

국제표준 기반 Megawatt Charging System 통신 인터페이스에 관한 연구

백승혁, 박창운, 이재조

한국전기연구원

shbaek@keri.re.kr

A study of the Megawatt Charging System communication interface based on international standards

Seung-hyuk Baek, Changun Park, Jae-Jo Lee

Korea Electrotechnology Research Institute

요약

본 논문에서는 국제표준에서 요구되는 Megawatt Charging System(MCS)의 통신 인터페이스 요구사항을 분석한다. MCS는 HPGP 기반의 PLC가 적용되는 기존 충전 시스템과 달리, MW급 고출력 환경에서 발생하는 EMI 문제에 대처하기 위해 이더넷 기반 통신 기술을 채택하고 있으며, 기본 신호 체계 또한 기존과는 다른 방식이 적용된다. 국제 표준화 기구에서는 이에 대응하기 위해 MCS 통신 인터페이스 구현을 위한 추가적인 요구사항을 정의하는 표준을 개발하고 있다. 본 논문에서는 MCS의 통신 인터페이스와 관련된 국제표준인 ISO 15118-10/-20 AMD1 및 IEC 61851-23-3을 기반으로, 기존 충전 시스템과 MCS 통신 인터페이스에 대한 차이를 설명하고 추가적인 기술적 요구사항을 분석한다.

I. 서 론

대형 전기 상용차 등을 위한 고출력 충전 수요가 증가함에 따라, MW급의 충전 전력을 갖는 MCS는 차세대 충전 인프라의 핵심적인 기술로 대두되고 있으며, MCS의 상용화와 상호 호환성을 위한 기술 개발 및 표준화 작업이 활발하게 진행되고 있다.

본 논문에서는 MCS와 관련된 ISO 15118-10/-20 Amendment 1(AMD1) 및 IEC 61851-23-3 규격을 기반으로 MCS의 통신 인터페이스 구현을 위한 주요 요구사항을 분석하고 기술한다.

II. 본론

가. ISO 15118-10 요구사항

MW급의 고출력 충전을 지원하는 MCS에서는 기존 충전 시스템에 비해 충전 과정에서 발생하는 전자기 간섭(EMI)이 현저하게 증가한다. 이처럼 열악한 EMI 환경에서는 기존 충전기에 적용되어 온 Single-ended PLC의 통신 성능을 보장하기 어렵기 때문에, 10BASE-T1S 기반의 Single-Pair Ethernet(SPE)이 MCS를 위한 물리계층 기술로 채택되었다.

ISO 15118-10은 MCS에 적용되는 10BASE-T1S에 대한 물리계층 및 데이터링크 계층에 대한 요구사항을 정의한다[1]. 10BASE-T1S은 기존 충전 시스템에 적용된 HomePlug Green PHY(HPGP) 기반 PLC 방식에 비해 상대적으로 낮은 Crosstalk 특성을 갖는다. 이로 인해 ISO 15118-10에서는 HPGP에서 요구되던 Signal Level Attenuation Characterization (SLAC) 알고리즘이 제외되어 물리적 채널 연결에 대한 요구사항이 상대적으로 간소화되었다.

표 1은 ISO 15118-10에 정의된 10BASE-T1S의 물리적 채널에 대한 주요 요구사항을 나타낸다. ISO 15118-10에서는 기존 10BASE-T1S 규격과 동일하게 채널의 최대 노드 수를 8개로 한정하고 있으며, Supply Equipment Communication Controller(SECC)와 Electric Vehicle Communication Controller(EVCC)를 End node로 구성하고, 선택

표 1 ISO15118-10 기반 10BASE-T1S의 물리적 채널 요구사항

Item	Description
Maximum Number of Nodes	8 nodes (Node IDs: 0 to 7)
Mandatory End Nodes	SECC (Node ID : 0, Coordinator) EVCC (Node ID : 1)
	Connector (Node ID : 2)
Optional Drop Nodes	Inlet (Node ID : 3) Adaptor (Node ID : 4) Other extension nodes (Node ID : 5-7)
Data Rate	10 Mbps (fixed)
Transmission Mode	Half-duplex
Auto-negotiation	Not allowed

