

두 개의 인덕터를 갖는 PV-MIC용 준공진 부스트 컨버터

박승원*, 김재형*, 김준구*, 류동균**, 김태훈**, 원충연*
성균관대학교*, 삼성전기**

Quasi-resonant Two-Inductor boost converter for PV-MIC

Seung-Won Park*, Jae-Hyung Kim*, Jun-Gu Kim*, Dong-Kyun Ryu**, Tae-Hoon Kim**,
Chung-Yuen Won*
Sungkyunkwan University*, Samsung Electro-Mechanics**

ABSTRACT

This paper proposed a new zero-voltage switching(ZVS) Two-Inductor boost converter. The conventional Two-Inductor boost converter has defect. When the switch is turned off, the high voltage spike is occurred in the switch by leakage inductance and switch parasitic capacitor. To solve this problem, the parallel resonant capacitor is added to the conventional Two-Inductor boost converter. Using quasi-resonant between parallel resonant capacitance and leakage inductance, the switches is operated soft switching. A reduction of transformer turn ratio is achieved by the voltage doubler rectifier.

1. 서론

국내외적으로 태양광 발전이 신재생 에너지로 주목받고 있다. 태양광 발전 기술의 진보에 따라 건물 일체형 태양광 발전(BIPV : Building Integrated Photovoltaic) 시스템의 관심이 증가하고 있으며 이에 적합한 방식인 Modularized PCS 방식이 연구되고 있다^[1].

본 논문은 Modularized PCS 방식의 전력변환장치인 MIC(Module Integrated Converter)의 새로운 토폴로지를 제안하였다. 제안된 토폴로지는 두 개의 인덕터를 갖는 전류원 부스트 컨버터의 변압기에 병렬로 커패시터를 추가하였다. 그결과 스위치의 서지 전압을 제거하고 준공진을 통하여 소프트 스위칭 함으로써 스위칭 손실을 줄였다^[2].

2. 두 개의 인덕터를 갖는 준공진 부스트 컨버터

2.1 제안된 컨버터의 구성

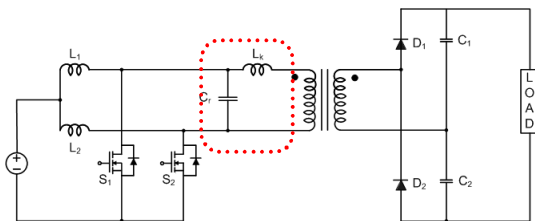


그림 1. 제안된 두개의 인덕터를 갖는 준공진 부스트 컨버터

그림 1은 제안된 두개의 인덕터를 갖는 준공진 부스트 컨버터의 회로이다. 기본적인 전류원 하프브리지 듀얼 컨버터에 점선으로 표시한 공진 커패시터를 변압기와 병렬로 추가하여 누설 인덕턴스로 인해 스위치에 발생하는 서지 전압을 제거하고 소프트 스위칭 동작이 가능하도록 하였다.

