

# 단일 Quasi Z-소스 AC-AC 컨버터에 의한 4상한 출력 AC전압 제어

엄준현\*, 박홍순\*, 정영국+, 임영철\*  
 전남대학교\*, 대불대학교+

## Four quadrant output AC voltage control using a single quasi Z-source AC-AC converter

Jun Hyun Eom\*, Hong Soon Park\*, Young Gook Jung+, Young Cheol Lim\*  
 Chonnam National University\*, Daebul University+

### ABSTRACT

본 논문에서는 단일 Quasi Z 소스 AC AC 컨버터에 의한 4상한 출력 AC전압 제어를 제안하였다. 제안된 듀티비 제어방법을 통하여 한 대의 Quasi Z 소스 AC AC 컨버터로도 동상의 벡 부스트 모드와 역상의 벡 부스트 모드를 모두 출력하는 4상한 출력 AC전압 제어를 하였다. 한 대의 Quasi Z 소스 AC AC 컨버터만으로 종전의 듀티비 제어에 의해 동상의 부스트 모드와 역상의 벡 부스트 모드의 출력 전압이 발생되며, 제안된 듀티비 제어에 의해 동상의 벡 모드가 출력되는 4상한 출력 AC전압 제어법을 PSIM시뮬레이션에 의하여 입증하였다.

### 1. 서 론

단상 Quasi Z 소스 AC AC 컨버터는 구조와 제어 방법이 간단하며, 교류 입력 전압에 대하여 동상(In phase)의 출력 전압을 부스트(Boost) 하고, 역상(Out of phase)의 출력 전압을 벡(Buck) 또는 부스트(Boost) 하는 컨버터 모드로 동작을 한다.<sup>[1]</sup> 그리고 Z 소스 AC AC 컨버터<sup>[2]</sup>에 비해 연속전류 모드(CCM)로 동작되므로, 소자에 대한 스트레스가 낮으며, 정현파에 가까운 입력전류를 얻을 수 있다. 또한 Quasi Z 소스 토폴로지의 컨버터는 시동 시에 Z 네트워크 커패시터의 충전 전류와 스트레스 전압을 완화시키는 장점이 있다. 그러나 Quasi Z 소스 AC AC 컨버터는 입력 전압에 대하여 역상의 출력 전압을 벡 또는 부스트하거나 동상의 출력 전압은 부스트 할 수 있지만, 동상의 벡 모드로는 동작이 불가능하다는 점이 있다.

본 연구에서는 입력 전압에 대하여 출력 전압을 역상 또는 동상으로 모두 벡 부스트하기 위하여, Quasi Z 소스 AC AC 컨버터의 종전의 듀티비 제어 기법 이외에 Sw1과 Sw2의 듀티비를 각각 제어함으로써, 입력에 대하여 동상의 벡 모드를 출력할 수 있는 기법을 제안하였다. 제안된 방법의 타당성을 검증하기 위하여 PSIM시뮬레이션을 수행하였다.

### 2. 제안된 시스템

그림 1은 단상 Quasi Z 소스 AC AC 컨버터 시스템을 나타내고 있다. 그림 1은 본 연구에서 제안된 시스템을 나타내고 있다. Quasi Z 소스 AC AC 컨버터는  $R_s - C_s$  스너버를 포함하는 저압의 양방향 전력용 스위치 IGBT(Sw1, Sw2)와 스위치

의 온, 오프 상태에 따라 보상 에너지의 저장과 방출이 이루어지는 Quasi Z 소스 네트워크, 출력 Lf Cf필터로 구성되어져 있다.

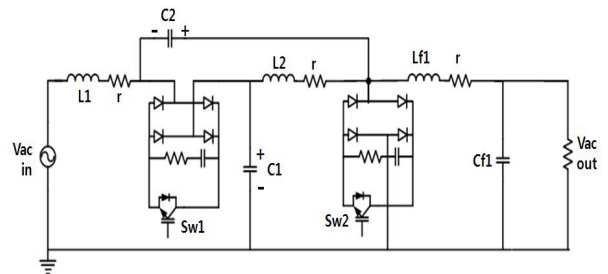


그림 1 단상 Quasi-Z-소스 AC-AC 컨버터  
 Fig. 1 Single phase quasi-Z-source AC-AC converter

