

새로운 절연형 Buck-Boost DC-DC 컨버터

차헌녕, 이종필, 이경준, 김태진, 유동욱
한국전기연구원

A New Transformer Isolated Buck-Boost DC-DC Converter

Honnyong Cha, Jong-Pil Lee, Kyung-Jun Lee, Tae-Jin Kim, Dong-Wook Yoo
Korea Electrotechnology Research Institute (KERI)

ABSTRACT

본 논문은 최소의 스위칭 소자를 이용한 절연형 Full-Bridge (FB) buck-boost DC-DC 컨버터를 제안한다. 기존의 dual-bridge 방식을 이용한 buck-boost 컨버터와는 달리 본 논문에서 제안한 방식은 변압기 1차측에만 스위칭 소자를 사용하고 2차측에는 다이오드 정류기를 사용한다. 필요한 buck-boost 기능을 구현하기 위하여 입력단에 2개의 인덕터를 추가하여 2 phase interleaved 방식으로 동작을 한다. 500 W 의 prototype 을 제작하여 본 논문에서 제안한 방식의 타당성을 실험적으로 검증 한다.

험적으로 검증 한다.

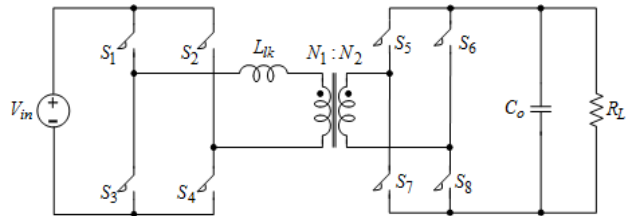


그림 1. Dual-bridge buck-boost 컨버터
Fig. 1 Dual-bridge buck-boost converter

1. 서 론

Buck-boost DC-DC 컨버터는 컨버터의 승, 강압 기능으로 인해 입력전압 범위가 넓고 입력전압의 전범위에서 고효율을 달성할 수 있다는 장점 때문에 많이 사용된다. 절연형 buck-boost 컨버터의 대표적인 예로는 flyback converter가 있지만 flyback converter는 주로 소용량 (500 W 미만)에만 사용될 수 있다는 단점이 있다.

그림 1은 대용량에 적용 가능한 dual-bridge 절연형 buck-boost 컨버터를 나타낸다^[1,2]. 그림에서 보듯이 변압기 1차측과 2차측에 모두 능동소자를 사용하여 1, 2차간 스위치의 위상 지연을 이용함으로써 원하는 buck-boost 기능을 모두 가질 수 있다. 그러나 변압기 2차측에 능동소자를 써야하기 때문에 시스템의 신뢰성을 저하시키고 단가를 높이는 요인이 된다.

그림 2는 최근에 개발된 qZ-Source 인버터를 DC-DC 컨버터에 적용한 qZ-Source DC-DC 컨버터를 나타낸다^[3,4]. 이 컨버터의 경우 스위치의 shoot-through를 이용함으로써 원하는 boost 기능을 구현한다. 하지만 인덕터와 캐패시터로 구성된 Z-source network의 사이즈로 인해 전체 시스템 사이즈가 커지는 단점이 있다.

본 논문에서는 앞에서 설명한 문제점들을 해결할 수 있는 새로운 절연형 buck-boost DC-DC 컨버터를 소개한다. 기존의 dual-bridge 방식을 이용한 buck-boost 컨버터와는 달리 본 논문에서 제안한 방식은 변압기 1차측에만 스위칭 소자를 사용하고 2차측에는 다이오드 정류기를 사용한다. 필요한 buck-boost 기능을 구현하기 위하여 입력단에 2개의 인덕터만을 추가하여 2 phase interleaved 방식으로 동작을 한다. 500 W 의 prototype을 제작하여 본 논문에서 제안한 방식의 타당성을 실험

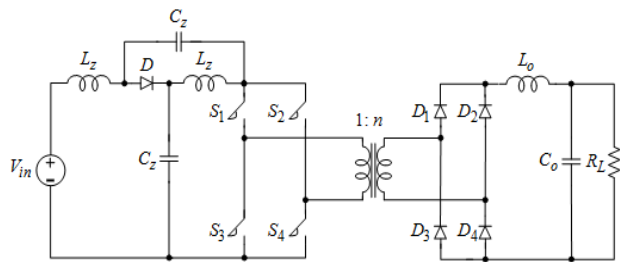


그림 2. qZ-Source DC-DC 컨버터
Fig. 2 qZ-Source DC-DC converter

2. 새로운 절연형 Buck-Boost 컨버터

그림 3은 본 논문에서 제안하는 새로운 절연형 buck-boost DC-DC 컨버터를 나타낸다. 그림 4는 제안하는 컨버터의 주요 동작파형을 나타낸다.

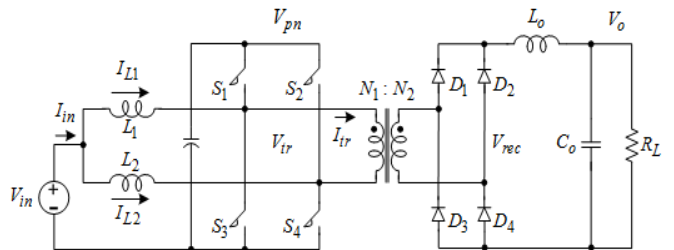


그림 3. 제안하는 절연형 buck-boost DC-DC 컨버터
Fig. 3 Proposed isolated buck-boost DC-DC converter

그림 4에서 입력 인덕터(L1, L2) 양단 전압의 flux balancing 조건으로부터 입력전압(Vi)과 Vpn 전압의 관계식은 다음과 같다.

$$\frac{V_{pn}}{V_i} = \frac{1}{1-D} \quad (1)$$

여기서, D는 컨버터의 듀티 사이클이다.

