

바나듐 레독스 플로우 전지용 100kW급 계통연계형 PCS 개발

*최은식, 이충우, 류강열, 강병관, 오승훈, 이윤재, 고광수, 김희중
LS산전

Development of 100kW Grid-Connected PCS for Vanadium Redox flow Battery

*Eun Sik Choi, Chung Woo Lee, Kang Yeul Ryu, Byung Kwan Kang, Seung Hun Oh
Yun Jae Lee, Kwang Soo Koh, Hee Jung Kim
LSIS

ABSTRACT

Recently environmental problems such as greenhouse gas emissions has become a global problem. As a result, the current that can be easily used to Petroleum and coal reserves of fossil energy and environmental issues, coupled with the limitations of this finding for renewable energy to replace the movement is spreading around the world. Among them Energy Storage System with secondary battery technology has been increased interest in, Redox flow batteries, unlike the conventional theory, the life of the rechargeable battery almost no restrictions existing lithium ion batteries 10 times more than the life of the road . In this paper, power plant or power system, installed in a building that can cope with the rapid increase in demand for power redox flow battery for 100kW PCS will be introduced.

거하기 위한 출력 필터로 구성되어져 있다. 다음 그림 1은 PCS의 전체적인 시스템 블럭도를 나타낸다.

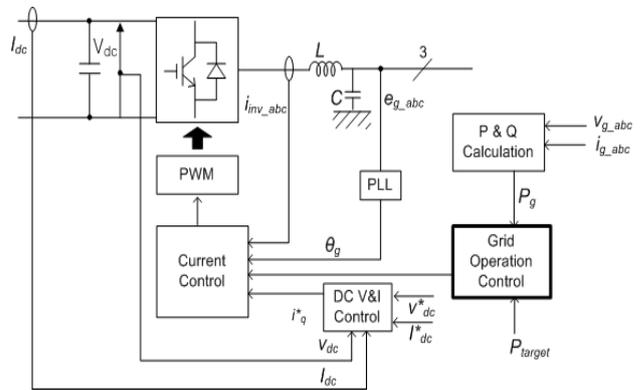


그림 1 PCS 시스템 블럭도
Fig. 1 PCS System Block Diagram

1. 서론

최근 온실가스 배출 등 환경 문제가 전 지구적인 이슈가 되고 있다. 이에 따라 현재까지 손쉽게 사용 할 수 있는 석유, 석탄 등 화석 에너지는 매장량의 한계와 환경 문제와 맞물려 이를 대체하기 위한 신재생에너지를 찾는 움직임이 전 세계적으로 확산되고 있다.^[1] 그중에 2차 전지를 이용한 Energy Storage System 기술에 관심이 높아지고 있으며, 레독스 플로우 전지는 기존 2차 전지와 달리 이론상 수명의 제약이 거의 없으며 기존 리튬이온 전지보다 수명이 10배이상 길다고 알려져 있다. 본 논문에서는 발전소나 전력계통, 건물에 설치해 급격한 전력 수요 증가에 대응할수 있는 레독스 플로우전지에 적용 가능한 100kW급 인버터를 소개한다.

2. 본론

2.1 시스템 구성

PCS는 계통과 연계 되어 에너지 저장 장치에 에너지를 충전방전을 위한 양방향 dc/ac 인버터로 구성되어 있으며, 전체 시스템의 효율을 높이기 위해서 dc/dc 컨버터를 사용하지 않고 dc/ac 인버터가 2차전지인 레독스 플로우 전지에 연결되어 에너지를 충,방전하는 역할을 하며, 계통에 주입되는 고조파를 제

| 구분 | PCS | |
|------|----------------|-------------------------------------|
| 입력 | 입력측 최대 출력 | 120kW |
| | 입력측 동작 전압 | 500V~750V |
| | 최대 입력 허용 전압 | 800V |
| | 최대 동작 전압 | 750V |
| | 최대 입력 전류 | 200A |
| 출력 | 전압/전류 리플 | <5% |
| | 정격 출력 | 100kW |
| | 출력 전압 | 3Φ380V |
| | 정격 주파수 | 60Hz |
| | 정격 전류 | 152A |
| | 고조파 출력 왜율(THD) | 전류5% 전압3%이하 |
| 효율 | 역률 | 0.99이상 |
| | 최대효율 | 충/방전 효율 97.1% |
| 소비전력 | 동작중 내부 소비전력 | 정격 용량대비 1%미만 |
| | 대기중 소비전력 | 100W이하 |
| | 제어용 전원 공급 전압 | 220V/60Hz |
| 환경 | 동작온도 | -20°C~+50°C (40°C~50°C은 출력제한 운전) |
| | 상대습도 | 0~95% (이슬 맺힘이 없을 것) |
| | 고도 | 2000m이하 |
| | 냉각방식 | 강제 공냉 |
| | 사이즈 | 상세설계 후 확정 |
| | IP등급 | IP21 |
| 유저 | 주 회로 절연방식 | 60Hz 상용트랜스포머(옵션) |
| | 통신 | RS 485, CAN |

표 1 PCS 사양서
Table. 1 PCS Specification

2.2 PCS 제어 구성

PCS는 상위 제어기의 요청에 따라서 크게 3가지 에너지 저장 모드로 나누어진다. 첫 번째로는 에너지 저장 장치에 전력을 일정하게 제어하기 위해서 사용되는 모드인 정전력 제어 모드(CP, Constant Power)이며, 두 번째로는 에너지 저장 장치에 주입되는 전류를 일정하게 제어하기 위한 정전류 제어 모드(CC, Constant Current)이다. 마지막 세 번째는 에너지 저장 장치의 전압을 일정하게 유지하기 위한 정전압 제어 모드(CV, Constant Voltage)로 구성되어지며 PCS 제어 블록도 구성은 그림 2와 같다.