2.2 동작모드 분석

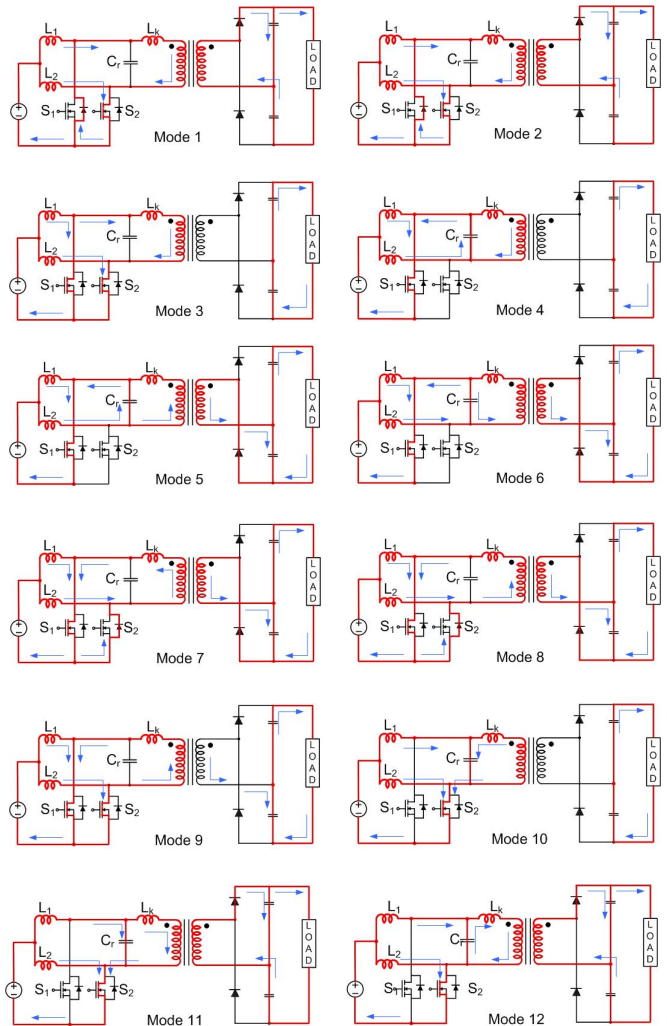


그림 2. 제안된 회로의 동작모드

MODE 1 ($t_0 \leq t < t_1$)

준공진으로 스위치 S_1 의 역병렬 다이오드를 통해 전류가 흘러 ZVS조건을 만족하며 인덕터 L_1, L_2 에 흐르는 전류는 스위치 S_2 를 통해 흐른다.

MODE 2 ($t_1 \leq t < t_2$)

준공진 조건에서 스위치 S_1 는 ZVS Turn-On 한다. 인덕터 L_1, L_2 에 흐르는 전류는 스위치 S_2 를 통해 흐른다.

MODE 3 ($t_2 \leq t < t_3$)

스위치 S_1, S_2 모두 Turn-On 상태로 두 개의 인덕터에 흐르는 전류는 스위치를 통해 흐리며 인덕터에 축적된다. 이때는 변압기의 2차측으로 에너지가 전달되지 않는다.

MODE 4 ($t_3 \leq t < t_4$)

준공진으로 스위치 S_2 가 Turn-Off 하며 인덕터 L_2 에 흐르는 전류는 공진 커패시터 C_r 을 역극성으로 충전한다. 변압기의 1차측 전압이 2차측 전압보다 높아질 때까지 에너지 전달은 이루어 지지 않는다.

MODE 5 ($t_4 \leq t < t_5$)

변압기의 1차측 전압이 공진 커패시터의 충전에 의해 2차측 전압보다 높아지며 2차측으로 에너지 전달이 이루어진다.

MODE 6 ($t_5 \leq t < t_6$)

공진 커패시터 C_r 은 역극성으로 방전한다. 인덕터 L_1, L_2 의 전류는 스위치 S_1 를 통해 흐르게 된다,

MODE 7 ($t_6 \leq t < t_7$)

준공진에 의해 스위치 S_2 의 역병렬 다이오드를 통해 전류가 흐르며 ZVS Turn-On조건을 만족하게 된다.

MODE 8 ($t_7 \leq t < t_8$)

스위치 S_2 는 ZVS Turn-On 한다. 인덕터 L_1, L_2 에 흐르는 전류는 스위치 S_1 를 통해 흐른다. 변압기 1차측의 극성이 반대이기 때문에 스위치 S_2 의 역병렬 다이오드를 통해 전류가 흐른다.

MODE 9 ($t_8 \leq t < t_9$)

스위치 S_1, S_2 모두 Turn-On 상태로 변압기를 통한 2차측으로 에너지 전달은 이루어 지지 않는다.

MODE 10 ($t_9 \leq t < t_{10}$)

준공진으로 스위치 S_1 은 Turn-Off 하며 공진 커패시터 C_r 을 충전한다. 이때 변압기 1차측 전압이 2차측 보다 커질때 까지 에너지 전달은 이루어지지 않는다.

MODE 11 ($t_{10} \leq t < t_{11}$)

공진 커패시터 C_r 이 충전하여 변압기 1차측 전압이 2차측 전압보다 커지며 에너지 전달이 이루어진다.

