

SAE-J1772를 고려한 전기자동차 완속 충전기의 개발

오정훈, 백요한, 조형연
(주)효성 중공업 연구소

The Development of Electric Vehicle Slow Charging System Applying SAE-J1772

J. H. Oh, Y. H. Baek, H. Y. Cho
Power&Industrial Systems R&D Center

ABSTRACT

국내에서 활발히 진행중인 스마트 그리드(Smart Grid) 사업 분야에 속해 있는 스마트 트랜스포테이션(Smart Transportation) 사업에서는 전기차를 이용한 운영에 중점을 두고 진행이 되고 있다. 그러나 실제적으로 전기를 운영하기 위해서는 운영에 충분한 충전 인프라가 구축되어야 하며 충전 인프라를 구축하기 위해서는 그에 맞는 충전 시스템을 갖추어야 한다. 충전 시스템에는 현재, 완속 충전기와 급속 충전기 두 주를 이루고 있으며 본 논문에서는 완속 충전기의 표준화의 일환으로 미국자동차기술학회에서 제시하는 SAE J1772 규격에 맞추어 개발한 자사의 완속 충전기에 관하여 소개하고자 한다.

1. 서론

스마트 트랜스포테이션을 구현하기 위해 전기자동차 충전 방법에 있어서 완속의 경우 완속 충전기와 전기자동차 간의 상호 간의 통신을 위한 표준 규약이 만들어져야 하며 이에 대한 표준으로 세계적으로 현재까지 미국자동차기술학회에서 제시한 규격인 SAE J1772에 명시되어 있는 방법을 사용하고 있다. 본 논문에서는 스마트 트랜스포테이션 사업을 위한 충전 시스템에 있어 미국자동차기술학회에서 제시한 전기자동차와 충전기 사이의 규격인 SAE J1772를 적용한 충전기 개발에 대해 기술하였다.

2. 완속 충전 시스템

2.1 완속 충전기 정의

완속 충전기의 경우 전기자동차에 상용 전원을 공급하여 주는 역할을 하며 전력공급, 계통으로부터 차량 보호를 위한 보호 장치, 모니터링 기능, 과급정산 기능을 수행한다. 구체적으로 차량내의 On Board Charger에 AC전원을 공급하며 계통이나 차량 문제 발생시 Trip신호와 함께 보호를 수행한다. 그리고 충전된 내역에 대해서는 모니터링이 가능하도록 Display부에 표시를 하고 충전후 사용자에게 사용 내역 및 과급 결제를 구현한다.

2.2 완속 충전기 일반 사양

완속 충전기의 경우 표1과 같은 사양을 갖는다. 입력부는 단

상 220Vac이며 출력 전류는 약 35A내이다. 이는 On Board Charger(OBC)의 용량을 고려하여 3.3kW급과 6.6kW급 On Board Charger사용시에도 충분히 공급할 수 있도록 설계되어 있다.



표 1 완속 충전기 사양
Table 1 Specification of Charging Stand

Item	Specification
정격	단상 AC220(60Hz), 35A
외함등급	IP44
HMI	10.5inch Touch Screen
차량과의 통신	SAE J1772
사용온도	25~50°C

2.3 SAE-J1772의 주요 내용

전기자동차 보급에 따른 충전 인프라 관련해서 현재까지는 전기자동차와 충전기 사이의 표준화가 아직 완벽히 이루어지지 않은 것으로 보인다. 따라서, 표준화에 대한 선점은 향후 시장 주도권을 확보하는데 상당히 유리한 입장에 놓일 것으로 보이며 국내의 경우 완속 충전기는 세계적으로 많이 적용하고 있는 미국자동차기술학회의 SAE J1772를 채택하여 따라가고 있으며 급속 충전기의 경우 일본의 CHAdeMO규격과 미국, 유럽의 표준화 규격의 흐름을 보며 검토하고 있는 것으로 보인다.

