

계통연계형 태양광 발전용 마이크로 인버터 개발

민준기, 최운성, 이정욱, 유영덕
(주)다스텍 기술연구소

Development of Grid-connected type Photovoltaic Micro-Inverter

Joonki Min, Woonsung Choi, Jungwook Lee, Youngduk Yoo
DASSTECH R&D Center

ABSTRACT

태양광시장의 확대에 따라 다양한 형태의 태양광시스템이 제안되어 운영되고 있으며, 특히 대용량의 경우에는 중앙집중식이 선호되고 있다. 하지만, 중소용량의 태양광발전 시스템에서는 스트링 방식 또는 멀티스트링 방식이 선호되고 있다. 추가적으로 모듈단위의 태양광 시스템에 대해 여러 가지 형태의 구조가 제안되고 있다. 본 논문에서는 당사가 개발하고 있는 마이크로 인버터의 구조와 특징에 대해서 소개한다.

1. 서론

2013년 태양광인버터 시장은 중국 시장의 급격한 성장에 의해 중국이 시장을 주도하고 있으며, 중국에 이어 일본, 미국의 순으로 시장이 증가하고 있으며, 인도 시장도 커질 것으로 예상되고 있다. 이에 반하여 기존에 큰 시장을 차지하고 있었던 유럽시장은 점차로 축소되는 경향을 보이고 있다. 하지만 유럽 시장도 독일이 주도하고 있는 태양광 배터리 시스템의 확대에 의해 어느정도는 시장이 유지 될 것으로 예상된다.

태양광발전용 마이크로인버터 시장은 미국이 주도하고 있으며, 강세를 보여왔던 Enphase Energy와 더불어, Power One, SMA 등과 같은 태양광 인버터 제조사들이 시장에 들어왔고, Involar 등과 같은 중국 업체들도 시장에 들어오고 있다.

태양광발전용 마이크로인버터는 태양전지 모듈에서 발생하는 DC전력을 전력계통에 연계하기 위하여, 일반적으로 수십볼트의 전압을 수백볼트로 승압하는 DC/DC회로, 전력계통에 연계하기 위한 DC/AC전력회로와 이를 제어하기 위한 제어회로로 구성된다.

본 논문에서 제작한 태양광발전용 마이크로인버터의 구조와 특징을 기술한다.

2. 태양광 발전용 마이크로 인버터

2.1 전력회로 설계

본 논문에서 설계한 태양광발전용 마이크로인버터의 주요 부분은 승압을 위한 DC/DC부와 DC/AC인버터 부로 나뉜다.

마이크로 인버터에서 효율 및 기능으로서 가장 중요한 역할을 하는 DC/DC부^[1]는 효율 향상을 위해 액티브클램프를 채용하여, 입력 ZVS를, 출력은 ZCS를 구현하여, HFTR를 사용하는 승압에서 효율저하가 최소가 되도록 하였다.

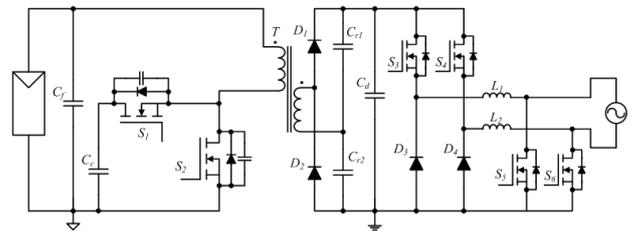


그림 1 설계된 마이크로인버터 전력회로
Fig. 1 The power circuit of designed PV micro-inverter

DC/DC부는 액티브클램프회로, HFRTR 및 정류회로로 구성되며, MPPT를 수행한다.

인버터부^[2]는 전력변환 효율 향상을 위하여 DC링크 커패시터와 인덕터 사이의 무효전력 교환으로 인한 효율 저하 생기는 폴브리지회로를 적용하지 않고 고효율회로를 적용하였다.

그림1.에서 마이크로인버터 전력회로를 나타내고 있다.

2.2 제어회로 설계

설계한 마이크로 인버터는 1개의 프로세서로 DC/DC부와 인버터부가 유기적으로 작동하도록 설계되었다. MPPT기능과 계통연계 기능을 구현하였으며, 이를 그림2에서 나타내었다.

