

단상 quasi Z-소스 AC-AC 컨버터 3개 모듈을 이용한 3상 교류 출력 전압 제어

엄준현*, 정영국**
지에프텍(주)*, 대불대학교**

Three phase AC output voltage control using three modules of the single phase quasi Z-source AC-AC converter

Jun Hyun Eom*, Young Gook Jung**
GF TEK Co. Ltd.*, Daebul University**

ABSTRACT

본 논문에서는 단상 Quasi Z 소스 AC AC 컨버터 3대를 이용하여 3상 교류 출력전압 제어를 제안하였다. 제안된 시스템은 3대의 단상 Quasi Z 소스 AC AC 컨버터에 중전의 간단한 듀티비 제어를 통하여 입력에 대하여 동상의 벡 부스트 출력 모드와 역상의 벡 부스트 출력모드를 모두 출력하는 4상한 출력 3상 교류 전압 제어를 하였다. PSIM시뮬레이션을 통하여 중전의 듀티비 제어를 통한 동상의 부스트 모드와 역상의 벡 부스트 모드 출력 전압과 제안한 듀티비 제어에 의해 동상의 벡 모드가 출력됨으로써 단상 Quasi Z 소스 AC AC 컨버터의 간단한 듀티비 제어만을 통하여 3상 4상한 교류 출력전압 제어가 되는 것을 확인하였다.

1. 서론

근래의 부하인 컴퓨터, 자동화 생산설비, 정밀 전자장비 등은 종래의 부하와 달리 전력품질에 매우 민감하다.

이와 같이 전력품질에 민감한 부하 장치들이 증가하면서 주파수가 고정된 전력 계통이나 수용가측에 설치되어 동작하는 순간 전압 보상기, 위상 천이기, 전자 변압기등과 같은 AC AC 전력 변환장치에 대한 관심이 높아지고 있다. 이와 같은 장치로는 AC 초과, PWM AC AC 컨버터, 매트릭스 컨버터 그리고 Z 소스 AC AC 컨버터^[1]등이 있다. 이 중에서도 Z 소스 AC AC 컨버터는 최근에 연구된 방법으로서 구조와 제어 방법이 간단하며 입력 전압에 대하여 동상(In phase)의 승압(Boost) 출력전압과 역상(Out of phase)의 출력전압을 강압(Buck) 또는 승압(Boost) 할 수 있다. 그러나 Z 소스 AC AC 컨버터는 불연속 전류 모드(DCM)로 동작되므로, 연속전류 모드(CCM)의 경우 보다는 소자의 스트레스가 크며, 파형의 관점에 있어서도 불리하다. 이상의 문제점은 Quasi Z 소스 AC AC 컨버터^[2]를 통하여 해결 가능하다. 그러나 Z 소스 AC AC 컨버터나 Quasi Z 소스 AC AC 컨버터 모두 전원과 역상인 출력 전압을 강압 또는 승압하거나, 전원과 동상인 출력 전압은 승압 할 수 있지만, 강압 모드로는 동작이 불가능하다는 문제점이 있다.

본 연구에서는 입력 전압에 대하여 출력 전압을 역상 또는 동상으로 모두 벡 부스트하기 위하여, Quasi Z 소스 AC AC 컨버터의 중전의 듀티비 제어 기법 이외에 듀티비를 각각 제어하여 동상의 벡 모드를 출력할 수 있는 기법을 제안하여 3상출력전압을 제어하였다. 제안된 방법의 타당성을 검증하기 위하

여 PSIM시뮬레이션을 수행하였다.

