

배터리 방전기 기능을 포함한 무정전전원장치의 PFC 설계

변용섭*, 임승범*, 권순만**, 이준영**, 홍순찬***
 (주)이온*, 명지대학교 전기공학과**, 단국대학교 전기공학과***

PFC Converter design for Uninterruptible Power Supply, including Battery Discharger

Yong Seop Byeon*, Seung Beom Lim*, Sun Man Kwon**, Soon Chan Hong***, Jun Young Lee**

EON Co. Ltd.*, Department of Electrical Engineering, Myongji University**, Department of Electrical Engineering, Dankuk University***

ABSTRACT

This paper proposes the PFC converter design for Uninterruptible Power Supply(UPS), including Battery discharger. Battery discharger supplies power to the inverter, when accidents occur, such as power failure, blackout, overload. To verify the validity of proposed the PFC converter design including battery discharger, simulations are carried out.

1. 서 론

무정전전원장치(UPS: Uninterruptible Power Supply)의 가장 큰 역할은 정전과 같은 사고 발생 시 배터리 전압을 이용하여 일정시간 동안 부하에 필요한 양질의 전압을 공급하는데 있다.^[1] 정전과 같은 사고가 발생 할 때 평상시 배터리에 충전된 에너지를 즉시 이용하여 끊임없이 부하에 전압을 공급해야 하기 때문에 배터리 방전기의 역할이 신뢰성 부문에서 매우 중요하다.

최근 무정전전원장치에서 디지털 제어의 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 디지털 제어의 장점은 1 Board화된 제어기로 여러 가지의 장치들을 제어할 수 있어 새로운 장치가 추가될 때마다 기존의 소스코드의 간단한 수정만으로도 제어가 가능하다는 점이다.^[2]

본 논문에서는 UPS Battery Discharger기능을 포함한 PFC 컨버터 설계를 제안한다. 제안한 시스템에서는 배터리 방전기를 따로 구성하지 않고 부스트 PFC만으로 배터리 방전기 역할을 하기 때문에 보드 사이즈의 최소화 및 추가 부품에 대한 비용을 절감할 수 있다는 장점이 있다.

디지털 제어기를 이용하여 제안한 무정전전원장치의 배터리 방전기 기능을 포함한 PFC 컨버터의 타당성을 검증하기 위하여 시뮬레이션을 하였다.

2. 제안한 UPS Battery Discharger기능을 포함한 PFC 컨버터

무정전전원장치는 그림 1과 같이 크게 배터리 방전기 /PFC(Power Factor Correction), 인버터, 배터리 충전기, 배터

리로 구성되어진다.

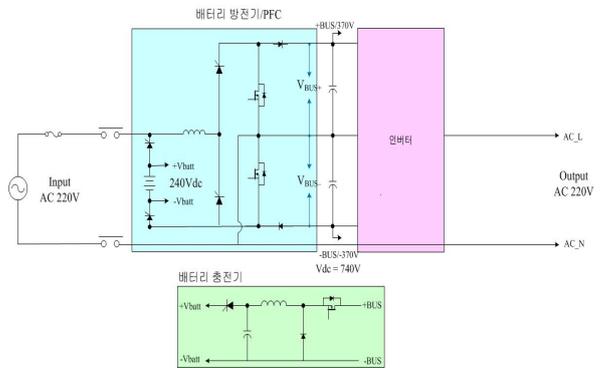
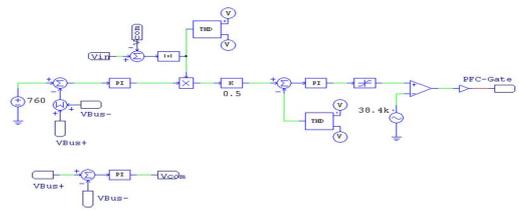


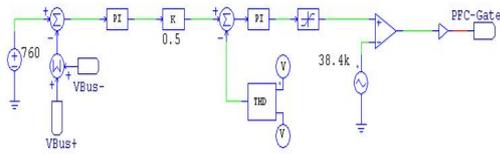
그림 1 제안한 UPS의 배터리 방전기 기능을 포함한 PFC 회로구성도
 Fig. 1 Proposed UPS of PFC Circuit, including Battery discharger

제안한 무정전전원장치의 배터리 방전기 기능을 포함한 PFC 컨버터는 부스트 컨버터로써 브리지다이오드가 없는 타입으로 기존 브리지다이오드가 있는 타입에 비해 도통손실이 적은 장점이 있다.^[3] 제어 방식으로는 평균전류제어 방식을 채택하였으며, 전류제어 모드는 CCM으로 동작한다. DSP를 이용한 평균전류 제어 모드를 사용하기 위해서는 입력전류가 입력전압을 추종하여 전류제어를 하는 CCM방식이 DCM방식보다는 상대적으로 리플이 작고 스위치의 전류 스트레스가 작아 CCM방식을 선택하였다.

그림 2는 제안한 시스템의 제어 블록도이다. 그림 2(a) 아날로그 제어기의 오차 증폭기의 역할을 PI제어기로 사용함으로써 전압, 전류제어 및 Dc링크 밸런스를 제어하는 정상모드를 나타내었고, 그림 2(b)는 배터리 방전기 모드의 PI제어기를 사용하여 전압 및 전류제어를 나타내었다.



