

# 대칭 및 비대칭 출력제어에 의한 3상 임베디드 Z-소스 인버터 시스템

오승열<sup>1</sup>, 김세진<sup>2</sup>, 정영국<sup>†</sup>, 홍승표<sup>2</sup>, 임영철<sup>2</sup>  
 전자부품연구원<sup>1</sup>, 전남대학교<sup>2</sup>, 대불대학교<sup>†</sup>

## Three-Phase Embedded Z-Source Inverter System by the Symmetric and Asymmetric Output Control

Seung Yeol Oh<sup>1</sup>, Se Jin Kim<sup>2</sup>, Young Gook Jung<sup>†</sup>, Seung Pyo Hong<sup>2</sup>, Young Cheol Lim<sup>2</sup>  
 Korea Electronics Technology Institute<sup>1</sup>, Chonnam National University<sup>2</sup>, Daebul University<sup>†</sup>

### ABSTRACT

본 논문에서는 3대의 임베디드 Z 소스 컨버터를 이용해 3상 교류전압을 출력하는 3상 임베디드 Z 소스 인버터를 제안하였다. 제안된 3상 인버터는 동일한 교류전압을 사용하는 3대의 임베디드 Z 소스 컨버터를 이용한다. 제안된 3상 인버터는 시뮬레이션과 실험을 통해 그 타당성을 입증하였다.

### 1, 서론

직류전압을 교류전압으로 출력하는 전력변환기에는 DC AC 인버터와 DC DC 컨버터[1]를 이용하는 방법이 대표적이다. 임베디드 Z 소스 컨버터[2]는 양극성(bidirectional) 전압이 출력 가능하다는 장점이 있어 기존의 DC DC 컨버터에 비해 낮은 용량의 소자로 구성이 가능하고 스트레스가 낮은 장점이 있다.

본 논문에서는 직류 입력전압을 공통으로 사용하는 3대의 임베디드 Z 소스 컨버터의 단락 비를 변화시키는 방법으로 3상 임베디드 Z 소스 인버터를 제안하였다. 제안된 3상 인버터는 시뮬레이션과 실험을 통해 그 타당성을 입증하였다.

### 2. 제안된 시스템

#### 2.1 임베디드 Z-소스 컨버터

본 논문에서는 그림 1의 임베디드 Z 소스 컨버터 3대를 이용한 3상 임베디드 Z 소스 인버터를 제안하고 있다. 임베디드 Z 소스 컨버터가 순방향 전압 출력하는 경우, S1이 턴 온되는 단락모드 동안 인덕터(L1, L2) 전류는 증가하고 커패시터(C1, C2)는 방전한다. 인덕터의 전압( $v_{L1}$ ,  $v_{L2}$ )은 식 (1)과 같이 입력 전압( $V_I$ ), C1전압( $v_{X1}$ )과 같다. S2가 턴 온되는 비 단락모드 동안에는 인덕터 전류는 감소하고 커패시터는 충전한다. 인덕터 전압은 식 (2)와 같이 입력전압( $V_I$ ), C1전압( $v_{X1}$ )과 C2전압( $v_{X2}$ )으로 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned} v_{L1} &= -V_I & (1) \\ v_{L2} &= v_{X1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} v_{L1} &= -v_{X1} - v_{X2} & (2) \\ v_{L2} &= V_I - v_{X2} \end{aligned}$$

식 (1)과 식 (2)를 인덕터의 평균방정식으로 연결해 정리하면 C1의 전압( $v_{X1}$ ), C2의 전압( $v_{X2}$ )은 식 (3)과 같고 C2의 전압은 임베디드 Z 소스 컨버터의 출력전압과 같다.

$$\begin{aligned} v_{X1} &= -V_I & (3) \\ v_{X2} &= \frac{1-2D}{1-D} V_I \end{aligned}$$

