

2MVA급 배터리 에너지 저장 시스템 개발

김수홍, 김윤현, 임창진, 김광섭, 권병기, 최창호
(주)포스코 ICT

A Development of 2MVA Battery Energy Storage System

Soo Hong Kim, Yun Hyun Kim, Chang Jin Lim, Kwang Seob Kim, Byung Ki Kwon,
Chang Ho Choi
POSCO ICT Corporation

ABSTRACT

본 논문은 POSCO ICT에서 개발한 2MVA/500kWh급 BESS (Battery Energy Storage System)에 대해 기술하였다. 개발된 BESS는 상위 EMS(Energy Management System)와 연계를 위한 주제어부, 전력변환을 위한 PCS(Power Conditioning System)부, 에너지 저장을 위한 BCS(Battery Conditioning System)부로 구성되어 있다.

1. 서론

BESS는 에너지 효율 극대화 및 계통 안정화를 위해 계통의 잉여전력을 배터리에 저장하거나, 부족전력을 계통에서 필요시 공급해 주는 역할을 한다. BESS의 주요 응용분야는 산업설비, 발전소, 변전소 수처리 시설과 같은 계통안정화 및 대용량 전력저장분야, 산업 또는 공공용 태양전지 및 풍력발전의 불안정한 전원의 백업(Back up)을 위한 신재생 에너지 전력저장분야, 송/배전망의 전력품질 향상을 위한 송/배전 관리분야, 전기차 등이 있다^[1]. 또한 에너지 이용 효율 향상 및 에너지 활용도 제고, 전력공급 시스템 안정화를 위한 장치로서 에너지 저장기술은 미래의 에너지 시장을 선도할 중요한 기술이다.

본 논문은 POSCO ICT에서 개발한 계통연계 및 에너지 변환용 2MVA급 수냉형 PCS와 에너지 저장을 위한 500kWh BCS에 대해 기술하였으며, 계통연계 시험 및 배터리 충·방전 시험을 통하여 개발제품의 성능을 확인하였다.

2. 배터리 에너지 저장 시스템

2.1 시스템 구성

BESS구성은 EMS와 연계를 위한 PMS(Power Management System)제어기, 전력변환을 위한 PCS, 에너지 저장을 위한 BCS로 구성된다. PCS는 AC/DC변환을 위한 PCU(Power Conversion Unit), 계통 연계형 변압기, 스위치기어로 구성되며, BCS는 배터리, BMS(Battery Management System), 공조/소방설비로 구성되었다. 제어기는 eCAN통신을 이용하여 상태 정보를 주고받고, RS 232C 비동기 직렬통신을 이용한 HMI를 구성하였으며, EMS와는 IEC61850 게이트웨이를 사용하여 BESS의 상태정보나 고장정보 등을 주고 받는다. 그림 1과 2는 하드웨어 구성 및 제어기/통신 구성을 보여준다.

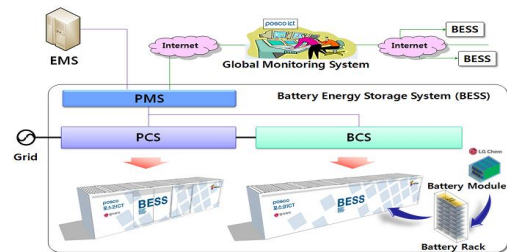


그림 1. 하드웨어 구성

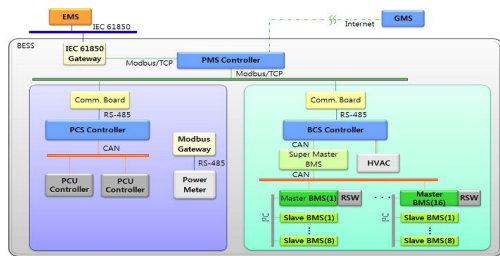


그림 2. 제어기 및 통신 구성

2.2 시스템 모델링 및 해석

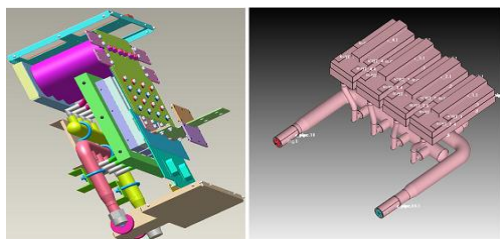


그림 3. PCU 모델링 및 수냉설비 열해석

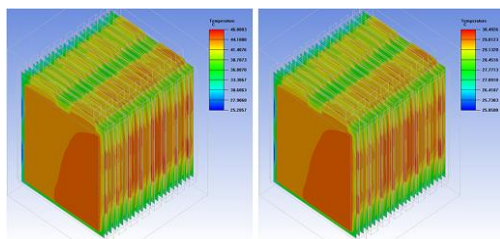


그림 4. 배터리 열해석

그림 3은 PCU의 모델링 및 수냉 방열설비의 열해석 결과를 보여주며, 그림 4는 적층된 배터리 셀간의 온도편차를 최소화하기 위해 운전조건에 따른 열해석 결과를 보여준다.

