

가정용 8kWh급 에너지 저장 시스템

서정화, 이우원, 이수원, 한희민, 한기준, 서광덕
이엔테크놀로지

A Residential 8kWh Energy Storage System

Jung Hwa Seo, Woo Won Lee, Su Won Lee, Hee Min Han, Ki Jun Han, Kwang Duk Seo
EN Technologies Inc.

ABSTRACT

본 논문은 가정용 8kWh 에너지 저장 시스템(ESS; Energy Storage System)을 제안한다. 제안하는 시스템은 신재생 에너지원으로 태양광, 에너지저장 장치로는 리튬 배터리가 적용되는 시스템으로, 단상 계통과 병렬로 연결되어 태양광 및 배터리의 직류전력을 상용 주파수 및 전압의 교류전력으로 변환하는 제어가 가능하며 또한, 계통의 교류전력을 배터리에 필요한 직류전력으로 변환하는 양방향 시스템이다. 제안하는 ESS의 제어 및 모니터링을 위하여 추가로 HMI(Human Machine Interface) 및 HMI 제어기를 사용하였다. HMI는 ESS를 원하는 형태로 동작시킬 수 있으며, 현재 시스템의 동작모드, 전력량, 배터리 정보 등의 표시 및 장애 이력을 관리한다. 그리고 HMI, PCS, 및 BMS는 서로 CAN통신으로 정보를 교환하도록 설계하였다.

1. 서론

최근, 화석 연료의 고갈, 온실가스 저감 문제 등 에너지 위기를 심화시키는 요인으로 인한 에너지 안전보장 위기론이 대두되면서 이에 대응하기 위하여 에너지 소비 감축, 절약 및 대체에너지 개발 등과 같은 에너지 관련 기술개발의 관심이 집중되고 있다. 이러한 기술개발 중 에너지 이용 효율 향상, 신재생 에너지 활용도 제고 및 전력공급 시스템 안정화를 위한 장치로 에너지 저장장치의 개발 및 실증이 활발히 진행 중이다. 에너지 저장장치는 이차전지를 이용하여 필요할 때 전기에너지를 저장하거나 저장한 전기에너지를 사용하도록 하는 기술로 신재생에너지와 연계되어 스마트 그리드 구현을 위한 하나의 솔루션으로 관심이 급증하고 있다.

본 논문에서는 신재생 에너지원으로 태양광, 에너지저장 장치로는 리튬 배터리를 이용한 계통 연계형 ESS를 제안하였다. 제안하는 ESS는 EMS(Energy Management System), PCS(Power Conditioning System), BESS(Battery Energy Storage System) 으로 구성된다. EMS는 PCS와 BMS의 상위 장치이며, 운영에 대한 명령과 전체 시스템의 모니터링을 담당한다. PCS는 태양광의 발생전력에 대한 제어, BESS에 충/방전 전력제어 및 전력망과의 계통연계 제어를 한다. BESS는 리튬 폴리머 배터리, BMS(Battery Management System) 및 PCM(Power Control Module)를 포함하는 저장시스템으로 전기에너지의 저장과 공급을 담당한다. 제안하는 ESS는 원활한

시스템 운영을 위해 EMS PCS BMS 사이에 서로 CAN통신으로 정보를 교환하도록 설계하였다.

2. 8kWh급 ESS

2.1 ESS의 구성

그림 1은 EMS, PCS, BESS로 구성된 제안하는 ESS 구성도이다. 표 1은 ESS의 사양이다

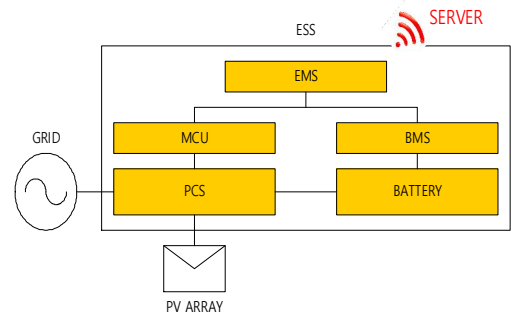


그림 1. 제안하는 ESS 구성도

표 1. ESS의 사양

구분	항목	내용	비고
PCS	용량	3kW	
	전압	단상 220V, 60Hz	
	전류	15Amax	
	계통연계	무변압기 타입	
태양광 어레이	용량	3kWp	
	전압	~ 600V	
	전류	~ 20A	
BESS	에너지	8kWh	
	셀 전압	3.5 ~ 4.0V	
	셀 전류	40A	
	모듈 전압	49 ~ 56V	14CH
	팩 전압	196 ~ 224V	4 Module

2.2 제안하는 ESS의 PCS

그림 2는 제안하는 시스템의 PCS의 구성도를 나타낸다. PCS는 계통과 연계되어 태양광 및 BESS 에너지원들을 효율적으로 처리하는 시스템으로, 양방향 인버터, 태양광 발생전력 제어를 위한 단방향 DC/DC 컨버터, 배터리에 충/방전 전력 제어 위한 양방향 DC/DC 컨버터로 구성된다.