적으로 Connector, Inlet 및 Adaptor를 Drop node로 구성하도록 명시하고 있다. 또한, PLCA 타이밍 확보를 위해 각 노드의 Node ID를 정의하고 있으며, 10Mbps의 속도 및 Half-duplex 방식으로 전송 포맷이 규정된 10BASE-T1S에 따라 각 노드의 Auto-negotiation 기능을 금지하고 있다. 그림 1은 ISO 15118-10에 정의된 Plug-in 단계에서의 통신 연결에 대한 절차적 요구사항을 도식화한 그림을 나타낸다. Plug-in 단계에서는 커넥터 체결 이후, IEC 61851-23-3에 정의된 Charge Enable(CE)의 상태 B/B_Aux가 감지되면, SECC와 EVCC 간의 IEEE 802.3 기반 Data link setup을 T_conn_resume(4s) 이내에 완료해야 한다. 또한, Data link setup이 완료된 이후, 각 제어기는 D-LINK_READY.indication(Link established)을 High Layer Entity(HLE)에 전송하여, ISO 15118-20에 정의된 상위 계층 통신을 진행하도록 명시하고 있다.

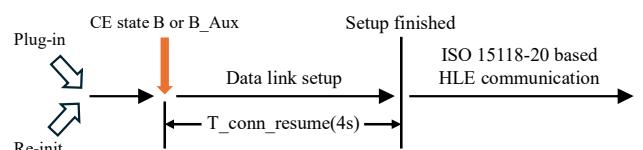


그림 1 ISO 15118-10에 정의된 Plug-in 단계에서의 절차적 요구사항

표 2 IEC 61851-23과 IEC 61851-23-3의 적용범위 비교

Topic	IEC 61851-23	IEC 61851-23-3
Rated maximum voltage of the EVSE at EV side	1000 V	1250 V
Rated continuous current of the EVSE at EV side	maximum as defined in IEC 62196-3:2022	maximum as defined in IEC TS 63379:202x
Basic signalling	CP and PP	CE and ID
Digital communication	HPGP with ISO 15118-2, ISO 15118-20 or DIN 70121 as application layer	Ethernet 10BASE-T1S with ISO 15118-20 as application layer

나. IEC 61851-23-3 요구사항

국제 표준화 기구 IEC는 기존 IEC 61851-23의 전기적 사양 범위를 초과하는 MCS 기반 DC 충전 장치에 대응하기 위해, MCS의 안전 및 상호 운용성에 대한 추가적인 요구사항을 정의하는 IEC 61851-23-3을 개발하고 있다. 표 2는 IEC 61851-23과 IEC 61851-23-3에 적용되는 전기적 사양 및 통신 인터페이스의 차이를 나타낸다[2].

기존 충전 시스템과 MCS 간의 대표적인 차이 중 하나는 Basic signalling의 구성이다. 기존 충전기의 경우 Control Pilot(CP) 및 Proximity Pilot(PP)으로 구성된 Basic signalling를 통해 충전 시퀀스를 제어하지만, MCS에서는 CE와 Insertion Detection(ID)의 전압 레벨에 따른 상태 변화를 통해 충전 시퀀스를 제어한다. 이중 CE는 실질적으로 ISO 15118-10의 물리/데이터링크 계층 및 ISO 15118-20의 V2G 메시지 시퀀스와 연계되어 충전 시퀀스의 트리거 역할을 담당한다.

그림 2는 IEC 61851-23-3에 명시된 Normal start up에서의 충전 시퀀스 다이어그램을 나타낸다. IEC 61851-23-3에서는 CE의 전압 레벨에 대한 CE 상태를 A, B/B_Aux, B0/B0_Aux, C, EC 및 E로 구분하고 있으며, 각 상태를 기준으로 ISO 15118-10/-20과 연계된 충전 제어 시퀀스 및 타이밍에 대한 요구사항을 정의하고 있다.

CE의 상태 B0/B0_Aux는 충전 시작 단계에서 커넥터 체결이 완료된 상태를 의미하며 충전기는 이를 감지하게 되면 ISO 15118-10 기반의 Datalink setup 준비를 완료하고 CE의 상태를 B/B_Aux로 변경한다. 이후 충전기와 차량은 Datalink setup을 완료하고 V2G setup 단계에 진입하여 세션 설정, 스케줄 관리, 충전 전력 사양 등을 협상하기 위한 ISO 15118-20 기반 V2G 메시지를 교환한다. 협상이 정상적으로 완료되면, 차량은 CE의 상태를 C/C_Aux로 변경하고, 이를 감지한 충전기와 차량은 전력 전달을 위한 V2G 메시지 교환 및 전장 제어를 통해 본격적인 충전을 시작한다.

