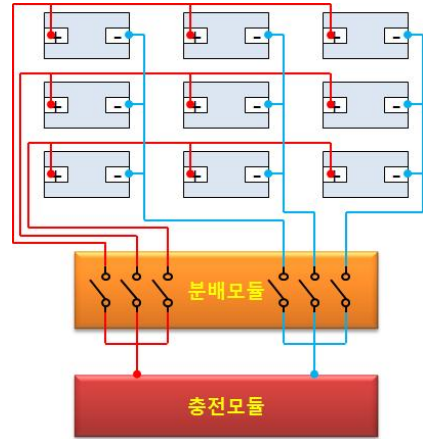


그림 1 충전 인프라 구성  
Fig. 1 Charging infra configuration

표 1은 100kW 충전모듈의 사양을 나타내고 있다.

표 1 충전모듈 사양  
Table 1 Charging module specification

항목	주요사항
입력 전압	3상3선식 240VAC
입력 주파수	60Hz
입력 역률	0.95 이상
출력 전압	599Vdc(405V ~ 680V), 162cell
출력 최대전류	160A
출력 최대용량	100kW
스위칭주파수	3kHz
냉각방식	강제풍냉
사용온도	20도 ~ 50도

## 2.2 충전모듈 제어구성

충전모듈의 제어는 배터리를 이용하여 충전을 하기 위해서 D축을 무효 전력으로 Q축을 유효전력으로 정의하고 충전모듈에서는 무효전력을 담당하지 않기 때문에 무효전력성분을 0로 하여 제어 한다. 전류는 Ref값을 ( )값을 가지도록 제어한다. 또한 CC모드와 CV모드로 구분하여 있다. 그림2와 같이 충전모듈의 제어 블록도를 나타내고 있다.

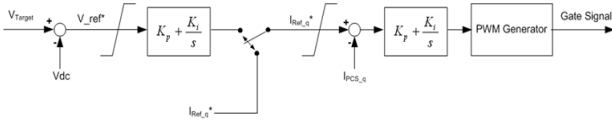


그림 2 충전모듈 제어블럭도  
Fig. 2 Charging module control block diagram

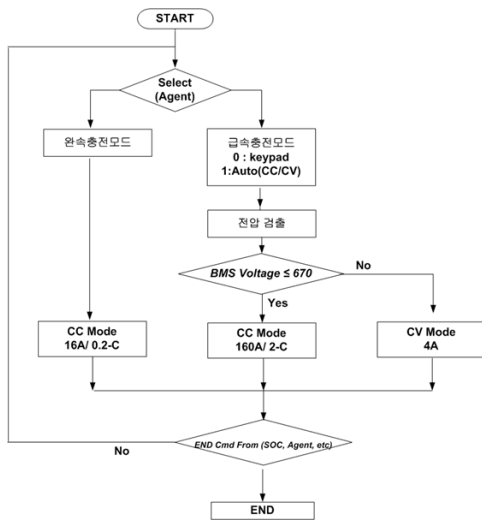


그림 3 충전모듈의 운전시퀀스  
Fig. 3 Operating sequence of charging module

충전모듈은 상위 Agent에 의해 급속모드와 완속모드를 선택할 수 있다. 완속모드의 경우 CC모드로 동작하여 16A/0.2C로 제어되며 급속모드의 경우 배터리 전압이 670V 이하이면 CC모드로 동작하여 160A/2C로 제어되며 670V 이상이면 CV모드로 전압제어가 된다. 그림 3과 같이 운전 시퀀스를 나타내고 있다.

## 2.3 Heat Flow 해석

충전모듈의 정면 유속해석은 그림 4와 같다. 입출구와 내부 평균 유속은 9~12m/s이며 히트싱크 핀 사이 평균 유속은 6~7m/s이다 따라서 충전모듈의 팬 및 덕트 성능은 양호함을 알 수 있다.

