

태양광 인버터 개발 동향

Min-ho Heo, Tae-won Lee, Don-sik Kim, Dong-sung Oh*, Sung-jun Park**, Chung-yeon Won***

Samsung electro-mechanics*, Chunnam National Univ. **, Sungkyunkwan Univ. ***

Abstract

2012년 태양광 인버터 시장은 유럽경제위기 등의 영향으로 성장률이 정체되고 가격, 효율 및 전력밀도에 대한 경쟁이 심화되면서 고효율 MIC와 개별 MPPT가 가능한 3상 스트링 인버터 차별화 기술 확보가 필수적이다. MIC의 경우 Interleaved Flyback Topology를 적용하고 최적 변압기 설계를 통해 연계 성능과 외함 규격을 만족하고, 경부하시 Single Mode 운전 시퀀스를 제안하여 고효율 운전이 가능하도록 하였다. 또한, 유럽을 중심으로 수요가 증가하고 있는 소용량 3상 인버터의 경우 새로운 NPC2 Type 4Level Topology를 제안하여 넓은 사용자 입력 범위를 만족하고 무효전력 제어기준, 고효율 운전 및 Fault Redundancy 안전기준을 만족시키는 시스템을 구성하였다.

1. 서론

2012년 태양광 인버터 시장은 유럽경제위기 등의 영향으로 성장률이 정체되고 가격, 효율 및 전력밀도에 대한 경쟁이 심화되면서 고효율 MIC와 개별 MPPT가 가능한 3상 스트링 인버터 차별화 기술 확보가 필수적이다. MIC의 경우 Interleaved Flyback Topology를 적용하고 최적 변압기 설계를 통해 연계 성능과 외함 규격을 만족하고, 경부하시 Single Mode 운전 시퀀스를 제안하여 고효율 운전이 가능하도록 하였다. 또한, 유럽을 중심으로 수요가 증가하고 있는 소용량 3상 인버터의 경우 새로운 NPC2 Type 4Level Topology를 제안하여 넓은 사용자 입력 범위를 만족하고 무효전력 제어기준, 고효율 운전 및 Fault Redundancy 안전기준을 만족시키는 시스템을 구성하였다

2. 개발 내용

2.1 MIC (Module Integrated Converter)

MIC(Module Integrated Converter)는 각 모듈에 설치되는 소형 PCS로 개별 모듈에 대한 MPPT 및 계통연계를 하게된다. 이와 같은 설치는 부분음영에 따른 발전전력의 저하를 막을 수 있고 공간에 제약을 받지 않아 다양한 방위각 및 증설이 용이하다. 그러나 개별 PCS 사용은 전력 변환 효율이 낮아지기 때문에 일반적인 boost converter - H-bridge inverter 형태의 방법으로는 한계가 있다. 따라서 새로운 방식의 전력 변환 topology의 방식으로 효율 개선과 안정적인 전력공급을 구현하였다.

2.1.1 Interleaved Flyback Topology

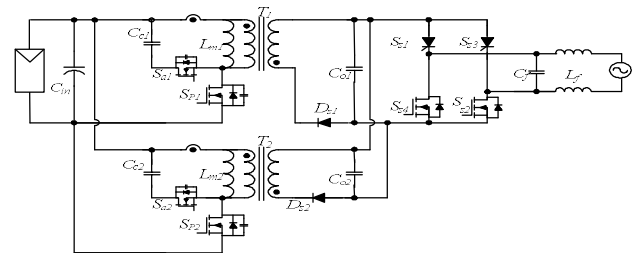


Fig. 1 Interleaved Flyback Converter 구조

MIC(module Integrated Converter)의 구조는 그림 1과 같다. Converter 부는 active clamping flyback 을 2병렬로 구현하여 전력을 분담한다. 두 개의 컨버터는 각각 독립적인 동작을 하게 되며 이는 낮은 턴비로 고승압을 할 수 있어 변압기 설계에 용이하며 또한 스위치 전류정격을 낮출 수 있어 단가 절감에도 기여할 수 있다.

