

50kW Battery Energy Storage System(BESS) PCU 개발

김성환, 박주연, 김호열, 김희중

LS 산전

Development of 50kW PCU for Battery Energy Storage System(BESS)

Sung-Hwan Kim, Ju-Hyun Park, Ho-Yeol Kim, Hee-Jung Kim

LSIS R&D Center, LSIS

Abstract

전 세계적으로 대체용 예비 전력, 신재생 에너지의 효율 향상, 그리고 가정용 및 충전소용 BESS(Battery Energy Storage System) 시장이 확대되고 있다. 이에 자사에서는 그동안 축적해 온 인버터 제어 기술과 Know-how를 이용하여 50kW BESS PCU를 개발하였고, 개발된 BESS PCU에 대한 Spec.과 주요 기능에 대해 소개하고자 한다.

1. 서론

소형, 중형 및 대형 규모의 전력 시스템에서 재생 가능 에너지의 통합이 현실화되고 있고 지속적으로 확대되고 있다. 그리고 화석 연료 자원이 점차 사라지고 있는데 반해, 세계 에너지 시장은 지속적으로 증가하고 있기 때문에, 신재생 에너지 솔루션이 더 매력적으로 여겨지고 있고, 사회의 지속 가능한 발전에 기여하고 있다. 그리고 EU 국가들의 경우, 재생 에너지원으로부터 생산되는 에너지 목표에 도달하기 위해 상당한 노력을 하고 있다.[1]

신재생 에너지 중에서 특히 태양광과 풍력 시스템 수요가 기하급수적 증가하고 있다. 하지만 이들 신재생 에너지원을 사용할 때 단점이 있는데, 기상 조건에 따라 출력 전력의 변동이 심하다는 것이다. 이 출력 전력 변화는 부하 측의 전압 변동에 반영되어서 전력 품질을 저하시키는 요인이 된다. 계통에 연결된 Battery Energy Storage System(BESS)은 이렇게 발생하는 부하 측의 전압 변동과 계통 안정성, 그리고 전력 품질 개선을 위해 부하나 발전기로 동작함으로써 출력 전력을 원활하게 할 수 있다. BESS는 고효율, 고전력, 장기 에너지 수요 및 빠른 응답과 저장을 위한 다양한 솔루션을 가지고 있다.

계통에 BESS를 연결하기 위한 컨버터 토폴로지는 크게 Single Stage와 Two Stage로 나눌 수 있다.[2]

그림2는 DC/DC컨버터와 DC/AC컨버터로 구성 되어진 Two Stage Topology이다. 이 Topology는 Battery와 DC/AC 컨버터 사이에 DC/DC컨버터를 사용함으로써 낮은 전압의 Battery 응용에 효율적이고 현재 가장 많이 사용되고 있는 Topology이다. 하지만 변환 효율이 DC/DC컨버터의 손실로 인해 줄어든다. 효율을 고려한다면 그림1과 같은 Single Topology를 사용하면 효율을 높일 수 있다. Battery를 DC Link단에 직접 연결한 Single Topology는 효율 면에서는 우수하나, 인버터 DC Link단 전압이 Battery의 특성에 의존하는 Floating 전압을 가지는 단점이 발생하게 된다. 그리고 배터리 팩의 공칭전압은 배터리가 완전히 방전되기 전까지 계통에 전류를 주입할 수 있도록 다소 높은 전압으로 선정되어야 한다.

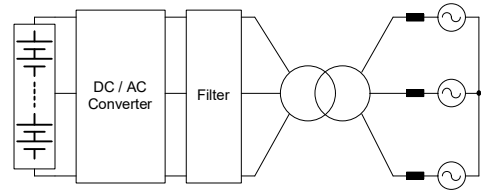


Fig. 1 Single Stage Grid Converter Topology

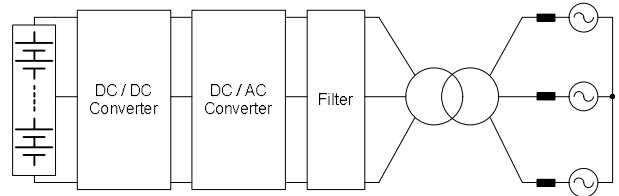


Fig. 2 Two Stage Grid Converter Topology

2. 본론

2.1 50kW BESS PCU 전체 구성 & Spec.

자사에서 개발한 50kW BESS PCU의 Topology는 효율을 고려하여 Fig.1과 같은 Single Stage Topology로 구현 하였으며, 개발된 BESS PCU는 표1과 같은 사양으로 개발되었다.

