

200kVA 모듈형 무정전전원장치 개발

안창헌*, 이원일*, 임승범*, 조영훈**
(주) 이온*, 건국대학교**

The development of 200kVA Modular UPS

Chang Heon Ahn*, Won Il Lee*, Seung Beom Lim*, and Young Hoon Cho**
EON Co. Ltd* and Konkuk University**

ABSTRACT

본 논문은 단위 용량이 33kVA인 모듈을 6개 병렬운전 하여 최대 200kVA로 동작하는 모듈형 무정전전원장치(UPS : Uninterruptible Power Supply) 개발에 관한 것이다. 모듈형 무정전전원장치는 각 모듈이 병렬로 동작하기 때문에 특정 모듈이 고장 나더라도 나머지 모듈이 정상적으로 동작하기 때문에 신뢰성이 높고 모듈이 장애가 발생한 경우 모듈 교체를 통하여 장애를 해결할 수 있으므로 유지 및 보수가 용이하다. 제안한 시스템의 유용성을 실험을 통하여 검증한다.

1. 서 론

무정전전원장치의 가장 큰 역할은 정전과 같은 사고 발생 시 배터리 전압을 이용하여 일정시간 동안 부하에 필요한 양질의 전압을 공급하는데 있다^[1]. 대부분의 무정전전원장치는 이중 변환방식이기 때문에 항상 정류기와 인버터를 통해서 부하에 전력을 공급하므로 효율을 높이고, 설치공간을 최소화하기 위해 전력밀도를 높이면서 전원의 품질을 유지함과 동시에 신뢰성을 중점으로 개발된다. 따라서 무정전전원장치의 신뢰성과 소형화를 이룰 수 있는 고효율 모듈형 무정전전원장치의 개발이 필요하다.

본 논문에서는 200kVA급 모듈형 무정전전원장치를 제안한다. 제안한 무정전전원장치는 33kVA 파워 모듈 6개를 병렬로 구동시켜서 1개의 200kVA 시스템으로 동작한다. 이러한 방식은 모듈 중 일부가 고장 났을 때 고장 난 모듈만을 제거해서 새로운 모듈로 교체할 수 있는 Hot swap기능을 가지고 있기 때문에 유지 및 보수가 용이하고, 리던던시(Redundancy)를 확보할 수 있기 때문에 신뢰성이 크게 향상되는 장점이 있다.

2. 본 문

2.1 개발 제품 구성도

200kVA 모듈형 무정전전원장치의 전력회로를 그림 1과 같이 정류부는 3 레벨 부스트 컨버터, 인버터는 3 레벨 TNPC(T type Neutral Point Clamp), 배터리 충전부는 벡 컨버터로 구성하여 정류부와 인버터부를 모두 3 레벨 방식의 토폴로지로 설계한다.

종래의 무정전 전원장치는 2 레벨 방식의 토폴로지로 개발되었으나 최근 효율을 높이기 위하여 3 레벨 방식의 토폴로지

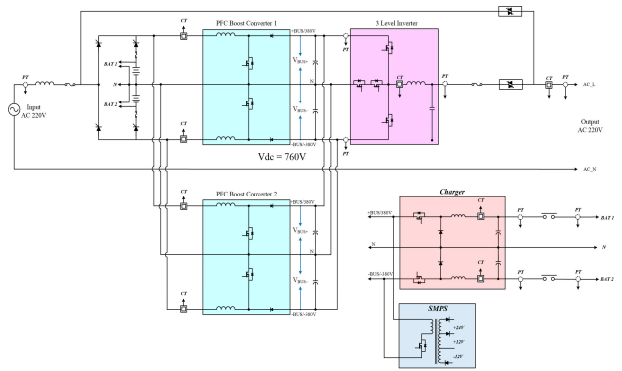


그림 1 제안한 시스템 구성도
Fig. 1 Proposed System Schematic

를 사용하여 제품이 개발되고 있다.

2.2 시스템 구성

그림 2와 같이 파워 모듈을 제작하였다. 파워 모듈은 제어보드, 파워보드, 보조보드로 구성된다. 제어보드는 정류부 DSC(Digital Signal Controller)와 인버터부 DAC, ADC(Analog to Digital Conversion), PWM부, 통신부로 구성되고, 파워보드는 3 레벨 부스트 컨버터, TNPC 인버터로 구성된다. 3 레벨 부스트 컨버터는 정상모드에서는 PFC(Power Factor Correction)로 동작하고 정전모드에서는 부스트 컨버터로 동작한다. 보조보드는 정류기, 충전기, 출력필터, EMI 필터부, 센싱부, 보호회로 등으로 구성된다.



그림 2 파워 모듈 PCB 구성
Fig. 2 Power module PCB component

파워보드는 전력밀도를 높이기 위해서 165kVA로 설계하여 2개의 보드가 병렬로 동작하게 설계하였다. 이때 정류부는 인터리빙 방식으로 동작하여 입력전류의 리플을 줄여서 효율을 높이면서 EMI의 발생을 줄이고 인버터는 병렬로 동작하도록 개발하였다.

