

스마트 홈 연동을 위한 SEP2 기반의 가정용 ESS 개발

김 준 혁*, 윤 정 미*, 이 상 학*

A Development of ESS Based on SEP2 for Smart Home

Junhyeok Kim*, Jungmee Yun*, Sanghak Lee*

요 약

근래 친환경에너지에 대한 관심이 증가함에 따라서 태양광발전 등의 신재생에너지를 사용하는 개별수용가도 증가하고 있다. 그러나 태양광발전을 위시한 신재생에너지의 경우, 간헐성 및 에너지 저장의 문제를 내포하고 있다. 본 연구에서는 이러한 문제를 해소할 수 있는 방법으로 스마트 에너지 프로파일 기반의 가정용 에너지저장장치의 개발을 논의한다.

Key Words : Energy Storage System (ESS), Smart Home, Photo Voltaic (PV), Smart Energy Profile2 (SEP2), Distributed Energy Resources (DER)

ABSTRACT

As the interests for eco-friendly energy have been enlarged, many households has been started to install Photo Voltaic (PV). Unfortunately, most of renewable energies including PV have two issues to be solved; intermittent characteristics and how to store. In this paper, development of ESS that can address two issues is discussed.

I. 서 론

근래 지구온난화와 미세먼지 등의 환경문제가 대두됨에 따라, 친환경에너지에 대한 관심이 증가하고 있다. 이러한 추세에 태양광발전과 같은 신재생에너지를 설치하는 개별수용가의 수도 증가하고 있다. 그러나 이러한 신재생에너지는 간헐성과 전력이 필요한 시간대에 공급이 어려울 수 있다는 문제점을 내포하고 있다. 실제 태양광발전의 경우, 발전특성으로 인해 수용가의 전력사용량이 급증하는 저녁시간대에는 작은 전력량만을 생산하거나 생산 전력이 전무하다. 또한 일사량이 낮은 조건에서는 낮 시간에도 충분한 전력을 생산하지 못한다는 한계를 가진다.

에너지저장장치(Energy Storage System, 이하 ESS)는 여분의 전력을 저장하여 전력생산이 부족한 저녁시간에 방전함으로써 앞서 언급된 문제를 해결할 수 있다. 그러나 현재 국내에서는 전력계통의 주파수 조정용(Frequency Regulation, 이하 FR)인 대용량 ESS가 주로 개발되고 있으나, 개별수용가를 위한 소형 ESS의 개발은 지연되고 있는 실정이다. 이에 본 논문에서는 스마트 에너지 프로파일 2 (Smart Energy Profile2, 이하 SEP2) 기반의 개별수용가를 위한 소용량 ESS 개발에 대하여 논의하고자 한다.

본 논문은 I장 서론에 이어 II장에서 개발된 에너지 저장장치의 특성에 대하여 설명하며, III장에서 결론을 맺는다.

II. 에너지저장장치(ESS)

2.1 ESS의 규격

본 연구에서 개발한 ESS는 3kWh 용량의 소용량 ESS로 신재생에너지와 연동하여 사용할 수 있도록 개발되었다. 개발된 ESS의 세부사양을 표 1에 나타내었으며, 이를 기반으로 개발된 ESS는 그림 1에 나타내었다.

스마트 홈에서 ESS는 홈 네트워크와 인터페이스를 수행한다. 그러나 현재 ESS는 제조사별 독자 프로토콜을 사용하므로, 기존 홈 네트워크와 호환성 측면에서 문제를 야기할 수 있다. 향후 ESS를 스마트 홈의

* 본 연구는 산업통상자원부의 재원으로 한국에너지기술연구원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구과제입니다.(No.20161220100230)

• First and Corresponding Author : Korea Electronics Technology Institute, Energy IT Convergence Research Center, Convergence System R&D Division, kim_jh@keti.re.kr, 정회원

* Korea Electronics Technology Institute, Energy IT Convergence Research Center, Convergence System R&D Division, yunjm@keti.re.kr, sanghak88@keti.re.kr, 정회원

논문번호 : KICS2017-07-203, Received July 24, 2017; Revised August 16, 2017; Accepted September 14, 2017

표 1. 개발된 개별수용가용 3kWh 소형 ESS의 세부사항
Table 1. Specifications of developed 3kWh ESS for households

Classification	Details
Capacity	3kWh
Size	355*655*838 mm ³
Cell capacity	2.1Ah
Cell voltage	3.75V
No. of cell	54
Rated Voltage	101.25V
Rated Current	42Ah
Rated Capacity	4.25kWh
Minimum Voltage	81.0V
Maximum Voltage	113.4V



그림 1. 개발된 개별수용가용 3kWh 소형 ESS
Fig. 1. Developed 3kWh ESS for household

한 구성요소로 수용하기 위해서는 호환성에 문제가 없도록 범용표준이 적용되어야 한다. 이를 위해 본 연구에서는 스마트 홈 연동을 위한 SEP2 기반의 가정용 ESS를 개발한다.

