

전압이득이 향상된 트랜스 지 소스 인버터

최석민* 김흥근* 차헌녕* 전태원** 노의철***
 경북대학교* 울산대학교** 부경대학교***

An Improved Trans-Z-Source Inverter with voltage lift function

Seokmin Choi*, Heung Geun Kim*, Honnyong Cha*, Tae won Jun**, Eui cheol Nho***
 Kyungpook National Univ., Ulsan Univ., Pukyong National Univ.

ABSTRACT

본 논문에서는 기존의 트랜스 지 소스 인버터에 다이오드 3개와 커패시터 하나를 추가한 새로운 트랜스 지 소스 인버터를 제안한다. 제안한 인버터는 추가한 다이오드와 커패시터로 인해 기존의 인버터보다 전압이득을 높일 수 있으며 이로 인해 결합 인덕터의 권선비를 줄여 사이즈를 줄일 수 있는 장점이 있다. 제안한 인버터는 모의실험과 실험으로 검증한다.

1. 서론

화석 연료의 고갈과 이산화탄소 배출 규제 등의 환경문제로 인해 최근 대두 되고 있는 분야가 바로 신재생 에너지 분야이다. 이에 따라 신재생 에너지의 계통 연계에 적합한 PWM 인버터에 대한 많은 연구가 지속적으로 이루어지고 있다.

일반적인 신재생 에너지 시스템이 발전을 할 때 발생하는 입력 전압이 불안정하다. 그러므로 계통에 전력을 공급 할 때 계통 전압과 같은 크기로 맞춰 주어야 하는데 이때 전력변환 회로가 두가지가 필요하다. 하지만 기존의 트랜스 지 소스 인버터는 임피던스 네트워크와 기존의 인버터를 결합하여 하나의 전력변환 회로만으로 같은 역할을 할 수 있다.

본 논문에서는 기존의 트랜스 지 소스 인버터와 제안한 트랜스 지 소스 인버터를 다루고 모의 실험을 통해 확인 하였다.

2. 제안한 전압 이득이 향상된 트랜스 지 소스 인버터

2.1 회로구성

그림 1에서 보는바와 같이 전압 이득이 향상된 트랜스 지 소스 인버터는 임피던스 네트워크와 3상 인버터가 결합된 형태이며 기존의 트랜스 지 소스와 비교했을 때, 다이오드 3개와 커패시터 1개가 추가 된 구조이다. 인버터는 스위치의 상태에 따라 2가지 동작 모드로 동작한다. 동작 조건은 아래와 같다.

shoot-through : S_1, S_4 or S_3, S_6 or $S_2, S_5 = closed$

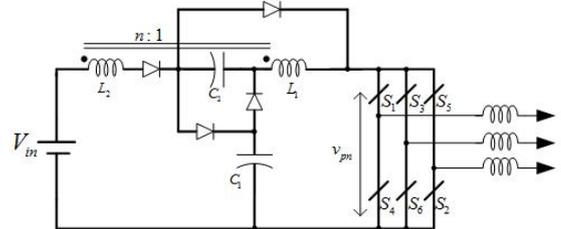
non-shoot-through : S_1, S_4 or S_3, S_6 or $S_2, S_5 = not closed$

2.2 동작원리

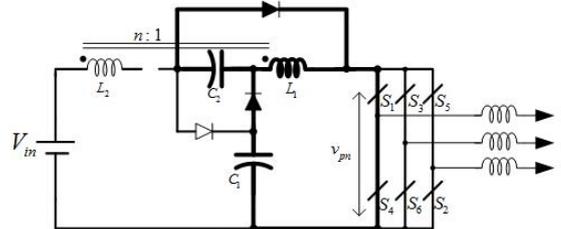
shoot-through: 이 구간에서는 3가지 압 중에서 한가지 압이

D_{sh} 구간 동안 닫히게 되고, 다이오드는 역 바이어스 된다. 다이오드가 역 바이어스 되기 때문에 커패시터에 흐르는 전류 방향은 그림 1과 같으며 C_1 은 방전 C_2 는 충전하게 된다. C_1 이 방전 할 때 충전 할 때와 전류 방향이 다른데 다이오드로 충전 방향을 다르게 해 주지 않으면 C_1 과 C_2 는 에너지를 주고 받게 되어 전압이 안정 되지 않게 된다.

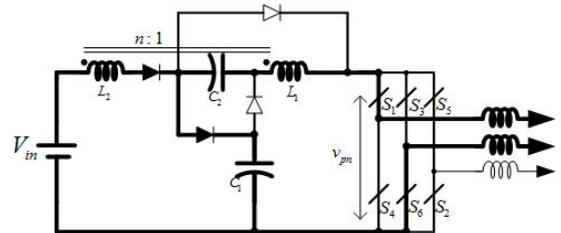
non shoot through: 이 구간에서는 (1 D_{sh}) 구간 동안 기존의 3상 인버터처럼 동작하게 된다. 커패시터에 흐르는 전류의 방향은 그림 1과 같으며 C_1 은 충전 C_2 는 방전하게 된다. v_{pm} 의 전압은 v_{C1} , v_{C2} , v_{L1} 의 합이 된다.