2.3 BESS 제어알고리즘

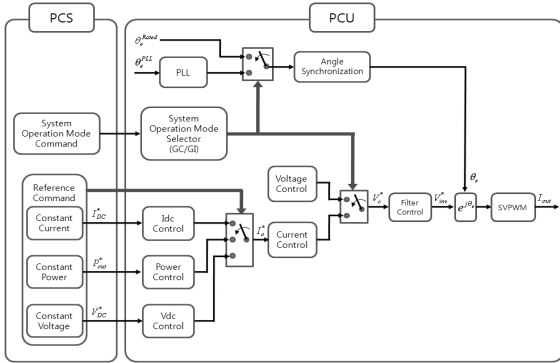


그림 5. 제어기 구성도

그림 5는 제어기 구성도를 보여주며, PCS제어기는 계통과 연계하기 위해 요구되는 계통보호, 투입 및 분리기능을 가지며, PCU제어기는 전력변환기능, 계통 동기화, 필터제어기를 포함한다. 또한 병렬로 구성된 PCU 간의 전류 불평형을 제어하기 위해 마스터/슬레이브 제어 구조를 가진다.

2.4 제작 및 시험

표 1은 시스템 사양을 보여준다. 그림 6은 제작된 2MVA급 수냉형 PCS와 500kWh급 리튬이온 배터리를 사용한 BCS를 보여준다.

표 1 시스템 사양

분류	항목	사양	
PCS	PCU	정격용량	2 MVA
		DC전압	650~800 VDC
		AC전압	350 VAC
		출력주파수	60 Hz
		효율	> 97 %
	냉각방식	수냉식	
	TR	정격용량	2.1 MVA
SWGR	정격전압	22,900/350 VAC	
	정격용량	2 MVA	
	정격전압	22,900 VAC	
무효전력보상		1 MVar	
BCS	배터리 시스템	출력전압	650~800 VDC
		출력전류	2160 ADC
		최대정격	1.5 MW @3C rate
		용량	500 kWh
		배터리타입	Li ion (LG화학)
	기본구성	16*Rack	
	공조설비	냉각용량	25 RT
소방설비	소화약제	HFC 23할로젠 화합물계	
PMS 제어기	통신	Modbus/TCP	
	인터페이스	EMS, PCS, BCS	
HMI	운영체제	Windows 2000/XP	
OIT	통신	RS 232C	
Round Trip Efficiency		> 90%	

그림 7은 계통연계/동기화 출력파형을 보여준다. 그림 8은 정격부하 출력파형을 보여주며, 계통 및 출력전압, 전류의 역률 제어가 잘 이루어짐을 알 수 있다. 그림 9는 35kWh Rack형태로 제작된 배터리의 1C, 2C 충·방전 전압 및 전류 출력파형을 보여준다.



그림 6. 2MVA BESS

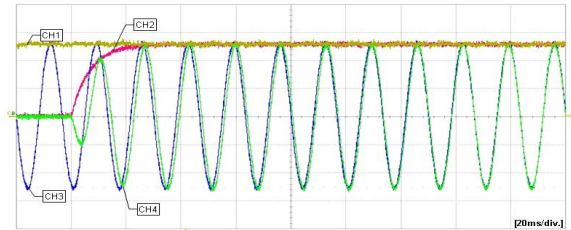


그림 7. 계통연계, 동기화 출력파형
[Ch1:계통전압 Q축, Ch2:출력전압 Q축, Ch3:계통전압, Ch4:출력전압]

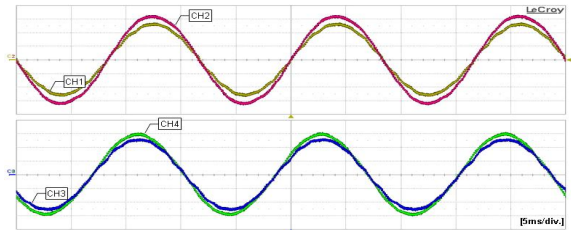


그림 8. 정격부하, 정상상태 시험파형
[Ch1:계통전압, Ch2:계통전류, Ch3:출력전압, Ch4:출력전류]

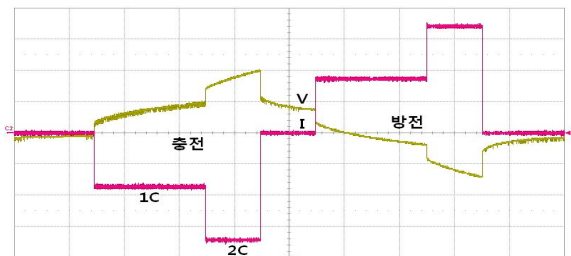


그림 9. 배터리 충·방전 시험파형

3. 결론

본 논문은 POSCO ICT에서 개발한 2MVA급 배터리 에너지 저장 시스템의 구성 및 사양, 제작품 및 시험결과에 대해 기술하였다. 개발된 제품은 계통연계 시험 및 배터리 충·방전 시험을 통하여 제품의 신뢰성 및 타당성을 검증하였다.

참고 문헌

[1] K.C.Divya, Jacob Ostergaard, "Battery energy storage technology for power systems An overview," Electric Power Systems Research, 2009, pp. 511-520.