

# 절연형 양방향 DC-DC 컨버터의 변압기 권선비와 방전모드에 따른 손실 분석

구법진, 김학수, 노의철, 김인동, \*김흥근, \*\*전태원  
부경대학교, \*경북대학교, \*\*울산대학교

## Loss analysis of the Isolation type Bidirectional DC-DC Converter with the Discharge Mode and Turn-Ratio

Beob Jin Koo, Hak Soo Kim, Eui Cheol Nho, In Dong Kim, \*Heung Geun Kim, \*\*Tae Won Chun  
Pukyong Nat'l Univ., \*Kyungpook Nat'l Univ., \*\*University of Ulsan

### ABSTRACT

본 논문은 절연형 양방향 DC DC 컨버터의 방전모드와 변압기 권선비에 따른 손실 분석에 대해 다루었다. Phase Shift방전모드<sup>[1]</sup>와 Boost방전모드에서 변압기 권선비에 따른 스위치손실을 분석하여 손실을 최소화 하는 변압기 권선비와 최적의 방전모드를 결정하고자 한다.

### 1. 서론

다양한 양방향 DC DC 컨버터 시스템 중에서 응답특성이 빠르고, 인버터의 DC link단과 에너지 저장 소자 간에 절연이 필요하며, 1차측과 2차측 DC 전압의 차이가 큰 경우, 주로 Dual Full Bridge 방식을 기본으로 한 양방향 DC DC 컨버터를 사용한다. 기존의 Dual Full Bridge 컨버터에 대한 연구는 주로 1 차 측과 2 차 측의 스위칭 조합에 대하여 이루어졌다.

본 논문에서는 Dual Full Bridge 구조의 양방향 DC DC 컨버터의 동작 시 스위칭 조합(동작 모드)과 변압기 권선비에 따른 전력변환 효율을 분석하고자 한다. 동일한 출력으로 Phase Shift모드 와 Boost 모드로 방전하는 경우를 가정하였으며, 각 방전 모드에서 변압기 권선비가 다른 경우에 대하여 스위치 손실을 분석, 비교하였다.

### 2. 양방향 DC-DC 컨버터의 구성 및 동작원리

#### 2.1 시스템의 구성

그림 1은 본 논문에서 다루고자 하는 Dual Full Bridge 양방향 DC DC컨버터의 회로도이다.

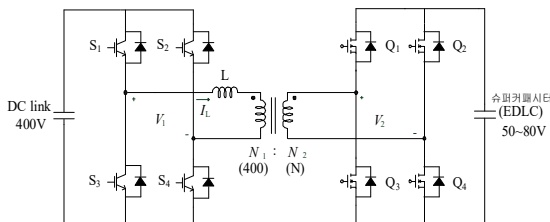


그림 1 Dual full-bridge 양방향 DC-DC 컨버터  
Fig. 1 Dual full-bridge bidirectional DC-DC converter

컨버터의 용량은 3kW 이고, 1 차측 DC link 전압은 400 V, 2 차측 슈퍼커패시터의 전압은 50V~80V로 가변한다. L의 크기는 Phase Shift 모드와 Boost 모드인 경우 각각에 대하여 최적화하여 설계하였다.

#### 2.2.1 Phase-shift 모드 동작원리

그림 2는 Phase shift모드로 방전 시 게이트신호, 인덕터 L의 양단 전압 및 전류파형을 나타낸 것이다. 모든 스위치의 Duty를 0.5로 고정시키고 1 차 측과 2 차 측 전압파형의 위상을 조절하여 방전 전력의 크기를 조절한다.

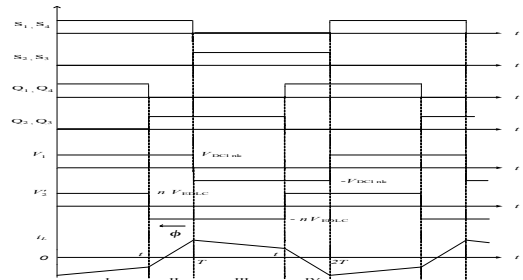


그림 2 Phase-shift모드 방전 시 게이트 신호, 인덕터 양단 전압 및 전류파형  
Fig. 2 Gate signal, inductor voltage and current with phase-Shift discharge mode

#### 2.2.2 Boost 모드 동작원리

그림 3은 Boost모드로 방전 시 게이트 신호, 인덕터 L의 양단 전압 및 전류파형을 나타낸 것이다. 2 차 측의 모든 스위치와 1 차 측 S2, S4의 Duty를 0.5로 고정시키고 S1, S3의 Duty를 제어하여 방전 전력을 조절한다.

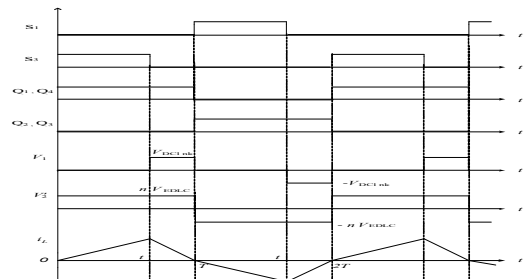


그림 3 Boost모드 방전시 게이트 신호, 인덕터 양단 전압 및 전류파형  
Fig. 3 Gate signal, inductor voltage and current with boost discharge mode

### 3. 방전모드에 따른 스위치와 변압기 손실분석을 통한 변압기 권선비 설계

#### 3.1 Phase-shift모드 방전 시 스위치 손실분석

그림 4는 Phase shift모드 방전 시 고려해야 할 스위치 손실을 나타낸 것이다. 그림 2에서 구간 I 과 구간II에서 발생하는 손실의 총 합은 ①+②+③이다.

