

Z-소스 인버터와 부스트 DC-DC 컨버터의 회로적인 유사성

차헌녕, 김흥근, 최병조
경북대학교

Topological Analogies Between Z-Source Inverters and Boost DC-DC Converters

Honnyong Cha, Heung Geun Kim, Byungcho Choi
Kyungpook National University

ABSTRACT

2003년에 처음 Z 소스 인버터가 소개된 후 이와 관련된 많은 연구결과물들이 현재 학계에 소개 되고 있다. 본 논문은 최근 산업계에서 이슈화 되고 있는 Z 소스 인버터와 최근 개발된 몇 가지 Z 소스 인버터들을 소개하고 이러한 Z 소스 인버터들이 기존의 부스트 DC DC 컨버터들과 많은 회로적인 유사성을 가지고 있음을 소개한다. 이를 통해 Z 소스 인버터의 동작원리를 좀 더 자세히 이해하고 전력전자를 공부하는 신진 연구자들에게 새로운 Z 소스 인버터를 개발할 수 있는 기회를 제공하고자 한다.

1. 서 론

그림 1은 2003년에 발표된 전압형 Z 소스 인버터를 나타낸다^[1]. Z 소스 인버터의 장점으로는 스위치의 압단락과 암개방을 이용하여 기존의 전압형, 전류형 인버터가 가질 수 없었던 승압과 강압의 기능을 동시에 가지는 인버터 회로이다. 또한 압단락과 암개방을 적극 이용하는 구조이므로 Z 소스 인버터는 주위의 노이즈에 아주 강한 전력변환 회로이다.

지금까지 이 Z 소스 인버터에 대한 많은 연구가 국내외적으로 폭넓게 이루어 졌으며 그 결과 기존의 인버터의 성능을 대폭 향상시킨 새로운 형태의 Z 소스 인버터들이 최근 개발되고 있다. 2절에서는 지금까지 학계에 소개된 대표적인 몇 가지 Z 소스 인버터들을 소개하고 이러한 Z 소스 인버터들이 기존의 부스트 DC DC 컨버터들과 많은 회로적인 유사성이 있다는 것을 보인다. 이를 통해 향후 더 나은 Z 소스 인버터 개발에 대한 기본적인 가이드라인을 제시하고자 한다.

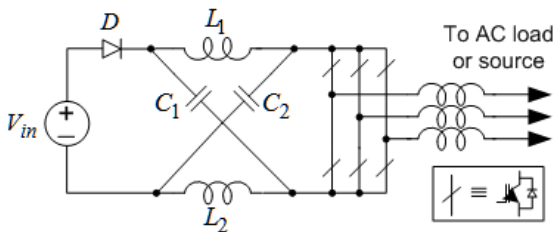


그림 1. Z-Source 인버터
Fig. 1 Z-Source inverter

2. Z-소스 인버터와 부스트 DC-DC 컨버터의 회로적인 유사성

2.1 qZ-소스 인버터와 단일 스위치 부스트 컨버터

그림 2는 2008년에 발표된 qZ 소스 인버터를 나타낸다^[2]. 그림 2의 qZ 소스 인버터는 그림 1에 보인 기존의 Z 소스 인버터와 달리 입력전류가 연속이고 실제 하드웨어 제작 시 회로 구성이 아주 간단하다는 장점을 가진다. 또한 capacitor C2에 걸리는 전압이 작아 낮은 전압의 capacitor를 사용할 수 있다.

