

# 3-레벨 부스트 컨버터/TNPC 인버터를 적용한 이중변환 무정전전원장치 개발

변용섭\*, 임승범\*\*, 최규혁\*\*, 홍순찬\*\*\*, 이준영\*  
 명지대학교 전기공학과\*, (주)이온\*\*, 단국대학교 전자전기공학부\*\*\*

## The Development of Double Conversion Uninterruptible Power Supply Using 3-Level Converter/TNPC Inverter

Yong Seop Byeon\*, Seung Beom Lim\*\*, Kyu Hyuk Choi\*\*, Soon Chan Hong\*\*\*, Jun Young Lee\*

Department of Electrical Engineering, Myongji University\*, EON Co. Ltd\*\*, School of Electronics and Electrical Engineering, Dankook University\*\*\*

### ABSTRACT

This paper proposes the development of double conversion Uninterruptible Power Supply using 3 Level Converter/TNPC Inverter. The Rectifier of proposed system is operating not only 3 Level boost PFC but also battery discharger. The Inverter is converting DC voltage to AC voltage. And in terms of the efficiency, 3 Level TNPC inverter is improved compared to the origin 2 Level type. To verify the validity of proposed system, experiments were carried out.

### 1. 서론

무정전전원장치(UPS: Uninterruptible Power Supply)는 상용전원의 정전 및 전압 변동에 민감한 산업용 첨단 장비, 의료 기기, 컴퓨터, 금융, 데이터 센터 등의 부하에 안정적인 전원을 공급하는 역할을 한다.<sup>[1]</sup>

본 논문에서는 3 레벨 부스트 컨버터/TNPC(T Type Neutral Point Clamp) 인버터를 적용한 이중변환 무정전전원장치를 제안한다. 제안한 UPS는 정류기, 인버터, 배터리 충전기, 배터리로 구성되며, DSP를 이용하여 제어하므로 업그레이드 및 사양 변경이 용이하다. 끝으로 실험을 통하여 제안한 UPS의 성능을 확인한다.

### 2. 제안한 3-레벨 부스트 컨버터/TNPC 인버터를 적용한 이중변환 UPS

제안한 UPS의 회로는 그림 1과 같이 정류기, 인버터, 배터리 충전기, 배터리, 바이패스 스위치로 구성된다. 정류기는 부스트 컨버터 회로 2개를 사용하여 정상 모드에서는 3 레벨 부스트 PFC(Power Factor Correction)로 동작하고, 배터리 모드에서는 부스트 컨버터로 동작함으로써 배터리 방전기 역할을 하여 배터리 방전기를 제거할 수 있다. 인버터는 기존 2 레벨 방식에 비해서 스위칭 손실이 저감되고, 3 레벨 NPC 방식에 비해서는 도통 손실을 저감할 수 있는 3 레벨 TNPC 인버터를 사용하여 효율 및 성능을 향상시켰다. 배터리 충전기는 벽 컨버터 2개를 사용하여 배터리 윗단, 아랫단을 각각 충전한다.

제안한 UPS는 바이패스 모드, 정상 모드, 배터리 모드 3가지로 동작한다. 바이패스 모드는 인버터가 고장 나거나 과부하시 동작하며 상용전원을 직접적으로 부하에 공급하는 모드이다. 정상 모드는 AC전원으로부터 입력을 받아서 PFC가 입력 전류를 입력전압과 동상으로 제어하며 직류전압을 일정하게 제어한다. 인버터는 출력을 220V<sub>ac</sub>/60Hz로 제어하여 부하에 에너지를 공급하며, 배터리는 벽 컨버터로 구성 된 배터리 충전기를 통하여 충전된다. 그리고 배터리 모드는 입력전원 불량, 정전 등의 사고 발생 시 배터리에 충전된 에너지를 배터리 방전기 역할을 하는 정류기를 통하여 배터리 전압을 일정한 직류전압으로 승압시켜서 인버터에 공급하게 되어 무순단으로 부하에 전력을 공급한다.

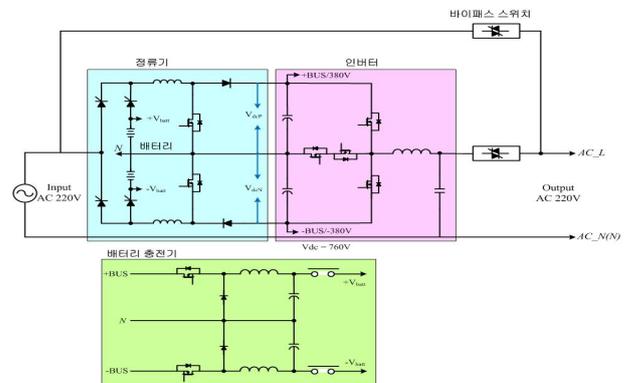


그림 1 제안한 UPS의 회로구성도  
 Fig. 1 Proposed the Circuit of UPS

### 3. 실험

제안한 3 레벨 부스트 컨버터/TNPC 인버터를 적용한 이중변환 무정전전원장치의 유용성을 확인하기 위하여 실험을 하였다. 그림 2는 실제 제작한 UPS 실험 장치이며, 그림 3은 제안한 UPS의 실 제품 사진으로 19인치 Rack/Tower type으로 유연하게 설치 할 수 있으며, 높이는 6U(264mm)로 제작하였다. 그림 4는 정상 모드 실험파형으로 3 레벨 부스트 PFC는 입력 전류를 입력전압과 동상으로 제어를 하면서 직류전압을 760V<sub>dc</sub>로 일정하게 제어한다. 출력전압은 입력전압과 동상으로 정현파로 제어된다. 그림 5는 정전 테스트의 실험파형으로 입력전

압이 차단된 정전시에도 무순단으로 출력전압이 잘 제어된다. 그림 6은 복전 테스트의 실험파형으로 입력전압이 정상적으로 복구되었을 때 입력전압과 동기를 맞춘 다음 복전을 하여 무순단으로 출력전압이 잘 제어된다.

