

병렬확장구조를 가진 대용량 EES PCS개발

강호현, 류강열, 박기우, 고광수, 최은식, 김희중
LS산전

Development of parallel extension structure PCS for large scale EES

Hohyun Kang, Kangyeul Ryu, Kiwoo Park, Kwangsoo Koh, Eunsik Choi, Heejung Kim
LSIS Co., Ltd

ABSTRACT

본 논문은 1MVA까지 대응구성이 가능한 병렬확장구조를 가진 EES용 PCS의 개발에 관해 기술하고 있다. 시장의 다양한 용량요구에 대응하기 위해 Stack과 필터로 구성된 인버터 Stack 판넬을 설계/구현하였으며 이를 이용하여 1MW까지 병렬구성하여 대응이 가능하다. 높은 시스템 전력밀도와 MTBF, 효율을 구현하였으며 이에 대한 설계 및 시스템 제어, 시뮬레이션 결과에 관해 언급한다.

항목	사양	단위	세부조건
PCS Power용량	125,000.00	W	
최대 DC 전력	130,000.00	W	정격/최저효율시
DC전압범위	650 ~ 1,050	V	
효율	98.00	%	최대
	> 96	%	정격, 방전효율
계통출력전력	130.00	kW	정격/최저효율시
계통전압	380.00	Vrms	
과부하조건	150.00	%	30sec
주파수	60.00	Hz	
역률	≥ 0.99		
THD	<5	%	종합
	<3	%	각차

[표 1] 단위 Stack판넬 사양

1. 서론

신재생에너지의 계통분담율의 증가에 따라 전력계통품질 및 안정성에 대한 필요성이 대두되었으며 전력수요의 급증과 특정시간 집중현상에 의해 전력예비율에 대한 요구가 대두되었다. 이와 같은 문제를 경제적으로 해결하기 위해 배터리를 이용한 에너지 저장장치에 대한 연구 및 실증이 활발히 진행되었으며 현재 시스템에 대한 상업적 이윤을 위한 설치가 진행되고 있다. 특히 배전단에서의 시스템에 대한 요구는 매우 집중되고 있으며 시장에서의 다양한 용량에 접근하기 위한 PCS의 개발이 필요하다.

2. 본론

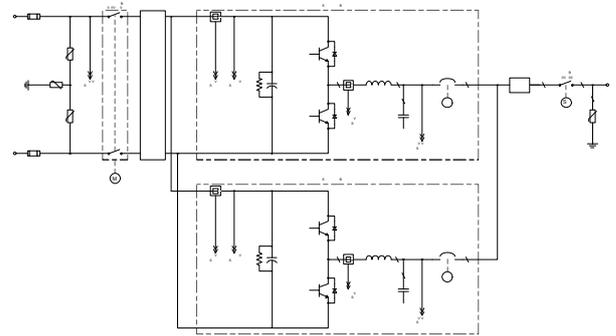
2.1 System 설계

2.1.1 설계사양

배전단에 적용되는 ESS PCS시스템은 수백kW급에서부터 수MW까지 그 수요가 매우 다양하며 수요에 대응하는 모든 시스템을 설계, 검증, 양산의 단계를 거치기에는 매우 수익성이 저하된다. 따라서 1MW까지의 다양한 수요에 대응가능한 단위 인버터 Stack을 개발하여 수요에 따라 병렬운전을 함으로써 공급에 대응하는 것이 개발 및 생산시 유리하다. ESS 시스템의 수요가 많은 100/2~300/500/7~800/1,000kW의 용량에 각각 대응하기위하여 130kW 용량의 단위 Stack 판넬을 개발하였으며 그의 세부사양은 [표 1]과같다.

2.1.2 System 구성

배전단에서의 ESS시스템에서 많이 사용되는 용량대인 100kW ~ 1MW의 용량에 유동적인 시스템의 제품공급을 위하여 130kW 단위의 인버터 Stack 판넬을 제작하였으며 각각의 인버터 Stack 판넬은 [그림 1]과 같이 IGBT스위치, 게이트드라이브, L-C필터, 차단기 및 센서로 구성되어 있으며 독립적인 제어가 가능하게끔 설계되었다. 이는 부분부하 운전시 개별적인 독립운전을 함으로써 전체 시스템 운용효율을 높이고 시스템의 MTBF를 높일 수 있는 장점이 있다.