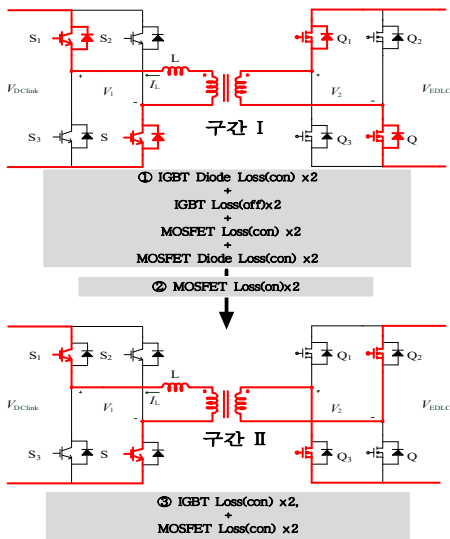


그림 4 Phase-shift 모드 방전 시 스위치 손실  
Fig. 4 Switch loss with phase-shift discharge mode

#### 3.2 Boost모드 방전 시 스위치 손실분석

그림 5는 Boost모드 방전 시 고려해야 할 스위치 손실을 나타낸 것이다. 그림 3에서 구간 I 과 구간II에서 발생하는 손실의 총 합은 ①+②+③이다.

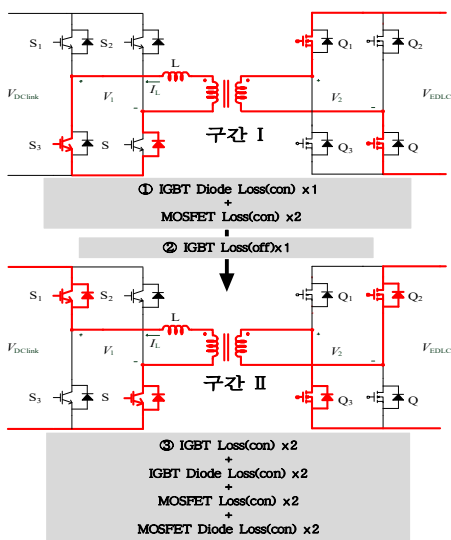


그림 5 Boost 모드 방전 시 스위치 손실  
Fig. 5 Switch loss with boost discharge mode

#### 3.3 방전모드별 최소의 손실을 가지는 변압기 권선비

그림 6은 Phase shift 모드 방전 시 슈퍼커패시터전압이 50V~80V, 2차측 권선수가 90~120 일 때 10 단위마다 손실을 계산하여 그래프로 나타낸 것이다.

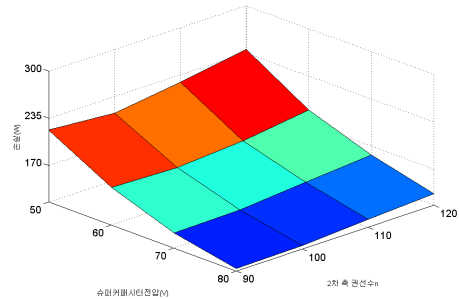


그림 6 Phase-shift모드 방전 시 총 손실 그래프  
Fig. 6 Total loss graph with phase-shift discharge mode

그림 7은 Boost모드 방전 시 Phase shift 모드 방전과 같은 조건에서 손실을 계산하여 그래프로 나타낸 것이다.

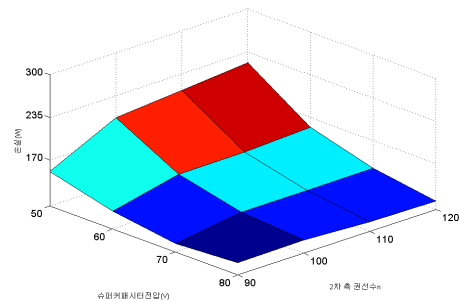


그림 7 Boost모드 방전 시 총 손실 그래프  
Fig. 7 Total loss graph with boost discharge mode

## 4. 결론

본 논문은 절연형 양방향 DC DC 컨버터의 3kW 방전 시 방전모드와 변압기 권선비에 따른 스위치 손실의 분석 및 비교에 대해 다루었다. Phase shift 모드로 방전 시 권선비가 400:100인 경우 스위치 손실이 최소이며, Boost모드로 방전 시 권선비가 400:90일 때 손실이 가장 적은 것을 확인할 수 있었다. 평균전력손실이 가장 낮은 경우는 Boost모드 방전 시 권선비 400:90인 경우이다.

본 연구는 2011년도 지식경제부의 재원으로 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 결과입니다. (NO. 20111020400260)

## 참고 문헌

- [1] 송용협, 정재현, 김진영, 노의철, 김인동, 김홍근, 전태원, “연료전지 응답특성 보상용 슈퍼커패시터 에너지 저장 시스템”, 전력전자학회 논문지 제16권 제5호, pp. 415~531, 2011, 10.