

Platform 기반의 PCS 개발전략

조인준, 강호현, 고흥수, 김희중, 김영근
LS산전

A Strategy for Developing a Platform-based PCS

Injoon Joe, Hohyun Kang, Kwangsoo Koh, Heejung Kim, Younggeun Kim
LS Industrial Systems Co., Ltd

ABSTRACT

본 논문은 Platform 기반의 PEBB(Power Electronics Building Block)을 이용한 계통연계형 에너지저장시스템(ESS) PCS의 개발전략과 효율적인 운용 방법에 대해 제안한다. Platform Design이란 표준제조 공정을 통해 다양한 제품을 만들어 내는 기술을 뜻한다. 이 Platform으로 생산되는 Modular PEBB(Power Electronics Building Block)을 이용하여 다양한 용량대의 제품에 대응할 수 있으며, 이를 통해 125kW에서부터 2MW제품까지 병렬확장이 가능하다. PCS의 Platform화로 시스템 용량 확장이 용이하며, 대량 생산이 가능하기 때문에 비용 측면에서의 장점이 있다. 그리고 부분 운전을 통해 운영 효율 향상과 PCS 수명을 늘릴 수 있다. 본 논문에서는 Platform 기반의 PCS의 물리적 및 제어적 구조를 설명하고, 개발전략의 방법에 대해 소개하고자 한다.

1. 서론

신재생 에너지 시장이 커지면서 태양광이나 풍력과 같은 발전량 예측이 어려운 에너지원이 점차 증가하고 있고, 전력의 사용 패턴은 시간/주간/계절별로 상이하여 전력계통 안정화에 대한 중요성이 커지고 있다. ESS 계통연계 PCS는 계통의 전력을 배터리에 충전하거나 방전하여 주파수 조정, 출력 안정화, 침투부하 저감, 부하평준화, 수요반응과 같이 계통의 전력 품질 개선하고 공급 신뢰도를 높여 계통안정화에 기여한다. 또한 비상시 저장되어 있는 전력을 공급 가능하기 때문에 전력 신뢰성이 중요한 병원, 기업, 공장 등에서도 사용이 늘고 있다. 계통 전력 안정성의 요구로 인해 ESS PCS에 대한 수요는 꾸준히 증가하고 있으며, 다양한 고객과 시장 상황에 효율적이고 유연하게 대응하기 위해 Platform 기반의 PCS 개발을 진행하게 되었다.

2. 본론

2.1 시스템 구성

2.1.1 물리적 구조

본 논문에서 소개할 PCS는 모듈화로 구성되어 있어 기본 단위인 125kW 부터 병렬 운전을 통하여 2MW까지 용량 확장이 가능하다. 2MW PCS 구성은 그림 1과 같다. 기반 Platform인 PEBB과 이들 전체를 제어하는 Master Controller로 구성되어 있으며, 하나의 Master Controller로 다수의 PEBB들을 제어하는 방식이다. PEBB의 Platform화를 통하여 기존 제품들과 다르게 소자 및 생산의 대량화, 규격화, 그리고 자동화를 통하여 신뢰성 향상과 품질 검증이 쉽고 빠르며, 용량 변경에 따른 재설계 등의 비용 감소 효과를 기대할 수 있다.

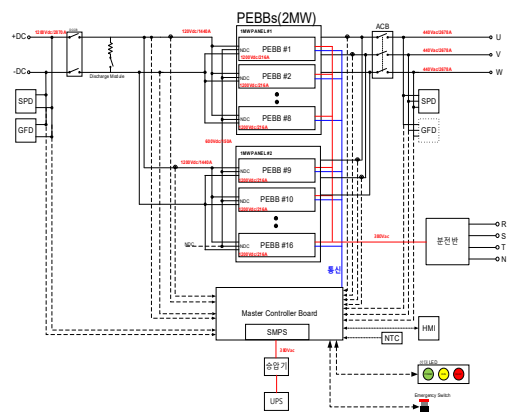


그림 1. 2MW PCS 구성도
<Fig. 1 2MW PCS diagram>

2.1.2 제어적 구조

각 PEBB의 Slave Controller는 그림 2와 같이 CAN 및 광통신으로 연결되어 있다. Slave Controller는 PEBB 내부에 있는 하위 Controller로서, PEBB단위에서의 각종 센싱 및 제어 기능을 포함하고 있으며, Master Controller에서 CAN 통신으로 전달되는 지령을 받아 계통연계 전류제어 및 보호기능등을 수행한다. Master Controller는 시스템에 설치되는 상위 Controller로서 시스템 운영, 보호, 제어 및 상위 EMS/PMS와의 통신의 역할을 수행하게 된다.

