

# 스위칭 셀을 이용한 절연형 풀 브릿지 DC-DC 컨버터

김상훈, 김흥근, 차헌녕, 전태원, 노의철  
 경북대학교      울산대학교      부경대학교

## A New Isolated FB DC-DC Converter Using Switching Cell

Sanghoon Kim, Heung Geun Kim, Honnyong Cha, Tae Won Chun, Eui Cheol Nho  
 Kyungpook National Univ., Ulsan Univ., Pukyong National Univ.

### ABSTRACT

기존의 풀 브릿지 DC DC 컨버터는 대용량으로 갈수록 변압기와 필터의 크기가 커지게 되는 단점이 있다. 본 논문에서는 스위칭 셀(switching cell)을 이용해서 변압기 크기를 줄일 수 있는 새로운 컨버터를 제안한다. 이 컨버터는 변압기에 스위칭 주파수의 2배 주파수가 인가되고, 또한 입력 전압의 절반이 인가된다. 따라서 기존 컨버터 변압기의 크기를 획기적으로 줄일 수 있는 장점이 있다. 이를 실험을 통해 검증한다.

### 1. 서론

오늘날 전원장치로서 많이 사용되고 있는 절연형 DC DC 컨버터는 대용량으로 갈수록 전원장치의 전체 구성에서 변압기의 무게와 크기가 상당한 부분을 차지하게 된다.

이를 개선하기 위해 제안된 컨버터는 스위칭 주파수의 2배 주파수와 입력전압의 절반이 변압기에 인가되어 기존의 컨버터보다 약 1/4 배로 변압기 크기를 줄일 수 있다. 또한 출력 필터 인덕터의 크기도 줄일 수 있어서 결과적으로 시스템 전체 단가를 낮출 수 있다. 이 컨버터는 기존 절연형 풀 브릿지 DC DC 컨버터에서 스위칭 셀과 결합인덕터 부분이 추가되었다. 동작원리 및 이론적 파형과 실험을 통해 얻은 결과를 비교하고 결론을 맺는다.

## 2. 스위칭 셀을 이용한 절연형 풀 브릿지 DC-DC 컨버터

### 2.1 회로구성

그림 1에서 살펴보면 기존의 상보적으로 동작하는 스위칭 구조와 달리 스위칭 셀과 결합인덕터가 결합된 형태의 구조이다. 구조적 특성으로 인해 암단락 스위칭이 가능하고 기존의 컨버터에서 없었던 입력전압의 절반의 전압이 암단락 스위칭을 사용함으로써 나타나게 된다.

### 2.2 동작원리

강하게 결합된 결합인덕터를 사용한다는 전제를 두고 해석을 한다. 스위칭 신호는 그림 2에 나타내었다.

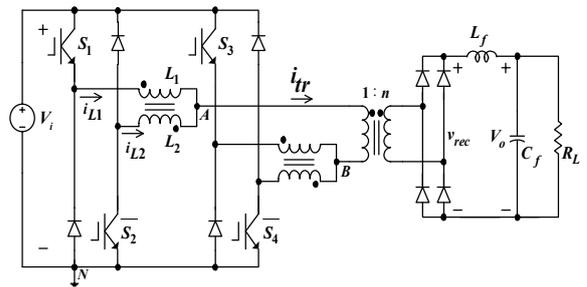


그림 1 스위칭 셀을 이용한 절연형 풀 브릿지 DC-DC 컨버터

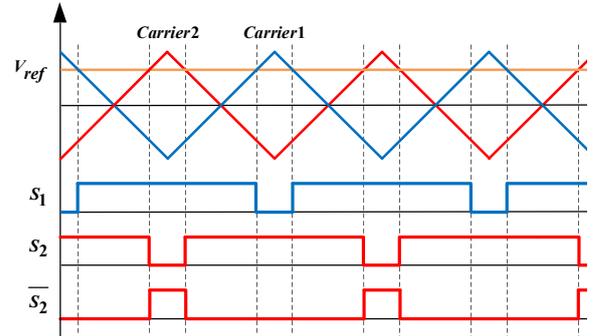


그림 2 스위칭 신호

스위칭 신호는 삼각 반송파 신호와  $V_{ref}$ 를 비교하는 방식이고  $S_2$  신호는  $S_1$ 과  $180^\circ$  위상차이가 나고 그것을 반전시킨  $\overline{S_2}$  신호를 사용한다.  $S_3$  신호는  $S_1$  신호에서  $90^\circ$  뒤로 이동시켜 사용한다. 두 개의 셀(P cell, N cell)을 묶어서 하나의 암(Arm)을 해석하면 스위칭 상태에 따라 3가지 상태가 나타난다.

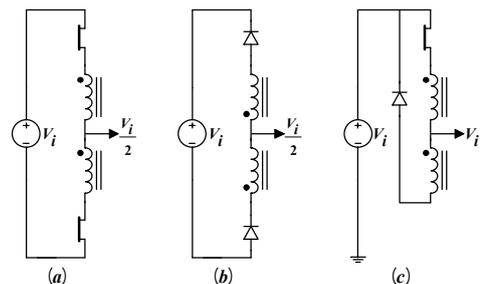


그림 3 스위칭 신호에 따른 해석

a 와 b 상태에서 입력전압의 절반이  $v_A$ 에 인가되고 c 상태에서는 입력전압이 그대로 인가된다.  $v_B$ 는  $v_A$ 에서  $90^\circ$  이동된 전압이 나타나고  $v_{AB}$ 에는  $2f_{sw}$  주파수와 입력전압의 절반이 인가된다. 따라서 식 1에 의해서 이론적으로 변압기의 크기가 1/4 배정도 감소한다.

$$E_{rms} = 4.44NA_c B_{max} \quad (1)$$

그림 4에서 설정된 D로 전압이득을 구하면 다음과 같다.