표1. 시스템 사양

상수	3상 4선식	
운전방식	계통연계형(Stand Alone)	
전기적 특성	정격용량	50[kW]
	전압범위	450~623[Vdc]
	정격전압	380/400[Vac]
	주파수	50/60[Hz]
	제어방식	전류제어(전압제어)
	효율(Max)	96%
시스템 특성	외형(W×H×D)	750×1700×800
	냉각방식	Forced Cooling
	Enclosure	IP21
	통신	RS-485
	동작온도	-10 ~ 50°C

2.2 50kW BESS PCU H/W

하드웨어 구성은 각종 외부의 환경적, 전기적 충격 등에 대해서 보호할 수 있도록 Surge Arrester와 Varistor등으로 구성되어 있으며, Li-Ion Battery와 연결 시 초기 과전류를 억제하기 위해서 DC Bank 입력 단에 초기 충전 회로를 구성하였다. 뿐만 아니라 전력용 반도체의 PWM 및 내부의 Clock등에 의한 Noise 발생으로 인해서 다른 전기 기기들의 오 동작을 방지하기 위해 계통 측에 EMI 필터를 제작하여 H/W를 구성하였다.

2.3 50kW BESS PCU 주요 특징

자사의 BESS PCU는 계통이 정상일 때에는 계통 연계형 타입으로 동작하고 계통에 이상일 발생할 경우에는 자립 모드로 동작할 수 있도록 개발되었다. 그리고 부하에 필요한 유효 전력과 무효전력을 개별적으로 제어함으로써 계통이 요구하는 유/무효전력을 선택적으로 공급할 수 있다. 자사에서 개발한 BESS PCU의 주요 특징을 간략히 정리하면 다음과 같다.

2.3.1 유효 전력 제어

BESS PCU의 유효전력의 기준 값은 Energy Management System(EMS)에서 발생된다. 그리고 EMS에서 발생하는 유효전력 기준 값은 계통과 부하의 조건을 고려하여 EMS에서 산출되고, 산출된 기준 값은 RS-485통신을 이용하여 BESS PCU에 전달된다.

2.3.2 무효 전력 제어

2.3.2.1 계통 운영자 모드

이 모드는 EMS가 계통 운영자와 통신을 통해 BESS PCU의 무효 전력 기준 값을 제공하는 모드이다. 유효 전력 제어와 마찬가지로 계통 운영자가 계통의 안정적인 운영을 위해 무효전력의 소비/공급이 필요할 때 무효 전력 기준 값을 통신을 통해 제어할 수 있는 기능이다.

2.3.2.2 역률 제어 모드

이 모드는 계통 운영자의 무효전력 지령이 없고, PCC점의 전압이 정상적인 범위라면 계통 운영자가 설정한 역률 기준 값으로 BESS PCU를 운전하는 모드이다. 만일 주변에 지상 부하가 많은 곳에 설치된다면 역률 기준 값을 진상으로 설정할 수도 있다.

2.3.2.3 단자 전압 모드

이 모드는 PCC점의 단자 전압이 설정 범위를 벗어날 경우 단자 전압을 제어하기 위하여 무효 전력을 계통 측으로 소비/ 공급하는 기능이다.

2.3.2.4 자동 제어 모드

이 모드는 역률 제어 모드와 PCC 점의 단자 전압 제어 모드를 계통의 상황에 따라 BESS PCU의 S/W상에서 자동으로 처리하는 기능이다.

2.3.3 제어 전원 이중화

자립 모드와 Battery의 수명을 고려하여 제어 전원의 이중화를 구현하였다. 계통 전원이 정상일 경우에는 계통 전원을 제어 전원의 입력으로 사용하고, 계통에 이상이 발생하거나 자립 모드로 동작해야 하는 경우, Battery의

전원을 제어 전원의 입력으로 사용할 수 있다.

3. 결론

본 논문에서는 자사에서 개발한 50kW BESS PCU를 소개하였다. 효율을 고려하여 Topology를 Single Stage로 BESS PCU를 구성하였고, 계통의 전력 품질 개선과 Load Leveling을 위해 유/무효전력제어 알고리즘을 구현하였다. 그림3은 자사의 50kW BESS PCU의 실제 제품 사진과 HMI의 메인 화면이다.

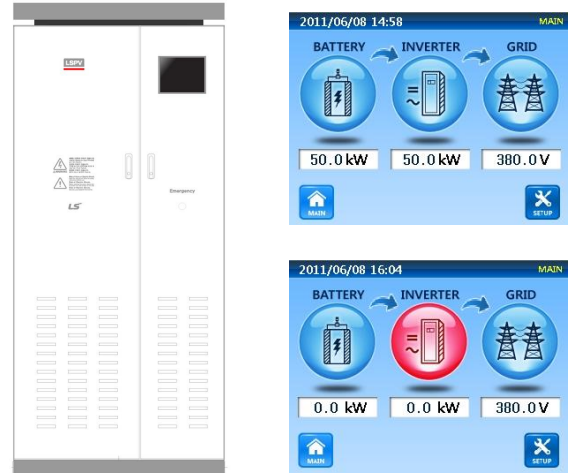


Fig. 3 제품 실제 사진 & Main HMI 화면

참고문헌

[1] F. Nuno, "Renewables Support Schemes and Grid integration Policies", Leonardo Energy, 2009.

Online: <http://www.leonardoenergy.org/report-renewables-support-schemes-and-grid-integration-policies>

[2] S. Ponnaluri, G.O. Linhofer, J.K. Steinke, P.K. Steimer, "Comparison of single and two stage topologies for interface of BESS or fuel cell system using the ABB standard power electronics building blocks", European Conference on Power Electronics and Applications, pp.1-9, 2005