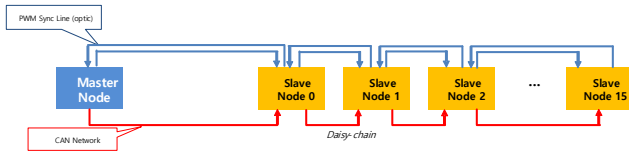


그림 2. Master-Slave 간 통신구성
<Fig. 2 Master-Slave Communication>

2.2 Platform기반 PCS의 장점

모듈형 PCS의 장점은 여러 대의 PEBB를 병렬 연결하여 운전하기 때문에 시스템 부하량에 따라 부분 운전이 가능하다는 점이다. 그림 3은 각 용량별 부하에 따른 효율곡선을 나타낸 것으로, 전체 용량이 커질수록 해당 제어 기법을 통하여 전 범위 부하에서 높은 효율을 얻을 수 있다.

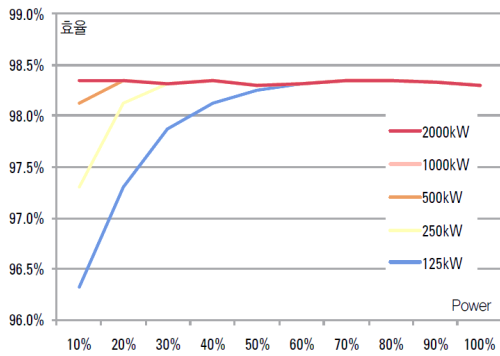


그림 3. 각 용량 별 부하에 따른 효율곡선
<Fig. 3 Efficiency curve for each capacity load >

부분 운전을 통해 유휴기간을 확보하여 제품의 수명을 늘렸다. 또한 누적전력량을 통해 운전 Balancing 기능을 구현하여 제품의 수명 및 유지보수에 대한 이점을 갖고 있다.

PCS 구동 중 PEBB의 고장이 발생된 경우, 부분탈락운전을 하며 그림 4와 같이 고장 난 PEBB를 제외하고는 정상운전을 하게 된다. 따라서 PEBB를 교체나 수리하는 기간 동안에도 정상운전이 가능하며, PEBB단위의 수리이기 때문에 전체 시스템에서 고장 난 부분을 찾아 수리하는 작업보다 빠르게 대응이 가능하다.

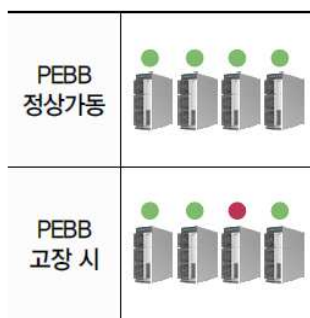


그림 4. PEBB 부분 고장
<Fig. 4 PEBB partial breakdown>

이러한 Platform 기반의 Modular Scalable PCS 개발을

통하여 다양한 용량 별 대응이 쉽게 가능하며, 현재 250, 500, 750, 1000, 1500, 2000 kW등의 다양한 용량이 PEBB 을 사용하여 개발 및 제작되었다.

2.3 요소 기술

다양한 장점을 가진 Platform화를 위해서는 아래와 같이 반드시 충족시켜야 할 요소 기술들이 존재한다.

- ① 병렬 동작을 위한 제어 및 통신 기술 : 기본적인 병렬 모듈 제어 및 순환 전류 감소를 위한 PWM 동기화 제어 및 통신 이슈 해결이 선결되어야 한다.
- ② 대량 생산 체제 및 품질 관리 기술 : Platform화는 그 자체로는 소자의 개수가 늘어나면서 시스템 Complexity가 늘어나는 결과를 얻을 수 있다. 따라서 대량 생산 및 품질 관리를 위한 시스템에 갖춰 질 경우에만 그 이점을 살릴 수 있다.
- ③ 3-level 동작 이슈 해결 : 3-level Topology 회로는 DC 상단 전압과 하단 전압의 크기에 불균형이 발생할 수 있어 DC-link Balancing 제어 기술을 확보해야 한다. 그렇지 않을 경우 사용 할 수 있는 Application이 한정 될 수 있다

3. 결론

본 논문에서는 Platform 기반의 PCS 개발전략을 제안하였다. 기반 단위인 PEBB의 대량 생산 및 이를 통한 시스템 구성 및 변경의 용이성을 통해 개발기간 및 비용 감소가 가능하며, 생산 기술 및 규격화를 적용하여 신뢰성 및 수명 향상 등 다양한 장점을 얻을 수 있었으며, 이를 토대로 현재 시장에서 높은 기대치를 충족 시키고 있다.

참고 문헌

- [1] Nabae, Akira, Isao Takahashi, and Hirofumi Akagi. "A new neutral-point-clamped PWM inverter." IEEE Transactions on industry applications 5 (1981): 518-523.
- [2] Lazzarin, Telles B., Guilherme AT Bauer, and Ivo Barbi. "A control strategy for parallel operation of single-phase voltage source inverters: analysis, design and experimental results." IEEE Transactions on Industrial Electronics 60.6 (2012): 2194-2204.