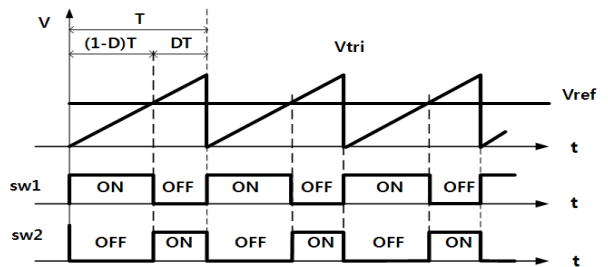


그림 2 기본적인 PWM듀티비 제어  
 Fig. 2 Standard PWM duty ratio control

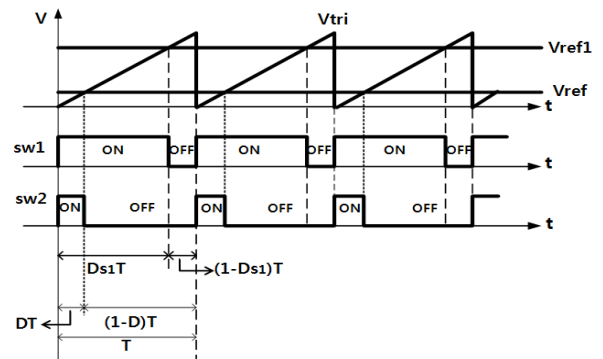


그림 3 제안된 동상의 벡 모드 PWM듀티비 제어  
 Fig. 3 The proposed PWM duty ratio control of the in-phase buck mode

그림 2는 Quasi Z 소스 AC AC 컨버터의 기본적인 PWM

듀티 비의 제어 원리를 나타내고 있다. T는 스위칭의 한 주기를 나타내며, 이 한 주기 T동안 Sw1과 Sw2는 상보적으로 온, 오프를 반복하고 있다. 그림 3은 제안된 PWM 듀티비 제어 방법을 나타내고 있다. 한 주기 T에서 Sw1이  $Ds1T$ 만큼 온이 되면 Sw2는  $(1 - Ds1)T$  만큼 같이 온을 하고, Sw1이  $(1 - Ds1)T$ 만큼 오프가 되면 같은 Sw2는  $Ds1T$  만큼 오프 하는 방식으로 교차적인 듀티비 제어를 한다.

### 3. 시뮬레이션 결과

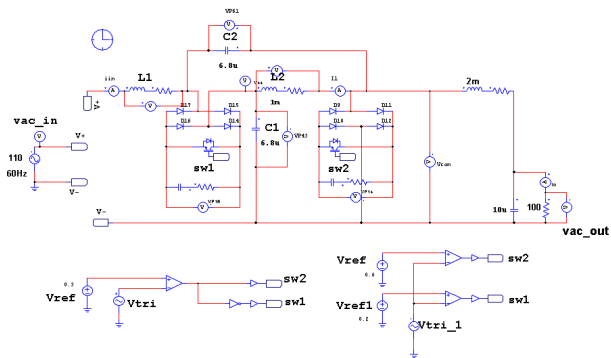


그림 4 PSIM 시뮬레이션 모델  
Fig. 4 PSIM simulation model

본 논문에서 제안한 단일 Quasi Z 소스 AC AC 컨버터에 의한 4상한 출력 AC전압 제어의 시뮬레이션 파라미터는  $L1=L2=1[mH]$ ,  $C1=C2=6.8[uF]$ ,  $Lf=2[mH]$ ,  $Cf=10[uF]$ 이며 부하는  $R=100[\Omega]$ 이다. Sw1, Sw2의 스위칭 주파수는  $20[kHz]$ 이며 교류 입력 전압은  $110[V_{peak}/60Hz]$ 이다.

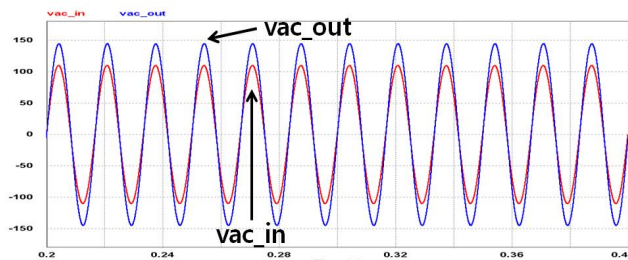


그림 5 동상의 부스트 모드 일 때, 시뮬레이션 결과(D=0.2)  
Fig. 5 Simulation results in case of the in-phase boost mode

