

# 100kW급 4병렬 스위치 인터리브 DC/DC 컨버터 개발

박성미<sup>1</sup>, 임상길<sup>2</sup>, 박성준<sup>2</sup>  
한국승강기대<sup>1</sup>, 전남대<sup>2</sup>

## Development of 100kW 4-Parallel Switch Interleaved DC/ C Converter

Seong Mi Park<sup>1</sup>, Sang Kil Lim<sup>2</sup>, Sung Jun Park<sup>2</sup>  
Korea Lift College<sup>1</sup>, Chonnam National University<sup>2</sup>

### ABSTRACT

대용량 전력변환기는 가청주파수에 해당하는 낮은 주파수 스위칭 동작으로 전력변환기 구동 시 리액터 소음에 의한 공해를 유발하고 있다. 이러한 리액터 소음공해 제거하기 위해 대용량 전력변환기의 높은 주파수 전압을 리액터에 인가할 수 있는 새로운 DC/DC 컨버터 토폴로지를 제안한다. 본 논문에서 제안된 토폴로지는 다수의 스위치를 병렬로 연결하여 스위치 인터리브 방식에 의한 높은 등가 스위칭 동작 구현이 가능하다. 따라서 제안된 스위치 인터리브 방식은 대용량 전력변환기의 리액터 소음을 제거할 수 있을 뿐만 아니라 리액터용 용량을 저감하여 전력변환기의 에너지 밀도 증대와 단가 감수 측면에서 큰 장점을 갖고 있다.

### 1. 서론

대용량 전력변환기는 스위치 용량 특성상 스위칭 주파수를 높이는데 한계가 있다. 이 경우 전력변환기를 병렬로 연결하여 인터리브드 방식으로 스위칭을 행할 경우 콘덴서 측에 유입되는 전류의 등가 스위칭 주파수를 증대하여 출력 전압리플을 저감하는 연구가 활발히 진행되고 있다. 이 경우 전력변환기의 리액터에는 스위칭 주파수가 인가되어 리액터 소음 저감은 불가능하다. 또한 양방향 인터리브드 전력변환기 경우 순환전류가 발생할 수 있는 단점이 있다.<sup>[1][2]</sup> 이는 전력변환기 병렬구성에 의해 기인한 것이다. 따라서 본 논문에서는 리액터의 낮은 스위칭에 의한 소음극복과 순환전류 문제를 해결하기 위해 새로운 스위치 병렬형 인터리브 전력변환기를 제안한다.

### 2. 인터리브드 전력변환기

기존의 2상 부스트 컨버터의 구조는 그림 1과 같이 구성되고, 인덕터, 스위치, 다이오드는 병렬로 연결된 형태이지만 출력 커패시터는 공통으로 사용한다. 2상 부스트 컨버터는 단일 부스트 컨버터의 병렬제어로서 정의할 수 있으며, 인터리브드 방식으로 제어하여 입력전압을 승압한다. 또한 각 전력변환기는 90°만큼 위상 지연을 가지고 동일한 스위칭 주파수를 가지는 신호로 스위칭 하는 방식을 말한다. 2상 부스트 컨버터는 입력전류가 병렬 연결된 단일 부스트 컨버터에 각각 분배되기 때문에 소자의 전류정격 및 전류 스트레스를 줄일 수 있다. 또한 입력전류는 각각의 단일 부스트 컨버터의 입력전류가 중첩

되어 나타나기 때문에 입력전류 리플을 저감할 수 있고, 그에 따른 출력전압 리플을 저감할 수 있다.