제안한 트랜스 지 소스 인버터



shoot-through



non-shoot-through

$$K = \frac{L_1}{C_1}$$

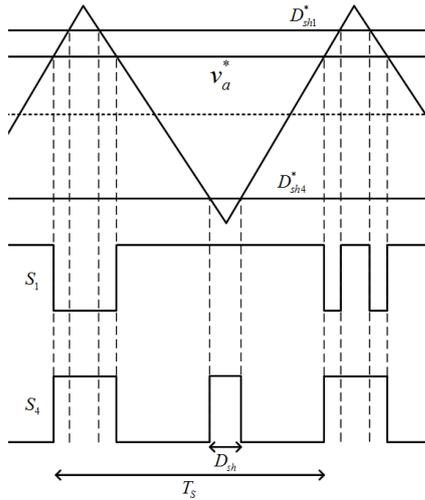


그림 1 전압 이득이 향상된 새로운 트랜스 지 소스 인버터의 2가지 동작 모드

shoot through 구간에서 인덕터에 걸리는 전압은 아래의 식과 같다.

$$V_{L1} = V_{C1} = V_{C2} \quad (1)$$

$$V_{L2} = n V_{L1} \quad (2)$$

non shoot through 구간에서 인덕터에 걸리는 전압은 아래의 식과 같다.

$$V_{L2} = V_{in} - V_{C1} \quad (3)$$

$$V_{L1} = \frac{1}{n}(V_{in} - V_{C1}) \quad (4)$$

인덕터 평균 전압의 합은 0이므로

$$\langle v_{L1} \rangle = \frac{V_{C1} D_{sh} T_s + \frac{1}{n}(V_{in} - V_{C1})(1 - D_{sh}) T_s}{T_s} = 0$$

$$V_{C1} = \frac{1 - D_{sh}}{1 - (1+n)D_{sh}} V_{in} \quad (5)$$

v_{pm} 의 전압은 v_{C1} , v_{C2} , v_{L1} 의 합 이므로

$$\begin{aligned} \hat{v}_{pm} &= V_{C1} + V_{C2} - v_{L1} (\text{non-shoot-through}) \\ &= 2V_{C1} - \frac{1}{n}(V_{in} - V_{C1}) = \frac{2 - D_{sh}}{1 - (1+n)D_{sh}} V_{in} \end{aligned} \quad (6)$$

기존의 트랜스 지 소스 인버터 전압 방정식은 아래의 식과 같다.

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

3. 모의 실험 결과

제안된 인버터의 타당성을 입증하기 위해 표 1과 같은 조건으로 모의 실험을 진행하였다.

표 1 모의 실험 조건

V_{in}	200 V	f_{sw}	10 kHz
m_a	0.9	D_{sh}	0.1
C_1	200 μF	C_2	200 μF
L_1	1000 μH	L_2	250 μH
L_f	3000 μH	R	10 Ω

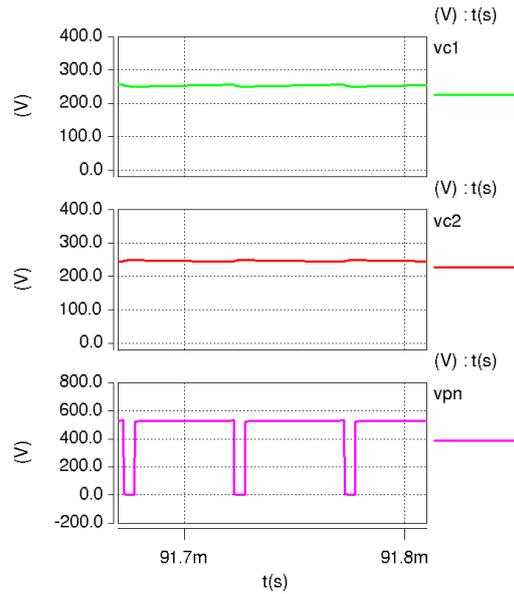


그림 2 모의 실험 파형

3. 결론

본 논문에서 기존의 트랜스 지 소스 인버터를 개선하여 전압 이득이 향상된 새로운 트랜스 지 소스 인버터를 제안하였다. 전압 이득은 최대 약 2배까지 가능하며, 전압이득이 향상된 만큼 결합 인덕터의 사이즈도 줄일 수 있어 전체적인 시스템 크기를 줄일 수 있다. 또한 입력이 불안정하고 결합 인덕터가 제한적일 때 기존의 트랜스 지 소스 인버터 보다 더 안정적인 전력변환 시스템으로 적용 가능하다.

본 연구는 2013년도 지식경제부의 재원으로 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다. (No. 20111020400260)

참고 문헌

- [1] Y. He, and F.L. Luo, "Analysis of Luo converters with voltage lift circuit", IEE Proc., Electr., vol 152, No. 5, pp. 1239 1252, Sep. 2005
- [2] W. Qian, F.Z. Peng, and H. Cha, "Trans Z Source Inverters," IEEE Trans. Power Electron., vol. 26, no. 12, pp. 3453 3463, Dec. 2011