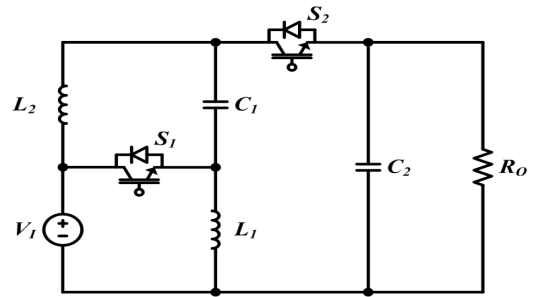


그림 1 임베디드 Z-소스 컨버터  
 Fig. 1 Embedded Z-source converter

#### 2.2 3상 임베디드 Z-소스 인버터

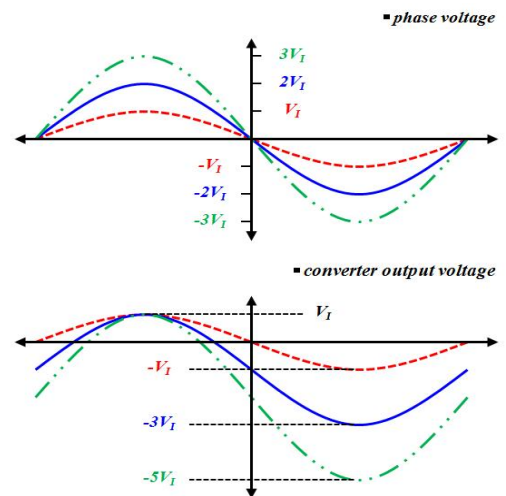


그림 2 출력교류전압과 오프셋 전압관계  
 Fig. 2 Relationship between output voltage and offset voltage

임베디드 Z 소스 컨버터를 인버터로 사용하는 제안된 방식은 스위치의 턴 온 시간을 조절하여 입력전압 보다 높은 교류전압을 출력한다. 그러나 임베디드 Z 컨버터 출력은 입력전압에 의해 제한되므로, 일반적인 교류전압으로 출력하는 것은 불가능하다. 따라서, 그림 2와 같이 입력전압 보다 높은 교류전압은 양의 반주기 최대전압이 입력전압과 동일하게 출력될 수 있도록 오프셋 전압을 설정해야한다.

식 (3)을 이용해 출력전압에 따른 단락 비를 그림 3에 나타내었다. 출력전압의 크기와 상관없이 양의 반주기 최대전압에 해당하는 단락 비는 0인 것을 알 수 있다.