2. 제안된 시스템

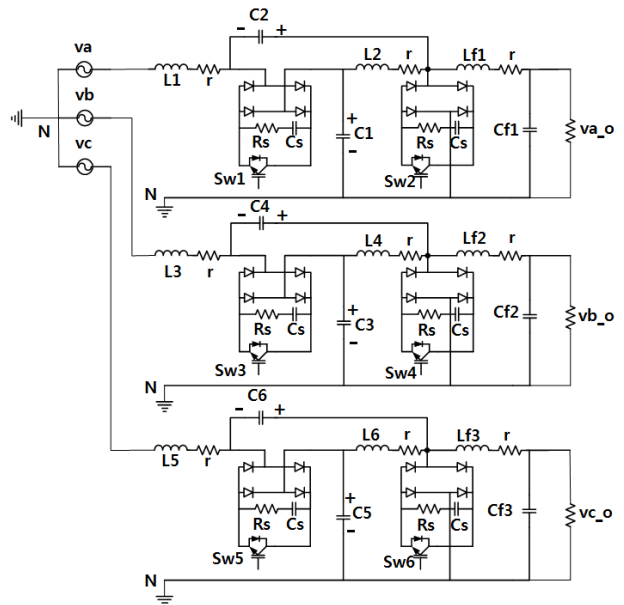


그림 1 제안된 시스템

Fig. 1 The proposed system

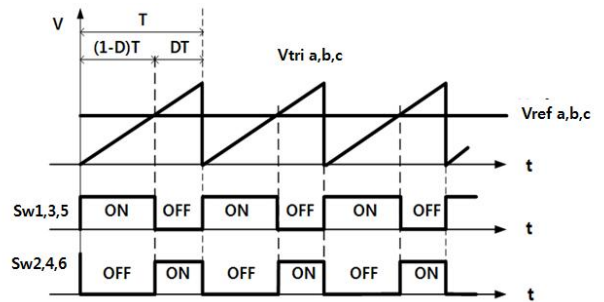


그림 2 기본적인 PWM듀티비 제어

Fig. 2 Standard PWM duty ratio control

그림 1은 단상 Quasi Z 소스 AC AC 컨버터 3대를 이용하여 3상 교류 출력전압 제어하는 시스템을 나타내고 있다. 각각

의 각 상마다 직렬로 연결된 Quasi Z 소스 AC AC 컨버터는 $R_s - C_s$ 스너버를 포함하는 전력용 스위치와 스위치의 온, 오프 상태에 따라 보상 에너지의 저장과 방출이 이루어지는 quasi Z 소스 네트워크, 출력 Lf Cf필터로 구성되어 있다.

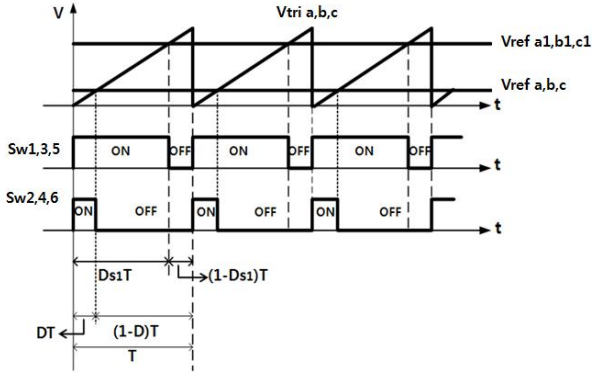


그림 3 제안된 PWM 듀티비 제어
Fig. 3 The proposed PWM duty ratio control

그림 2는 Quasi Z 소스 AC AC 컨버터의 기본적인 PWM 듀티 비의 제어 원리를 나타내고 있다. T는 스위칭의 한 주기를 나타내며, 이 한 주기 T 동안 sw1,3,5와 sw2,4,6은 상보적으로 온, 오프를 반복하고 있다. 그림3은 제안된 PWM 듀티 비 제어 방법으로 한주기 T에서 sw1,3,5가 $Ds1T$ 만큼 온이 되면 sw2,4,6은 $(1 - Ds1)T$ 만큼 같이 온을 하고, sw1,3,5가 $(1 - Ds1)T$ 만큼 오프가 되면 같은 sw2,4,6은 $Ds1T$ 만큼 오프 하는 서로 교차적인 듀티비 제어를 한다.