2.2 에너지저장장치의 충방전 동작 설계

개발한 ESS가 충전상태일 경우, ESS는 전력계통으로부터 유입되는 전력을 사용하여 충전을 수행할 수 있으며, 동시에 신재생에너지로부터 유입되는 전력을 사용한 충전도 가능하도록 설계되었다. 반면, ESS가 방전동작을 수행할 경우, ESS에 저장된 전력과 전력계통의 전력이 모두 수용가에서 활용될 수 있도록 설계되었다. 이 때, 신재생에너지의 간헐성을 예방하고 ESS를 통해 정제된 고품질의 전력을 개별수용가에 공급할 수 있도록, 신재생에너지가 직접 수용가에 전력을 공급하는 것을 제한하고 ESS 방전 시에도 PV가 ESS를 통하여 계통에 전력을 공급할 수 있도록 설정

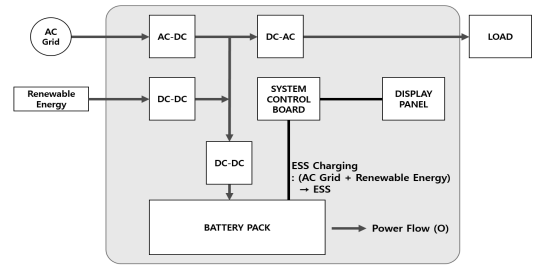


그림 2. 개발된 가정용 소형 ESS의 충전 동작 설계
Fig. 2. Design of the charging operation of the developed ESS for household

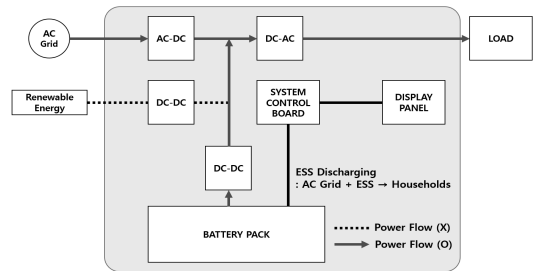


그림 3. 개발된 가정용 소형 ESS의 방전 동작 설계
Fig. 3. Design of the discharging operation of the developed ESS for household

하였다. ESS의 충전 및 방전 동작 설계를 그림 2와 그림 3에 나타내었다.

2.3 에너지저장장치의 데이터 송수신 프로토콜

앞서 언급한 것과 같이 현재 ESS의 경우, 제조사별로 상이한 데이터 송수신 프로토콜을 사용한다. 이에 이를 범용으로 규정하기 위하여 SEP2를 적용하였다. 그림 4는 ESS의 각 모듈별 데이터 송수신 프로토콜을 나타낸다.

그림 4에 나타난 것과 같이, 개발된 ESS는 배터리

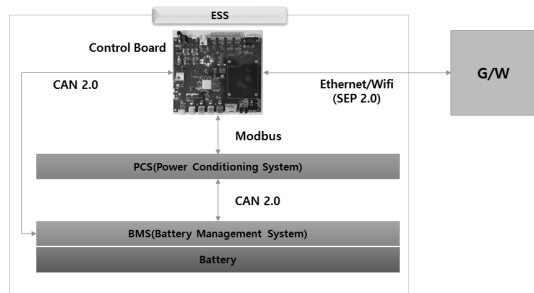


그림 4. 개발된 가정용 소형 ESS의 부분별 데이터 송수신 프로토콜
Fig. 4. Data transmit protocols of the each part of the developed ESS for household

운영시스템(Battery Management System, 이하 BMS)와 전력변환장치(Power Conditioning System, 이하 PCS) 사이에 CAN 2.0으로 데이터를 송수신하며, PCS와 제어보드 사이에 Modbus로 데이터를 송수신한다. 이와 같은 구성은 현재 상용화된 ESS에서 가장 보편적으로 사용되는 구성이며, ESS가 스마트 홈 네트워크와 SEP2로 메시지를 주고받을 수 있도록 변환 기능을 제어보드에 추가하였다.

