

스마트그리드용 2MVA 수냉형 PCS 개발

임창진, 김상현, 인동석, 김수홍, 김광섭
(주)포스코ICT 기술연구소

Development of Water-Cooled 2MVA Power Conditioning System for a Smart-Grid

Chang-Jin Lim, Sang-Hyun Kim, Dong-Seok In, Soo-Hong Kim, Kwang-Seob Kim
POSCO ICT corporation R&D center

Abstract

신재생 에너지원인 풍력과 태양광 등 대체에너지의 확대 보급과 풍력발전과 에너지 저장장치와 같은 신재생 에너지원 및 스마트그리드 분야에 적용을 위한 대용량 PCS(Power Conditioning System) 개발에 대해 설명한다. 실외 설치환경 및 장소에 따른 많은 제작, 운영조건에서 벗어 나고자 냉각방식을 수냉형으로 설계하였다.

1. 서 론

최근 전력품질 문제에 대한 인식의 확산, 신재생 에너지의 상용화, 분산전원 시스템에 대한 연구확대 등의 사회적 추세는 상용전원과 연관된 전력전자 기기들에 대한 활발한 연구로 이어지고 있다. 신재생 에너지를 이용한 발전 증가로 계통의 전력안정화를 위한 에너지저장장치의 수요도 함께 증가하고 있다. 그 이유는 신재생 에너지는 지역 및 기후 특성에 따라 출력 예측이 어렵고, 심한 변동으로 인해 계통연계의 안정적 운영에 큰 영향을 미친다. 간헐적인 발전특성을 갖는 풍력 및 태양광과 같은 신재생 에너지원의 획기적인 보급확대를 위해서는 출력변동이 심한 발전출력의 전력품질 개선이 절실히 요구되고 있다. 대용량 PCS를 활용한 에너지 저장 시스템은 신재생 에너지 발전원의 단점을 보완하여 고품질의 전력공급을 공급할 수 있는 대안으로 대두되고 있으며, 그 중요성이 계속 증가하고 있다.

2. 수냉형 PCS 개요 및 사양

대부분의 전력변환시스템은 실내에 설치 및 운영이 되기 때문에 외부 환경의 영향을 고려하지 않고 설계를 하였다. 개발되어진 2MVA 수냉형 PCS는 표1과 같이 설치 환경조건에서도 동작이 가능하도록 설계 및 제작하였다.

또한 외부공기의 먼지유입 및 소음, 내부 전장품의 온도에 따른 수명 등을 고려하여 냉각설비를 수냉설비로 구축하였다.

표1. 설치환경조건

항목	사양	비고
해발고도	0~1524[m]	
주변온도	-28.9~50 [°C]	
상대습도	0~100 [%], non-condensing	

태양복사열	310 [Btu/h.ft ²]	
바람하중	200[kg/m ²] @10[m]	
눈하중	161[kg/m ²]	
강수량	63.5[mm/hr]	
주변 먼지량	27 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$], Ave./yr	
소음레벨	72 [dBA] @10 ft	

표2. 수냉형 1MVA PCU 사양

구분	항목	사양	비고
구성	회로	3상인버터	
성능	입력	Max Voltage	Vdc=788[V]
		Min Voltage	Vdc=652[V]
		Battery Capacity	720[Ah]
	출력	정격전압	Vac=350[V]
		정격전류	Iac=1718[A]
		PF	0.875~1.0
		정격용량	1 [MVA]
	보호기능	단락차단,방열판과열	
	스위치주파수	4 [kHz]	
	냉각방식	수냉식	
정격주파수	60Hz		
스위칭소자	IGBT		
인터페이스	입력 및 출력 연결	입력(P,N) 및 출력(U,V,W) Busbar 연결	
	게이트 드라이브	Fiber-Optiv(Tx, Rx, Error)	

3. 수냉형 PCS 구성

PCS는 배터리의 에너지를 계통에 연계하고 연계된 전력의 품질을 제어하며, 단독운전(islanding)의 감시 및 제어, 전력기기의 제어와 같은 기능을 수행하는 PCS제어기, 전력 변환을 위한 PCU(power conversion unit), 계통과의 연계를 위한

계통 연계형 변압기 및 수배전 설비인 스위치기어(SWGR), 냉각시스템으로 이루어져 있다.

전력변환장치 인버터와 LCL 필터로 구성되어 있다. 인버터는 풍력발전시스템 및 신재생 발전시스템의 에너지를 BCS(Battery Conditioning System)에 저장 하기 위한 AC를 DC로 변환하며 또한 BCS에 저장된 에너지는 계통의 출력 안정화를 위한 DC를 AC 로 변환한다. 인버터는 스위칭을 통해 전력을 변환하고 스위칭 소자로 IGBT를 사용한다.