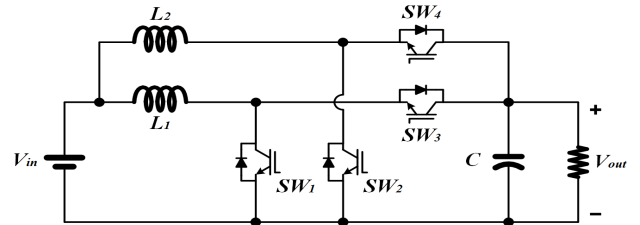


그림 1 2상 인터리브 부스트 컨버터 구조  
Fig. 1 Two-Phase Interleaved Boost Converter structure

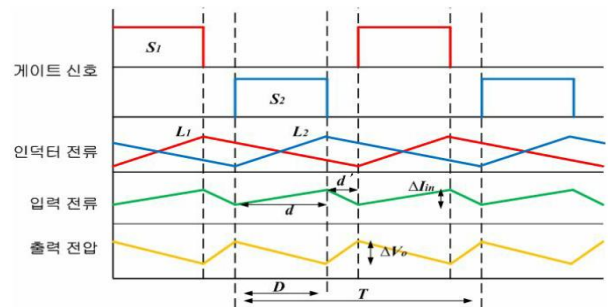


그림 2 인터리브드 컨버터의 출력전압, 입력전류 리플  
Fig. 2 output voltage, input current ripple of the interleaved

### 3. 제안된 스위치 인터리브드 전력변환기

그림 3은 인터리브드 DC/DC 전력변환기의 단점을 극복하기 위해 본 논문에서 제안된 스위치 인터리브드 DC/DC 전력변환기 구조를 나타내고 있다.

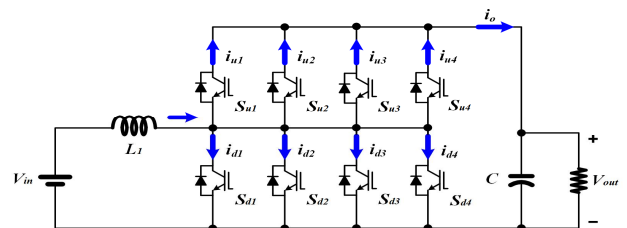


그림 3 4상 스위치 병렬방식의 인터리브드 전력변환기  
Fig. 3 Interleaved power converter with 4-phase switch parallel type

그림에서 알 수 있듯이 제안된 스위치 인터리브드 DC/DC 전력변환기 구조는 양방향 Half Bridge DC/DC 전력변환기에 스위칭 소자를 병렬로 구성한 형태를 취하고 있다. 스위칭 소자를 병렬로 연결된 양방향 Half Bridge DC/DC 전력변환기는 상위와 하위암에 연결된 병렬스위치가 동시에 온, 오프를 행하나, 본 논문에서 제안된 스위치 인터리브드 DC/DC 전력변환기는 병렬스위치 중 1개의 스위치만 온, 오프를 행하게 된다.

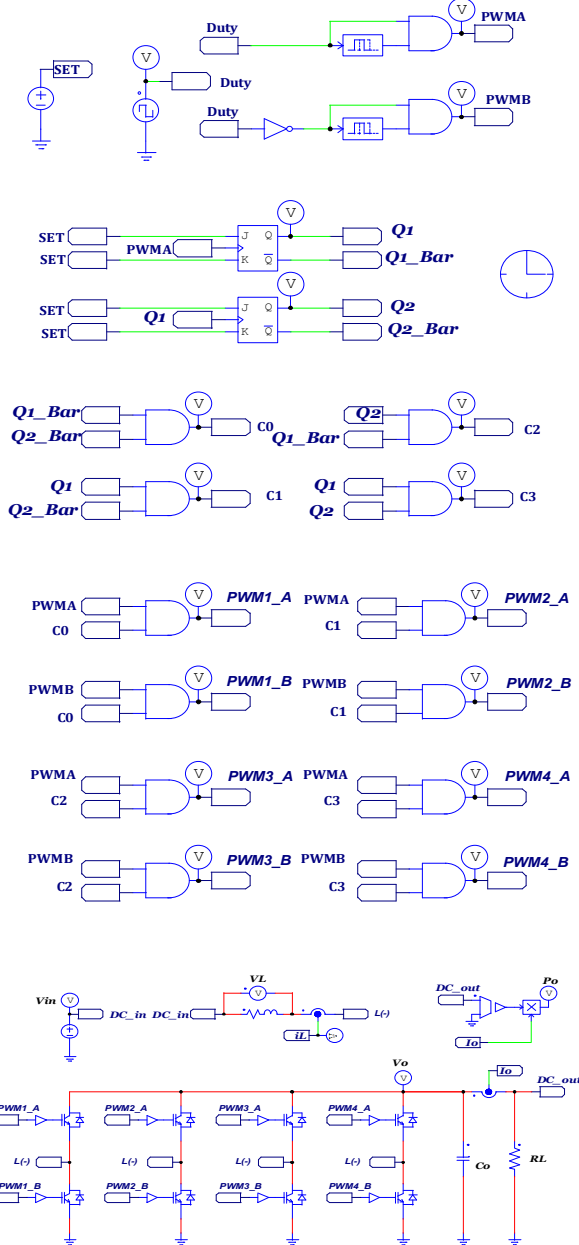


그림 4. 제안된 인터리브드 전력변환기 시뮬레이션 회로도  
Fig. 4 The simulation circuit of proposed interleaved power Converter

