

넓은 입력범위를 갖는 하이브리드 스위칭 방식의 풀 브릿지 dc-dc 컨버터

박천윤, 권봉환
포항공과대학교 전자전기공학과

A Hybrid switching scheme full-bridge dc-dc converter for a wide input range.

Chun Yoon Park, Bong Hwan Kwon

Department of Electronic and Electrical Engineering, Pohang University of Science and Technology

ABSTRACT

풀 브릿지 dc dc 컨버터는 일차측의 모든 스위치가 ZVS 턴 온을 하여 높은 효율을 얻을 수 있다는 장점이 있다. 그러나 풀 브릿지 dc dc 컨버터의 입력전압의 값이 낮아지면 전압 이득이 낮아서 출력측의 전압도 낮아진다는 단점이 있다. 이러한 점을 개선하기 위하여 풀 브릿지 능동 클램프 회로를 함께 사용하여 입력전압이 낮아지더라도 출력전압을 원하는 값을 유지하도록 한다. 일반적인 전압의 입력에서는 위상변이 방식의 풀 브릿지 dc dc 컨버터로 동작하며, 입력전압이 낮아질 경우 능동 클램프로 제어하게 된다. 일반적인 전압의 입력에서는 위상 변이 방식의 풀브릿지 dc dc 컨버터로 동작하며, 입력전압이 낮아질 경우 능동 클램프로 제어하게 된다. 본 논문에서는 넓은 입력 범위를 갖는 풀 브릿지 dc dc 컨버터를 제안한다. 제안하는 dc dc 컨버터의 구조와 제어 방식을 소개하며 시뮬레이션 결과를 통하여 회로의 타당성을 확인한다.

1. 서론

풀 브릿지 위상천이 dc dc 컨버터^[1]는 추가적인 회로 없이도 일차측의 모든 스위치들이 영전압 스위칭이 가능하다. 이와 같은 작은 스위칭 손실 때문에 고주파 스위칭이 가능하여 시스템의 크기를 줄일 수 있으며 고효율의 시스템을 구현할 수 있다는 장점이 있어서 널리 사용되고 있다.

풀 브릿지 위상천이 dc dc 컨버터는 전력 전달 과정에서 에너지를 별도의 인덕터나 캐패시터에 저장하는 방식이 아니기 때문에 강압형 컨버터에 해당한다. 따라서 입력전압의 변화가 심한 경우 변압기의 설계시 권선수를 증가시켜야 한다.

능동 클램프 dc dc 컨버터 회로는 누설 인덕턴스에 저장된 에너지를 회생시켜 스위치들의 턴 온 영전압 스위칭을 실현시킨다^[2]. 이 회로는 입출력 전압비가 스위치의 듀티에 의해 결정된다. 따라서 듀티를 조정함으로써 승압기능을 가질 수 있게 된다. 능동 클램프 회로 역시 앞에서 소개한 풀 브릿지 위상천이 dc dc 컨버터와 마찬가지로 일정한 스위칭 주파수를 갖게 된다.

제안하는 컨버터 회로 (그림 1)는 기존의 위상천이 풀 브릿지 dc dc 컨버터에서 블로킹 다이오드 하나와 능동 클램프 캐패시터 하나만을 추가한 구조를 갖는다. 최소한의 소자만을 추가하여 별도의 레그 추가 없이도 승압과 강압이 모두 가능한 형태를 갖는다. 입력전압이 높을 경우 위상천이 방식으로 동

작하는 강압형 컨버터가 되고, 입력전압이 낮아질 경우 듀티를 변조시켜 제어하는 승압형 능동 클램프 회로로 동작하게 된다.

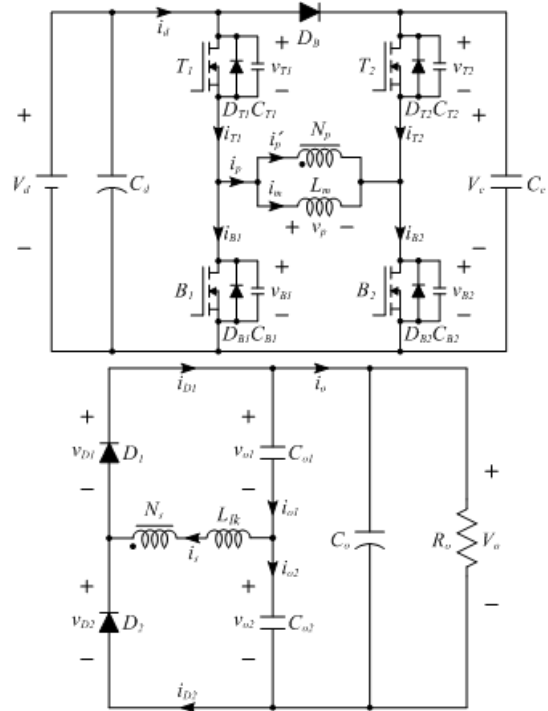


그림 1 제안하는 풀 브릿지 dc-dc 컨버터의 회로도

2. 제안하는 풀 브릿지 컨버터의 동작

제안하는 풀 브릿지 컨버터의 동작은 크게 두 가지 경우로 나누어진다. 입력전압이 높을때는 위상천이 방식으로 동작하며 입력전압이 낮을때는 능동 클램프 모드로 동작하게 된다.

2.1 위상천이 모드

입력전압이 높을 경우 제안하는 컨버터는 위상천이 풀 브릿지 컨버터로 동작한다. 이때 블로킹 다이오드 D_B 는 도통되어 클램프 전압은 입력전압과 같은 값을 갖고 동작한다. 진상레그 스위치 T_1 과 B_1 은 일정한 스위칭 주파수를 가지며 각각 0.5의 듀티로 동작한다. 또한 지상레그 스위치 T_2 와 B_2 역시 일정한 스위칭 주파수로 가지며 각각 0.5의 듀티로 동작하게 된다.

