

CAN기반의 전기자동차 충전시스템(EVSE) 시뮬레이터 구현

신범식, 이경중, 기영훈, 안현식
국민대학교 전자공학과

Implementation of an Electric Vehicle Supply Equipment Simulator based on CAN

Bum-Sik Shin, Kyung-Jung Lee, Young-Hun Ki, and Hyun-Sik Ahn
Department of Electronics Engineering, Kookmin University

Abstract - 본 논문에서는 최근 전기자동차의 개발과 동시에 연구가 활발히 진행되고 있는 전기자동차의 충전시스템인 EVSE(Electric Vehicle Supply Equipment) 시뮬레이터를 구현하고 성능을 검증한다. EVSE는 전기자동차의 충전을 위해 안정적인 전원을 공급하는 기능 이외에도, 충전상태 모니터링, 인증 및 과급 등의 기능이 요구되기 때문에 전기자동차와의 통신이 필수적이다. 따라서 CAN 기반의 전기자동차 충전시스템 시뮬레이터를 구현하고, 제안된 충전 절차에 따른 실험을 통해 차량 인증, 차량 정보 확인 및 모니터링 프로그램의 성능을 검증한다.

- 통신부 : EVSE와 전기자동차(CAN), 스마트그리드(ZigBee)간의 통신
- 계량부 : 충전시 선택한 전력의 종류와 사용량에 따른 요금 계산 및 과급
- 충전제어부 : 충전전력 수행 및 충전 전 과정 제어
- 모니터링부 : 충전이 이루어지는 과정 및 상태정보 감시

1. 서 론

최근 세계적으로 큰 이슈가 되고 있는 화석연료의 고갈과 환경문제로 인하여 전기자동차의 연구와 개발이 촉진되고 있다. 이 때문에 전기자동차의 보급에 중요한 부분을 차지하는 충전인프라의 구축 및 보급이 중요시되고 있다. 충전인프라는 전력계통과 연계, 충전시스템(EVSE), 고객 정보시스템, 원격 인프라 운영시스템으로 나누어진다[1]. 구성 요소 중 EVSE는 운전자 ID 인증, 충전 가능전력 확인, 충전상태 모니터링, 과급 등의 역할을 수행하기 때문에 전기자동차, 스마트그리드, 원격 인프라 운영시스템과의 연계가 필수적으로 요구되어 통신 네트워크 구성이 매우 중요하다. EVSE의 통신 네트워크의 종류에는 CAN(Controller Area Network), PLC (Power Line Communication) ZigBee 등이 고려되고 있다. 특히 자동차 산업에서 대표적으로 사용되는 CAN통신은 실제 차량에 적용하여 사용하고 있어 성능이 검증되었다. 또한, 1km의 통신 가능거리를 가지며, 쌍 코어선의 비스로 구성되어 와이어링 하네스를 획기적으로 줄일 수 있고, 표준 프로토콜이므로 시장성이 뛰어나다는 장점을 가지고 있어 EVSE와 전기자동차간의 통신 네트워크 구현에 적합하다. 본 논문에서는 전기자동차가 충전인프라에서 원활하고 효율적인 충전 과정을 수행하도록 모형 EVSE와 전기자동차를 구현하고 전기자동차와 EVSE간의 CAN통신을 통한 차량정보, 배터리 정보 및 과급 정보의 정상적인 송수신을 확인하며 이러한 정보 교환 및 충전 과정을 모니터링 프로그램을 통하여 확인하고 그 성능을 검증한다.

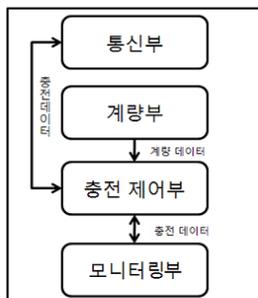
이 외에도 필요에 따라서 부하제어 기능, 고장진단 기능 등을 추가하여 구성할 수 있다[2].

전기자동차와 EVSE간의 통신을 위해 사용되는 프로토콜은 일반적으로 Request/Response 형식의 Periodic 또는 Event Driven 방식으로 설계할 수 있으며, Periodic 방식은 일정한 주기를 가지고 통신을 하는 방식이고, Event Driven 방식은 어떠한 Event가 발생하였을 때만 통신을 하는 방식이다. 이 두 가지 방식을 데이터의 중요도에 따라 유용하게 선택하여 사용하면 EVSE와 전기자동차, 스마트그리드간의 통신이 효율적으로 이루어질 수 있다.

