

## 전기자동차 충전스탠드의 제어파일럿 신호를 이용한 대역 내 통신 방식

김철우\*, 김상범\*, 임유석\*  
한국전력공사 전력연구원\*

### Inband Signaling on the Control Pilot of Electric Vehicle Supply Equipment

Chulwoo Kim\*, Sang-Beom Kim\*, You-Seok Lim\*  
KEPCO Research Institute\*

**Abstract** - Electric Vehicle Supply Equipment(EVSE) is a system or an equipment to supply electric power for charging the traction batteries on the electric vehicle. Control Pilot is an electric signal generated by EVSE and is transmitted to the electric vehicle by a vehicle coupler and a contact. The duty cycle of control pilot determines the maximum current to be drawn by electric vehicle. When the duty cycle is 5%, it is indicated that digital communication is needed. This paper deals with the data format and definition about communication scheduling through the inband signal on the control pilot of EVSE.

#### 1. 서 론

화석 연료의 사용 증가는 온실가스 배출을 증가시켜 많은 환경적 문제를 불러일으키고 있으며, 2005년 교토의정서가 발효됨에 따라 선진국들은 이미 CO<sub>2</sub> 의무 감축을 시행하고 있다. 특히 CO<sub>2</sub>의 주 배출원인 자동차에 대한 배출가스 기준이 대폭 강화되고, 배터리 기술이 최근 급속히 발달함에 따라 전 세계적으로 전기자동차 개발 및 보급에 많은 노력을 기울이고 있다[1]. 이러한 친환경 고효율 자동차에 대한 요구 증대 및 높아진 관심과 더불어 충전을 요하는 친환경 자동차에 대응하기 위한 충전인프라 구축에도 많은 노력을 하고 있다. 일반적으로 전기자동차(EV) 및 플러그인 하이브리드 자동차(PHEV)의 구동 배터리를 충전하기 위해서는 배전계통에 연계된 전기자동차 전원공급장치(EVSE ; Electric Vehicle Supply Equipment)를 이해해야 하며, 전기자동차 전원공급장치와 전기자동차 사이에는 충전 커넥터 및 인렛과 같은 충전 인터페이스 부품이 필요하다. 2010년 1월 미국자동차협회(SAE)는 SAE J1772 문서를 통해 전기자동차 및 플러그인 하이브리드 전기자동차의 전도성 충전 커플러에 대한 국제규격을 제정하였다[2]. SAE J1772 문서에서 명시한 충전 커플러의 접점 인터페이스는 AC 전원(L1), AC 전원(L2), 장치 접지, 제어파일럿(Control Pilot) 및 근접탐지(Proximity Detection)로 구성되어 있으며, 제어파일럿은 전기자동차 전원공급장치에서 발생하는 전기신호로 충전커플러 및 접점을 통해 차량에 전달된다. 제어파일럿은 차량과 전원공급장치의 연결 확인 및 차량 상태에 따라 전력 공급/차단을 결정하는 기능 등을 수행하고 있으며, 제어파일럿 시비율(Duty Cycle)을 조정하여 전원공급장치(EVSE)에서 공급 가능한 최대 전류값을 차량에 전달하는 기능도 수행하고 있다. 그 중 제어파일럿의 시비율이 5%일 때는 디지털 통신이 필요함을 나타낸다. 본 논문에서는 시비율 5%일 때의 제어파일럿 신호를 이용한 대역 내 통신 방식에 대해 기술하였으며, 모델링을 통한 시뮬레이션을 수행하였다.

#### 2. 본 론

##### 2.1 전기자동차 전도성 충전 커플러 접점 기능

2010년 1월 미국자동차협회(SAE)는 SAE J1772™ 기술 보고서를 통해 EV/PHEV 전도성 충전 커플러에 관한 국제규정을 개정하였고, 전도성 충전 커플러의 접점 인터페이스는 총 5Pin으로 구성되어 있으며, 그 기능 및 설명은 표 1과 같다.