MODE 12 ($t_{11} \leq t < t_{12}$)

공진 커패시터 C_r 이 충전했던 에너지를 방출하며 인덕터 L_1, L_2 에 흐르는 전류는 스위치 S_2 를 통해 흐르게 된다.

3. 시뮬레이션 결과

본 논문에서는 PSIM 6.0을 사용하여 시뮬레이션을 하였다. 표 1은 제안된 토폴로지의 시뮬레이션의 파라미터 값을 나타낸다.

표 1 시뮬레이션 파라미터

입력전압	30 [V]	공진 인덕터	29 [μ H]
출력전압	400 [V]	공진 커패시터	27 [nF]
용량	250 [W]	변압기 권선비	1 : 2
인덕터	150 [μ H]	스위칭 주파수	50[kHz]

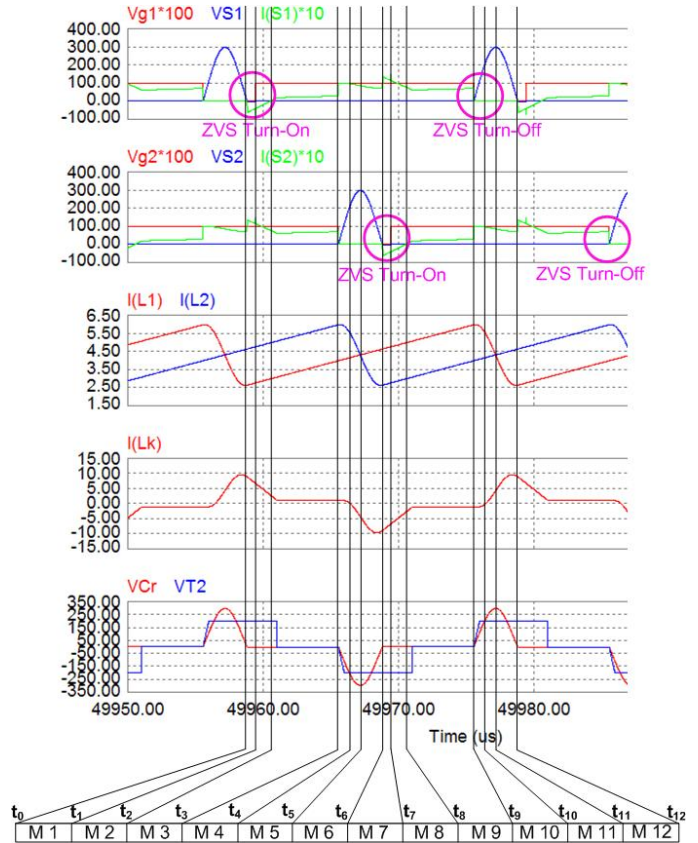


그림 3. 시뮬레이션의 주요 파형

그림 3에서 두 스위치 모두 ZVS 조건에서 소프트 스위칭 동작하는 것을 확인할 수 있다. 그리고 누설 인덕턴스에 의해 발생하는 스위치 서지성 전압이 없고 스위치 최대 전압이 300V 이하인 것을 확인할 수 있다.

4. 결론

본 논문에서는 두 개의 인덕터를 이용한 준공진 부스트 컨버터를 제안하였다. 시뮬레이션을 통하여 공진에 의한 스위치의 서지성 전압 제거 및 소프트 스위칭을 확인하였다. 제안한 토폴로지는 태양광 발전용 MIC에 적용함으로써 고효율을 기대할 수 있다. 향후 실험을 통해 효율 측정 및 손실분석을 통해 토폴로지의 유용성을 검증할 예정이다.

이 논문은 삼성전기의 연구비 지원에 의하여 연구되었음

참고 문헌

[1] C.Rodriguez and G.A.J Amaratunha, "Long-Lifetime PowerInverter for Photovoltaic AC Modules," IEEE Trans, on Industrial Electronics, Vol 55, No. 7, pp. 2593-2601, July. 2008
 [2] Quan Li, Peter Wolfs, "An Analysis of the ZVS Two-Inductor Boost Converter under Variable Frequency Operation," IEEE Trans. Power Electron., vol. 22, no. 1, pp.120-131, Jan. 2007