SAE J1772는 전기자동차와 급완속 충전기 사이의 충전 방법에 대한 규격으로써 물리적, 전기적, 기능적인 정의를 하였으며 개략적으로 다음과 같은 내용을 포함하고 있다.

- 가. 충전 전압 레벨과 충전 커플러에 대한 정의
- 나. 완속 충전에 관한 제어 파일럿 정의
- 다. 일반적인 요구 사항 및 커플러의 요구사항

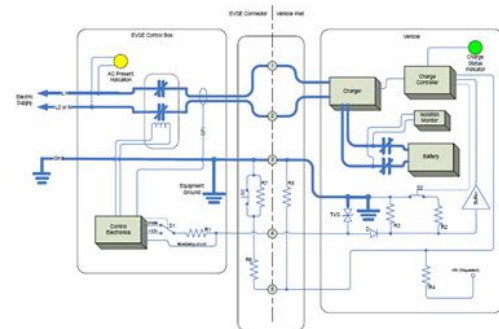


그림 1 AC LEVEL2 시스템 구성(SAE-J1772참조)
Fig 1 AC LEVEL2 SYSTEM CONFIGURATION

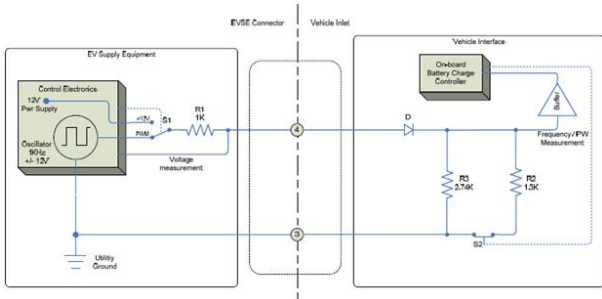


그림 2 전형적인 제어 파일럿 회로(SAE-J1772참조)
Fig 2 TYPICAL CONTROL PILOT CIRCUIT

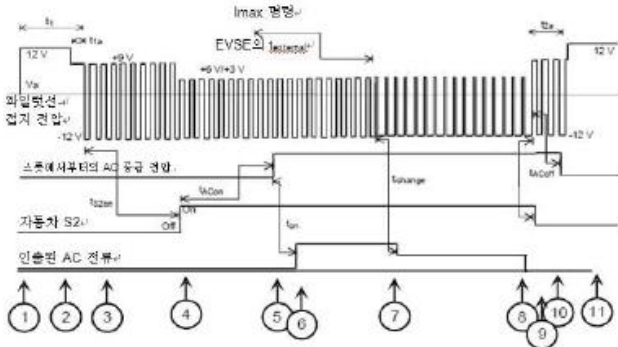


그림 3 전형적인 충전 사이클(K61851-1)
Fig 3 TYPICAL CHARGING CYCLE

전기자동차와 완속 충전기가 충전기능을 수행하기 위해 SAE J1772에서는 그림 1과 같은 일반적인 시스템 구성과 그림 2와 같은 제어 파일럿에 관한 내용을 제시하고 있으며 차량용 OBC업체와 완속 충전기 제조업체는 기본적으로 이를 만족시켜야만 차량과 충전기간 안정적인 충전이 이루어진다. 그리고 그림 3에서는 위와 같은 충전 조건이 만족되었을 때 이루어지는 실제 충전 사이클의 예로써 SAE J1772에 대해 그림으로 해석을 하여 보여주고 있다.(K61851 1참조)

3. 완속 충전 시스템 구현

3.1 SAE-J1772를 고려한 완속 충전 시스템 구현

완속 충전 시스템에 관해 SAE J1772를 고려하여 그림 4와 5에서 보여주는 바와 같은 시스템을 구성하여 시험하였다. 그림 4는 제어 파일럿 입력단 회로로써 충전기 제어 파일럿에서 12V PWM을 출력하고 OBC에서 이를 분압하게 되면 분압된 PWM전압을 인식하여 차량과 충전기 간의 연결을 확인하는데 그림 4는 이러한 상황을 인식하는 부분을 구성한 회로이다.