3. 시뮬레이션 결과

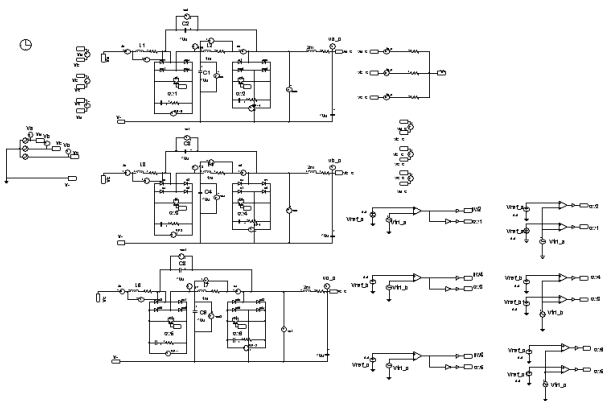


그림 4 PSIM 시뮬레이션 모델
Fig. 4 PSIM simulation model

본 논문에서 제안한 Quasi Z 소스 AC AC 컨버터 3대를 이용하여 3상 교류 출력전압 제어의 시뮬레이션 파라미터는 $L1 = L2 = L3 = L4 = L5 = L6 = 1[mH]$, $C1 = C2 = C3 = C4 = C5 = C6 = 10[uF]$, $Lf1=Lf2=Lf3=2[mH]$, $Cf1=Cf2=Cf3=10[uF]$ 이며 부하는 $Ra=Rb=Rc=100[\Omega]$ 이다. 스위칭 주파수는 $20[kHz]$ 이며 3상 교류입력 전압은 $90[V_{peak}/60Hz]$ 이다.

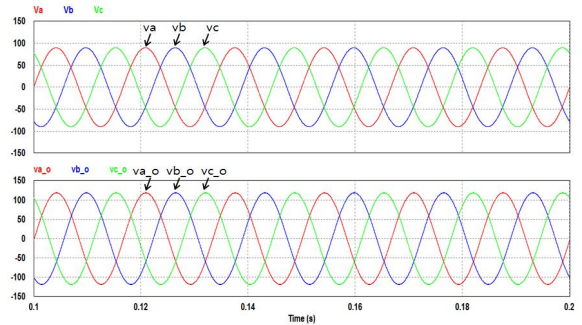


그림 5 동상의 부스트 모드 일 때 시뮬레이션 결과(D=0.2)
Fig. 5 Simulation results in case of in-phase boost mode

그림 5는 동상의 부스트 모드 동작 출력 특성으로 각상의 Quasi Z 소스 AC AC 컨버터의 $D=0.2$ 인 경우의 입/출력 전압 시뮬레이션 결과이고, 그림 6은 동상의 벡 모드 출력 특성으로 각상의 $Ds1=0.8$, $D=0.2$ 인 경우의 입/출력 전압 시뮬레이션 결과이다.

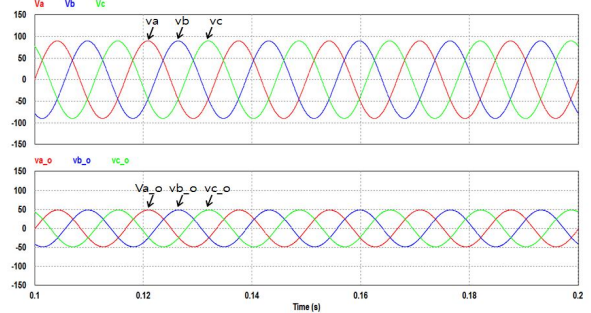


그림 6 동상의 벡 모드 일 때 시뮬레이션 결과($Ds1=0.8$, $D=0.2$)
Fig. 6 Simulation results in case of in-phase buck mode

4. 결론

본 연구에서는 단상 Quasi Z 소스 AC AC 컨버터 3대를 이용하여 3상 교류 출력전압 제어의 출력 특성을 고찰하였다. 제안된 시스템은 3상 입력에 대하여 3상 출력 전압이 동상의 벡 모드를 출력함으로써 AC 출력 전압을 3상만으로 출력하는 Quasi Z 소스 AC AC 컨버터의 출력 특성을 간단한 듀티비 제어만으로 보완하여 4상한 출력을 할 수 있게 하였다. 제안된 시스템은 3상 전압불평형이나 Sag/Swell을 보상하는 순간 전압 보상기나 반도체 변압기 그리고 DC배전에 적용하여 스마트 그리드 시스템에 적용가능하리라 사료된다.

참고 문헌

- [1] 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.
- [2] Minh Khai Nguyen, Young Gook Jung, Young Cheol Lim, "Single phase AC AC converter based on quasi Z source topology", *IEEE Trans. Power Electron.*, Vol. 25, No. 8, pp. 2200-2210, 2010.