

대용량 태양광 PCS용 DC/DC 컨버터의 병렬운전

이종필¹, 이경준¹, 차헌녕¹, 유동욱¹, 유지윤²

¹한국전기연구원 신재생에너지연구센터, ²고려대학교 전자전기공학과

Parallel Operation of DC/DC Converter for Large-scaled PV PCS

JongPil Lee¹, Kyoungjun Lee¹, HonYong Cha¹, Dongwook Yoo¹, JiYoon Yoo²

¹Power Conversion for RES Center KERI, ²The School of Electrical Engineering Korea University

ABSTRACT

현재 대용량의 태양광 발전에 사용되는 정격용량은 250kW 급에 이르고 있는데, 단일 인버터로 구성되어 있지 않고 컨버터를 사용하여 구성하는 경우 단일용량으로 컨버터 250kW급을 구현하는 것은 현실적으로 정격 소자, 수동소자와 시스템의 효율 등의 문제로 인하여 그 구현에 현실적인 한계가 있다. 따라서 규격화 된 용량의 단일 전원장치를 병렬 운전함으로써 이와 같은 문제점을 해결할 수 있다. 본 연구에서는 CAN 통신을 이용하여 250kW PV PCS에 적용한 DC/DC 컨버터 4대의 병렬운전 기법을 제안하고 실험을 통해 그 우수성을 검증한다.

1. 서 론

지구환경문제는 지금까지 화석에너지에 크게 의존해 온 인류가 당면한 최대의 문제로 태양광발전을 포함한 신재생에너지는 이런 문제를 해결할 수 있는 유력한 방안으로 전 세계적으로 연구 및 실용화가 착실히 진행되고 있다. 또한 도쿄협약의 발효와 국제 유가의 급등으로 인해 국가 산업으로 무한한 태양 에너지를 이용한 대규모 발전을 추진할 필요성이 더욱 부각되고 있다. 이에 따라 국내에서 낙후되어 있는 핵심 기술들에 대한 개발 요구가 커지고 있으며 앞으로 신재생에너지 시장이 충분히 성장하게 되면 대규모 발전용 대용량 PCS요소 기술을 포함한 경쟁력 있는 국내제품 개발의 필요성이 증대되고 있고 또한 점점 대형화로 가고 있는 추세에 발맞추어 대용량 계통 연계형 PCS 기술개발이 시급하다.

태양전지 발전을 위한 PCS의 토폴로지는 크게 절연형과 비절연형으로 나눌 수 있다^[4]. 절연형의 경우 트랜스포머의 사용으로 비용, 크기, 무게의 증가되고 효율이 감소하는 단점이 있지만 구조가 간단하다는 장점이 있다. 비절연형 컨버터를 사용하는 PCS는 절연형 보다 회로 구조가 단순하고 효율도 높아 최근의 PCS형태로 각광을 받고 있다. 그러나 컨버터의 용량이 전체 시스템의 용량과 동일하므로 컨버터를 사용할 경우 장점이 많음에도 불구하고 대용량 시스템에는 적용되지 못하고 소용량의 시스템에서만 적용되고 있다. 이러한 문제점을 해결하고자 새로운 컨버터 토폴로지가 제안되었다.^[1] 따라서 본 논문에서는 기 제안된 대용량 PV PCS용 컨버터 토폴로지에서 CAN통신을 이용한 DC/DC 컨버터 4대의 효과적인 병렬운전 방법에 대해서 제안한다.

2. 본 론

2.1 대용량 PV PCS용 DC/DC 컨버터 구조

그림 1은 기 제안된 DC/DC 컨버터가 적용된 250kW PV PCS의 토폴로지이다. 67kW급 DC/DC 컨버터가 제안된 구조로 병렬 연결되어 DC link 전압을 일정하게 유지 시켜주는 역할을 한다. 또한 인버터의 전류용량이 줄어들어 소자선정 및 인버터 효율에 유리한 구조이다^[2].