마찬가지로 출력 인덕터(Lo)의 flux balance 조건으로부터 출력전압(Vo)과 Vpn의 관계는 다음과 같이 나타내어진다.

$$\frac{V_o}{V_{pn}} = nD \quad (2)$$

여기서, n은 변압기의 권선비를 나타낸다 (n=Ns/Np). 식 (1)과 (2)로부터 전체 컨버터의 전압이득은 식 (3)과 같이 나타나고 그림 5에 그래프로 나타내었다.

$$\frac{V_o}{V_i} = \frac{nD}{1-D} \quad (3)$$

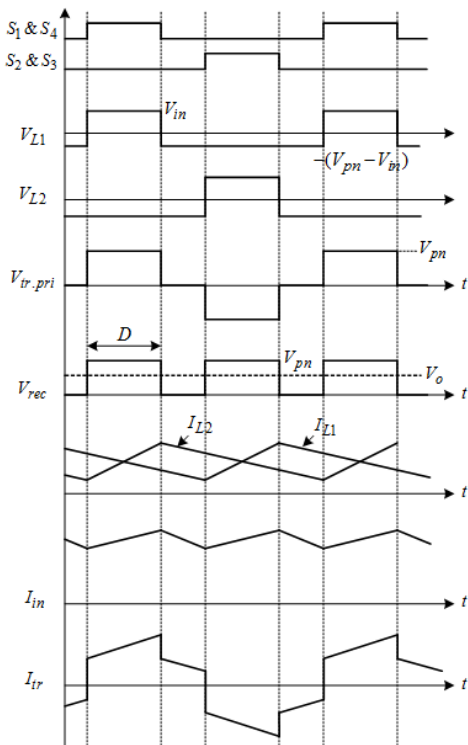


그림 4. 제안한 컨버터의 주요파형

Fig. 4 Key waveform of the proposed dc-dc converter

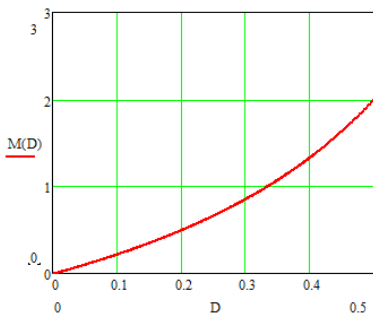


그림 5. 컨버터 전압이득

Fig. 5 Voltage gain of the proposed converter

그림 4에 보듯이 기본적으로 2 phase interleaved 방식을 취하고 있으므로 컨버터 입력전압의 리플성분이 현저히 감소할 수 있어 연료전지와 같은 입력원에 사용 시 많은 장점이 있다. 표 1은 본 논문에서 제안한 컨버터의 파라미터를 나타낸다. 그림 6은 Vin=Vo=60 V, Po=200 W 에서의 컨버터의 실험파형을 나타낸다.

표 1 제안한 컨버터의 파라미터

Table 1 System parameters of the proposed converter

Vin	50 -150 Vdc
Vo	100 Vdc
Po	500 W
스위칭 주파수	50 kHz
변압기 권선비	1:1
L1, L2	250 uH
Lo	175 uH

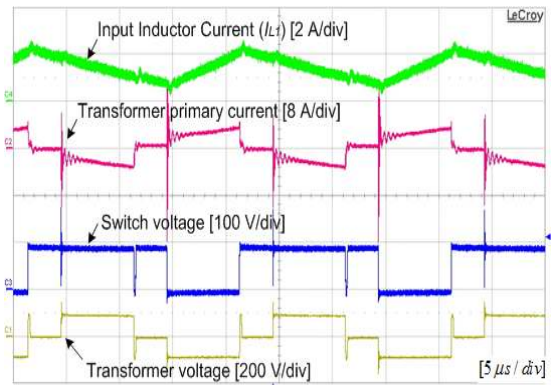


그림 6. 제안한 컨버터의 실험파형

Fig. 6 Experimental waveform of the proposed DC-DC converter

3. 결론

본 논문에서는 기존의 dual-bridge 방식을 이용한 buck-boost 컨버터와는 달리 변압기 1차측에만 스위칭 소자를 사용하고 2차측에는 다이오드 정류기를 사용한 새로운 절연형 buck-boost DC-DC 컨버터를 제안하였다. 500 W 시제품을 제작하여 제안한 컨버터의 타당성을 실험으로 검증하였다.

참고 문헌

- [1] F. Z. Peng, H. Li, G. J. Su, and J. S. Lawler, "A new ZVS bi-directional dc-dc converter for fuel cell and battery applications," IEEE Trans. Power Electron., vol. 19, no. 1, pp. 54-65, Jan. 2004.
- [2] W. Jin, F. Z. Peng, J. Anderson et al., "Low cost fuel cell converter system for residential power generation," Power Electronics, IEEE Transactions on, vol. 19, no. 5, pp. 1315-1322, 2004.
- [3] F. Z. Peng, "Z-Source Inverter," IEEE Transaction on Industry Applications, vol. 39, Issue 2, pp. 504-510, March-April 2003.
- [4] J. Anderson, and F. Z. Peng, "Four quasi-Z-Source inverters." in Proc. IEEE PESC 2008, pp. 2743-2749.