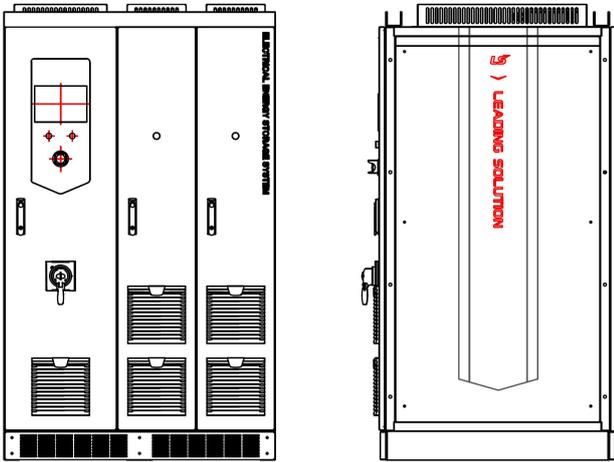


[그림 1] PCS 구성도

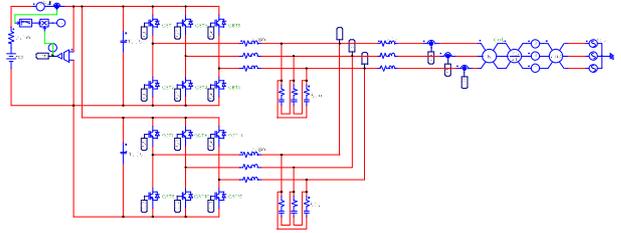
2.1.3 System 제작

실제 ESS시스템의 설치환경은 컨테이너 또는 각 건물의 전기시설공간등 공간의 확보와 접근성이 용이치 않은 환경이므로 PCS시스템의 전력밀도를 높이는 것이 중요하다. 시스템은 단위 Unit Stack 판넬의 확장성을 보장하고 각 용량별 입출력 제어/보호를 위한 전장부품이 장착되는 Main판넬과의 결합호환성을 보장하게끔 설계되었다. [그림 2]는 실제 제작된

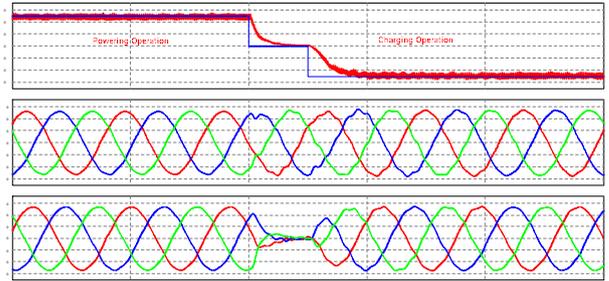
PCS의 외형도이다.



[그림 2] PCS 외형도



(a) 시뮬레이션 회로도



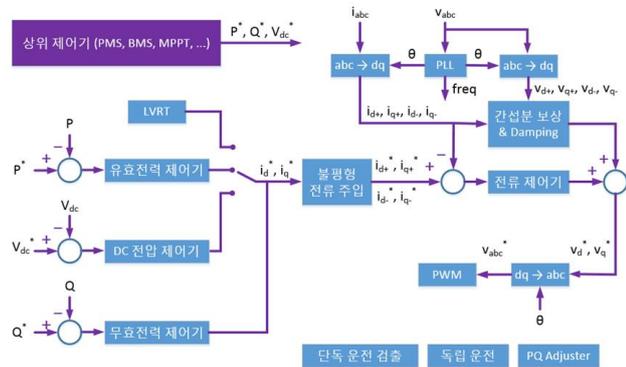
(b) 시뮬레이션 결과파형 (P_dc/P_ref, V_grid, I_grid)

[그림 4] Simulation

2.2 System 제어

2.2.1 PCS 제어알고리즘

상위기인 EMS에서 결정하는 PCS의 운전모드에 따라 DC 전압제어기 및 유/무효전력 제어기, 계통의 보호를 위한 LVRT 제어기가 각각 동작한다. 각각 제어기는 제어기로부터의 지령과 실측치의 차이에 의해 동기좌표계상의 전류지령을 생성하여 동작하지만 무효전력제어기는 계통규약(Grid Code)에 따라 동작이 제한 또는 변형된다. 계통불평형의 보상방법에 따라 인버터 전류지령은 정상분과 역상분으로 세분화하며 실측된 각 성분과 위상각을 전류제어기와 PWM을 통해 제어하게 된다. 간략하게 정리된 PCS의 전체 제어알고리즘은 [그림 3]과 같다.



[그림 3] PCS 제어블럭도

2.2.2 Simulation

설계된 H/W 시스템과 제어알고리즘의 성능검증을 위해 Psim을 이용하여 [그림 4-a]와 같이 250kW로 구성된 시스템에 대한 simulation을 진행하였다. [그림 4-b]와 같이 250kW 시스템 정격부하 운전시 충, 방전모드 전환을 위해 스텝으로 정격부하 방전(powering)조건 → 10[msec] 대기 → 정격부하 충전(charging)조건을 지령을 인가하였으며 각 모드의 전환시 10[msec]이내 오버슈트없이 지령치를 추종함을 검증하였다.

3. 결론

ESS시장에서 요구되는 다양한 용량대별 PCS의 공급과 높은 시스템 전력밀도, 높은 MTBF 및 전력변환효율을 높이기 위하여 병렬화장구조를 지닌 PCS를 개발 완료하였으며 해당제품에 대한 실증검증 및 상품화가 진행중이다. 또한, 해외시장 공략을 위한 UL 및 CE인증작업 및 필드에서의 많은 검증을 진행 할 예정이다.

참고 문헌

- [1] David Conover, "Protocol for Uniformly Measuring and Expressing the Performance of Energy Storage Systems", U.S. Department of Energy under Contract DE-AC05-76RL01830, 2014, June.
- [2] Sergio Vazquez, Srdjan M. Lukic, Eduardo Galvan, Leopoldo G. Franquelo, Juan M. Carrasco, "energy storage systems for transport and grid applications," IEEE Trans. Industrial Electronics, Vol. 57, No. 12, pp.3881-3895, 2010.