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

그림 4에서 보면  $v_{rec}$ 은  $4f_{sw}$ 의 주파수를 가진다. 따라서 출력 전류리플은 기존의 컨버터에 비해 1/4 배로 줄어든다.

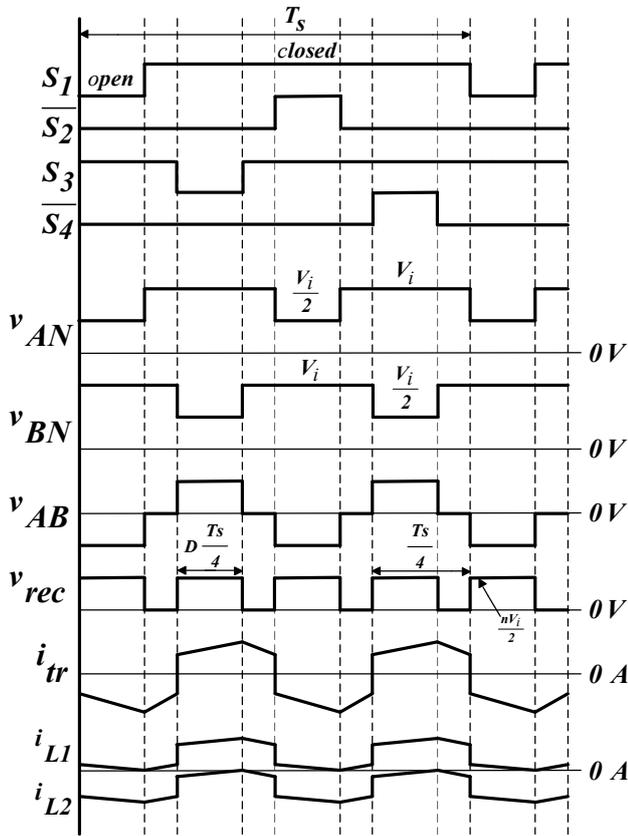


그림 4 주요파형

### 3. 실험결과

본 논문에서 제안된 컨버터의 성능을 검증하기 위해 변압기 권선비가 1:1인 500 W급의 컨버터를 제작하여서 실험하였다. 실험조건은 표 1과 같다. 그림 5에서  $2f_{sw}$ 의 주파수와 입력전압의 절반이 변압기에 인가되는 것을 확인할 수 있다.

표 1 실험 조건

$V_i$	150 V	$f_{sw}$	20 kHz
$D$	0.8	$L_f$	214 $\mu H$
$L_1$	217 $\mu H$	$C_f$	470 $\mu F$
$L_2$	217 $\mu H$	$R_L$	5 $\Omega$

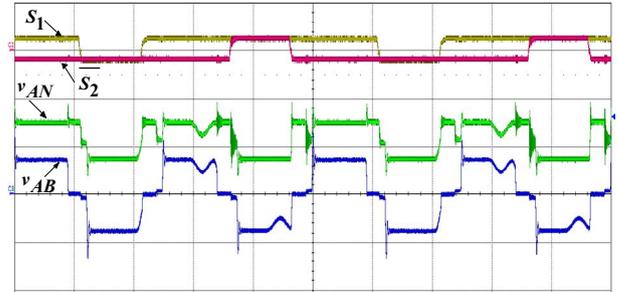


그림 5 실험파형 ( $v_{AN}, v_{AB}$  : 100 V/div, 10  $\mu sec/div$ )

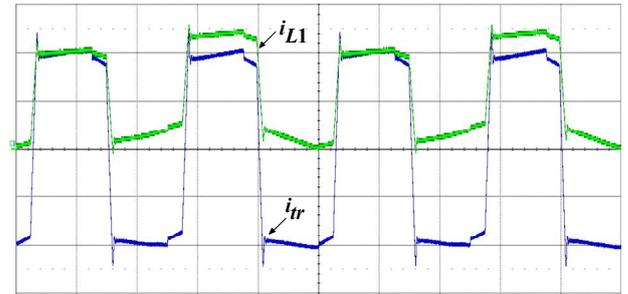


그림 6 실험파형 ( $i_{L1}, i_{tr}$  : 5 A/div, 10  $\mu sec/div$ )

### 3. 결론

본 논문에서 기존의 풀 브릿지 DC DC 컨버터를 개선하여 변압기의 크기를 줄일 수 있는 새로운 컨버터를 제안하였다. 스위칭 셀과 결합인덕터를 이용한 이 컨버터는 기존의 컨버터와 비교해서 변압기 크기를 약 1/4배 줄일 수 있다. 또한 LC필터 부분의 크기를 줄일 수 있어서 전체적인 시스템 크기를 획기적으로 줄일 수 있다. 제안된 컨버터는 전원장치의 소형화에 큰 효과를 가져다 줄 것이다.

### 참고 문헌

- [1] Chapelsky C, Salmon J, Knight, A.M.Chapelsky, C. "High Quality Single Phase Power Conversion by Reconsidering the Magnetic Components in the Output Stage Building a Better Half Bridge", IEEE Trans, Industry Applications, Vol. 45, pp. 2048-2055, Nov, 2009
- [2] J Gallagher, "Coupled inductors improve multiphase buck efficiency," Power Electron. Technol. Mag., pp. 36-42, Jan, 2006