〈표 1〉 AC 전도성 커플러 접점 기능 및 설명 [2]

No.	기능	설명
1	AC 전원(L1)	AC 전원 공급
2	AC 전원(L2)	AC 전원 공급
3	장비/새시 접지	충전 시 EVSE 및 EV의 공동 접지
4	Control Pilot	연결확인 및 정격 전류 전달 etc.
5	Proximity Detection	충전커넥터의 존재를 탐지

##### 2.2 제어파일럿(Control Pilot)의 주요 기능 및 시비율 해석

제어파일럿은 전기자동차 전원공급장치(EVSE)에서 발생하는 전기 신호로, 충전 커플러 및 접점을 통해 차량에 전달된다. 주요 기능은 아래와 같다.

- 전기자동차와 전원공급장치의 연결 확인
- 전기자동차의 상태에 따라 전력 공급 / 차단 결정
- 충전시스템의 환기 요구사항을 결정
- 전원공급장치에서 공급 가능한 최대 전류값을 차량에 전달

##### 2.2.1 제어파일럿 시비율(Duty Cycle)

전기자동차 전원공급장치는 제어파일럿의 시비율을 조정함으로써 이용 가능한 최대 연속 전류용량을 차량에 전달한다. 표 2는 공칭 시비율에 따른 차량측의 최대 가용전류를 나타낸 것이다.

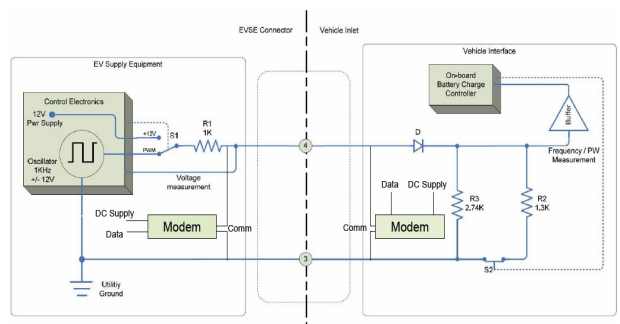
〈표 2〉 EVSE 공칭 제어파일럿 시비율 [2]

EVSE 공칭 시비율	EVSE 명령 최대 전류
시비율 < 5%	오류상태, 충전 허용 안 됨
시비율 = 5%	디지털 통신이 필요함을 나타냄
5% < 시비율 < 10%	오류상태, 충전 허용 안 됨
10% ≤ 시비율 ≤ 85%	가용 전류 = (시비율 %) × 0.6
85% < 시비율 ≤ 96%	가용 전류 = (시비율 % - 64) × 2.5
시비율 > 96%	오류 상태, 충전 허용 안 됨

제어파일럿의 시비율이 5%일 때는 디지털 통신이 필요함을 나타내며, 이것은 직류충전에 필요하다.

##### 2.3 제어파일럿을 이용한 대역 내 통신 방식 (Inband Signal)

표 2에서와 같이 제어파일럿의 시비율이 5%일 때는 디지털 통신이 필요함을 나타내는 것이며, 디지털 데이터 전송 방식은 현재 개발 중에 있다. 그림 1은 제어파일럿을 이용하여 대역 내 통신 방식을 적용하게 될 때의 회로구성도를 나타낸 것이다[3]. 그림과 같이 EVSE와 EV쪽에 Inband Signaling을 하는 모뎀이 각각 장착되어 통신을 하게 된다.

