

# 높은 증폭율을 가지는 변형 Quasi-Z-소스인버터

Anh Vu Ho\*, 전태원\*, 이흥희\*, 김홍근\*\*, 노의철\*\*\*  
 울산대학교\*, 경북대학교\*\*, 부경대학교\*\*\*

## Modified Quasi-Z-Source Inverter with High Boost Factor

Anh Vu Ho\*, Tae Won Chun\*, Hong Hee Lee\*, Heung Gun Kim\*\*, Eui Cheol Nho\*\*\*  
 University of Ulsan\*, Kyungpook National University\*\*, Pukyong National University\*\*\*

### ABSTRACT

본 논문에서는 낮은 압단락 시간으로 높은 직류전압 증폭율을 얻기 위하여, 기존의 QZSI에서 직류전원을 임피던스 네트워크 내로 이동시키면서 스위칭소자를 1개 더 사용한 변형 스위치 QZSI 회로를 제시하였다. 이 변형 스위치 QZSI에 대한 동작 해석과 함께 기존 QZSI와 성능을 비교하고, 32비트 DSP를 사용한 실험을 통하여 제시한 회로의 성능을 확인한다.

### 1. 서 론

기존의 PWM인버터 교류 출력전압은 입력직류전압이하로 제한되어 있으므로 원하는 교류 출력전압을 얻기 위하여 직류부스터회로가 추가로 필요하다. 이 기존 인버터의 문제점을 해결하기 위하여 직류부스터회로 없이 압단락 시간제어로 직류전압을 승압시킬 수 있는 1단 전력구조의 Quasi Z 소스 인버터(QZSI)가 제시되었다. 이 QZSI는 입력전류가 연속이며, 커패시터 전압 스트레스가 낮다는 장점 때문에 태양광발전시스템 등에 많이 응용되고 있다. 그런데 이 QZSI는 압단락시간이 영전압구간 내에서만 제어 가능하므로 직류전압 증폭율 상승에 한계가 있으므로 출력전압이 낮은 연료전지 또는 태양광셀 등의 신재생에너지 발전시스템에 적용하기 힘들다.<sup>[1][2]</sup>

따라서 본 논문은 낮은 압단락 시간으로 높은 직류전압 증폭율을 얻기 위하여, 기존의 QZSI에서 직류전원을 임피던스 네트워크 내로 이동시키면서 스위칭소자를 1개 더 사용한 변형 스위치 QZSI 회로 (MS QZSI)를 제시하였다. 제시한 회로와 기존 QZSI와 특성을 비교한 후, 실험을 통하여 제시한 MS QZSI의 타당성을 확인한다.

### 2. 변형 스위치 QZSI

#### 2.1 변형 스위치 QZSI

그림 1은 MS QZSI의 구조를 보인 것이다. 기존의 QZSI에서 직류전원을 임피던스 네트워크의 다이오드와 인덕터 사이로 이동시키며, 1개의 스위칭소자  $S_7$ 과 다이오드  $D_0$ 를 첨가하였다.

이 MS QZSI는 기존의 QZSI와 같이 압단락 상태와 비압단락 상태 등 2가지 상태로 동작된다.

그림 2(a)는 압단락상태의 등가회로이다. 인버터 한상의 상단 및 하단 스위칭소자를 동시에 도통시켜 인버터 입력단자를 단락상태로 만들며, 스위칭소자  $S_7$ 을 도통시키면 두 다이오드

는 오프상태가 된다. 이 등가회로를 사용하여 유도된 두 인덕터 전압과 직류링크전압 식은 다음과 같다.

$$V_{L1} = V_{C2} \quad (1)$$

$$V_{L2} = V_{C1} + V_{in} \quad (2)$$

$$v_{pm} = 0 \quad (3)$$

그림 2(b)는 비단락상태의 등가회로이다. 이 동작상태에서는 기존 인버터와 동일하게 동작하며, 스위칭소자  $S_7$ 을 오프시키고 두 다이오드는 도통상태가 된다. 이 등가회로로부터 두 인덕터 전압과 직류링크 전압 식은 다음과 같이 유도된다.