2.1.2 경부하 운전 시퀀스

MIC(Module Integrated Converter)는 경부하시에 발생하는 낮은 효율을 개선하기 위하여 2 병렬로 동작하는 converter 중 한 개의 converter만 동작시킨다. 10% 정격운전 시 두 개의 converter가 동작할 때 한 개의 converter는 정격의 5%밖에 되지 않지만 한 개의 컨버터로 동작할 경우 정격의 10%의 동작을 하므로 효율을 상승시키는 효과가 있다. 이는 2병렬로 생기는 전력 변환 효율을 급격히 높여주며 두 컨버터의 수명도 연장시키는 효과가 있다.

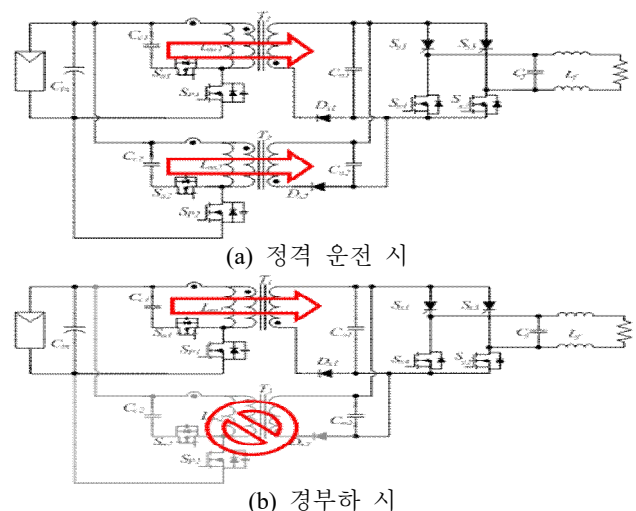


Fig. 2 MIC 부하별 운전시퀀스 (a)정격 운전 시 (b)경부하 시위를 통해 95% 이상의 효율 실현이 가능하게 되었다

표 1 MIC 모드 별 효율 개선 표

Ratio [%]	Power [W]	2 con. mode Eff. [%]	1 con. mode Eff. [%]
10	25.0	66.800	94.745
20	50.0	91.808	95.679
30	75.0	93.580	95.515
50	125.0	95.417	95.417
75	187.5	95.107	95.107
100	250.0	94.597	94.597

2.2 individual MPPT String Inverter

유럽을 중심으로 수요가 증가 하고 있는 소용량 3상 인버터의 경우, 최대의 효율을 구현하기 위하여 일사량에 따라 모듈별 MPPT가 가능한 DC-DC 단을 총 3병렬로 Interleaved 형태로 구성하였다. 또한 두 개의 Controller를 사용하여 서로 감시를 통해 인버터의 문제점을 판단하고 각각의 controller는 계통 차단 기능(relay1, relay2)을 가지고 있어 문제가 생기는 즉시 출력을 차단하여 사용자의 안전성을 더하였다.

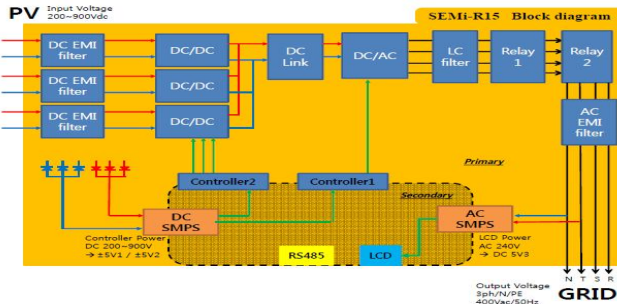


Fig. 3 소용량 3상 인버터의 block diagram

2.2.1 NPC2 Type 4Level Topology

소용량 3상 계통연계형 인버터의 특징상 작은 크기와 큰 효율을 요구한다. 그래서 NPC2 Type의 4level topology를 개발하였다. 이 방법은 DC link의 1/3을 각상의 중성점으로 설정하여 2개의 각 상의 NPC 부분에 양방향 스위치를 이용하여 최소한의 스위칭소자를 이용하여 암전압 4-level, 선간전압 7-level, 상전압 13-level로 구현이 되는 topology이다.