전기적 사양은 표1에서 보여주고 있다. 마이크로인버터의 경우 스트링 인버터나 센트럴 인버터와는 다르게 고승압을 하고 있어 상대적으로 전력변환 효율이 낮지만, 태양전지 모듈 스트링에서 발생하는 MPPT 및 모듈 특성 불일치에 의한 효율 감소를 최소화 할 수 있는 설치구조이기 때문에 발전량은 상대적으로 우수하다.

추가적으로 마이크로인버터 자체에서 제어전원 소비와 게이트 드라이버 전원을 공급하기 때문에 구조적으로 전력변환 효율이 낮고, 마이크로인버터 용량대비 제어전원의 차지하는 효율 비중이 높기 때문에 고효율 제어전원 설계가 필요하다.

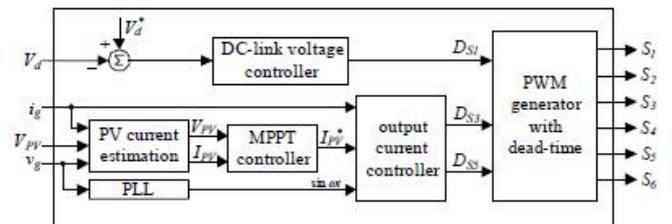


그림 2 전체 제어 블록 다이어그램
Fig. 2 Overall control block diagram

표 1 마이크로인버터 사양
Table 1 Specification of micro-inverter

상수		단상	
운전방식		계통연계형	
전기적 특성	입력	전압범위	25~75Vdc
		운전방식	MPPT제어
	출력	정격용량	350W
		정격전압	220Vac
		주파수	60Hz
		전류왜율	5%미만
		제어방식	PWM제어
		출력역률	0.9이상
최대효율	94%		

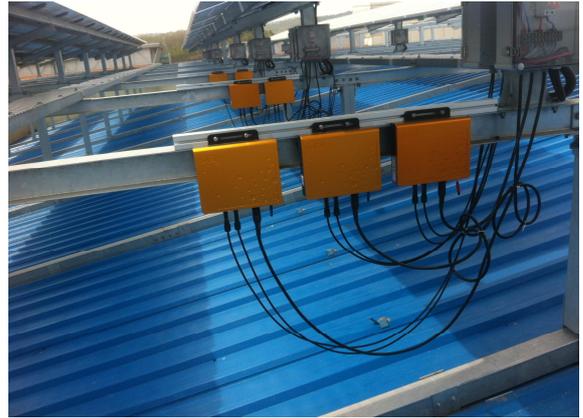


그림 4 마이크로인버터 실증운전
Fig. 4 Verification operation of micro-inverter

3. 결론

마이크로인버터는 외부환경에 노출되어 운전되기 때문에 실내에서 운전되는 제품에 비해 높은 신뢰성이 요구되며, 이러한 실증을 위해 현재 회사 공장동 옥상에서 그림4와 같이 실증운전을 하고 있다.

제작된 마이크로인버터는 MPPT 효율 99% 및 전력변환 효율 94%를 달성하였다.

향후, 전력변환효율 및 신뢰성 향상을 위해 수정, 보완이 예정되어 있으며, 마이크로인버터의 설치환경 특성상 다수대 운전시에도 단독운전을 검출가능한 단독운전 알고리즘을 예정입니다.

본 연구는 2012년도 지식경제부의 재원으로 한국에너지기술평가원 (KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다. (20123010010060)

참고 문헌

- [1] 서현우, 권정민, 김응호, 권봉환, “모듈형 계통연계 태양광 PCS”, 전력전자학회논문지, 제13권 제2호, pp. 119 127, 2008.04
- [2] 이성호, 권정민, 권봉환, “고효율, 저잡음 특성을 가지는 양방향 태양광 인버터”, 전력전자학회논문지, 제17권 제6호, pp. 539 545, 2012.12
- [3] 민준기, 팽성일, 최운성, “태양광발전용 마이크로인버터 특성 분석”, 전력전자학회 2013년도 학술대회 논문집, pp240 241. 2013.07

2.3 구조 및 외함 설계



그림 3 마이크로인버터 구조
Fig. 3 The Structure of micro-inverter

마이크로인버터는 옥외에 설치되는 제품이기 때문에 그림 3과 같이 IP65로 설계되었으며, 방열 특성 향상을 위하여 부품들을 배치하였다.

태양전지 모듈과의 연결 및 계통 연결을 위해 IP65등급의 커넥터를 사용하도록 설계하였으며, 외부 인터페이스가 없는 마이크로인버터 시스템의 모니터링을 위해 무선 통신모듈을 설계하여 적용하였다.