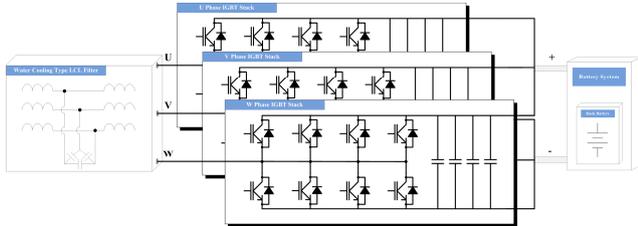


그림 1. PCU 구성도

2MVA 수냉형 PCU는 1MVA 전력모듈(power module), LCL 필터와 냉각시스템으로 구성되어 있다. 2MVA PCU의 기본 구성인 1MVA 전력모듈은 2병렬로 구성되어 있고, 스위칭을 통해 배터리의 DC를 AC로 변환한다. LCL 필터 또한 2병렬로 구성되어 있으며, 전력모듈의 출력 전력의 고조파 성분을 필터링하여 기본파(60Hz)의 성분을 만들어 준다. 그리고 전력변환과정에서 발생하는 손실과 리액터에 의한 열은 수냉형 냉각시스템과 수냉형 방열판(heatsink)에 의해 방열된다. 3상 인버터는 용량, 전압, 전류의 사양을 고려하여 IGBT(insulated gate bipolar transistor) 모듈을 4병렬로 구성하여 사용하였고 DC-link 커패시터(capacitor)는 각 상당 6600uF(1100uF, 6병렬)로 구성되어 있다.

제어부는 전력모듈을 제어하기 위한 PCU제어기 2대, PCS제어기 1대, BESS의 상위제어기와 EMS와의 인터페이스를 위한 PMS제어기, eCAN을 모드버스(modbus)로 변환하기 위한 통신보드로 구성되었다. 그 외에 사용자의 편의성이 강화된 터치방식의 HMI 와 keypad, 센서류에서 검출된 전력, 전압, 전류를 표시해주는 계전기가 설치되었다.

표3. 다권선변압기 사양

항목	사양	비고
정격용량	2100 [kVA]	
정격 전압	1차측	350 [V]
	2차측	22.9 [kV]
효율	99 [%]	
절선방식	DDyn1	
Insulation Class	H	
냉각방식	AN	
무게	5000 [kg]	

다권선변압기는 PCU에서 나온 전압을 계통에 연계하기 위해 계통전압에 맞추어서 승압하고 계통과 절연을 확보하는 역할을 한다. 변압기의 냉각은 주변공기를 이용한 팬으로 냉각하고 각상에 온도센서를 부착하여 온도를 감시한다. 설계 및 제작 되어진 변압기는 건식변압기로 절연 및 권선의 온도상승 한도 등을 고려하였다. 절연은 UL H중 절연시스템을 가지도록 설계 제작하였다.

4. 수냉형 PCS 설계 및 제작

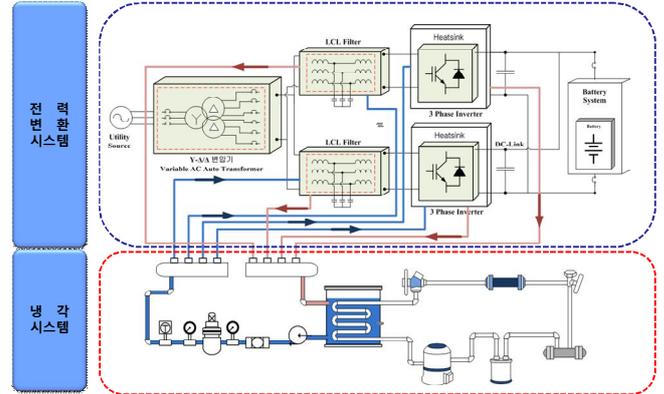


그림 2. 수냉형 PCS 구성도

스마트그리드 2MVA PCS 시스템의 전체 구성도는 그림 2와 같이 구성되어 있다. 외함 및 내부의 전장품은 그림 3, 4, 5와 같으며 외함은 컨테이너로 제작하여 열악한 환경조건에서도 운전이 가능하게 하였다. 또한 국내 및 국외 이송의 편의성을 가지도록 설계 및 제작하였다.

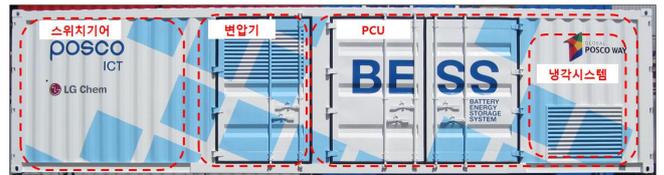


그림 3. 스마트그리드용 2MVA PCS 외형도



그림 4. 스위치기어 & 다권선변압기



그림 5. PCU & 냉각시스템

5. 결 론

대용량화 되어지고 있는 신재생 에너지분야 및 에너지 저장장치 등에 개발되어진 수냉형 PCS를 활용할 수 있다. 또한 외부 환경요인에도 강인하여 설치환경에 대한 영향을 최소화 하였다. 향후에는 본 시스템을 BCS 시스템과 연계하여 성능을 검증할 예정이다.