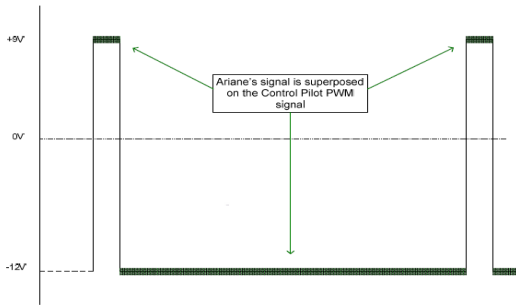


〈그림 1〉 Inband Signaling 모델이 장착된 제어파일럿 회로구성도

##### 2.3.1 Inband Signaling 구조 및 동작

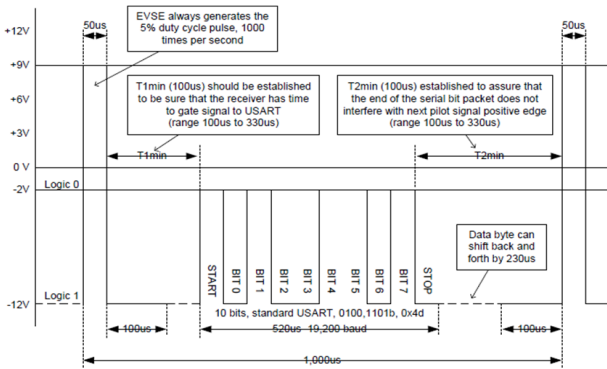
제어파일럿의 ±12V PWM Oscillator에서 시비율이 5%일 때, 데이터 통신이 필요하다. 즉 1kHz 주파수를 갖는 PWM 신호의 듀티가 5%가 되었을 때, 데이터 통신을 사용할 수 있으며, 그림 2와 같이 +9V와

-12V 라인에 데이터를 실어 보낼 수 있으며, +9V에 해당하는 시간은 50us로 데이터를 보내고 받기에 너무 짧기 때문에 -12V 라인에 데이터를 보내게 된다[3].



〈그림 2〉 제어파일럿을 이용한 Inband Signaling

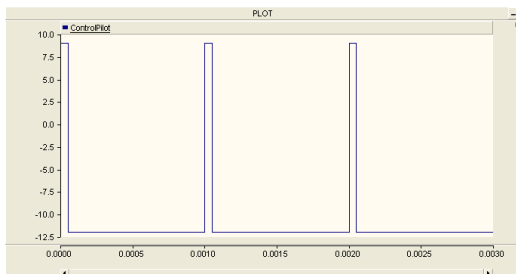
데이터의 로직 구분은 -2V를 로직 0으로, -12V를 로직 1로 인식하게 되며, PWM falling 이후 100us 이후부터 시작하며, 최대 8 bit의 데이터를 보낼 수 있다. 마지막 Stop 비트가 온 이후에 다음 rising 펄스가 오기 전까지 최소 100us 이상을 보장해야 한다. 그림 3은 제어파일럿을 이용한 대역 내 통신 방식의 data format 및 통신 스케줄링을 나타내고 있다[3].



〈그림 3〉 Inband Signaling data format

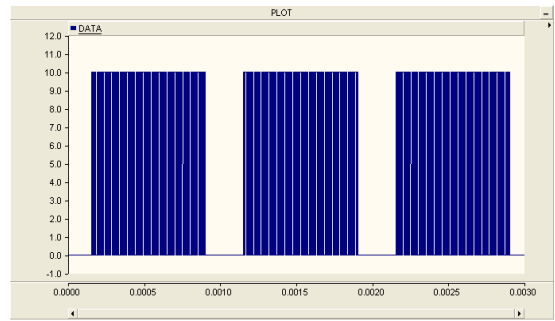
### 2.4 Inband Signal 모델링을 통한 시뮬레이션

그림 1과 같이 제어파일럿을 이용한 Inband Signaling을 모의하기 위하여 통신모형을 모델링하였으며, 1kHz 주파수를 갖는 5% 듀티의 PWM 신호에 임의의 데이터 파일을 실어 보내는 것을 시뮬레이션하였다. 그림 4는 1kHz 주파수를 갖는 5% 듀티의 PWM 신호를 나타내고 있다.

