

## PHEV/EV용 통합 충전 모니터링 시스템 개발에 관한 연구

김병훈\*, 이백행\*\*, 신동현\*\*\*, 정진범\*\*, 송현식\*, 김상대\*\*, 김희준\*\*\*, 유지운\*  
고려대학교\*, 자동차부품연구원\*\*, 한양대학교\*\*\*

### A Study on Development of the Integration Charging Monitoring System for PHEVs and EVs

Byoung-Hoon Kim\*, Back-Haeng Lee\*\*, Dong-Hyun Shin\*\*\*, Jin-Beom Jeong\*\*, Hyun-Sik Song\*,  
Sang-Dae Kim\*\*, Hee-Jun Kim\*\*\* and Ji-Yoon Yoo,  
Korean University\*, Korea Automotive Technology Institute\*\*, Hanyang University\*\*\*

**Abstract** - 본 논문에서는 PHEV와 EV의 보급 확대에 따른 충전을 통합적으로 모니터링 할 수 있는 시스템을 제안하고 통합 충전 관리 시스템(Main-system)과 포스트(Sub-system) 운용 프로세스에 대해 설명하고자 한다. 충전 시스템 구성 비용 절감 및 사용 효율을 높일 수 있는 통합형 충전 시스템 구성을 위해 각 시스템간 통신 방식, 송수신 정보, 충전 및 제어 그리고 차량과의 인터페이스 기술 등 다양한 기능 정의와 통합 충전 모니터링 시스템의 장치 운용 알고리즘에 대해 알아보도록 한다.

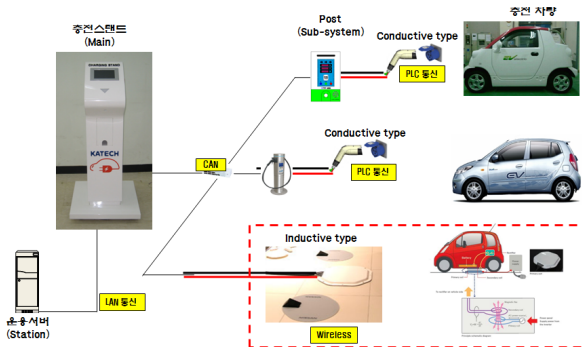
### 1. 서 론

현재 국내 PHEV 및 EV 보급 확대에 따른 효율적인 충전 Infra 구축을 위해 충전 관련 기술 개발, 표준화 그리고 모니터링에 관한 연구가 많이 진행되고 있는 상태이다. 또한 해외 표준화 및 기술동향에 발맞춰 SAE/ISO 등의 국제 표준 대응 기술 개발이 진행됨에 따라 국내 많은 업체에서 충전 시스템 개발도 이뤄지고 있다. 그러나 국내에서 Port/Connector/Wire/Charging Stand 또는 Station이 아직은 개발 단계이기 때문에 수요가 적으며, 판매 비용이 비싼 상황이다.[1] 이를 해결하기 위해 본 논문에서는 Charging Station을 구성하는 충전 모니터링 시스템의 효율성을 높이고 가격 경쟁력을 높이기 위해 통합 운영 방식 및 알고리즘을 제안하고자 한다.

### 2. 본 론

#### 2.1 통합 충전 모니터링 시스템 개요

최근 많은 업체에서 개발되고 있는 충전 시스템은 한 명의 사용자가 한 대의 차량에 전력을 공급할 수 있게 운영되며, 충전 차량에 따라 수 시간 또는 하루 이상을 사용하기 때문에 다른 차량이 동일한 충전 시스템을 통해 충전을 수행하기에는 비효율적인 면이 많이 발생한다.[2-3] 본 논문에서는 그림 1과 같은 통합 충전 모니터링 시스템을 통해 여러 대의 차량이 동시에 충전을 수행할 수 있는 시스템을 구성하였다. 시스템은 사용자 인증, 결제 그리고 시스템 모니터링 기능을 갖는 Main-system과 차량 연결, 충전량 측정 그리고 전력 공급을 수행하는 Sub-system으로 나뉘어 운영하게 된다. 또한 Main-system은 충전 전/후로 사용자 인증과 충전량 결제 승인을 위해 사용자 정보를 갖고 있는 서버와 통신하고 Sub-system인 Post는 접촉식과 비접촉식 모두 구성할 수 있도록 되어 있다.