$$V_{L1} = V_{C2} - V_{C1} \quad (4)$$

$$V_{L2} = V_{in} - V_{C2} \quad (5)$$

$$v_{pm} = V_{C1} \quad (6)$$

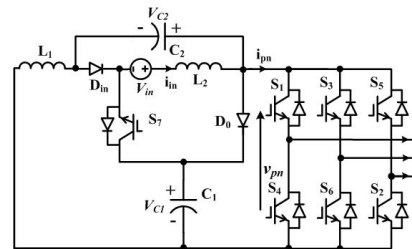


그림 1 변형 스위치 QZSI  
 Fig. 1 Modified Switched QZSI.

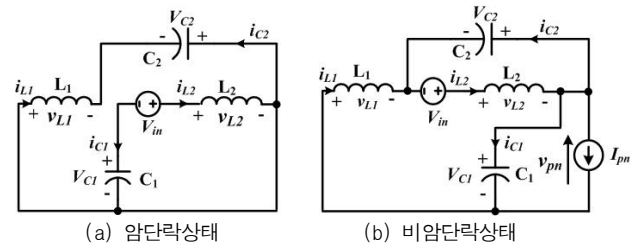


그림 2 변형 스위치 QZSI 등가회로  
 Fig. 2 Equivalent circuit Modified Switched QZSI.

식 (1)~(6)을 사용하여 MS QZSI의 전압증폭율  $B$  즉 직류 입력전압에 대한 직류링크 전압 피크의 비는 다음과 같다.

$$B = \frac{\hat{v}_{pm}}{V_{in}} = \frac{1}{1 - 3D_{sh} + D_{sh}^2} \quad (7)$$

여기서 압단락 변조비  $D_{sh} = T_{sh}/T_s$  이다.

## 2.2 기존 QZSI와 제시한 MS-QZSI의 성능 비교

기존 QZSI의 성능과 제시한 MS QZSI의 성능을 서로 비교한다. 먼저 그림 3은 암단락변조비에 대한 두 회로의 전압증폭율을 보인 것으로, 암단락변조비 전 범위에서 MS QZSI의 전압증폭율이 높음을 알 수 있다. 다음 그림 4는 교류전압증폭율  $G = M \cdot D_{sh}$ 의 변화에 대한 두 회로의 인버터 스위칭소자의 전압 스트레스로 보인 것이다. 이 그림에서 MS QZSI의 스위칭소자 전압스트레스가 QZSI에 비해 거의 1/2임을 알 수 있다.

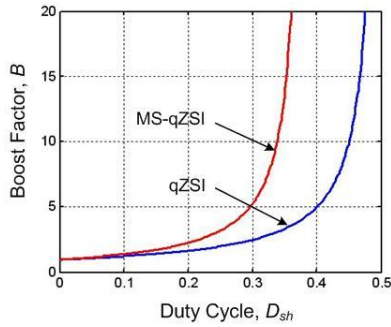


그림 3 전압증폭율 비교

Fig. 3 Comparison of boost factor

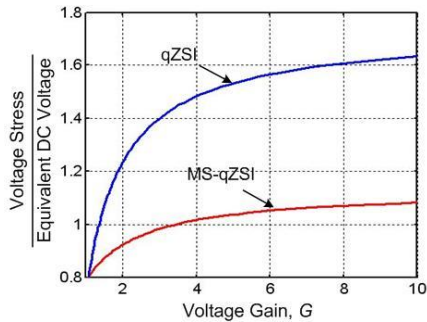


그림 4 전압스트레스 비교

Fig. 4 Comparison of voltage stress

## 3. PWM기법

그림 5는 MS QZSI제어를 위한 변조기법을 보인 것이다. 출력전압 변조비 범위를 확대할 수 있도록 3상 정현파전압에 3차 고주파 전압을 투입한 3상 기준전압  $V_a^*$ ,  $V_b^*$ ,  $V_c^*$ 과 암단락시간 제어를 위한 전압  $V_p$ ,  $V_n$ 을 삼각파와 비교하여 PWM파형을 발생시킨다. 전압  $V_p$ ,  $V_n$ 값이 증가할수록 암단락시간이 감소되고, 스위칭소자  $S_7$ 은 암단락 구간에서만 도통시킨다.

