

전기자동차 완속 충전 시스템 개발

오정훈, 강태환, 백요한, 이준철
(주)효성 중공업 연구소

The Development of Electric Vehicle Slow Charging System

J. H. Oh T. H. Kang, Y. H. Baek, J. C. Lee
Power&Industrial Systems R&D Center

ABSTRACT

스마트 그리드(Smart Grid) 사업 분야에 속해있는 스마트 트랜스포테이션(Smart Transportation)사업은 전기자동차 운영에 주 초점을 맞추고 있는 실정이다. 전기자동차를 운영하기 위해서는 전기자동차 충전 인프라 구축이 필수적으로 필요하며 전기자동차 충전 인프라는 크게 전력망, 충전소, 급·완속 충전기, 과금 및 정산, 운영 시스템 등으로 구성되어 있다. 본 논문에서는 이러한 스마트 트랜스포테이션 사업의 충전 인프라 구축을 수행함에 있어 주차장이나 아파트 등에서 사용할 완속 충전 스탠드와 그에 따른 충전 시스템 구성을 소개하고자 한다.

1. 서론

최근 전기자동차는 각국 환경규제 강화와 배터리 저장기술의 발달 및 인버터, 모터제어 기술의 발달로 인하여 기존의 개솔린, 디젤 기관 내연기관에서 하이브리드, 연료전지 자동차를 비롯한 새로운 차세대 자동차 개념으로 부각되어오고 있다. 이러한 전기자동차는 특성상 기존의 주유 시스템과는 달리 안정된 전원 공급을 위하여 충전 시스템이 도입되어야 하는데 이는 스마트그리드 사업중 한 분야인 스마트 트랜스포테이션에서 관찰하고 있으며 국내외로 전기자동차를 활성화시키기 위하여 활발히 진행중에 있는 실정이다. 이러한 스마트 트랜스포테이션은 전기자동차의 활성화와 충전 인프라 구축에 주요 초점을 맞추고 있고 이는 배전망 구축, 충전소 건립, 충전기(급, 완속) 도입, 전기자동차의 활발한 보급 등 여러 사항으로 구성된다.

본 논문에서는 완속 충전 스탠드 중심의 스마트 트랜스포테이션사업과 완속 충전 스탠드의 특징, 충전 알고리즘, 보호회로, HMI(Human Machine Interface), 전력망 연계 및 과금정산 시스템에 대해서 기술하였다.

2. 완속 충전 시스템

2.1 완속 충전 스탠드

완속 충전 스탠드의 경우 전기자동차에 상용 전원을 공급하여주는 역할을 하며 전력공급, 계통으로부터 차량 보호를 위한 보호 장치, 모니터링 기능, 과금정산 기능을 수행한다. 구체적으로 차량내의 On board charger에 AC전원을 공급하며 계통이나 차량 문제 발생시 Trip신호와 함께 보호를 수행한다. 그리고 충전된 내역에 대해서는 모니터링이 가능하도록 Display

부에 표시를 하고 충전후 사용자에게 사용 내역 및 과금 결제 기능을 구현한다.

2.1.1. 완속 충전 스탠드 사양

완속 충전 스탠드의 경우 표1과 같은 사양을 갖는다. 입력부는 단상 220Vac이며 출력 전류는 약 35A내외이다. 이는 On board charger의 용량을 고려하여 3.3kW급과 6.6kW급 On board charger사용시에도 충분히 공급할 수 있도록 설계되어 있다.



표 1 완속 충전 스탠드 사양
Table 1 Specification of Charging Stand

Item	Specification
Output	단상 AC220(60Hz), 35A
Enclosure	IP44
HMI Display	10.5inch Touch Screen
Operating Temperature	-30~50℃

2.1.2. 완속 충전 스탠드 특징

완속 충전 스탠드는 통신 및 보호기능으로써 다음과 같은 특징을 갖는다.

가. 통신의 경우 차량과 충전스탠드 사이의 통신은 국제 규격상 IEC 61851-1 또는 SAE J1772에 따라 Pilot 제어신호를 통해 구현되어야 하나 현재는 국내 실정상 적용되어 있지 않은 상태이며 단순한 아날로그 신호를 통해 구현되어있다. 운영시스템과의 통신은 TCP/IP를 이용하고 있다.

나. 보호기능으로 충전스탠드는 이상상태를 실시간 감지하며 이상상태 발생시, 장비의 보호를 위해 일부 기능을 제어하여 동작을 중지시키는 보호기능을 갖는다. 주 보호기능은 아래와 같다.

- 과전압, 저전압 보호 : 선로 전압이 과전압, 저전압 발생시 보호회로 동작, 충전을 중지시킴
- 과전류 보호 : 출력전류가 정격범위를 넘어갔을 경우 충전을 중지시킴
- 단락 보호 : 커넥터의 출력단자가 단락 되었을 때 장비 및 차량에 탑재된 배터리를 보호
- 누전 차단 기능 : 누전 발생시 충전 중지시킴
- Under Current기능 : 일정전류 미만시 충전 중지시킴

2.1.2. 완속 충전 스탠드 충전 알고리즘 및 HMI구성

완속 충전 스탠드의 충전 알고리즘은 결제 방식으로 전기요금 합산과 카드 결제를 제공하고 있으며 모드는 단순한 충전시작기능만으로 구성되어있다. 충전중 사용자가 커넥터를 강제로 분리할 경우나 충전이 완료되었더라도 사용자 부재로 인하여 커넥터를 차량으로부터 분리를 안할 경우 커넥터가 부착되어 있으므로 일반인 보호를 위한 Under Current기능이 동작하여 커넥터 전원이 자동으로 차단되는 보호기능을 수행한다.