즉 스위칭 소자 병렬형 양방향 Half Bridge DC/DC 전력변환기는 정격전류 증대를 위해 스위치를 병렬로 구성하였으며, 제안된 스위치 인터리브드 DC/DC 전력변환기는 유효 스위칭 주파수 증대를 위해 스위치를 병렬로 구성하였다. 또한 제안된 토폴로지는 스위치 용량 증대의 필요에 따라 스위칭 소자 병렬형 양방향 Half Bridge DC/DC 전력변환기로 동작이 가능한 구조인 특징을 갖고 있다.

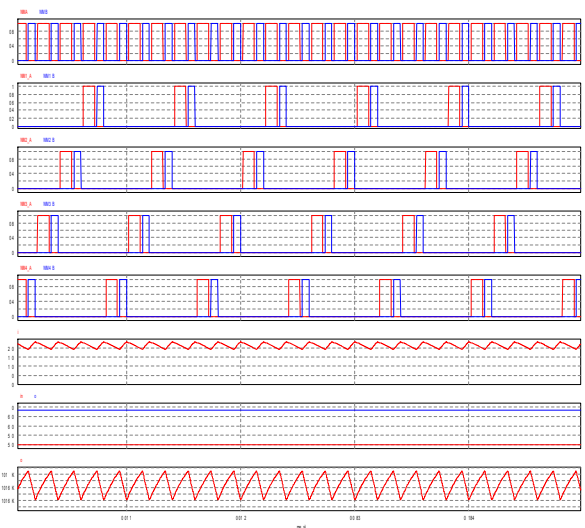


그림 5 시뮬레이션 결과  
Fig. 5 Simulation result

그림 4는 제안된 인터리브드 전력변환기 시뮬레이션 회로도이며, 4진 카운터와 논리회로를 사용하여 시분할 PWM을 구형하였으며 스위치는 4개를 병렬로 연결하여 4상 인터리브드 전력변환기를 구성하였다.

그림 5는 제안된 스위치 병렬형 인터리브드 전력변환기의 타당성을 검증하기 위한 시뮬레이션 결과이다. 등가 스위칭 주파수 50[kHz], 인덕터 70[uH], 출력콘덴서 300[uF], 부하는 4.6 [Ω], 입력 500[V]로 설정하고 출력을 680[V]로 제어한 결과과 형으로 제안된 내용과 동일한 결과를 확인할 수 있었다.

#### 4. 결론

본 논문에서는 100[kW]급 대용량 전력변환기에서 리액터의 가청주파수 소음을 제거하기위해 새로운 스위치 4 병렬형 인터리브드 전력변환기에 대한 이론을 시뮬레이션을 행한 결과 제안된 내용과 동일한 결과를 얻을 수 있었다. 따라서 제안된 스위치 인터리브 방식은 리액터 소음을 제거할 수 있을 뿐만 아니라 리액터용 용량을 저감하여 전력변환기 에너지 밀도 증대와 단가 감소 측면 큰 기여를 할 것으로 사료된다.

본 연구는 산업통상자원부(MOTIE)와 한국에너지기술연구원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다. (No. 2016121000470)

#### 참고 문헌

[1] Lee, Jin Hee, Baek, Seung Taek, Choi, Joon Young, Suh, In Young, Kim, Do Hyung, Lim, Hee Chun, "Development of Power Conditioning System Control Algorithm for the Parallel Operation of High Power Fuel Cell System," The Korean Society For New And Renewable Energy, 65 68 ,2008.05  
[2] K.D. Seo, J.S. Kim, C.U. Hong, H.S. Mok, S.K. Sul, M.H. Park, "Parallel Operation of a Step up DC DC Converter," pp 179 182, 1991