

# 에너지 저장 시스템의 스마트 홈 연동을 위한 SEP 개발

이 상 학\*

## Development of Smart Energy Profile(SEP) for Integrate Energy Storage System(ESS) at Smart Home

Sang-hak Lee\*

### 요 약

에너지 환경의 변화로 인해 가정 내 태양광 도입이 활발히 이루어지고 있다. 더불어 에너지 저장 시스템도 함께 활용되어 보다 유연한 에너지 관리가 이루어지고 있다. 태양광으로 생산된 전력을 보다 효과적으로 사용하여 피크 저감 및 가격을 고려한 전력 소비를 이룰 수 있다. 본 연구에서는 에너지 저장 시스템을 홈 네트워크로 연동하여 홈 에너지관리 시스템의 구성요소로 이루기 위해 SEP(Smart Energy Profile)을 개발하였다. 에너지 저장 시스템에서 갖추고 있는 기능을 정의하고 표준 기반 프로토콜을 개발하여 제품간 호환을 이룰 수 있도록 하였다. 향후 주택에 에너지관리시스템 도입을 위해 상호운용성 확보는 매우 중요한 과제이며 이를 앞당길 수 있는 기반을 마련하였다.

**Key Words** : Smart Energy Profile, ESS, Protocol, HEMS, Photovoltaic

### ABSTRACT

Due to changes in the energy environment, it's very popular to introduce the solar energy at home. More effective energy management is achieved together with an energy storage system(ESS). The electricity generated by solar can be used effectively to achieve the peak cut and price reduction. In this paper, we developed Smart Energy Profile(SEP) to

make an ESS as a component of home energy management system(HEMS) cooperating with home network. First, we defined the functions equipped on the ESS and then developed a standard-based protocol to achieve compatibility between products. Our main contribution is to establish the foundation to introduce the HEMS at home.

### I. 서 론

가정 내 태양광 설치는 보편화되었으며 계속 확대되고 있다. 더불어 태양광에서 설치된 전력을 저장해 두었다가 피크 시간 등 필요할 때 사용하기 위해서 에너지 저장 시스템(Energy Storage System, 이하 ESS)과 함께 사용하는 사례도 늘어나고 있다. 현재 가정용 ESS는 유럽, 북미, 일본 등 국내보다는 해외를 중심으로 시장이 형성되어 있다. 아직까지 판매되고 있는 제품들은 네트워크 인터페이스를 갖추고 있지 않거나 제조사 독자 프로토콜로 인터넷에 연결하여 이용되고 있다. 하지만 효율적인 에너지 관리를 이루기 위해서는 홈 에너지관리 시스템 (Home Energy Management System, 이하 HEMS)과 연동하여 다양한 서비스를 만들 수 있어야 활용도가 극대화 될 것으로 예상된다. 이를 위해 우선 개발되어야 할 것이 홈 네트워크와 연동되는 것이다. 변전소나 신재생 발전에서 사용하고 있는 대용량의 ESS에 대한 정보 모델은 IEC 61850, IEC 61970 등에 정의되어 있고 홈 네트워크에서는 Smart Energy Profile(이하 SEP) 2.0에 분산 에너지 자원의 한 종류로 포함된다[1]. 본 연구에서는 가정용 ESS를 위한 SEP를 개발하고 실제 시스템에 연동하여 시험, 검증하였다.

본 논문의 구성은 2장에서 가정용 ESS의 기능 정의 및 SEP 구현 내용, 3장에서 가정용 ESS 개발 내용, 4장에서 결론 및 향후 연구방향으로 되어있다.

### II. 가정용 ESS의 SEP 개발

일반적으로 가정 내 ESS를 도입하는 경우는 단독으로 사용하는 경우와 태양광과 연계하여 사용하는 경우로 나뉜다. 단독인 경우는 시간대별 요금의 차등되었을 때 충·방전을 통해 사용 요금을 줄이고자 하는 목적이므로 태양광과 연계하는 경우는 발전된 전력

\* 본 연구는 산업통상자원부(MOTIE)와 한국에너지기술연구원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다. (No. 20131020400900)

• First Author : Korea Electronics Technology Institute, shlee@keti.re.kr, 정회원

논문번호 : KICS2016-06-111, Received June 7, 2016; Revised June 13, 2016; Accepted June 16, 2016