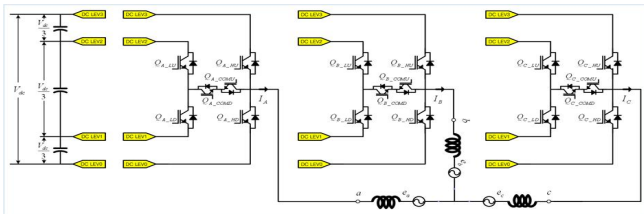


Fig. 4 NPC2 type 4level topology

	Q _{LU}	Q _{LD}	Q _{HU}	Q _{HD}	Q _{COMU}	Q _{COMD}
Mode1	OFF	ON	OFF	PWM	ON	PWM
Mode2	PWM	PWM	OFF	OFF	ON	ON
Mode3	ON	OFF	PWM	OFF	PWM	ON

Fig. 5 NPC2 type 4level topology

위와 같이 DC link의 1/3 지점을 만들어 두 개의 중성점을 생성하였으며 이를 양방향 스위치의 역병렬 연결을 통하여 전압의 크기에 따라 동상 저속 스위칭과 고속 스위칭을 병행하여 인버터를 구현하였다.

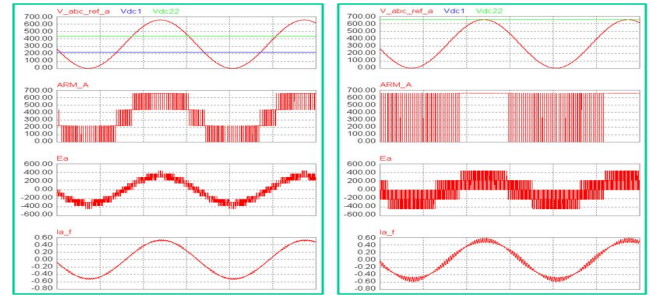


Fig. 6 NPC2 type 4level topology

위와 같은 13-level 구현으로 멀티레벨의 강점인 THD 저감 효과를 비롯하여, 스위칭 주파수 저감에 의한 효율증대, 낮은 EMI가 구현 가능하였다. 현재 이 topology는 특허 출원 중에 있다.

2.2.2 Reactive Power Control

인버터의 기능 중 소용량 인버터에는 적용하지 않는 무효전력제어 기능이 추가되었다. 유효전력만 계통에 공급하는 발전 시스템은 전원측 역률을 저감시키는 문제점이 있다. 따라서 무효전력제어를 통해 부하가 요구하는 전력을 보상하여 전원측의 안정적인 동작을 도와준다.

2.2.3 Fault Redundancy 구조

VDE 0126-1-1에 따르면 fault redundancy 규격을 만족해야 한다. 이는 두 개의 개별적인 logic을 이용하여 어떤 한 개의 logic이 문제를 일으켰을 시 다른 한 개의 logic이 이를 감시하여 연결을 차단할 수 있는 기능이다.

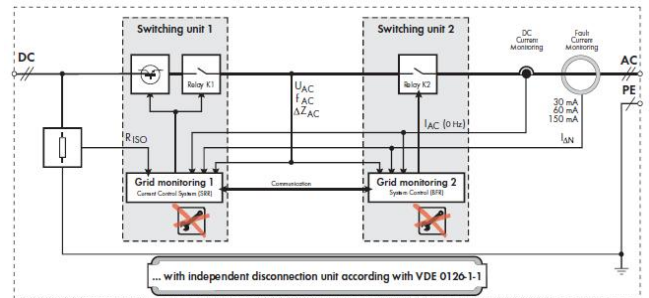


Fig. 8 fault redundancy의 block diagram(VDE)

이를 통해 어떠한 경우의 이상동작도 감지가 가능하며 안전한 개통연계를 하므로 소비자의 안전도 한층 더 높아지게 되었다.

3. 결론

MIC(Module Integrated Converter)의 경우 가장 큰 변환 효율의 문제를 interleaved 방식을 이용하여 경부하의 경우도 크게 효율을 개선하였으며 또한 소용량 3상 인버터의 경우 새로운 topology를 이용하여 값싸고 큰 효율의 인버터를 구현할 수 있었다. 세계적으로 증가되는 수요로 인하여 차후 제품으로 출시될 경우 큰 결과를 기대할 수 있을 것으로 보인다.