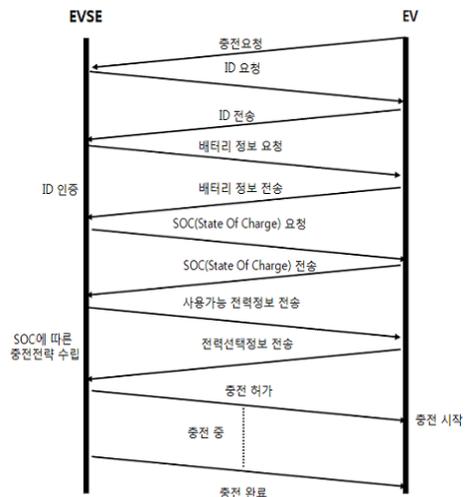
EVSE와 전기자동차간의 통신 절차는 그림 2와 같다. 전기자동차가 EVSE에 접속하게 되면 충전 요청을 하게 되고, 전기자동차로부터 충전 요청을 받은 EVSE는 인증절차 수행을 위하여 전기자동차에 ID를 요청하게 되며, 요청을 받은 전기자동차는 운전자의 ID를 EVSE에 전송한다. 전기자동차로부터 ID를 전송받은 EVSE는 인증절차를 수행하고, 인증절차가 끝나게 되면 전기자동차에 배터리 정보 요청, SOC(State Of Charge)정보요청을 차례대로 수행한다. SOC정보를 전송받은 EVSE는 스마트그리드와의 통신을 통하여 사용가능한 전력에 대한 정보를 전달받아 전기자동차에 전송한다. 운전자는 스마트그리드로부터 수신한 전력 정보에 따라 원하는 충전 전력을 선택하여 EVSE에 전송하고, 충전이 시작된다. EVSE는 충전이 진행되는 동안 SOC정보와 가격정보를 주기적으로 전기자동차에 전송하며, 또한, 전기자동차의 충전이 완료되면 EVSE는 완료되었다는 정보를 전기자동차에 전송한다[3].

2. EVSE의 구성 및 충전 절차

EVSE의 구성은 그림 1과 같이 네 가지로 구분된다. 각 구성요소는 전기자동차 및 스마트 그리드와의 통신을 위한 통신부, 사용한 전기량의 계량을 통해 과급을 하기 위한 계량부, 충전 전력 수행 및 충전 관리를 위한 충전 제어부와 충전 상태정보를 확인하기 위한 모니터링부로 구분된다.



EVSE
〈그림 1〉 EVSE 구성



〈그림 2〉 충전 순서도

3. EVSE의 기능

· **ID 인증**
충전을 위하여 전기자동차가 EVSE에 접속해 충전 요청을 하면 EVSE는 제일 먼저 운전자의 ID를 요청한다. 전기자동차 운전자는 각자

고유의 ID를 가지며, 전기자동차 충전시 ID를 통하여 운전자 인증을 한다. ID를 전송받은 EVSE는 중앙관리시스템의 웹서버에 접속하고, 전기자동차 운전자 데이터베이스를 검색하여 운전자 인증 절차를 수행한다.

· **배터리상태 확인**

운전자 인증을 마친 EVSE는 다음 순서인 배터리의 정보를 요청한다. EVSE는 먼저 전기자동차의 배터리 종류를 요청하고, 배터리 종류를 전송받은 후 배터리의 SOC정보를 요청한다.

· **충전전략 구성**

배터리의 상태정보 확인까지 끝나면 EVSE는 충전 전략사용을 위하여 스마트 그리드와의 통신을 통해 사용가능 전력의 정보를 취득하며[4], 취득한 정보를 전기자동차로 전송하여 운전자가 취향에 맞춰 전력의 종류를 선택 한다.

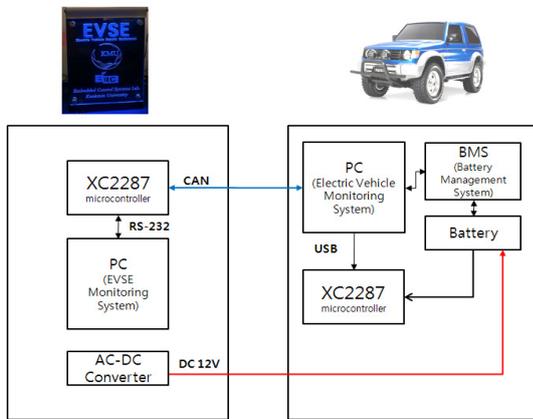
· **계량/과금**

과금을 수행하기 위해서는 전기자동차가 충전되는 동안에 사용되는 전력량을 계량해야 하며, 계량은 EVSE에 부착되어있는 계량장치로부터 충전이 완료될 때까지 실시간으로 사용 전력량을 누적한다. EVSE는 한국전력공사의 전력요금을 기준으로 누적된 사용 전력량에 따라 요금을 계산하고, 계산된 요금에 기타 서비스요금을 추가하여 충전에 대한 총 요금을 운전자에게 전송한다.

4. 실험 및 결과

4.1 실험 구성

본 논문의 실험구성은 그림 3과 같이 Infineon사의 Microcontroller XC2287을 중심으로 모형의 EVSE와 전기자동차를 각각 구현하고, 전기자동차의 배터리를 관리하기 위해 BMS(AVR SB200 Smart Battery Demonstration Kit)를 모형 전기자동차에 부착한다. BMS는 USB통신을 이용하여 PC와 연결되며, 모니터링 프로그램을 통해 전기자동차의 배터리 상태 정보를 확인한다. 모형의 EVSE와 전기자동차 내부의 ECU(내부제어기)간의 충전데이터들은 CAN통신을 통해 송수신되며, 또한, 이 데이터들은 RS-232 시리얼 통신을 이용하여 PC상의 EVSE 모니터링 프로그램으로 전송되어 실험결과를 검증하는데 이용된다.