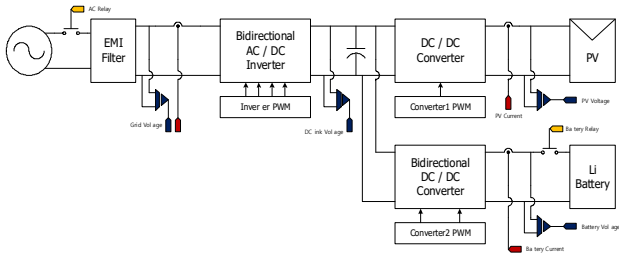


그림 2. 제안하는 ESS의 PCS 구성도

2.3 제안하는 ESS의 BESS

그림 3은 제안하는 ESS의 BESS 구성도를 나타낸다. BESS는 리튬 폴리머 배터리와 BMS 그리고 PCM으로 구성된다. 각 모듈은 14개의 배터리 셀로 형성되며 4개의 모듈을 연결하여 8kWh 배터리 팩을 만든다. BMS는 마스터 BMS와 슬레이브 BMS로 나뉘며, 슬레이브 BMS는 각 모듈에 취부되어 셀전압과 온도를 측정하고 셀의 밸런싱 동작을 수행하며, 측정된 센전압과 온도를 마스터 BMS로 전달한다. 마스터 BMS는 슬레이브 BMS에서 전달된 정보를 기반으로 시스템 보호 동작 및 SOC(State of Charge) 연산을 한다. PCM은 마스터 BMS, Contactor, Fuse, 전류센서 등으로 구성되며 배터리 팩의 보호 동작 및 PCS와 BESS의 연계 동작을 관장한다.

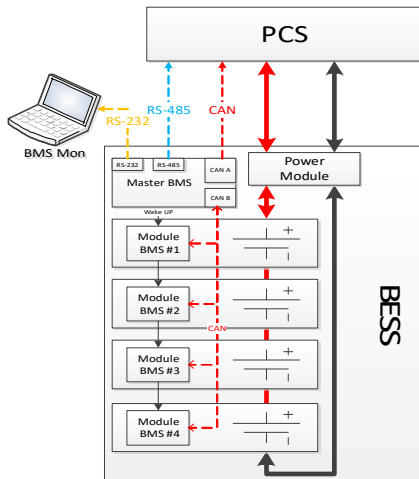


그림 3. 제안하는 시스템의 BMS 구성도

3. 실험 결과

그림 4는 8kWh ESS의 사진으로 전면, 전면 내부, 후면 내부를 보여주고 있다. 전면 사진에서 보여지는 EMS는 상위 장치이며, 운영에 대한 명령과 전체 시스템의 모니터링을 담당하며, 전면 내부는 PCM과 8kWh급의 배터리 그리고 BMS를 보여주고 있다. 후면 내부 사진의 위부분에 3kW의 PCS가 설치되어 있다. 그림 5는 BESS의 각 상태를 표시하는 모니터링 시스템을 보여준다. 그림 6은 ESS의 동작 파형으로 태양광 발전

이 1.1kW일 때

- (a)구간 : PV전력을 계통으로 공급
- (b)구간 : PV전력을 배터리로 충전(1kW)
- (c)구간 : PV전력 + 배터리 전력(1kW)를 계통으로 공급하는 실험 파형을 보여주고 있다.



(a) 전면 (b)전면내부 (c)후면내부

그림 4. 8kWh급 ESS 사진



그림 5. BMS 모니터링 시스템

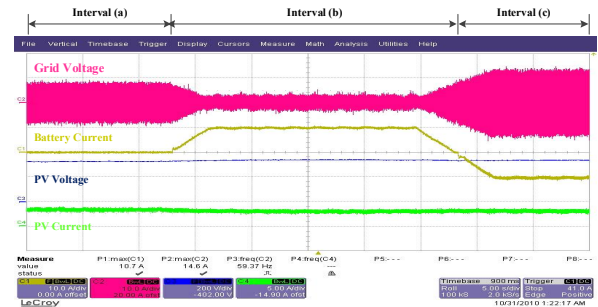


그림 6. ESS 동작 실험 파형

4. 결론

본 논문에서는 신재생 에너지원으로 태양광, 에너지저장 장치로는 리튬 배터리를 이용한 계통 연계형 8kWh ESS를 제안하였다. 제안하는 ESS는 EMS, PCS, BESS으로 구성된다. ESS가 상위장치의 운영 명령에 따라 에너지원들이 효율적으로 처리됨을 확인할 수 있었으며, 향후 비즈니스 모델을 위한 ESS 최적화 및 최적 운영알고리즘 개발을 진행하고자 한다.

참고 문헌

- [1] 전준영, 최규영, 이병국, “태양광 발전시스템 기반 전기 자동차용 배터리 충전 시스템 설계 및 제어 알고리즘”, 2010년도 대한전기학회 춘계학술대회 논문집, pp. 290 292, 2010, 04.
- [2] 김의환, 안교상, 임희천, “계통연계형 태양광발전시스템의 실증운전 평가”, 한국태양에너지학회 논문집, 제 28권 5호, pp. 72 77. 2008.