(a) 시스템의 정상 모드



(b) 시스템의 정상 모드

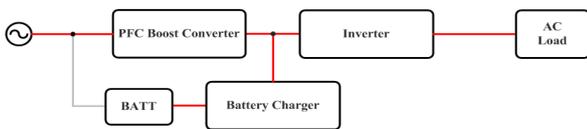
그림 2 제안한 시스템의 제어 Block도

Fig. 2 Proposed Control Blocks of System

무정전전원장치는 정상동작 모드시 PFC와 인버터가 동작을 하여 부하에 에너지를 공급하며 벅 컨버터로 구성된 배터리 충전기를 통하여 배터리에 에너지를 저장한다.

제한한 시스템은 입력전원 불량, 정전, 과부하 등의 사고 발생 시 배터리에 충전된 에너지를 부스트 컨버터 역할을 하는 배터리 방전기를 통하여 배터리 방전기 동작 모드시 배터리 전압을 일정한 직류전압으로 승압시켜서 인버터에 공급하게 되어 부하에 양질의 에너지를 공급하는 역할을 한다. 이때 제한한 시스템인 배터리 방전기는 빠른 응답 특성을 지녀야 하며 특히 사고 발생 시 즉각적(무순단)으로 배터리 방전기 모드로 동작하도록 하여 부하에 안정된 에너지를 공급할 수 있도록 설계하였다. 그림 3은 위에서 언급한 정상동작 모드 및 배터리 방전기 동작 모드에 대한 시퀀스를 도시화 하여 나타내었다.

UPS 정상 동작 모드



UPS 배터리 방전기 동작 모드

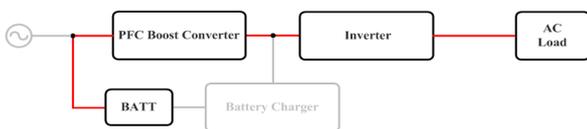


그림 3 UPS 동작별 도시화

Fig. 3 UPS Operation Modeling

3. 시뮬레이션

제한한 무정전전원장치의 배터리 방전기 기능을 포함한 PFC 컨버터에서 정상 모드 및 배터리 방전기 모드에 대해서 PSIM을 사용하여 시뮬레이션을 하였다. 우선 PFC 정상동작 모드에서 상용전원 입력 전류, 배터리 전압, PFC 실제 출력전압 및 출력 지령값을 그림 4에 나타내었는데 상용 입력전원으로부터 입력을 받아서 입력 전류 및 직류단의 전원인 PFC 실제 출력전압을 출력 지령값인 760Vdc로 일정하게 제어되어 정상동작 된다는 것을 시뮬레이션 결과를 통해 알 수 있다. 그림 5는 배터리 방전기 모드 시뮬레이션 결과로써 배터리 12V 20개를 직렬 연결하여 배터리 전압을 240V로 하여 PFC 실제 출력전압이 출력 지령값 760Vdc로 일정하게 제어가 잘 되고 있다.

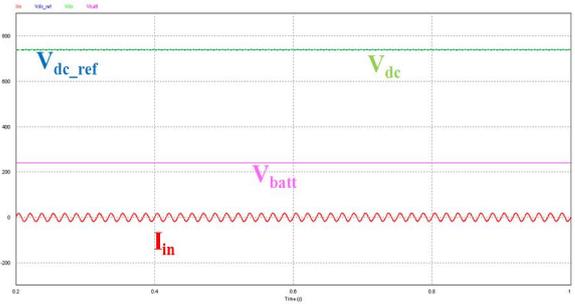


그림 4 PFC 정상동작 시뮬레이션

Fig. 4 Simulation of PFC Normal Operation

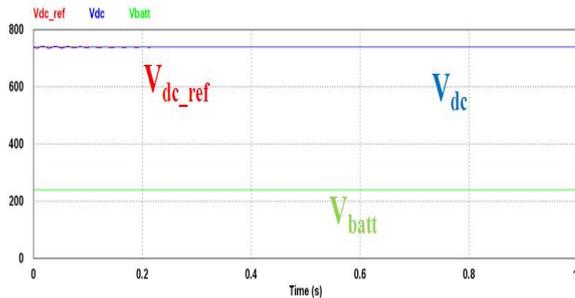


그림 5 제안한 UPS 배터리 방전기 모드 시뮬레이션

Fig. 5 Simulation for proposed UPS Battery discharger Mode

4. 결론

본 논문에서는 무정전전원장치의 배터리 방전기 기능을 포함한 PFC 컨버터를 제안하였다. 제안한 컨버터의 회로를 설계하고, PSIM을 이용한 시뮬레이션을 통하여 정상 모드 및 배터리 방전기 모드에서 PFC 실제 출력전압이 출력전압 지령값에 760Vdc로 일정하게 제어됨으로써 제안한 시스템의 유용성을 확인하였다.

이 논문은 (주)이온의 연구비 지원에 의하여 수행된 연구임.

참고 문헌

- [1] D. U. Kim, H. J. Shin, S. P. Ryu, B. G. Min., "DSP를 이용한 무정전전원장치 개발", 전력전자학회, 전력전자학회 2001년 학술대회논문집 2001.7, page(s): 292 295
- [2] Seung Beom Lim, Yun Ha Lee, Jun Keun Ji, Soon Chan Hong. "엽가형 고성능 단상 UPS개발", 전력전자학회, 전력전자학회 2011년도 추계학술대회 논문집 2011.11, page(s): 199 200
- [3] Yunjae Lee, Gwangmin Yoo, Heoncheol Shin, Donyeol Ko, Hochul Jung, Yuseok Jeong, Junyoung Lee.. "DSP를 이용한 2kW급 고효율 Bridgeless PFC Converter", 전력전자학회, 전력전자학회 2010년도 학술대회논문집 2010.7, page(s): 359 600