진상레그 스위치들과 지상레그 스위치들의 위상차에 의해 전력은 1차 측의 풀 브릿지를 거쳐서 변압기를 통해 2차측으로 전달되게 된다.

2.2 능동 클램프 모드

입력전압이 낮을 경우 제안하는 컨버터는 승압 모드로 동작한다. 그리고 블로킹 다이오드 D_B 가 소거되어 듀얼 하프 브릿지 컨버터로 동작하게 된다. 스위치 T_1 과 B_2 가 듀티 D 로 동작하며, T_2 와 B_1 이 듀티 $1-D$ 로 동작하게 된다. 승압 모드에서 클램프 캐패시터 C_c 에 인가되는 평균 전압은 다음과 같다.^[2]

$$V_c = \frac{D}{1-D} V_D \quad (1)$$

또한 출력전압 V_o 는 다음과 같다.

$$V_o = \frac{n}{1-D} V_D \quad (n=N_s/N_p) \quad (2)$$

따라서 듀티 D 를 조절하여 입력전압이 낮아도 출력전압이 낮아지지 않고 출력을 공급할 수 있다.

3. 시뮬레이션 결과

제안한 회로의 타당성을 확인하기 위하여 PSIM 9.0으로 시뮬레이션을 수행하였다. 시뮬레이션에서 사용한 파라미터들은 표1과 같다.

표 1 PSIM 시뮬레이션 파라미터

V_d	200~400V	V_o	350V
P_o	1.2kW	R_o	100Ω
$N_p:N_s$	14:10	L_m	800μH
C_{o1}, C_{o2}	1μF	C_c	2μF

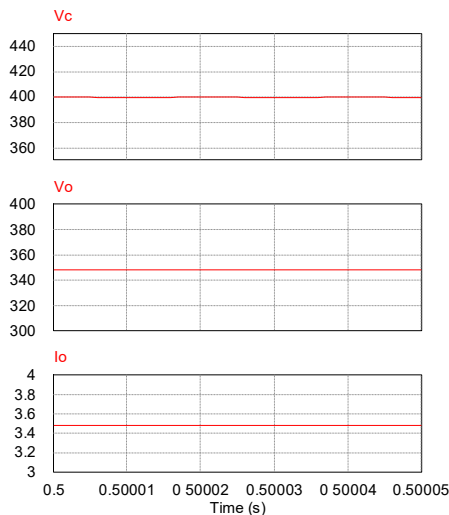


그림 2 위상천이 모드, $V_d=400V$ (V_c, V_o, I_o 순)

그림 2는 위상천이 모드에서 동작할 때의 시뮬레이션 파형이다. 입력전압은 400V이며 블로킹 다이오드 D_B 가 도통되고 있기 때문에 클램프 전압은 입력전압과 동일하게 유지됨을 확인할 수 있다. 출력전압은 350V를 유지하고 있으며 출력전류

역시 3.5A를 유지하고 있음을 확인할 수 있다.

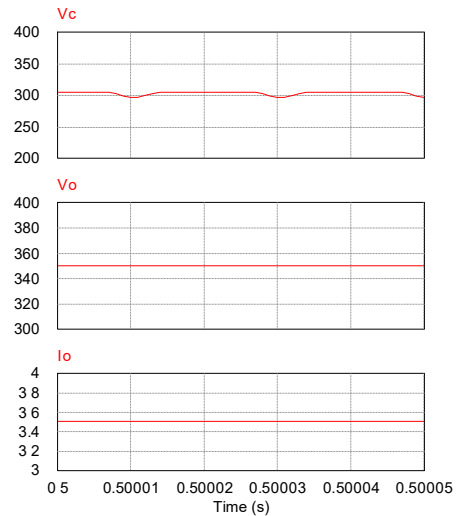


그림 3 능동 클램프 모드, $V_d=200V$ (V_c, V_o, I_o 순)

그림 3은 입력전압이 낮아진 경우 능동 클램프 모드로 동작할때의 시뮬레이션 파형이다. 클램프 전압은 약 300V 정도로 유지되고 있으며 이때 블로킹 다이오드 D_B 는 소거된 상태이다. 위상천이 모드와 마찬가지로 출력전압은 350V, 출력전류는 3.5A를 유지하고 있다.

4. 결론

본 논문에서는 하이브리드 방식의 풀 브릿지 dc dc 컨버터를 제안하였고 상황에 따른 제어방식을 소개하였다. 기존의 풀 브릿지 dc dc 컨버터에 별도의 레그 추가 없이 블로킹 다이오드와 클램프 캐패시터만을 추가하여 기존 위상천이 방식의 풀 브릿지 dc dc 컨버터의 장점을 유지하면서 전압 이득이 낮은 단점을 보완하였다. 또한 제안된 회로의 타당성을 PSIM 시뮬레이션을 통해 확인하였다.

참고 문헌

- [1] E. H. Kim, and B. H. Kwon, "Zero Voltage and Zero Current Switching Full Bridge Converter With Secondary Resonance," IEEE Trans. Ind. Electron., vol. 57, No. 3, pp. 1017-1025, Mar., 2010.
- [2] J. K. Park, W. Y. Choi, and B. H. Kwon, "A Step Up DC DC Converter With a Resonant Voltage Doubler," IEEE Trans. Ind. Electron., vol. 54, No. 6, pp. 3267-3275, Dec., 2007.