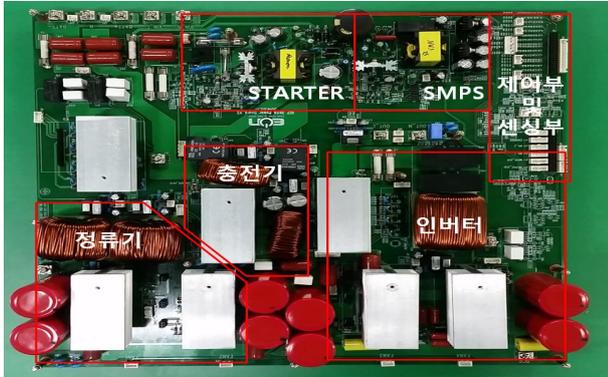


그림 2 실험 장치  
Fig. 2 Experimental Equipment

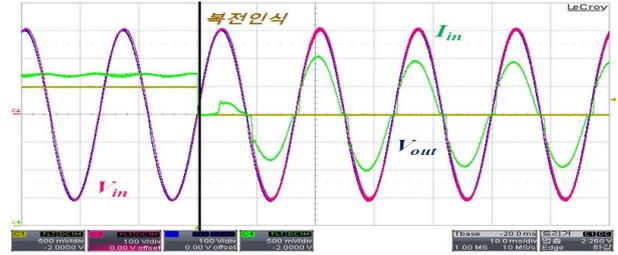


그림 6 복전 테스트 실험 파형  
Fig. 6 Experimental Results of Restoration Test

고조파 테이블				고조파 테이블			
Rmp	L1			Volt	L1		
THD%	3.1		39.2	THD%	1.2		1.0
H3%	1.4		6.4	H3%	0.6		0.4
H5%	1.2		6.3	H5%	0.5		0.5
H7%	1.0		5.9	H7%	0.4		0.3
H9%	1.0		5.6	H9%	0.4		0.2
H11%	0.9		5.8	H11%	0.4		0.2
H13%	0.8		6.0	H13%	0.3		0.2
H15%	0.7		5.8	H15%	0.2		0.1

그림 7 입력전류 THD/출력전압 THD  
Fig. 7 THD of Input Current and Output Voltage



그림 3 UPS 제품 사진  
Fig. 3 Product Photos of the UPS

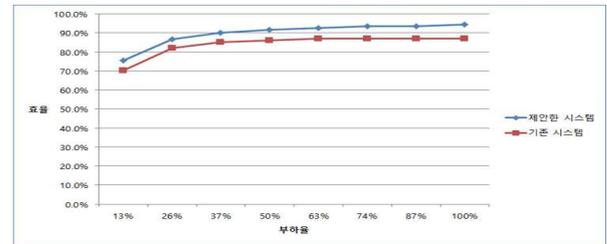


그림 8 기존 시스템과 제안한 시스템의 부하율에 따른 효율 비교  
Fig. 8 Efficiency Comparison of Conventional and Proposed System

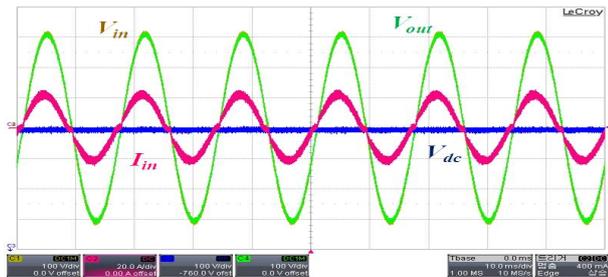


그림 4 정상 모드 실험 파형  
Fig. 4 Experimental Results of Normal Mode



그림 5 정전 테스트 실험 파형  
Fig. 5 Experimental Results of Black-Out Test

그림 7은 정상 모드에서 입력전류 및 출력전압 THD를 측정 한 결과로서 전부하에서 입력전류 THD는 3.1%, 출력전압 THD는 1.2%로 정현파로 잘 제어되고 있다. 그림 8은 효율을 측정한 그래프로 제안한 UPS의 정류기와 인버터를 3 레벨로 동작시켜 스위칭 손실 및 도통 손실을 줄여서 기존 2 레벨 방식보다 전 영역에서 효율이 높고 최대 효율은 전부하에서 약 95%이다.

#### 4. 결론

본 논문에서는 3 레벨 부스트 컨버터/TNPC 인버터를 적용한 이중변환 무정전전원장치를 제안하였다. 제안한 UPS는 정상 모드에서는 3 레벨 부스트 PFC와 3 레벨 TNPC 인버터가 동작을 하여 부하에 안정적인 전력을 공급하면서 배터리 충전기를 통하여 배터리를 충전하고, 배터리 모드에서는 배터리 방전기 역할을 하는 정류기와 인버터가 동작을 하여 부하에 전력을 공급한다. 실험을 통하여 제안한 UPS의 성능을 확인하였다.

#### 참고 문헌

[1] Dipl Ing. Wilhelm Solter, "A New International UPS Classification by IEC 62040 3", Proc. of Telecommunications Energy Conference (INTELEC), pp. 541-545, 2002.