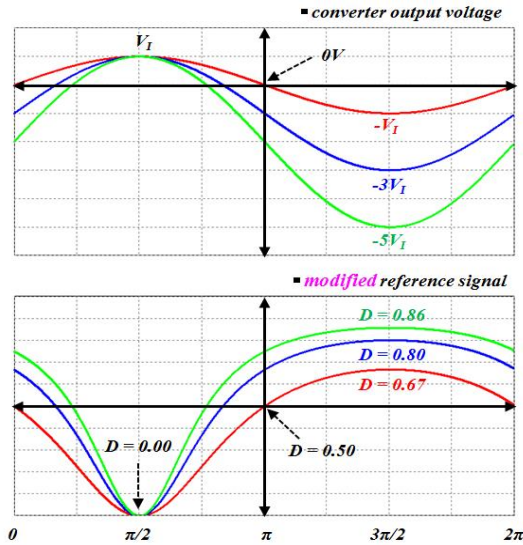


그림 3 출력교류전압과 단락 비 관계  
Fig. 3 relationship between output voltage and duty ratio

### 3. 시뮬레이션 및 실험

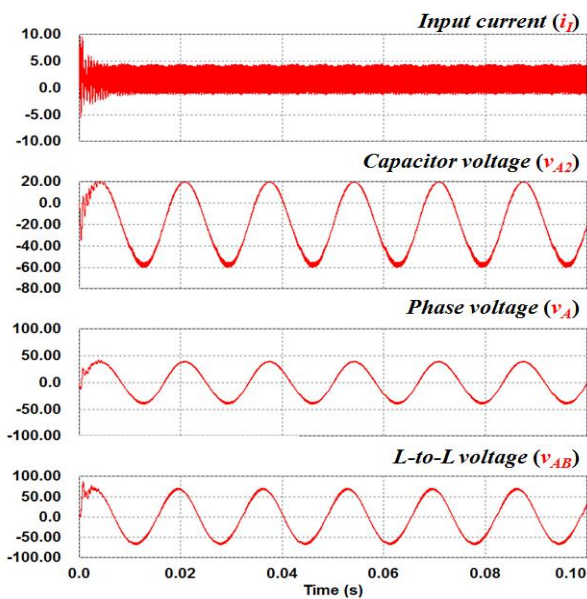


그림 4 시뮬레이션 결과 파형  
Fig. 4 Simulation results

본 논문의 타당성을 확인하기 위해 입력전압( $V_I$ )=20V, 인덕터=0.6mH, 커패시터=6.8uF, 부하=50Ω, 스위칭 주파수=20kHz의 조건으로 시뮬레이션 및 실험을 수행하였다. 그림 4와 5는 입력전압의 두 배의 상 전압을 출력하는 시뮬레이션, 실험결과이다. A상을 기준으로 나타내었으며 C2의 전압( $v_{A2}$ )은 오프셋 전압이 20V인 교류전압이다. 상 전압( $v_A$ )과, 선간전압( $v_{AB}$ )은 완전한 교류전압에 가깝게 출력되고 시뮬레이션 및 실험 파형은 동일하게 나타난 것을 알 수 있다.

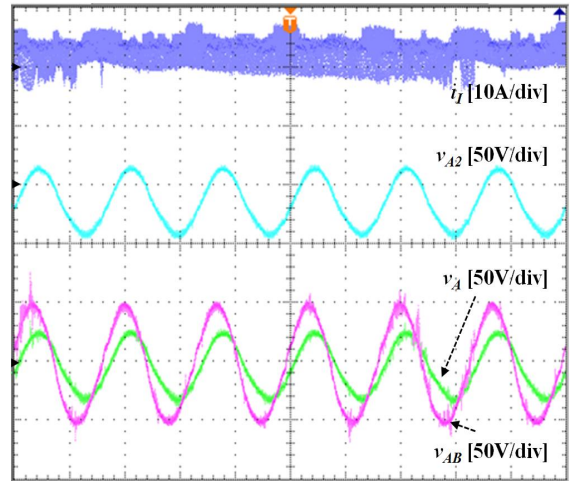


그림 5 실험 결과 파형  
Fig. 5 Experiment results

### 4. 결론

본 논문에서는 임베디드 Z 소스 컨버터 3대를 이용한 3상 임베디드 Z 소스 인버터를 제안하였다. 제안된 3상 임베디드 Z 소스 인버터는 양극성 전압 출력이 가능한 임베디드 Z 소스 컨버터를 사용하였다. 제안된 방법의 타당성을 입증하기 위해 입력전압 두 배의 상 전압을 출력하는 시뮬레이션 및 실험을 수행하였으며 시뮬레이션과 동일한 실험결과를 얻을 수 있었다.

본 논문은 광역경제권연계협력사업의 “승용, 상용 전기자동차 겸용 급속충전시스템 개발” 과제의 지원으로 연구되었음

### 참고 문헌

- [1] Y. Berkovich, B. Axelrod, S. Tapuchi, and A. Ioinovici, “A family of four quadrant, PWM DC DC converters,” in Conf. Rec. of IEEE PESC’07, 2007, pp. 1878–1883.
- [2] 김세진, 정영국, 임영철, 최준호, “2대의 임베디드 Z 소스 컨버터를 이용한 단상 DC AC 인버터”, 대한전기학회 논문지, 60권, 6호, pp. 1152–1162, 2011.