그림 3은 33kVA 파워 모듈을 장착한 200kVA 시스템 시제품으로 파워 모듈 6개와 바이패스 모듈 1개로 구성되어 200kVA로 동작한다. 현재는 파워 모듈 1개만 설치하여 33kVA로 동작한다.



그림 3 200kVA 시스템 외형
Fig. 3 200kVA System appearance

2.3 실험결과

그림 4는 입력단 실험 결과로서 입력전압, 입력전류 지령값 및 실제 입력전류 파형이다. 입력전류가 입력전류 지령값을 잘 추종하여 입력전압과 동상으로 제어되고 있어 입력역률은 0.99이고 입력전류 THDi(Total Harmonic Distortion)는 3%이다.

그림 5는 출력단 실험 결과로서 3상 출력전압, R상 출력전압 오차 파형으로 전압 오차가 거의 없이 정현파로 잘 제어되고 있다. 이때 THDv는 0.3%이다.

그림 6은 부하에 따른 효율을 측정한 그래프로 80% 부하에서 최대 94.9%의 효율로 동작하고 40% 이상의 부하에서 94% 이상으로 동작한다.

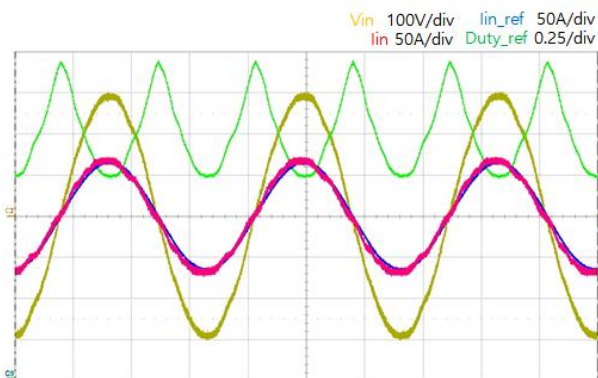


그림 4 입력전압, 입력전류, 입력전류지령치, 듀티지령치
Fig. 4 Input voltage, Input current, Input current reference, and Duty reference

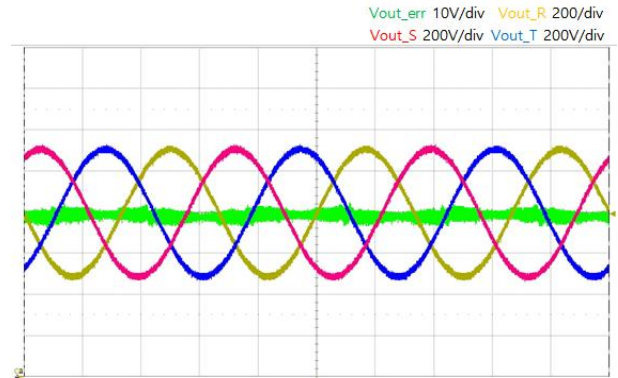


그림 5 출력전압과 출력전압오차
Fig. 5 Output voltage and Output voltage error

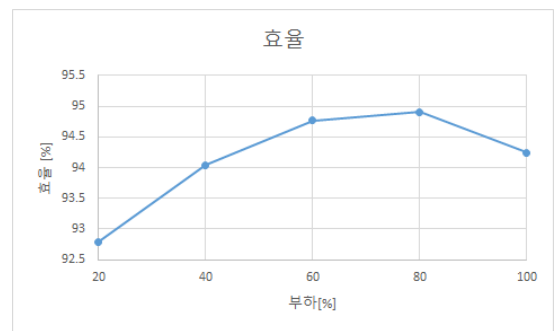


그림 6 부하에 따른 효율 그래프
Fig. 6 Efficiency graph with load

3. 결론

본 논문에서는 200kVA급 고효율 모듈형 UPS를 제안하였다. 제안한 UPS는 33kVA급 파워 모듈 6개를 병렬로 동작시켜 200kVA로 동작한다. 파워 모듈은 제어보드, 보조보드, 파워보드로 구성되고 정류부와 인버터부를 모두 3 레벨 방식의 토폴로지로 설계하였다.

제안한 시스템의 유용성을 확인하기 위하여 실험을 진행하였고 실험 결과 입력전류 THDi는 3%, 입력역률 0.99, 출력전압 THDv는 0.3%, 효율은 94.9%로 제안한 시스템의 성능을 확인하였다.

향후 33kVA 용량의 파워 모듈의 효율을 개선하기 위하여 제어기의 보완을 진행할 예정이고 안정적으로 6대 병렬운전을 하기 위하여 병렬 운전과 관련된 실험을 진행할 예정이다.

본 연구는 중소기업청의 기술혁신개발사업의 일환으로 수행되었습니다. (No. S222196)

참고 문헌

[1] 임승범, 홍순찬 “ESS기능을 갖는 단상 이중변환 UPS”, 전력전자학회, 전력전자학회 2013년도 전력전자학술대회 논문집 pp 137 138, 2013. 7.