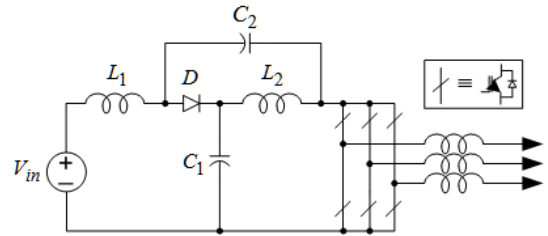


그림 2. qZ-소스 인버터
Fig. 2 qZ-Source inverter

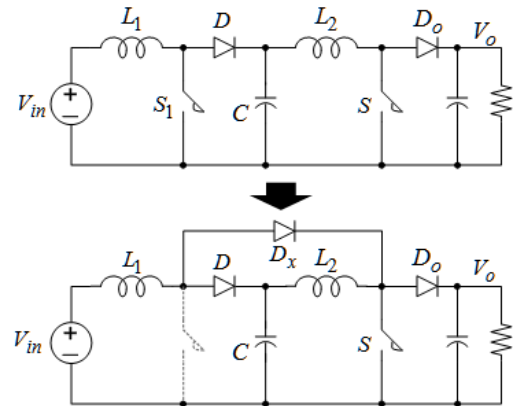


그림 3. 단일 스위치 부스트 DC-DC 컨버터
Fig. 3 Single switch boost DC-DC converter

그림 3의 위쪽 회로는 부스트 컨버터의 전압이득을 더 증가시키기 위해 이단 연결된 부스트 컨버터이다. 여기서 앞단 부스트 컨버터의 스위치 S1을 제거하고 다이오드 D_x를 추가로 연결하면 그림 3의 아래에 보인 단일 스위치 부스트 컨버터가 된다.

그림 3의 회로는 그림 2의 qZ 소스 인버터와 그 동작원리와 회로구성이 아주 유사하다. 두 회로의 차이점은 그림 3의 다이오드 D_x가 그림 2에서처럼 capacitor C2로 바뀌었다는 것이다. 부스트 컨버터의 경우 회로 구성상 L2에 저장된 에너지가 D_o를 통해서 모두 출력으로 전달될 수 있지만 인버터의 경우에는 그렇지가 못하다. 따라서 L2에 저장된 에너지의 일부분을 전달

할 경로가 있어야 한다. 그래서 C2가 필요하다.

2.2 Trans-ZSI와 결합 인덕터를 이용한 고승압 부스트 컨버터

그림 4는 2010년에 발표된 Trans Z 소스 인버터를 나타낸다^[3] 그림 2의 qZ 소스 인버터에서 Z 소스 네트워크의 커패시터 C1혹은 C2를 제거하면 Trans Z 소스 인버터가 된다. 그림 4는 커패시터 C2를 제거한 경우의 Trans Z 소스 인버터를 나타낸다. 그림 2의 qZ 소스 인버터의 경우 두 인덕터가 결합이 되면 그 권선비는 항상 1:1이어야 한다. 하지만 그림 4의 Trans Z 소스 인버터의 경우 결합 인덕터의 권선비(n)가 1:1일 필요는 없다. 따라서 n을 증가시킴으로써 qZ 소스 인버터에 비해 훨씬 높은 전압이득을 얻을 수 있다.

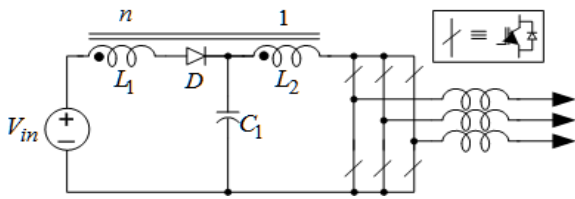


그림 4. Trans-Z-소스 인버터
Fig. Trans-Z-Source inverter

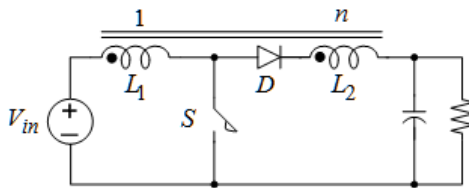


그림 5. 결합인덕터를 이용한 고승압 부스트 DC-DC 컨버터
Fig. 5 High voltage gain boost converter using coupled inductor

그림 5는 결합 인덕터를 이용한 고승압 부스트 컨버터를 나타낸다^[4]. 그림 4의 Trans Z 소스 인버터는 그림 5의 결합 인덕터를 이용한 고승압 컨버터와 동작원리나 회로 구성이 아주 비슷함을 볼 수 있다. 두 회로 모두 결합 인덕터를 이용하여 기존 방식보다 높은 전압 이득을 얻을 수 있다.

2.3 병렬 연결된 Trans-Z-소스 인버터와 전압 체배기를 이용한 고승압 부스트 컨버터

그림 6는 2011년에 발표된 병렬 연결된 Trans Z 소스 인버터를 나타낸다^[5] 이 회로는 결합 인덕터의 권선비(n)를 증가시키지 않고도 단지 병렬 연결되는 인버터수를 증가함으로써 높은 전압이득을 얻을 수 있다. 이 회로는 기존의 Trans Z 소스 인버터의 장점과 인버터 병렬연결의 장점을 모두 가져올 수 있고 결합 인덕터의 부담을 줄여 대용량 인버터 시스템에 적합한 방식이다.