2.4 함수 정의

SEP2 표준은 기기 사이의 송수신 메시지의 종류에 대하여 정의되어 있으며, 본 연구에서는 이를 적용하여 ESS용 메시지를 정의하였다. SEP2에서 ESS는 분산 에너지 자원(Distributed Energy Resources, 이하 DER) 함수로 정의된다. 본 연구에서 적용된 ESS의 함수리스트를 표 2에 나타내었다^[1,2].

표 2. ESS 함수리스트
Table 2. Function List of ESS

Classification	Function	SEP Class
Status	PCS&Inverter Stop/Start	DERStatus.inverterStatus
	PCS Operation Mode	DERStatus.operationalModeStatus
	PCS Status	DERStatus.inverterStatus
	Battery Status	DERStatus.storConnectStatus
Error	PCS Error	DERStatus.manufacturerStatus
	Grid Error	DERStatus.manufacturerStatus
	Battery Error	DERStatus.manufacturerStatus
Control	PCS Charging /Discharging	DERStatus.storageModeStatus
	Target Level Charging / Discharging	-
Measuring	SOC	DERStatus.stateOfChargeStatus
Demand Response	Realtime Price-based Demand Response	-

2.5 에너지 저장장치 동작시험

개발된 ESS의 적정성을 검증하기 위하여 동작동작 시험을 진행하였다. 동작시험은 SEP2 기반의 메시지를 통한 충·방전 제어 및 ESS의 상태정보 확인을 통하여 수행되었다. XML을 통해 원격으로 ESS에 제어 메시지를 전달하였으며, 수신된 상태정보와 ESS 지시

```

<inverterStatus>
  <dateTime>1499748155631</dateTime>
  <value>3</value> PCS on
</inverterStatus>
<manufacturerStatus>
  <dateTime>1499747285227</dateTime>
  <value>0</value> No Error
</manufacturerStatus>
<operationalModeStatus>
  <value>2</value> Operation mode
</operationalModeStatus>
<readingTime>1499748155631</readingTime>
<stateOfChargeStatus>
  <value>86</value> SoC 86%
</stateOfChargeStatus>
<storageModeStatus>
  <value>0</value> Charging Status
</storageModeStatus>
    
```

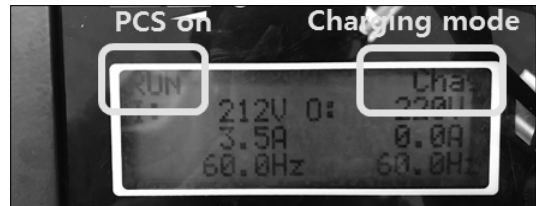


그림 5. ESS 동작시험(충전)
Fig. 5. Operation Verification of ESS (ESS Charging Status Monitoring)

```

<inverterStatus>
  <dateTime>1499748216150</dateTime>
  <value>3</value> PCS on
</inverterStatus>
<manufacturerStatus>
  <dateTime>1499747285227</dateTime>
  <value>0</value> No Error
</manufacturerStatus>
<operationalModeStatus>
  <value>2</value> Operation mode
</operationalModeStatus>
<readingTime>1499748216150</readingTime>
<stateOfChargeStatus>
  <value>86</value> SoC 86%
</stateOfChargeStatus>
<storageModeStatus>
  <value>1</value> Discharging Status
</storageModeStatus>
    
```



그림 6. ESS 동작시험(방전)
Fig. 6. Operation Verification of ESS (ESS Discharging Status Monitoring)

부의 상태정보를 비교하였다.

그림 5와 그림 6은 각각 충전과 방전상태로, SEP2 기반으로 전달받은 ESS 상태정보와 실제 ESS에 표시되는 상태가 일치함을 확인하였다.

III. 결론

본 연구에서는 신재생에너지원의 대표적인 특성인 간헐성과 에너지 저장 문제를 감소시키고 전력품질을

향상시킬 수 있는 가정용 ESS의 개발에 대하여 논의하였다. ESS 제조사별로 독자 프로토콜을 활용하는 문제점을 해결하면서, 동시에 향후 ESS가 스마트 홈 구성요소로 활용될 수 있도록 SEP2 기반으로 메시지를 송수신하도록 개발하였다. 동작시험 결과를 통하여 개발된 ESS의 적정성을 검증하였으며, 향후 연구로 신재생에너지원과 연계된 ESS의 최적 운영시스템을 개발 및 검증하고자 한다.

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. H. Lee, "Development of SEP2 (Smart Energy Profile) to integrate ESS (Energy Storage System) at smart home," *J. KICS*, vol. 16, no. 2, pp. 36-42, 2015.