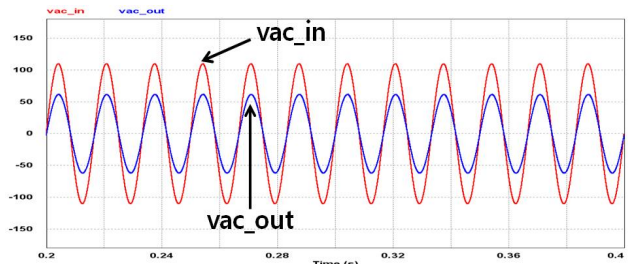


그림 6 동상의 벡 모드 일 때, 시뮬레이션 결과(Ds1=0.8, D=0.2)  
Fig. 6 Simulation results in case of the in-phase buck mode

그림 5는 동상의 부스트 모드 동작 출력 특성으로서, Quasi Z

소스 AC AC컨버터의 D=0.2인 경우의 입/출력 전압 시뮬레이션 결과이고, 그림 6은 동상의 벡 모드 출력 특성으로  $Ds1=0.8$ ,  $D=0.2$ 인 경우의 입/출력 전압 시뮬레이션 결과이다. 그리고 그림 7은 역상의 부스트 모드 동작 출력 특성으로 Quasi Z 소스 AC AC컨버터의 D=0.64인 경우의 입/출력 전압 시뮬레이션 결과이다. 끝으로 그림 8은 역상의 벡 모드 출력 특성으로 D=0.75인 경우의 입/출력 전압 시뮬레이션 결과이다.

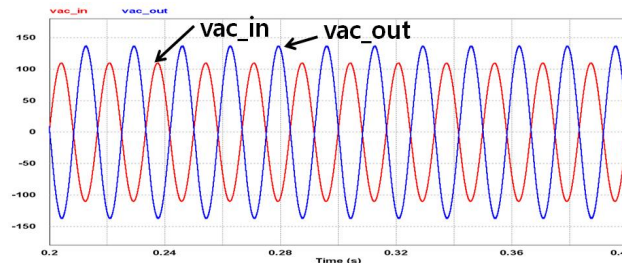


그림 7 역상의 부스트 모드 일 때 시뮬레이션 결과(D=0.64)  
Fig. 7 Simulation results in case of the out-of-phase boost mode

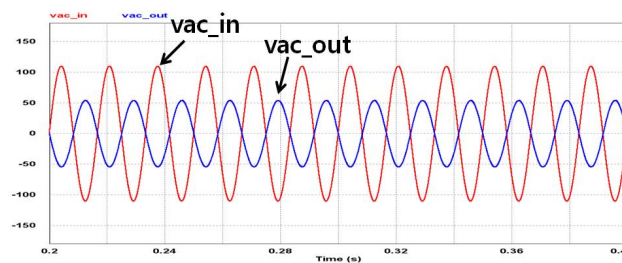


그림 8 역상의 벡 모드 일 때 시뮬레이션 결과(D=0.75)  
Fig. 8 Simulation results in case of the out-of-phase buck mode

### 4. 결론

본 연구에서는 단일 Quasi Z 소스 AC AC 컨버터에 의한 4상한 출력 AC전압 제어의 입출력 특성을 고찰하였다. 종전의 컨버터가 입력전압에 대하여 3상한 출력 특성을 갖는 Quasi Z 소스 AC AC 컨버터인데 반하여, 제안된 방법은 간단한 듀티비 제어만으로 동상의 벡 모드 출력 전압까지 발생함으로써 4상한 출력 전압을 모두 발생할 수 있도록 하였다. 제안된 시스템은 순간 전압 보상기나 반도체 변압기, DC배전 그리고 스마트 그리드 시스템에 응용도 가능하리라 사료된다.

본 논문은 전남대학교 전기공학과 BK플러스 사업으로 수행된 결과입니다.

### 참고 문헌

- [1] Minh Khai Nguyen, Young Gook Jung, Young Cheol Lim, "Single phase AC AC converter based on quasi Z source topology", IEEE Trans. on. Power Electronics, Vol. 25, No. 8, pp. 2200 2210, 2010.
- [2] Xu Peng Fang, Zhao Ming Qian, and Fang Zheng Peng, "Single Phase Z Source PWM AC AC Converters", IEEE Trans. Power Electron., Letters, Vol. 3, No. 4, pp. 121 124, 2005.