그림 7은 전압 체배기를 이용한 고승압 고효율 부스트 컨버터를 나타낸다^[6]. 그림 6과 그림 7의 회로 또한 그 동작이나 회로구성이 거의 유사함을 볼 수 있다. 결합 인덕터의 일차측은 병렬로 연결하였고 이차측을 직렬로 연결하여 높은 전압이득을 얻고자 하였다. 그림 7에서 출력측의 C_m과 D_r은 소프트 스위칭을 위한 부분이다.

이 외에도 Switched 인덕터를 이용한 Z 소스 인버터등 몇 가지의 Z 소스 인버터가 더 있지만 주어진 공간의 제약상 생

략하기로 한다.

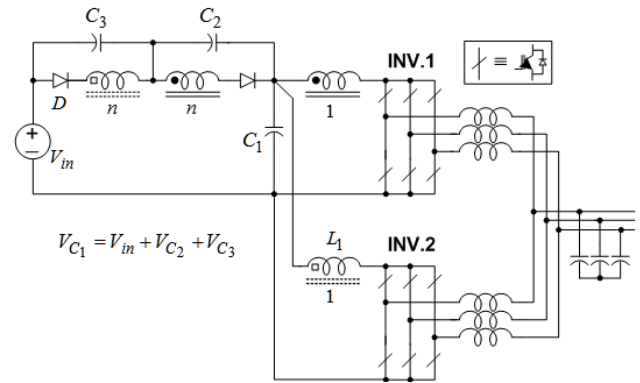


그림 6. 병렬 연결된 Trans-Z-소스 인버터
Fig. 6 Parallel connected Trans-Z-Source inverter

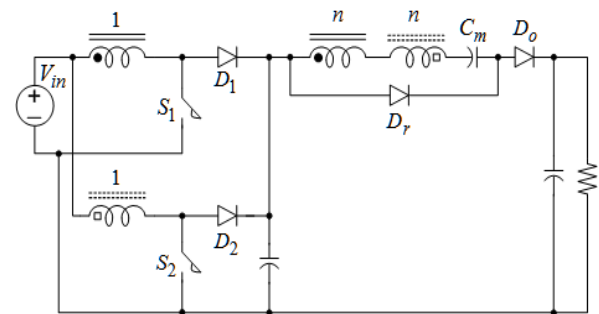


그림 7. 전압 체배기를 이용한 고승압 고효율 부스트 컨버터
Fig. 7 Interleaved Boost Converter with Voltage Multiplier Cell for high step-up and high-efficiency[1].

3. 결론

본 논문에서는 최근 발표된 몇몇 Z 소스 인버터들과 기존 부스트 DC DC 컨버터들과의 비교를 통해 두 방식이 회로적으로 거의 비슷한 형태와 동작원리를 가지고 있음을 보였다. 이를 통해 향후 보다 나은 새로운 형태의 Z 소스 인버터 개발에 대한 기초를 제공하였다.

참고 문헌

- [1] F. Z. Peng, "Z Source Inverter," IEEE Transaction on Industry Applications, vol. 39, Issue 2, pp. 504-510, March-April 2003.
- [2] J. Anderson, and F. Z. Peng, "Four quasi Z Source inverters," in Proc. IEEE PESC 2008, pp. 2743-2749.
- [3] W. Qian, F. Z. Peng, and H. Cha, "Trans Z Source Inverters," in Proc. IEEE IPEC 2010, pp. 1874-1881.
- [4] Q. Zhao, and F. C. Lee, "High efficiency, high step up DC DC converters," IEEE Transaction on Power Electronics, vol. 18, no. 1, pp. 65-73, Jan. 2003.
- [5] D. Shin, H. Cha, J. Lee, D. Yoo, F. Z. Peng, and H. Kim, "Parallel operation of trans Z source inverter," in Proc. IEEE ICPE 2011, pp. 744-748.
- [6] W. Li, Y. Zhao, Y. Deng, and X. He, "Interleaved converter with voltage multiplier cell for high step up and high efficiency conversion," IEEE Transaction on Power Electronics, vol. 25, no. 9, pp. 2397-2408, Sep. 2010.