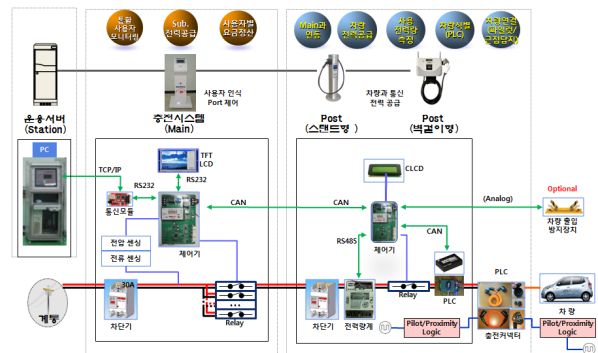


〈그림 1〉 통합 충전 모니터링 시스템 개념

#### 2.2 시스템 구성

통합 충전 모니터링 시스템은 기존 시스템과 달리 Main과 Sub-system으로 구분하며, 그림 2와 같이 시스템 제어기를 기준으로 운용서버, 차량, 전력계통과 연계되고 충전 스탠드인 Main과 Sub-system(Post)으로 크게 나뉘게 된다. 또한 아래와 같은 기능을 수행하도록 설계하여 구성하였다.

- Main-system
  - 사용자 승인 및 Post 선택
  - 승인 및 결제 요청(서버)
  - 선택된 Post(Sub-system) 전력 공급 및 차단
  - 통신을 통한 정보 교환(Server-LAN, Post-CAN)
- Sub-system
  - Post 자가 진단(상태 Main 전송)
  - 차량 연결 상태 Check
  - 차량 식별 및 근접 탐지(Pilot, Proximity)
  - 충전 전력 공급 및 충전량 측정(Update time - 100ms)
  - 통신을 통한 정보 교환(Main-CAN, 차량-PLC)



〈그림 2〉 시스템 기능 및 구성

구성에서 Post로 비접촉식 충전 방식의 시스템도 운용할 수 있다. 본 논문에서는 비접촉식 같은 경우 국내/외에서 개발이 한창 진행되고 있기 때문에 개발 중인 시스템을 제안한 구성의 Post로 연계하여 운용되는 것만 확인할 수 있었다.

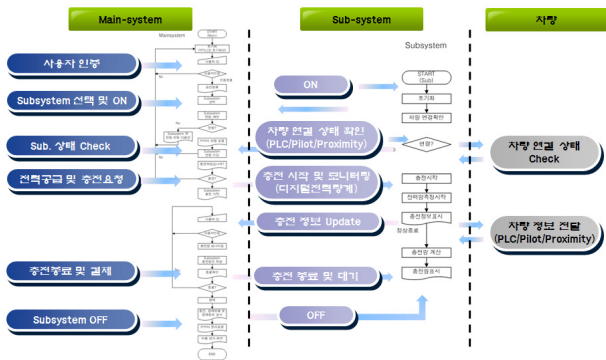
#### 2.3 운용 알고리즘 및 구현

통합 충전 모니터링 시스템은 안정적인 충전과 사용량에 대한 결제가 이뤄져야 하기 때문에 사용자, 운영서버, 차량과의 정해진 절차를 갖고 구동되도록 설계해야 한다.

##### 2.3.1 제안된 충전 알고리즘

기존 충전 모니터링 시스템은 사용자 인증(RFID, 사용자 ID 등) 과정을 통해 충전 커넥터 연결을 요청하고 충전 시작을 통해 전력을 공급하고 충전량을 측정하여 과급하는 형태로 충전 과정이 이루어진다. 이와 같이 충전 모니터링 시스템은 충전 과정을 통해 차량에게 전력을 공급하고 결제가 이뤄지는 것이 목적이므로 통합형 충전 모니터링 시스템도 Main과 Sub-system의 운용 방법을 제안하고 Sub-system인 Post에서 전력을 공급하고 최종 Main에서 결제를 수행하면 되는 것이다. 본 논문에서는 그림 3과 같이 대기 및 절전 상태에서 사용자의 접근이 감지되면 사용자 ID를 요청하고 ID 승인 후 Sub. Post를 선택하고 전원을 공급한다. 전원이 공급된 Post는 차량 연결 상태를 확인하고 Main을 통해 사용자에게 연결 정보를 알려주게 된다. 그리고 연결이 확인되고 사용자