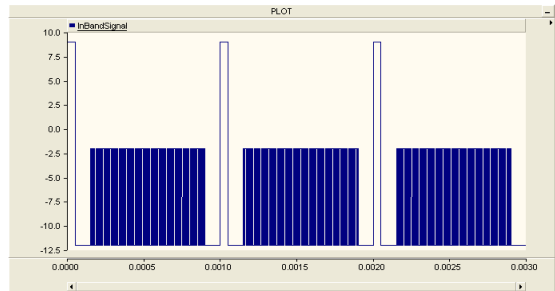


〈그림 4〉 1kHz 주파수를 갖는 제어파일럿의 PWM (시비율 5%)

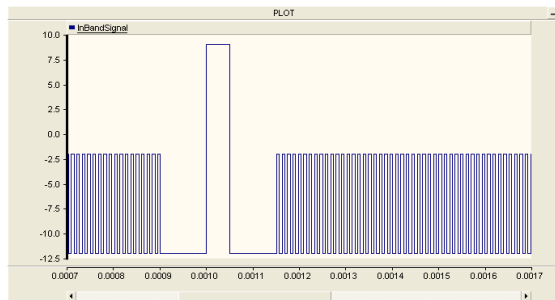
그림 5는 제어파일럿에 실어 보낼 임의의 데이터 파일을 구성하였다. 그림 6은 제어파일럿을 이용한 Inband Signaling을 나타내고 있다. 데이터 파일을 -2V 와 -12V로 스케일링하여 제어파일럿에 실어 보냈으며, PWM falling 이후 100us 이후부터 데이터가 시작되며, 마지막 Stop 비트가 온 이후에 다음 rising 펄스가 오기 전까지 100us를 보장하였다.



〈그림 5〉 시뮬레이션을 위한 Data format



〈그림 6〉 제어파일럿을 이용한 Inband Signaling



〈그림 7〉 Inband Signaling 확대 파형

## 3. 결 론

전기자동차(EV) 및 플러그인 하이브리드 자동차(PHEV)의 구동 배터리를 충전하기 위해서는 전기자동차 전원공급장치(EVSE ; Electric Vehicle Supply Equipment) 및 충전 인터페이스 부품이 필요하다. 미국 자동차협회(SAE)는 SAE J1772 문서를 통해 전기자동차 및 플러그인 하이브리드 전기자동차의 전도성 충전 커플러에 대한 국제규격을 제정하였으며, 충전 커플러의 접점 인터페이스는 AC 전원(L1), AC 전원(L2), 장치 접지, 제어파일럿(Control Pilot) 및 근접탐지(Proximity Detection)로 구성되어 있다. 제어파일럿은 차량과 전원공급장치의 연결 확인 및 차량 상태에 따라 전력 공급/차단을 결정하는 기능 등을 수행하고 있으며, 제어파일럿 시비율(Duty Cycle)을 조정하여 전원공급장치(EVSE)에서 공급 가능한 최대 전류값을 차량에 전달하는 기능도 수행하고 있다. 그 중 제어파일럿의 시비율이 5%일 때는 디지털 통신이 필요함을 나타낸다. 본 논문에서는 시비율 5%일 때의 제어파일럿 신호를 이용한 대역 내 통신 방식에 대해 기술하였으며, 모델링을 통한 시뮬레이션을 수행하였다. 향후 하드웨어 구성 및 실제 데이터를 이용한 제어 파일럿의 Inband Signaling 동작 시 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

### [참 고 문 헌]

- [1] 국경수, 아린담 마이트라, “북미 배전계통에서의 플러그인 전기자동차에 대한 계통영향 평가”, 한국산학기술학회논문지, Vol.10, N0.9, pp.2236-2245, 2009.
- [2] SAE J1772™, JAN 2010. SAE electric vehicle and plug-in hybrid electric vehicle conductive charge coupler.
- [3] 전기자동차 충전인프라 표준화 방안연구, 자동차부품연구원, 2010.12.