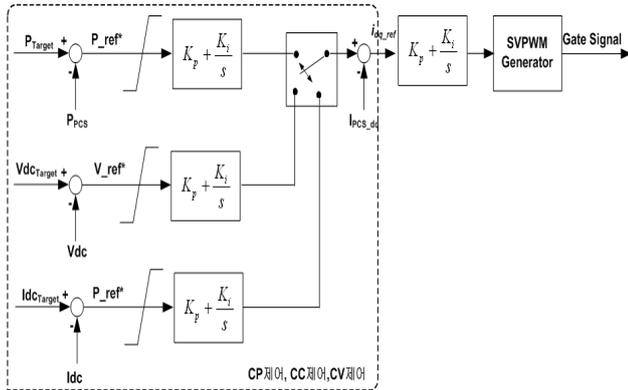


그림 2 PCS 제어 블록도
Fig. 2 PCS Control Block Diagram

각 모드의 제어는 기본적으로 PI제어기를 사용하여 구성하였고, 정전력 제어 모드의 경우에는 PCS의 출력 전력을 feedback 받아 에너지 저장 장치에 일정 전력이 공급되도록 제어하였고, 정전류 제어는 에너지 저장 장치에 흐르는 전류를 feedback 받아 일정 전류가 흐르도록 제어하고, 정전압 제어는 일정이상 전압이 올라가서 정격이상으로 충전되거나 완충되는 것을 방지하기 위해 사용되며 에너지 저장 장치의 전압을 feedback 받아 일정 전압이 유지되도록 한다.

2.3 실험 결과

100kW급 PCS의 제어 알고리즘을 검증하기 위하여 각 모드에 대한 시험을 수행하였다.

그림 3은 정전류 제어에 관한 시험 파형이며, dc전류를 90A로 제어하였을 때 DC측 전류를 90A로 일정하게 유지하는 것을 볼 수가 있다.

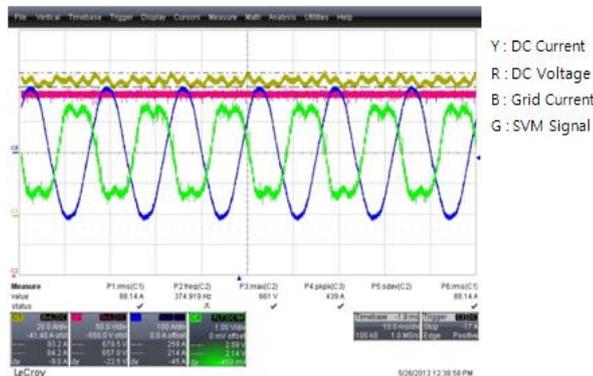


그림 3 정전류 모드 시험파형
Fig. 3 CC mode Test Waveform

그림4는 정전압 제어 모드에서의 시험 파형이고, 상위에서 dc 전압을 625V 전압으로 일정하게 제어 했을 경우 노랑색인 dc 전압이 625V로 일정하게 유지되는 것을 볼 수가 있다.

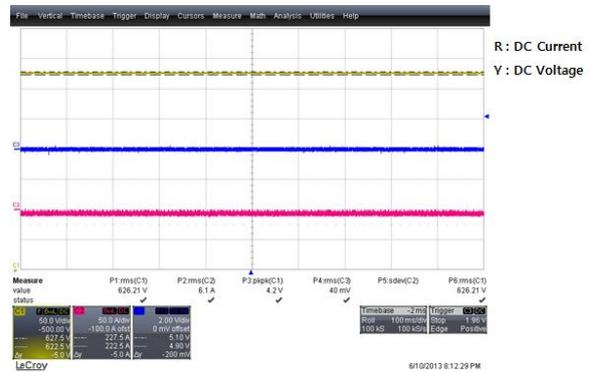


그림 4 정전압 모드 시험파형
Fig. 4 CV mode Test Waveform

그림5는 정전력 제어 모드에서의 시험 파형이고, 100kW로 제어했을 경우 파랑색의 계통측 전류가 158A로 일정하게 제어되어 일정 전력이 충전되는 것을 볼 수가 있다.

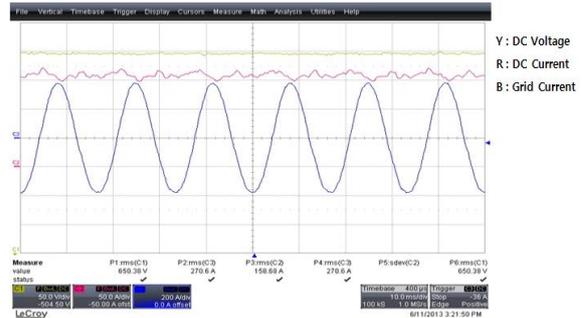


그림 5 정전력 모드 시험파형
Fig. 5 CP mode Test Waveform

3. 결론

본 논문에서는 바나듐 레독스 플로우 전지를 위한 100kW PCS를 제안하여 충/방전 알고리즘과 모드에 따른 알고리즘을 시험 및 검증 하였다. 개발된 PCS를 통해 충전인프라 구축 솔루션을 제공하고 이를 통해 향후 사업화에 기여할 것으로 예상된다.

참고 문헌

[1] Xu, "Automotive Power Electronics Opportunities and Challenges", International Conference on Electric Machines and Drives, pp 260~262, 1999.