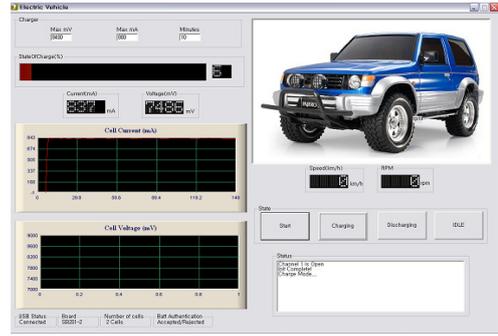


〈그림 3〉 실험 구성

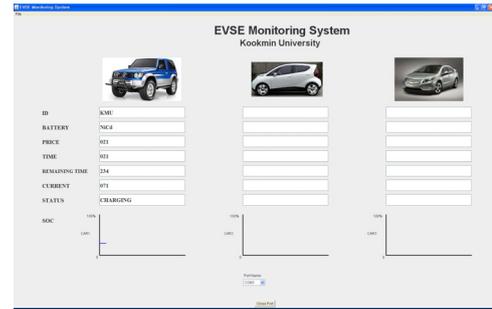
또한, 충전하는 과정에서 송수신되는 데이터, 충전에 사용한 전력량, 사용한 전력량에 따른 과금 정보를 확인하기 위하여 충전 모니터링 프로그램을 JAVA기반으로 제작하였으며, 자동차의 배터리 상태정보를 확인하기 위하여 전기자동차용 모니터링 프로그램을 MFC기반으로 제작하였다.

4.2 실험과정

전기자동차가 충전을 하기 위하여 EVSE에 접속하면 EVSE는 Event Driven방식의 통신 프로토콜을 사용하여 그림2의 충전 순서도 과정에 따른 충전전략을 수립한다. 또한, 전기자동차의 충전이 시작되면 효율적인 충전 관리를 위해 충전 진행시간, 잔여충전시간, SOC 변화량, 가격의 정보를 EVSE에 100ms의 주기의 Periodic방식으로 송신한다[6]. 이와 같이 충전이 진행되는 과정에서 송수신되는 모든 데이터는 EVSE 및 전기자동차의 각 모니터링 프로그램을 통하여 그림 4와 같이 확인할 수 있다.



(1) 전기자동차 모니터링 프로그램



(2) EVSE 모니터링 프로그램

〈그림 4〉 모니터링 프로그램

4.3 실험 결과

전기자동차가 EVSE에 접속하여 충전되는 과정에서 처리되는 데이터들은 전기자동차용 모니터링 프로그램을 통하여 확인할 수 있었고, 전기자동차용 모니터링 프로그램에 표시되는 배터리의 상태 정보와 충전시스템용 모니터링 프로그램에 표시되는 데이터를 비교하여 정확한 통신이 이루어졌으며, EVSE를 통한 전기자동차의 충전이 충전절차를 준수하여 수행됨을 확인하였다.

5. 결론

본 논문에서는 전기자동차의 급속한 발전과 더불어 충전인프라의 구축 및 확산이 요구됨에 따라 모형의 전기자동차와 EVSE를 구현하였다. 또한, CAN통신을 이용하여 모형 전기자동차와 EVSE간의 차량정보, 배터리 정보 및 과금 정보들을 충전절차에 따라 통신하였고, 모니터링 프로그램을 통하여 충전 데이터들을 확인함으로써 EVSE시뮬레이터의 성능을 검증하였다. 향후 연구과제는 본 논문에서 구현한 기능 이외의 부가적인 EVSE 기능 구현 및 효율적인 충전데이터 전송방법에 대한 연구를 수행할 것이다.

감사의 글

“본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 대학 IT연구센터 육성지원 사업의 연구결과로 수행되었음”
(NIPA-2011-C1090-1121-0005)

[참고 문헌]

[1] 이현기, “전기자동차 충전인프라 개발현황과 전망,” 전력전자학회지, pp.77~76, 2010
 [2] Kulshrestha. P, Lei Wang, Mo-Yuen Chow, and Lukic. S, “Intelligent Energy Management System Simulator for PHEVs at Municipal Parking Deck in a Smart Grid Environment,” Power & Energy Society General Meeting IEEE, pp.1~5, 2009
 [3] Kabisch, S, Schmitt. A, Winter. M, Heuer. J, “Interconnections and Communications of Electric Vehicles and Smart Grids,” 2010 First IEEE International Conference on, pp.161~166, 2010
 [4] 손홍관, “전기자동차 충전인프라와 스마트그리드,” 전기의 세계, pp.47~53, 2010
 [5] Infineon, “XC2000 Series Board Manual,” 2007
 [6] 한국스마트그리드협회, “전기자동차와 충전기간 접속식 급속 충전을 위한 통신 프로토콜 SGS-03-001,” 스마트그리드표준화 포럼, 2010