

승압형 Push-Pull type 공진형 컨버터

양기연, 박성준, 임상길, 박병우, 이화춘
전남대학교

Boost Push-Pull type resonant converter

Gi-Yeon Yang, Sung-Jun Park, Sang-Kil Lim, Byoung-Wo Park, Hwa-Chun Lee
Chonnam National University

ABSTRACT

본 논문에서는 저전압 대전류 입력의 DC/DC컨버터에서 과도한 전류 스트레스를 부담하는 변형된 Push Pull type 컨버터를 제안한다. 제안된 컨버터는 변압기에 병렬로 권선과 스위치를 구성하며 L C공진을 통해 소프트스위칭을 실현한다. 이를 시뮬레이션 및 실험을 통해 검증하였다.

1. 서 론

최근 신재생에너지의 보급화와 함께 에너지 저장시스템에 대한 사람들에 관심이 높아짐에 따라 고효율의 다양한 용량에 전력변환기가 요구되고 있는 추세이다.

전력변환기인 고승압형 DC/DC컨버터는 일반적으로 Hard Switching 방식을 사용하여 제어성능은 우수하지만 고압 승압시 손실이 많이 발생하는 단점이 있다. 이를 개선하기 위해 본 논문에서는 변형된 Push Pull type의 공진형 컨버터를 제안하였다. 출력 단에 콘덴서를 이용한 배압회로를 사용하여 고승압을 실현하고 중간 탭 변압기를 이용하여 입출력 절연을 달성함과 동시에 공진을 하기 위한 리액터를 별도로 구성하지 않고 누설 인덕턴스를 이용하여 공진을 실현함으로써 Soft Switching을 실현하고 시스템 전체크기를 줄이고 안정성 및 손실은 감소시켜 효율성을 향상 시켰다.^[1] 또한 변압기의 1차측에 두 권선을 병렬로 구성함으로써 스위치가 갖는 전류 스트레스가 감소하고 하나의 스위치가 소실되더라도 정상 동작이 가능하도록 하였다.

2. 본 론

2.1 제안한 Push-Pull 컨버터

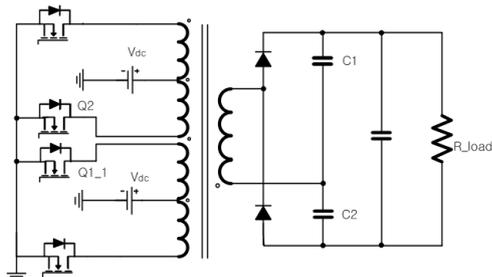


그림 1 Push-Pull type DC/DC 컨버터 회로

그림 1은 제안한 컨버터의 개념을 설명하기 위해 나타난 회로이다. 일반적인 Push Pull 컨버터는 승압시 여러 가지 문제가 발생하여 승압 응용에 적합하지 않지만 제안된 Push Pull 컨버터는 출력 단에 다이오드와 콘덴서를 이용한 반파 정류 타입의 배압회로를 구성하여 교번자계를 사용할 수 있는 조건을 만들었다. 이것은 에너지 전달과 고승압에 유리하다. 동작은 Q1,Q1_1와 Q2,Q2_1가 스위칭하며 동작한다.

3. 시뮬레이션

제안한 컨버터를 PSIM을 사용하여 시뮬레이션을 하여 검증하였다. 표 1은 시뮬레이션에 적용된 파라미터를 나타낸다.

표 1 시뮬레이션 파라미터

Parameter	Symbol	Value
입력 전압	Vin	24 [V]
출력 전압	Vout	310 [V]
스위칭 주파수	fs	52 [kHz]
인덕터	Lm	3 [mH]
누설 리액턴스	Ll	20 [nH]
공진 커패시터	Cr	2.0 [uF]
변압기 턴수비	N	1:13

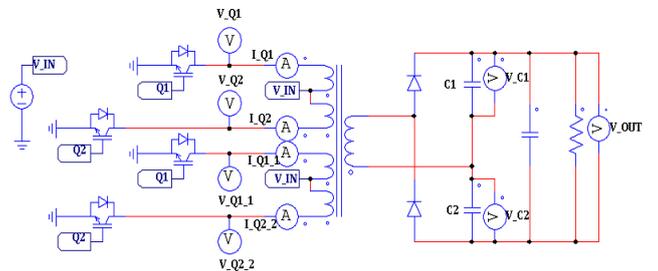


그림2. Push-Pull type DC/DC 컨버터 실험 회로

그림 2,3은 시뮬레이션 하기 위해 구성된 회로이다. 시뮬레이션 결과 변압기의 누설 인덕턴스가 공진에 영향을 미치는 것을 확인하였으며, 이는 2차측 콘덴서와 변압기의 누설 인덕턴스 성분이 공진을 이루는 것을 검증하였다. 이는 변압기 설계시 누설 인덕턴스의 성분의 조정이 정밀하게 이루어져야 함을 의미한다.

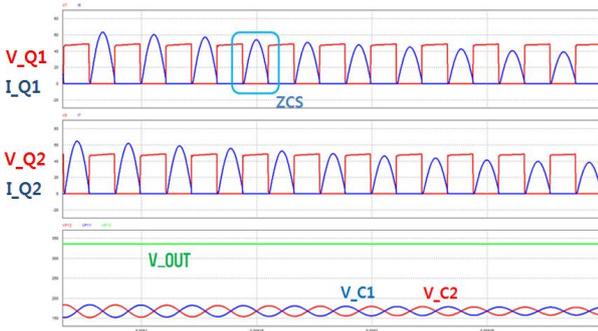


그림 3. Push-Pull type DC/DC 컨버터 시뮬레이션 파형

그림 3의 시뮬레이션 결과 스위치에 흐르는 전류는 불연속 모드로 동작하고 있으며 L C 공진에 의해 반파 형태의 전류가 흐르는 것을 알 수 있으며 스위치 동작 시 ZCS로 동작함으로써 Soft Switching을 확인하였다.