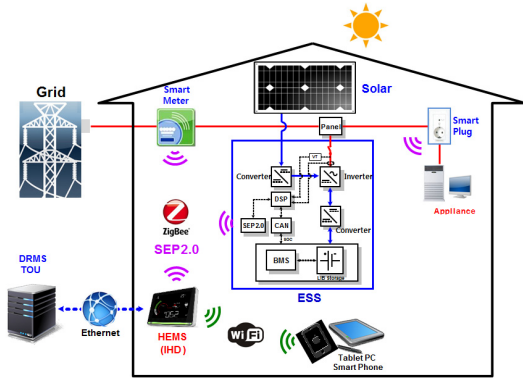


그림 1. 스마트 홈 구성도  
Fig. 1. Smart Home Diagram

을 피크 저감이나 요금이 비쌀 때 사용하고자 한다[2]. 가정 내 태양광 발전과 ESS가 도입되어 사용되는 환경은 그림 1과 같다.

태양광 발전은 ESS 로 연결되고 ESS에 저장된 전력은 상용 계통에서 사용된다. 일반적으로 스마트 홈을 구성하는 에너지 관련 기기들은 스마트 플러그, 스마트 미터, IHD(In-Home Display) 등이다. 스마트 플러그는 개별 가전의 사용량 모니터링 및 제어를 수행

표 1. ESS 함수 리스트  
Table 1. ESS Function List

Classification	Functions	Content
Status & Measuring	ESS Communication Status	ESS Communication Status Monitoring
	PCS Status	PCS Status Monitoring
	Battery Status	Battery Status Monitoring
	Measuring Information	PCS, Battery Measuring Information
Control	Charging / Discharging	Charging / Discharging Command
	Target Level Charging / Discharging	Target Level Charging / Discharging Command
Demand Response	Realtime Price-based Demand Response	Realtime Price-based Charging / Discharging Command
Error	Inverter Error	Inverter related Error Reporting
	Grid Error	Grid related Error Reporting
	Battery Error	Battery related Error Reporting

하고 스마트 미터는 전력사용량을 측정하고 IHD는 외부 서비스와 연계하여 가격 정보를 받거나 택내 기기를 제어한다.

현재 가정용으로 출시되는 ESS의 기능은 다양하나 갖추어야 하는 기본 기능을 정의하면 다음 표와 같다. 기능을 분류하면 상태 조회, 제어 명령, 수요반응, 이벤트 발생으로 나뉜다. 정의된 기능은 ESS와 HEMS를 담당하는 IHD간의 통신 구간에서 이루어지는 것이다.

ESS의 핵심 기능은 전력을 충방전 하는 것에 있으므로 제어명령이나 가격정보를 통해 이루어지는 충방전을 수행하는 것이고 관련하여 상태 조회나 이벤트 발생시 보고가 이루어진다. SEP 표준에는 기기간 주고 받아야하는 메시지 종류에 대해 정의되어 있으며 본 연구에서는 이를 활용하여 ESS용 메시지를 정의하였다. SEP에 ESS는 분산 에너지 자원(Distributed Energy Resource, 이하 DER) 합수로 정의된다. 본 개

표 2. SEP 함수 리스트  
Table 2. SEP Function List

List	SEP Class	Attribute	Unit/Definition
Device ID	EndDevice	sFID	
PCS Status	DERStatus	InverterStatus	Running/Error/Ready
PCS ErrorCode	DERStatus	manufacturerStatus	Manufacturer Define
Battery State of Charge(%)	DERStatus	StateOfCharge Status	%
Battery Status	DERStatus	StorageModeStatus	Charging/Discharging/Ready
PCS Status	DERStatus	storConnectStatus	Disconnect/Connect
Charging Level(%)	DERAvailability	reserveChargePercent	%
Max Charging Level	DERCapability	rtgMaxChargeRate	Wh
Max Discharging Level	DERCapability	rtgMaxDischargeRate	Wh
SoC Setting	DERSettings	setMaxChargeRate	Wh
PCS Generation	Metering	value	W
Price Start Time	TimeTariffInterval	creationTime	Time
Price Duration	TimeTariffInterval	interval	Time
Price	ConsumptionTariffInterval	price	₩

발에 활용된 DER 클래스와 속성은 다음 표와 같다.

