

# 능동 클램프 회로를 적용한 전류 유입형 푸쉬풀 저전압 DC-DC 컨버터

김정태<sup>1</sup>, 전선우<sup>1</sup>, 배성우<sup>1†</sup>, 김현빈<sup>2</sup>, 김종수<sup>2†</sup>  
 영남대학교<sup>1</sup>, 대진대학교<sup>2</sup>

## Active-clamping Current-fed Push-pull Low Voltage DC-DC Converter

Jeongtae Kim<sup>1</sup>, Seonwoo Jeon<sup>1</sup>, Sungwoo Bae<sup>1†</sup>, Hyunbin Kim<sup>2</sup>, Jong-Soo Kim<sup>2†</sup>,  
 Yeungnam University<sup>1</sup>, Daejin University<sup>2</sup>

### ABSTRACT

본 논문에서는 능동 클램프 회로를 적용한 전류 유입형 푸쉬풀 저전압 컨버터를 제안한다. 1차측에는 공통의 클램핑 커패시터를 사용하였으며 2차측에는 L-C 직렬 공진형 풀브릿지 정류기를 사용하였다. 1차측의 클램핑 커패시터는 변압기의 누설 인덕턴스 성분과 스위치의 기생 커패시터 성분의 공진으로 발생하는 링잉 현상을 완화시켰다. 제안된 능동 클램핑 회로는 효율은 200W에서 97.06%로 나타났으며 PSIM으로 시뮬레이션을 통하여 검증하였다.

### 1. 서론

전류 유입형 푸쉬풀 컨버터는 저전압, 고전류에 적절한 특성을 가짐으로써 자동차용 DC-DC 컨버터로 이미 많이 사용되고 있다 [1]. 그러나 푸쉬풀 컨버터에서 변압기의 누설 인덕턴스는 스위치에 높은 전압 스파이크를 발생한다. 전압 스파이크 현상은 결과적으로 소자에 높은 스트레스, 낮은 효율, 노이즈 문제에 원인이 되며 심지어 스위치가 파손될 수 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서 본 논문에서는 1차 측에 2개의 보조 스위치와 공통의 클램핑 커패시터를 추가로 이용하고 2차 측에는 L-C 직렬 공진형 풀 브릿지 정류기를 사용하여 전압 스파이크 현상을 완화시키는 토폴로지를 제안하였다.

### 2. 제안된 푸쉬풀 컨버터 동작 특성

#### 2.1 회로 구성 및 동작 원리

그림 1은 제안된 능동 클램프 전류 유입형 푸쉬풀 컨버터를 나타낸다. 제안된 컨버터의 1차 측은 인덕터  $L_{in}$ 을 이용한 센터 탭 구조이며 주 스위치  $S_1, S_2$ 와 보조 스위치  $S_3, S_4$  그리고 공통의 클램핑 커패시터  $C_c$ 를 사용하였다. 보조 스위치  $S_3, S_4$ 는 변압기의 1차측 누설 인덕턴스  $L_{k1,p}, L_{k2,p}$ 와 공진 커패시터  $C_c$ 의 공진 회로를 만들기 위해 사용된다. 주 스위치  $S_1, S_2$ 의 동작은 듀티비를 0.5보다 크게 ( $D > 0.5$ ) 설정하며, 180°의 위상차를 가진다. 보조 스위치  $S_3, S_4$ 는  $S_1, S_2$ 에 대해 상보적으로 동작한다. 예를 들어,  $S_1$ 의 턴 온 구간에서  $S_3$ 는 턴 오프 되고,  $S_1$ 의 턴 오프 구간에서  $S_3$ 가 턴 온 됨으로써 클램핑 커패시터  $C_c$ 와  $L_{k1,p}$ 가 직렬 공진하게 된다. 이와 같이  $S_2$ 와  $S_4$ 도 상보적으로 동작하며  $L_{k2,p}$ 와  $C_c$ 가 직렬 공진하게 된다. 본 회로의 2차 측은 변압기의 2차측 누설 인덕턴스  $L_s$ 에 공진 커패시터  $C_r$ 를 연결하여 L-C 직렬 공진을 일으킨다. 입력전압  $V_{in}$ 은 14V이며 출력전압  $V_{OUT}$ 은 48V이다.

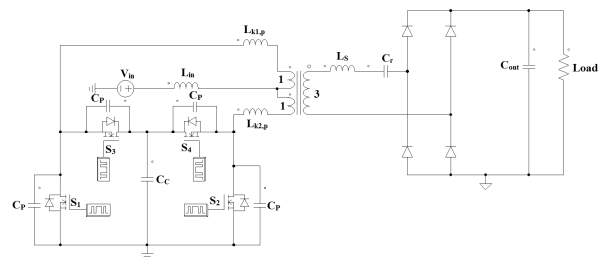


그림 2 제안된 능동 클램프 전류 유입형 푸쉬풀 컨버터

#### 2.2 시뮬레이션 결과

그림 2는 스위치의  $S_1$ 의 드레인-소스 전압  $V_{DS1}$  및 전류  $I_{S1}$  파형과 출력전압  $V_{OUT}$ 을 나타낸다. 그림 2를 통해 알 수 있듯이, 스위치의 턴 온시 발생하는 전압 스파이크 현상은 능동 클램핑 동작으로 완화 되었으며 효율은 97.06%로 능동 클램프 회로가 없을 때보다 0.9% 증가하였다.

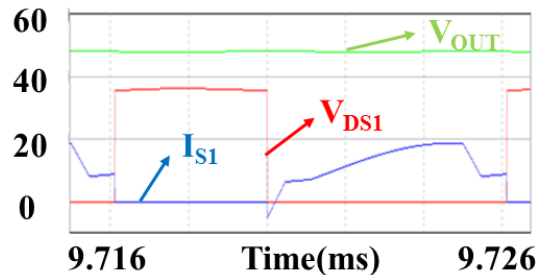


그림 3 스위치  $S_1$ 의 드레인-소스 전압, 전류 및 출력전압

### 3. 결론

제안된 능동 클램핑 회로를 적용하여 스위치에 턴 온시 발생하던 전압 스파이크 현상을 완화시켰다. 또한 능동 클램핑 회로가 없을 때보다 효율을 약 0.9% 증가 시켰다. 제안된 회로는 PSIM 시뮬레이션 툴을 통해 검증되었다.

이 논문은 2014년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업 지원을 받아 수행된 것임. (No. NRF-2014R1A1A1036384)

#### 참고 문헌

- [1] H. Ma, L. Chen, and Z. Bai, "An active-clamping current-fed push-pull converter for vehicle inverter application and resonance analysis," in *Proc. of IEEE ISIE*, pp.160 - 165, 2012.