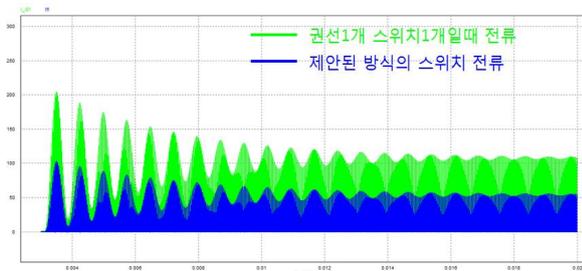


그림 4. 스위치에 따른 전류 파형

그림 4는 제한한 방식 컨버터에서 스위치 한 개를 더 추가하여 권선2개를 병렬로 구성한 것과 단권선의 스위치에 흐르는 전류를 비교 한 파형이다. 이와 같은 방식으로 스위치에 흐르는 전류량을 절반으로 분담하여 전류 스트레스를 저감시켜 시스템 자체의 가격도 낮출 수 있는 장점이 있다. 그림 5은 한쪽 권선에 흐르는 전류, 게이팅 신호와 출력 전압을 나타내고 있다.

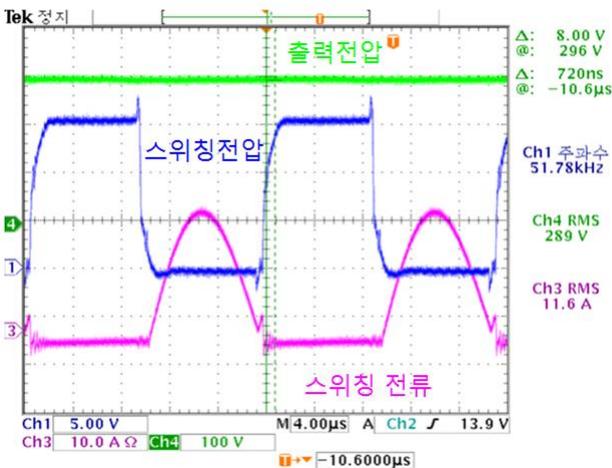


그림 5. 실험 결과 파형

제한된 DC/DC 컨버터의 경우 변압기의 설계가 매우 중요하다. 일반적으로 변압기의 권선을 병렬로 구성할 때에는, 각 권선들의 자기 인덕턴스와 누설 인덕턴스가 등가적으로 균일하게

되어야 하고, 2차측으로 쇄교되는 자속이 일정할 수 있도록 권선을 와인딩 해야만 한다. 이는 2차측에 쇄교되는 유기 기전력이 동일할 때 입력 전류가 균등하게 흐르기 때문이다. 변압기의 설계가 잘못될 경우 각 권선에 흐르는 입력 전류 편차가 발생하여 각 스위치의 스트레스에 따라 수명이 결정되게 된다.

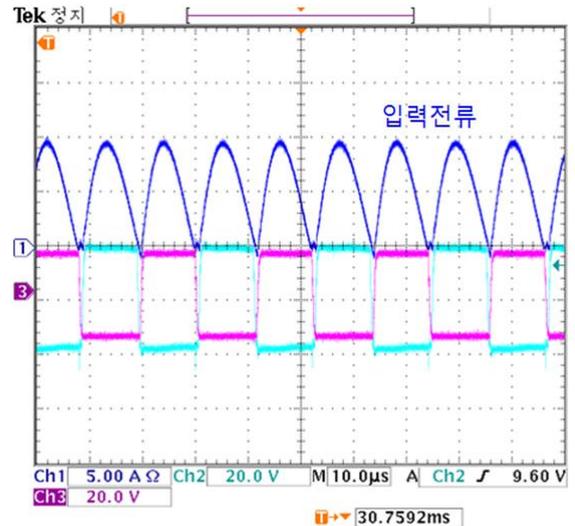


그림 6. 1차측 입력 전류 (각 권선 일정한 전류)

4. 결론

본 논문에서는 Push Pull type의 컨버터에 권선과 스위치를 병렬로 추가한 회로를 제안했다. 이 회로를 이용하여 ZCS스위칭을 비롯해 고순압이 달성되는 것을 시뮬레이션 및 실험을 통하여 검증하였다. 제한한 컨버터는 소프트 스위칭을 통하여 스위칭 손실을 저감시키고 병렬로 추가한 스위치를 통하여 전류 스트레스를 줄여 손실을 저감시킴으로써 시스템 자체의 수명을 연장시키고 한 쪽 루프가 차단될 때에도 동작이 가능한 것을 증명하여 범용성 있는 전력시스템을 구현할 수 있게 하였다.

본 연구는 교육과학기술부와 한국연구재단의 지역혁신인력양성사업으로 수행된 연구결과임

참고 문헌

- [1] 송성근, 박성준, 김대경, 신덕식 “Push Pull을 이용한 소프트 스위칭 DC/DC 컨버터” 2009년도 대한전기학회 논문집, 2009.7, page(s): 989 990
- [2] Blanes, J. M. , Garrigos, A. , Carrasco, J. A. , Ejea Martí , , J. , Sanchis Kilders, E. “High Efficiency Regulation Method for a Zero Current and Zero Voltage Current Fed Push Pull Converter” IEEE transactions on power electronics Vol.26 No.2 [2011] pp 444 452
- [3] Delshad, M. Farzanehfard, H. “A new soft switched push pull current fed converter for fuel cell applications” Elsevier Science B.V. Amsterdam. Vol. 52 No. 2, pp.917 923, 2011