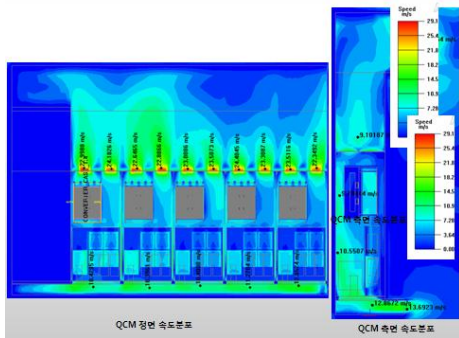


그림 4 Heat Flow 해석  
Fig. 4 Heat Flow Analysis

## 2.4 시험 결과

그림 5와 같이 CC모드는 DC전압 670V이하의 경우 DC측에 출력 최대전류인 160A로 안정하게 전류가 유입됨을 볼 수 있다. 또한 충전모듈과 BMS간의 CAN(Controller Area Network)통신을 통하여 데이터 전송의 정합성을 확인할 수 있었다. 이를 상위 Agent에 충전상태 및 데이터를 모니터링 할 수 있다.

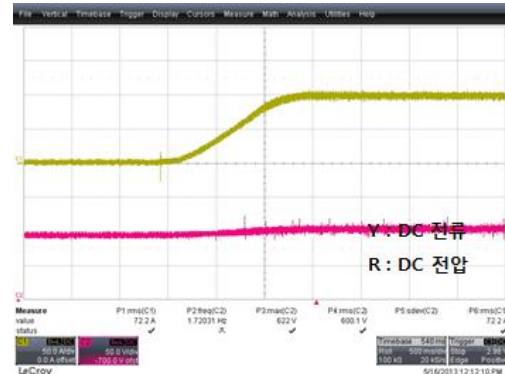


그림 5 CC모드 시험파형  
Fig. 5 CC mode test waveform

그림 6은 CV모드 시험파형으로서 680V이상일 경우 일정하게 DC전압을 유지하고 서서히 전류가 유입됨을 볼 수 있다.

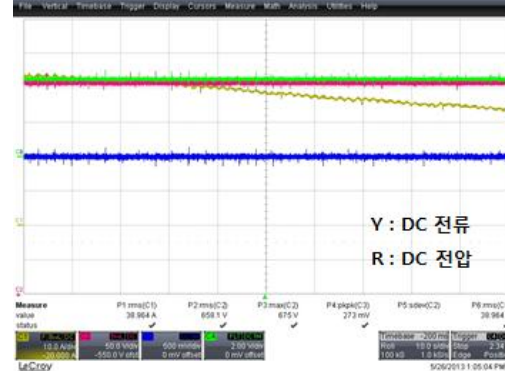


그림 6 CV모드 시험파형  
Fig. 6 CV mode test waveform

## 3. 결론

본 논문에서는 전기버스용 충전모듈과 분배모듈의 세부 설계 및 시제품 제작을 진행하고 기능연동 시험을 수행하여 100kW급 충전 인프라 개발을 하였다. 개발된 운영시스템을 통해 충전인프라 구축 솔루션을 제공하고 고속/고효율 충전 및 분배기술을 통해 향후 사업화에 기여할 것으로 예상된다.

이 논문은 국토해양부의 교통융합충전인프라 기술개발과제의 연구비 지원에 의하여 연구되었음

## 참고 문헌

- [1] Xu, "Automotive Power Electronics Opportunities and Challenges", International Conference on Electric Machines and Drives, pp 260~262, 1999.
- [2] FA Wyczlek, "Hybrid Electric Vehicles year 2000 status", IEEE Aerospace and Electronics Systems Magazine, Vol 16, no 3, pp 15~19, Mar 2001.
- [3] 박민영, 이상혁, 임상길, 박성준 "배터리 전압추정에 의한 단일충전" 전력전자학회
- [4] 국토해양기술 연구개발계획서, 2010