다. ISO 15118-20 AMD1 요구사항

ISO 15118-20 Amendment Draft 1(AMD1)은 기존 ISO 15118-20에 명시되지 않은 보안, AC DER 및 MCS/MCS BPT 서비스에 대한 추가적인 요구사항을 정의하고 있다[3]. MCS는 기본적으로 ISO 15118-20 기반

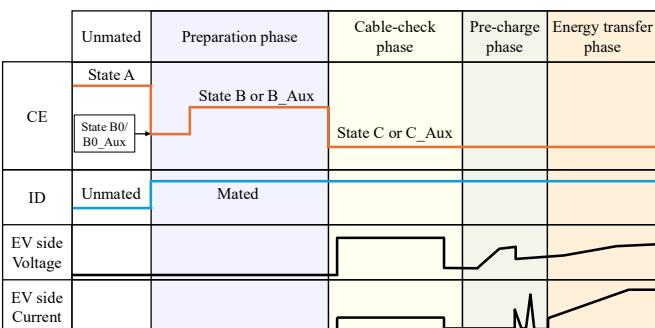


그림 2 IEC 61851-23-3에 정의된 Normal startup 충전 시퀀스 다이어그램

표 3 MCS ServiceID 및 ServiceParameterList 파라미터

ServiceID			
ServiceID (unsignedShort)		ServiceName	Description
8		MCS	MCS energy transfer, physical layer according to ISO 15118-10
ServiceParameterList(ParameterSet_Parameter)			
ParameterName	Parameter Type	Values	Description
Connector	intValue	1 : MCS 2 : Chaoji 3 : Ultra-Chaoji 4 : xMCS 5 : Aviation (reserved) 6 : Marine (reserved) 7 : Other values are under development/consideration.	Usage of the connector: MCS: Configuration HH according to IEC 63379. Chaoji: Configuration GG according to IEC 62196-3. Ultra Chaoji: Configuration JJ according to IEC 62196 Other values are under development/consideration.
Control Mode	intValue	1 : Scheduled 2 : Dynamic	Selection of which party (SECC or EVCC) is responsible to fulfill the mobility needs of this service session.
Mobility Needs Mode	intValue	1 : Mobility needs provided by EVCC 2 : Mobility needs provided by SECC allowed	Indicate who can provide mobility needs information. Value 2 indicates that not only EVCC but also SECC can provide mobility-needs information (however, the EVCC shall always provide an initial mobility-needs information including DepartureTime). Value 2 can be selected only if DynamicControlMode was selected.
Pricing	intValue	0 : No pricing 1 : Absolute Pricing 2 : Price Levels	Providing information about which pricing structure will be used in the offered schedules.

의 DC 충전 V2G 메시지 및 통신 타이밍이 적용된다. 그러나 ISO 15118-20 AMD1에서는 MCS에 적용되는 IEC 61851-23-3 기반의 기본 신호 체계를 고려하여, MCS의 Basic signalling과 V2G 메시지 간의 동기화에 대한 요구사항들을 추가적으로 명시하고 있다.

표 3은 ISO 15118-20 AMD1에 정의된 MCS의 ServiceID와 ServiceParameterList 엘리먼트의 ParameterSet 파라미터를 나타낸다. 표 3과 같이 ISO 15118-20 AMD1에서는 MCS 서비스 운영을 위한 ServiceID를 추가 정의하고 있으며, MCS 외 다른 형태의 MW급 충전 커넥터 및 응용분야에 대응하기 위해 ServiceParameterList 엘리먼트의 파라미터를 정의하고 있다.

III. 결론

본 논문에서는 ISO 15118-10/-20 AMD1 및 IEC 61851-23-3을 중심으로 10BASE-T1S 기반 SPE 기술과 새로운 기본 신호 체계가 적용되는 MCS와 기존 시스템 간의 차이를 설명하고, 기술적 요구사항을 분석하였다. 향후 MCS 관련 표준의 정립과 상용화 기술 개발을 통해 고속·고효율 충전 인프라의 보급이 가속화될 것으로 기대된다.

ACKNOWLEDGMENT

이 연구는 2025년도 정부(산업통상자원부)의 재원으로 한국에너지기술평 가원의 지원을 받아 수행된 연구 과제 (No. RS-2024-00424413)의 성과임.

참 고 문 헌

- [1] ISO 15118-10 Ed.1.0 Road vehicles – Vehicle to grid communication interface Interface – Part 10: Physical layer and data link layer requirements for single-pair Ethernet, 2025.
- [2] IEC 61851-23-3 Ed.1.0/DIS Electric vehicle conductive charging system – Part 23-3: DC electric vehicle supply equipment for Megawatt charging systems, 2025.
- [3] ISO 15118-20:2022/DAmd 1 Road vehicles – Vehicle to grid communication interface – Part 20: 2nd generation network layer and application layer requirements – Amendment 1: AC DER service, MCS service, and improved security concept, 2025.