이와 같이 동작하는 SEP 기반 IHD와 ESS간 메시지 흐름의 예는 다음 그림과 같다. SEP는 XML 기반의 메시지 전달 프로토콜로 서버/클라이언트 구조를 지닌다. ESS는 SEP 서버가 되고 IHD는 SEP 클라이언트가 된다. 메시지의 흐름은 주기적으로 클라이언트에서 서버로 메시지를 송신하는 구조이다. 그림 2에서처럼 IHD에서 상태 정보를 요청하면 ESS에서 응답하는 형태이다.

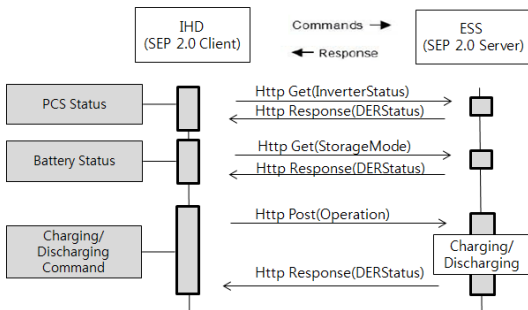


그림 2. SEP 메시지 흐름도  
Fig. 2. SEP Message Flow

### III. 가정용 ESS 개발

개발된 SEP 프로토콜을 실제 가정용 ESS에 동작시켜 검증하기 위해 시제품 제작을 수행하였다. 일반적으로 가정용 ESS의 용량은 다양하지만 국내 기준으로 다음 사양으로 제작하였다.

내부 PCS와 BMS(Battery Management System) 제어를 위해 TI의 DSP를 사용하였고, SEP를 구현하기 위해 라스베리 파이 보드를 채택하였다. 국내에서는 SEP를 통해 통신이 이루어지는 ESS는 최초 개발되었다. 국내에서는 한전을 중심으로 에너지저장형 스마트 홈 구축을 위한 실증 연구를 시작하는 단계이다. 본 연구의 결과물은 국내 가정의 ESS 보급에 제품간 호환과 스마트홈과 연계될 수 있는 기반을 마련했다

표 3. 가정용 ESS 규격  
Table 3. Home ESS Specification

Classification	Specification
PCS Capacity	3[kW]
Size	450*800*620[mm]
Composition	2in1 (Battery+PCS)
Controller	DSP TI 28335
Communication Board	Raspberry Pi 2
Battery Capacity	3[kWh]
Cooling	Air Cooling



(a) Front

(b) Back

그림 3. 가정용 ESS  
Fig. 3. Home ESS

는데 의의가 있다.

### IV. 결론

본 연구에서는 가정용 ESS를 도입하여 스마트 홈을 구성하기 위해 홈 네트워크 프로토콜과 연동하기 위한 SEP 프로토콜을 개발하였다. 기존 홈 네트워크에 정의되지 않았던 새로운 기기들이 나타날 때마다 표준 기반의 상호운용성을 확보하기 위한 통신 프로토콜은 매우 중요한 문제이다. SEP 표준 상에 분산 에너지 자원으로 정의된 ESS의 세부 기능에 대해 분류하고 이를 대응할 수 있는 함수와 특성 값들을 정의하여 구현하였다.

해외에서는 가정용 ESS 시장이 확대되고 있으나 국내에서는 시장 초기 상태로 제조사별 독자 통신이 주를 이루고 있어 향후 제품간 호환성 확보에 어려움이 있을 것으로 예상된다. 이를 극복하기 위해 본 연구가 이루어졌으며 실제 가정용 ESS를 제작하여 개발된 SEP의 검증을 수행하였다.

### References

- [1] S. I. Hwang, T. J. Park, Y. K. Sohn, and G. P. Jeon, "Smart grid use case and service requirement based on M2M: Energy management system for public buildings," *J. KICS*, vol. 38C, no. 07, pp. 612-620, 2013.
- [2] S. T. Cady, D. Mestas, and C. Cirone, "Engineering systems in the Re\_home: A net-zero, solar-powered house for the U.S. department of energy's 2011 solar decathlon," *2012 IEEE Power and Energy Conf. at Illinois (PECI)*, pp. 1-5, 2012.