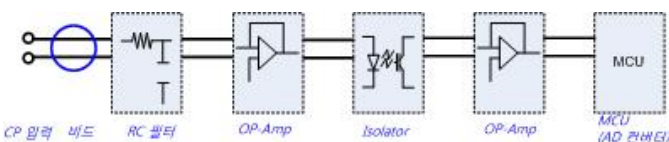


그림 4 제어 파일럿 입력 회로 구현
Fig 4 Control Pilot Input Circuit Diagram

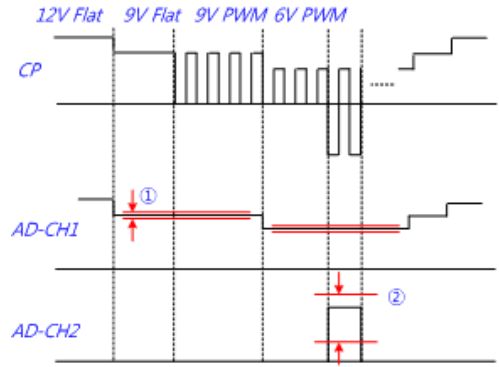


그림 5 제어 파일럿 타이밍 다이어그램
Fig 5 Control Pilot Timing Diagram

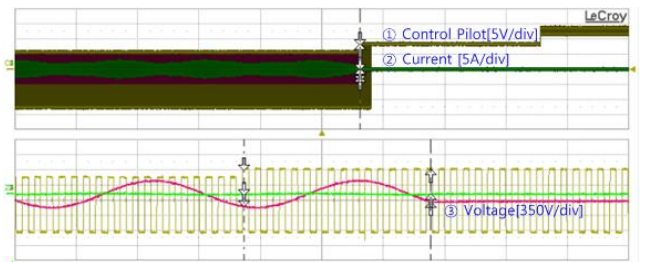


그림 6 EV & 완속 충전기 충전 테스트 파형
Fig 5 EV & Slow Charger Charging Test Wave

그림 4에서 보는 바와 같이 입력/출력단은 서로 절연되어 있으며 일정 비를 증폭시키는 회로로 구성되어 있으며 그림 5에서 보는 바와 같이 제어 파일럿은 OBC의 상황에 따라서 12V Flat > 9V Flat > 9V PWM > 6V PWM > 9V PWM > 9V Flat > 12V Flat 동작을 수행하며 ①은 입력 전압 여유 밴드를 준 것이며 ②는 Fault시 인식한 파형이다) 이를 완속 충전기는 인식하여 차량과 충전 동작을 하게 된다. 아래 그림 6은 실제 차량과 충전한 파형이다.

4. 결론

본 논문에서 소개한 SAE J1772를 고려한 완속 충전기의 개발은 SAE J1772의 제어 파일럿 기능을 충실히 구현하여 국내 개발된 전기차량과 매칭테스트를 마친 상태이며 현재 사용중인 충전기에 설치되어 전국에서 실증운전 중에 있는 상태이다.

참고 문헌

- [1] 한승호, 최병윤, "국내의 전기자동차 인프라 구축동향", 전력전자학회지 제5권 제2호, 2000. 4, pp. 38~41.
- [2] 조형연, 강태환, 오정훈, 구태홍, 서인영, 심은보, 송창영, 신영식, "전기자동차 급속 충전 시스템", 전력전자학회대회 논문집, 2010, 7 pp. 324~325
- [3] SAE J1772, JAN2010 (R)SAE Electric Vehicle and Plug in Hybrid Electric Vehicle Conductive Charge Coupler
- [4] 전기용품안전기준 K61851 1, 전기차 충전시스템 제1부:일반요구사항