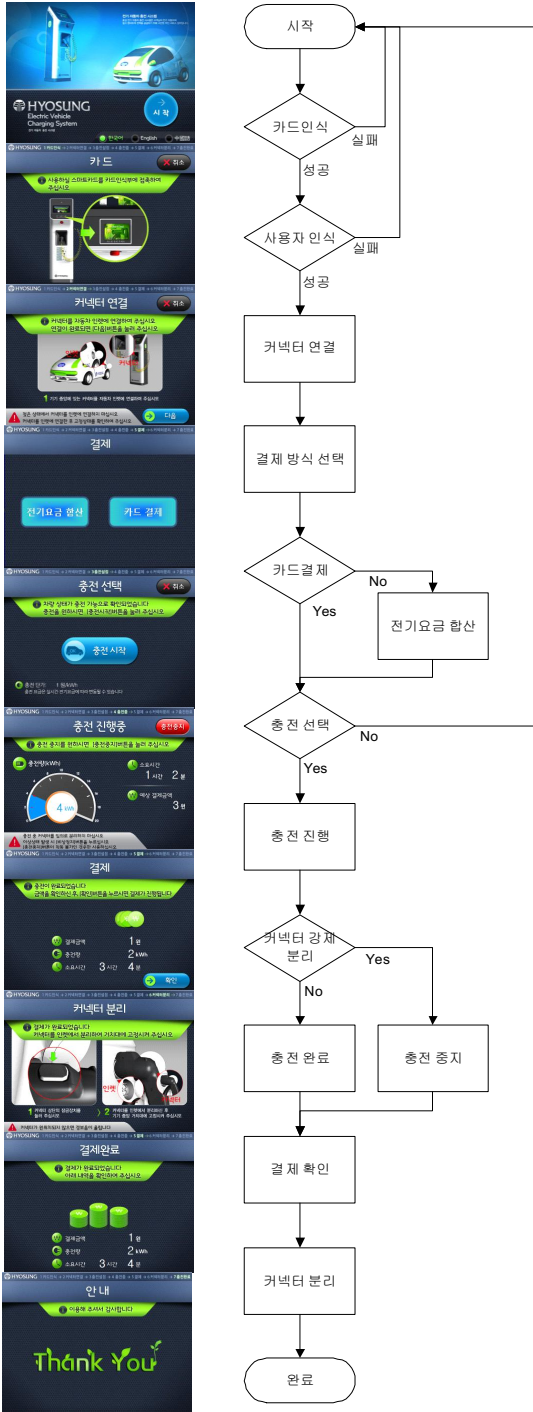


그림 1 완속 충전 스탠드 HMI 화면 및 충전 알고리즘
Fig 1 Charging Stand HMI Display and Charging Algorithm

3. 충전 인프라 구성

3.1 충전 인프라 시스템



그림 2 충전 인프라 시스템
Fig. 2 Charging infrastructure system

전기자동차 충전기를 중심으로 구축된 충전 인프라 시스템은 그림 2와 같이 급·완속 충전기, 전력망, 충전소 운영 시스템, 그리고 과금 및 정산 시스템으로 이루어진다. 사용자가 충전소나 주차장에 설치된 충전기 사용시 고객정보는 RFID 카드를 통해 운영 시스템으로 전달되게 되고 고객 인식 후 과금에 들어가게 된다. 또한 충전기는 실시간 전기 요금 정보를 운영시스템으로부터 받아오고 일정 시간마다 업데이트하며 전기자동차에 충전시 사용 요금을 실시간 전력 단가를 적용하며 계산, 충전 완료 후 정산하게 된다.

3. 결론

본 논문에서 소개한 완속 충전 스탠드의 개발에 따른 충전 인프라의 구현은 기존의 주유소 개념을 충전소로 그대로 가져왔으며 전기자동차 완속 충전 스탠드의 개발 및 적용, 실시간 전력 가격 적용, 과금 및 정산 기능 등을 구현함으로써 기본적인 스마트 트랜스포테이션의 개념을 충실히 적용하였다.

현재, 개발된 완속 충전 시스템은 위에서 언급한 내용이 그대로 탑재되었고 제주 실증 단지에 설치되어 효율성 검증 및 실증 시험을 위해 운영중에 있는 상태이다.

본 연구는 2010년도 지식경제부의 재원으로 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다. (No. 2009T100200738)

참고 문헌

- [1] 한승호, 최병윤, “국내외 전기자동차 인프라 구축동향”, 전력전자학회지 제5권 제2호, 2000. 4, pp. 38~41.
- [2] 조형연, 강태환, 오정훈, 구태홍, 서인영, 심은보, 송창영, 신영식, “전기자동차 급속 충전 시스템”, 전력전자학회 논문집, 2010, 7 pp. 324~325