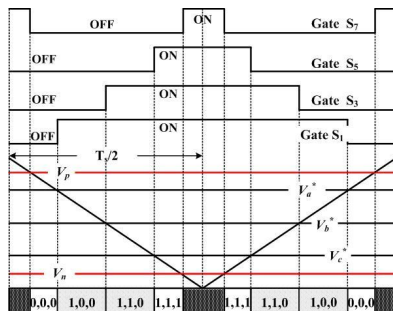
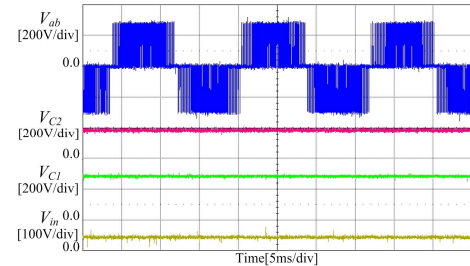


그림 5 PWM 패턴

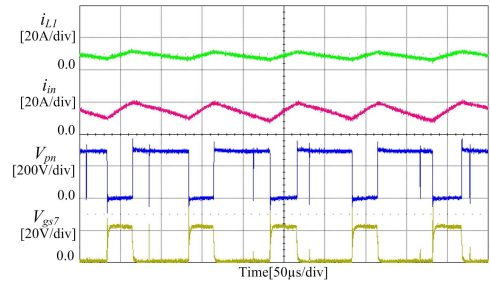
Fig. 5 PWM pattern.

## 4. 실험결과

32비트 DSP 320F28335를 사용한 실험결과를 보인다. 여기서 입력 직류전압은 40V, 임피던스 네트워크의 파라미터  $L_1 = L_2 = 1\text{mH}$ ,  $C = 1000\mu\text{F}$ 이다. 그림 6은 암단락 변조비  $D_{sh} = 0.32$ , 출력전압 변조비  $M = 0.882$ 일 경우, 인버터 출력전압, 커패시터 전압, 직류링크 전압, 인덕터 전류 및  $S_7$  게이트신호 파형을 보인 것이다. 커패시터 전압은 약 280V로 7배정도 증폭되었으며, 출력선간전압이 139V<sub>rms</sub>로 출력된다.



(a) 출력교류전압, 커패시터 전압, 직류입력전압



(b) 인덕터 및 입력 전류, 직류링크전압,  $S_7$  게이팅신호  
그림 6 실험결과

Fig. 6 Experimental results

## 3. 결론

본 논문에서는 기존의 QZSI에서 직류전원을 임피던스 네트워크 내로 이동시키면서 스위칭소자를 1개 더 사용한 변형 스위치 QZSI 회로를 제시하였다. 기존의 QZSI에 비하여 스위칭소자 전압증폭율이 높으면서 스위칭소자의 전압스트레스가 거의 1/2수준으로 낮음을 알 수 있다. 암단락 변조비와 출력전압 변조비 각각 0.32와 0.882일 경우, 입력 직류전압 40V에서 커패시터 전압이 280V로 7배정도 증폭되었으며 출력교류전압 역시 선간 전압이 139V<sub>rms</sub>로 출력됨을 실험결과를 통하여 확인하였다.

## 참고 문헌

- [1] J. Anderson and F. Z. peng, "A class of quasi Z source inverters," in *Conf. Rec. IEEE IAS Annu. Meeting*, Oct. 2008, pp.1-7.
- [2] H. Abu Rub, A. Iqbal, S. M. Ahmed, F. Z. Peng, Y. Li, and B. Ge, "Quasi Z source inverter based photovoltaic generation system with maximum power tracking control using ANFIS," *IEEE Trans. Sustainable Energy*, vol. 4, no. 1, pp. 11-20, Jan. 2013.