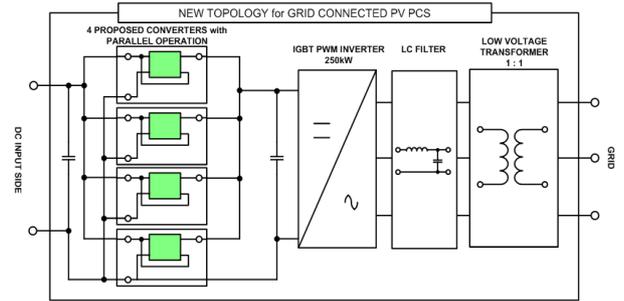


그림 1 제안된 250kW PV PCS 시스템

Fig. 1 The proposed 250kW PV PCS

각각의 컨버터는 Isolated ZVS Full bridge 구조로 4개가 직렬연결 되어 있다. 그림 2는 하나의 모듈에 포함된 DC/DC 컨버터 구조이다. 입력과 출력이 직렬로 연결되어 있다. 특이한 점은 입력이 출력 다이오드 애노드 부분에 연결되어 있다. 이러한 구조를 가지면 태양전지 전 영역에서 높은 효율을 가질 수 있고 정격용량의 30%만 가지고 인버터 정격용량을 감당할 수 있는 구조가 된다. 표 1은 각 컨버터의 사양을 나타내고 있다.

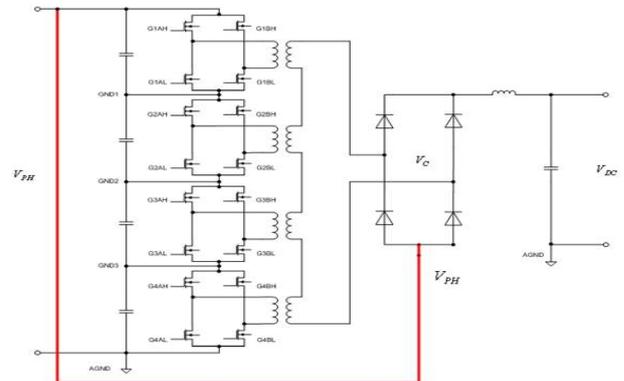


그림 2 67kW DC/DC 컨버터

Fig. 2 The 67kW DC/DC Converter

표 1 컨버터 사양

Table 1 Specification of DC/DC Converter

정격용량	67kW	스위칭주파수	33kHz
입력전압	450~630V	출력전압	650V
토폴로지	ZVS FB	turn ratio	6T:3T

2.2 CAN통신을 이용한 DC/DC 병렬운전

그림 3에서는 CAN 통신을 이용하여 전류 기준신호를 공유하여 4대의 컨버터의 병렬운전을 하는 블록도이다. 첫번째 기능은 CAN통신을 이용한 통상 마스터 슬레이브 방법으로 4대 중 1대의 컨버터가 전압제어기와 전류제어기를 구성하고 나머지 3대의 컨버터는 전류 제어기만을 가지고 제어기를 구성한다. 1대의 컨버터의 전압 제어기에서 생성된 기준 전류값(iref)을 CAN통신으로 공유하여 나머지 컨버터의 전류제어기에서 적용하여 각각의 컨버터의 PWM duty신호(d1~d4)로 적용하면 4대의 컨버터는 동일한 전류를 가질 수 있다. 그러나 보통의 마스터 슬레이브 기능과는 달리 전압제어기를 가지는 마스터 기능을 컨버터4대가 일정 기간 동안 번갈아 가면서 수행한다.

두번째 기능은 태양광 모듈의 발전량에 따라서 운전되는 컨버터가 결정되는 기능이다. 예를 들어 정격인 250kW의 발전량을 가지면 4대 모두가 운전되고 180kW이하인 경우에는 3대, 120kW이하에는 2대, 60kW이하인 경우에는 1대만 운전되는 일종의 team operation기능을 가진다.

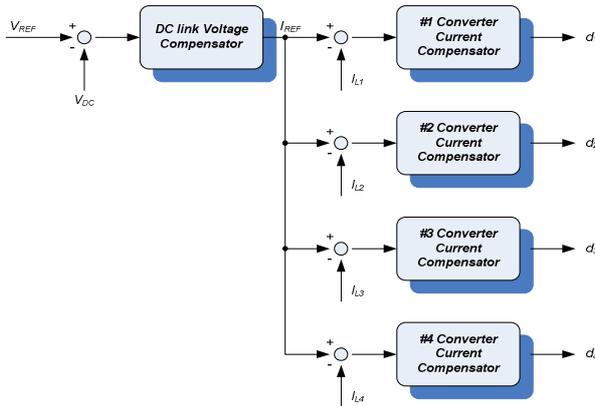


그림 3 DC/DC 컨버터 병렬운전 블록도

Fig. 3 The Block diagram of parallel operation of DC/DC Converter

2.3 실험결과

표 2에서는 정상상태에서의 4대의 컨버터가 부하분담을 보여주는 데이터이다. 정상상태에서의 오차는 최대 0.5%이내에서 유지되는 것을 볼 수 있다.