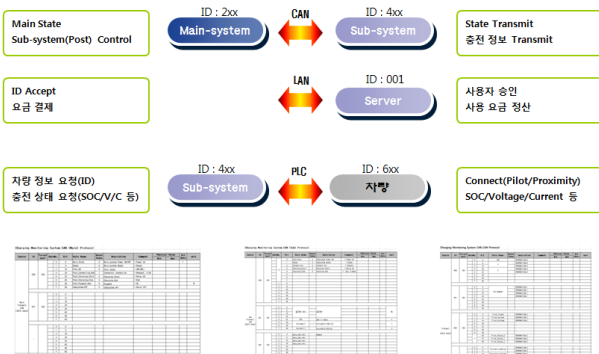
가 충전을 요청하고 Main에서 해당 Post로 명령 전송 및 차량에 전력을 공급한다. 충전이 진행되는 동안 충전 전력량 및 PLC로 차량 정보(SOC, 전압, 전류 등)를 실시간으로 전송 받아 Main에 보내 모니터링되며, 사용자 요청시 화면에 출력하게 된다. 이렇게 해서 최종 충전이 완료되면 요금이 결제되고 Post는 충전 완료에 따라 Off되고 Main은 선택된 Post와 연결된 차량의 모든 충전 과정을 완료하게 된다.



<그림 3> 수행 명령 및 알고리즘

**2.3.2 통합 시스템 통신 Protocol**

본 논문에서는 구성된 통합 충전 시스템 같은 경우 알고리즘을 통해 충전 과정이 진행된다. 여기서 시스템간 LAN, CAN, PLC, RS485 통신 방식들이 적용되며, 해당 통신 선로를 통해 상호간 정보를 주고 받게 된다. 또한 서로 데이터를 주고 받기 위해서는 구성된 시스템간에 구별할 수 있는 고유 ID, Packet 구성 및 정의가 되어야 한다. 그림 4에서 처럼 통합 충전 모니터링 시스템은 모니터링을 위해 시스템별로 구분하고 분류를 통해 실제 통신 Packet을 정의하였다.



<그림 4> 시스템 통신 정의

**2.4 충전 모니터링 및 시험 수행**

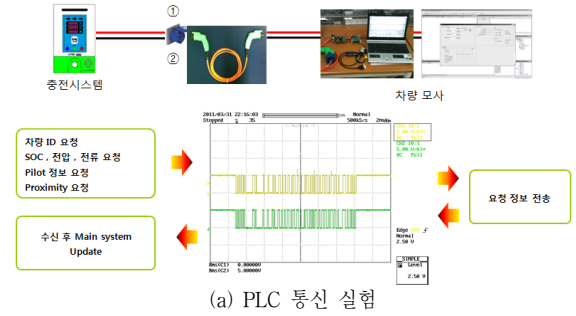
본 논문에서 제안한 구성, 알고리즘, 통신 Protocol 그리고 Post에 구현된 디지털전력량계로 전력량 측정, PLC 통신을 통해 모사된 차량으로부터 정보 전송, Pilot/Proximity 회로로 커넥터 연결 상태를 확인함으로써 통합 충전 모니터링 시스템을 운영해보았다.

- 디지털전력량계
  - Full-duplex asynchronous modes
  - Data Update time : 20ms 이내
  - 통신속도 : 38400bps

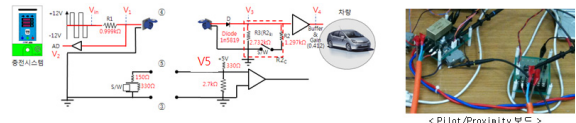


<그림 5> Post 전력량 측정

- PLC 통신 및 Pilot/Proximity 실험
  - 차량 BMS 모사 (CANoe)
  - PLC/Pilot/Proximity Signal Board 제작
  - 통신 실험(SOC, 전압, 전류, 차량 ID 요청)



(a) PLC 통신 실험



(b) Pilot / Proximity 회로 실험

<그림 6> 차량 모사 및 PLC 통신

- 통합 충전 모니터링 구성 및 시험
  - Post 제어 및 전력 공급
  - 비접촉식 Post 연계 시험
  - 통합 시스템 운용을 통한 충전 진행



<그림 7> 통합 충전 Site 운용

**3. 결 론**

본 논문에서는 PHEV 또는 EV용 충전 모니터링 장치의 선진 제품 분석 및 자료 수집을 통해 통합 충전 모니터링 시스템을 제안하였고 기존 Main system 보완 및 Sub-system으로 Post를 개발해서 충전 site를 구성했다. 제안한 충전 시스템 구성에 현재 개발되고 있는 접촉식뿐만 아니라 비접촉식 시스템도 적용할 수 있으며, 충전 인터페이스 또는 시스템 기술 개발에 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

**[참 고 문 헌]**

[1] Mark Rawson, Sue Kateley, "Electric Vehicle Charging Equipment Design Health and Safety Codes", SAE, Vol. 108 3256-3262, 1998  
 [2] Yunyan Wang, Jingxin Li, Jiuchun Jiang, "Management information system of charging station for electric vehicle(EV)", ICEMS2005, Vol. 1 857-860, 2005  
 [3] 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.