

직류배전망 연계를 위한 모듈러 DC/DC 컨버터의 설계

이경훈, 정가람, 설원규, 정세교
경상대학교

Design of Modular DC/DC Converter for DC Distribution Network

Gyeong Hoon Lee, Ga Ram Jeong, Won Kyu Seol, and Se Kyo Chung
Gyeongsang National University

ABSTRACT

This paper describes the structure and design of a modular DC/DC converter for connecting DC sources such as battery, solar cell, etc. to DC distribution network. The modular converter structure of IPOS type and the optimal design and implementation of the unit converter cell are discussed.

1. 서론

솔라 셀, 배터리와 같은 직류 에너지 원의 직류배전망 연계를 위해서는 DC/DC 전력변환장치가 필요하다. 모듈형 DC/DC 컨버터는 확장성, 저 가격화 및 유지보수성 면에서 장점이 있어 다양한 연구가 진행되고 있다.

모듈형 DC/DC 컨버터는 다양한 입력 및 출력 사양을 실현하기 위해서 입출력을 직렬 또는 병렬의 어떤 조합으로도 연결할 수 있다. 본 논문에서는 저 전압 솔라 셀 또는 배터리를 750VDC 직류배전망에 연계하기 위한 병렬입력 직렬출력 (Input Parallel Output Series; IPOS) 방식의 모듈러 컨버터의 설계에 대하여 기술하였다. IPOS 방식은 높은 입력 전류/높은 출력 전압이 필요한 응용에 사용된다. 직류배전망 연계를 위한 모듈러 DC/DC 컨버터는 내부 단위 셀 컨버터 개수에 따라 2가지 경우로 나뉘서 설계하였다. 각 경우에 대해 회로를 구성하여 그 결과를 비교하였다.

2. 모듈형 컨버터 설계

표 1은 모듈러 DC/DC 컨버터의 입출력 사양을 나타내며 그림 1은 직류배전망 연계를 위한 모듈러 DC/DC 컨버터의 구성도이다. 전체 컨버터는 48VDC 입력과 750VDC 출력사양을 가진다.

표 1 직류배전망 연계용 DC/DC 컨버터 사양
Table 1 Modular DC/DC converter specifications

Modular DC/DC converter	
입력전압	48VDC
출력전압	750VDC
출력전력	1500W

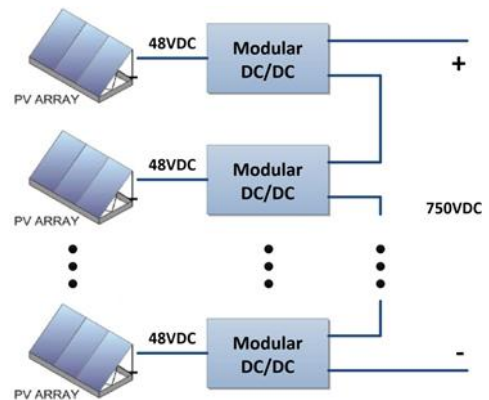


그림 1 모듈러 DC/DC 컨버터 개략도
Fig. 1 A schematic of modular DC/DC converter

외부에서 공급된 48V의 직류전압을 750V의 직류전압으로 승압하기 위해서는 변압기를 사용하는 전류형 DC/DC 컨버터가 적합하다. 본 논문에서는 단위 셀 컨버터로 그림 2와 같은 Current fed half bridge 컨버터를 사용한다. Current fed half bridge 컨버터는 하나의 변압기로 구성되어 간단하고 1차 측에 2개의 인덕터를 사용하여 인덕터를 소형화하고 Interleaving 동작으로 입력전류의 맥동을 저감할 수 있다.

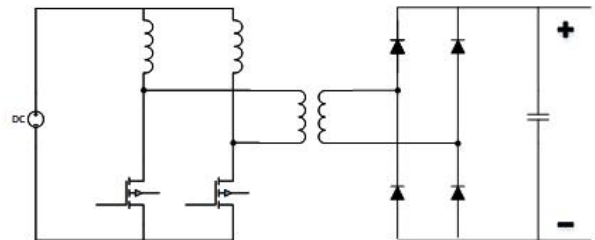


그림 2 Current-fed half bridge 컨버터
Fig. 2 Current-fed half bridge converter

본 논문에서는 표 1의 사양을 만족하도록 250V 출력을 가지는 DC/DC 컨버터 3개로 구성된 IPOS 시스템과 375V 출력의 컨버터 2개로 구성된 IPOS 시스템을 비교한다. 표 2는 각 케이스에 대한 내부 단위 셀 컨버터의 설계 사양을 나타낸다.

표 2 각 경우에 따른 컨버터 설계 사양

Table 2 Converter design specifications for each case

항목	2 module	3 module
입력전압	48V	48V
출력전압	375V	250V
출력전력	750W	500W
부스트 인덕터	255uH	230uH
출력 커패시터	29uF	24uF
권선비	2 4	2 4
주파수	50kHz	50kHz

3. 시뮬레이션

표 2의 설계 사양에 따라 그림 3과 같이 시뮬레이션 회로를 구성하였다. 2가지의 회로 모두 부스트 인덕터의 직렬 등가 저항과 변압기 누설 인덕턴스를 추가하였으며 다이오드와 MOSFET은 스위칭 스트레스를 고려하여 선정된 실제 소자의 파라미터를 입력하였다.