표 2 각 모듈별 부하분담 전류

Table 2 Load sharing current of each DC/DC Converter

	100A	200A	300A	400A
#1	24.5	50.2	74.8	100.2
#2	25.3	50.2	75.2	100.2
#3	25.2	49.5	75.1	99.8
#4	25	50.1	74.9	99.8

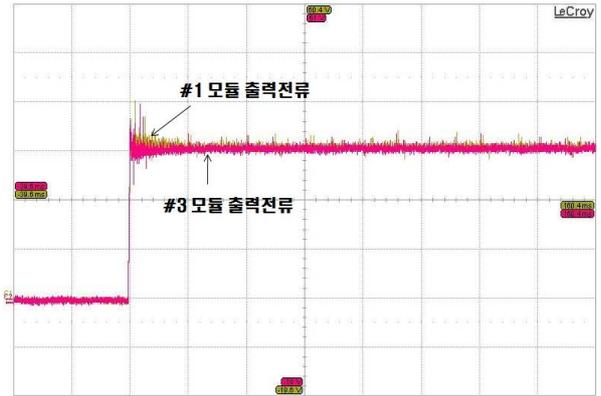


그림 4 모듈1과 모듈3 컨버터 출력 전류

Fig. 4 The output current of #1 and #3 Converter

그림 4에서는 우선 1번 모듈과 3번 모듈의 컨버터가 초기 기동 시 전류 분담에 대한 특성을 보여주고 있는 파형이다. 오버슈트 없이 빠른 시간에 수렴 되는 것을 볼 수 있다.

3. 결론

본 연구에서는 비 절연형 250kW급 PV PCS용 DC/DC 컨버터 4대 병렬운전을 DSP(TMS320F2812)의 CAN통신을 기능을 이용하여 효과적인 병렬운전 방법에 대해서 제안하였다. 정격운전 시 다이내믹 특성이 안정됨을 확인하였고 정상상태 오차도 0.5%이내에서 동작함을 확인 할 수 있었다.

또한 발전량에 따라서 team 운전을 할 수 있게 하여 각 컨버터 모듈별 신뢰성도 높일 수 있었다. 이러한 기능은 태양광 발전뿐 만 아니라 대용량의 다른 신재생에너지 전원에서 DC/DC 컨버터를 적용하는 전력변환장치의 병렬운전에도 사용할 수 있을 것으로 사료된다.

참고 문헌

[1] Jong-pil lee, Byung-duk min, Tae-jin kim, Dong-wook yoo, Ji-yoon yoo, "A Novel Topology for photovoltaic DC/DC Full-Bridge Converter with Flat Efficiency under Wide PV Module Voltage and Load Range," IEEE Trans. Industrial Electronics., Vol. 55, No. 7, pp.2655-2663, Jul 2008.

[2] Byung-Duk Min, Jong-Pil Lee, Jong-Hyun Kim, Tae-Jin Kim, Dong-Wook Yoo, and Eui-Ho-Song " A New Topology With High Efficiency Throughout All Load Range for Photovoltaic PCS" IEEE Trans. on Industrial Electronics, vol.56, no.11, pp 4427-4435, November 200

[3] Jong-Pil Lee, Byung-Duk Min, Tae-Jin Kim, Dong-Wook Yoo and Ji-Yoon Yoo "Design and Control of Novel Topology for Photovoltaic DC/DC Converter with High Efficiency under Wide Load Ranges" Journal of Power Electronics, vol. 9, no. 2, pp.300-307, 2009

[4] Rong-Jong Wai, Wen-Hung Wang, Chung-You Lin, "High-Performance Stand-Alone Photovoltaic Generation System," IEEE Trans. on Industrial Electronics., vol. 55, no. 1, pp. 240-250, Jan 2008.