그림 4는 시뮬레이션 출력 파형이며 2가지의 케이스 모두 출력전압과 출력전력을 만족한다. 표 3은 각각 2모듈과 3모듈을 적용한 경우에 대한 효율과 전력손실 분포를 나타낸다. 여기서 권선 비는 2이다.

표 3에서 3모듈을 적용한 경우 좀 더 높은 효율을 가짐을 알 수 있으며 이는 전체 손실에 있어서 MOSFET의 도통손실이 가장 큰 비중을 차지하기 때문이다. 그리고 스위칭 스트레스 또한 2모듈인 경우가 높음을 알 수 있다.

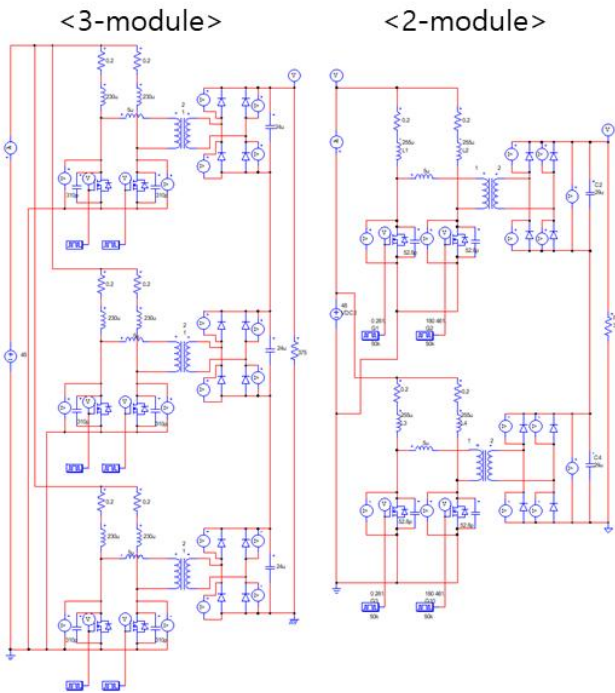


그림 3 시뮬레이션 회로
Fig. 3 Simulation circuit

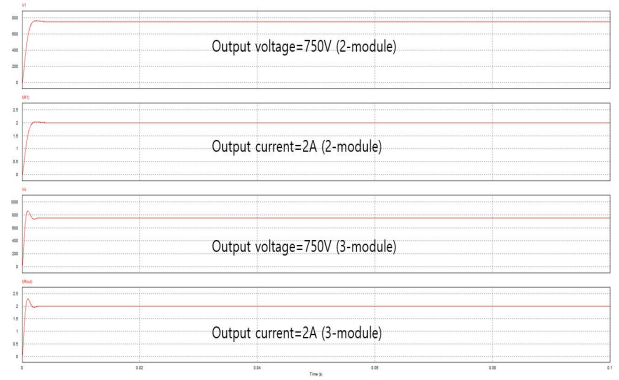


그림 4 시뮬레이션 출력 파형
Fig. 4 Simulation output waveforms

표 3 각 경우에 대한 효율과 전력손실 분포

Table 3 Efficiency and power loss distribution for each case

	2 module	3 module
입력전력	1737.6W	1656.48W
출력전력	1500W	1500W
효율	86.38%	90.61%
스위칭손실	62.8W	60.4W
전도손실	168.52W	91.38W
기타손실	5.2W	3.52W

4. 결론

본 논문에서는 모듈형 컨버터의 단위 셀 선정에 따른 직류배전망 연계 DC/DC 컨버터의 효율을 비교 분석하였다. 2 module 방식의 모듈러 컨버터는 3 module 방식의 모듈러 컨버터에 비해 단위 셀 효율이 낮다. 또한 2 module 방식이 스위칭 스트레스가 더 높기 때문에 전력용 MOSFET 선정이 더 까다롭다. 하지만 제어 측면에서는 3 module 방식보다 2 module 방식이 더 용이하다. Current fed half bridge 컨버터는 스너버나 전압 클램프 회로가 매우 중요하며 능동형 클램프를 사용하여 ZVS를 통해 효율을 향상 시킬 수 있다.

참고 문헌

- [1] Hao Ma, Qian Guo, Xiaoming Han and Longyu Chen, "Energy Recycling Load System with a High Gain DC DC Converter for Ultra Low Voltage Power Supplies" College of Electrical Engineering, Zhejiang University
- [2] Peter J. Wolfs, "A Current Sourced DC DC Converter Derived via the Duality Principle from the Half Bridge Converter"
- [3] Gregory Ivensky, Igor Elkin and Sam Ben Yaakov, "An Isolated DC DC Converter Using Two Zero Current Switched IGBT's in a Symmetrical Topology"
- [4] W. C. P. de Aragao Filho and I. Barbi, "A comparison between two current fed push pull DC DC converters Analysis, design and experimentation"