

# 3kW급 계통연계형 태양광 인버터 개발

민준기, 박운호, 강필순\*

(주)솔라앤시스 기술연구소, 한밭대학교

## Development of 3kW Grid Connected type PV Inverter

Joonki Min, Unho Park, Feel-soon Kang\*

Solar&Sys Co., Ltd. R&D Center, Hanbat National University

### ABSTRACT

국내 가정용 단상 태양광인버터의 주류는 3kW급으로 그린 홈보급사업, 태양광 대여사업 및 여러지원사업, 자가설치 사업 등에 사용되고 있고, 100kW 태양광발전소에 설치되는 경우도 있다. 당사에서 전력변환 효율, 전력밀도 및 신뢰성 향상을 위해 개발하였으며, 추가적으로 요구되는 직류 지락 검출 및 Residual Current 검출 기능 구현을 목표로 개발한 3kW급 계통연계형 태양광 인버터의 특징 및 태양광인버터 개발에 있어 필요한 고려요소를 소개한다.

### 1. 서론

태양광인버터는 2008년부터 2014년까지 에너지관리공단(현, 한국에너지공단)이 관리하는 태양광인버터 신재생에너지 설비 기준(PV501)의 적용을 받는 인증제도로 유지되다가 2015년부터 KS인증을 받는 형태로 바뀌었다. 태양광인버터 설비기준과 태양광인버터 KS인증기준은 크게 차이는 없으나 관련 IEC기준의 개정으로 시험내용이 변경되어 가고 있다. 그리고 전기설비기술기준의 판단기준에서 태양광발전설비에서 직류 지락<sup>1)</sup>이 발생했을 때의 요구사항의 시행이 예고됨에 따라 이에 대한 대책이 필요하다.

태양광인버터 KS인증 기준의 범위는 현재 1kW(출력) 이하의 태양광발전용 마이크로인버터 기준, 10kW 이하의 소형 태양광 발전용 인버터 기준과 250kW이하의 중대형 태양광 발전용 인버터 기준으로 나뉘어 진다. 중대형 태양광 발전용 인버터 기준은 중앙집중식 태양광인버터의 대형화 추세에 따라 향후 3MW급까지 인증 가능하도록 준비하고 있다.

KS인증은 강제성을 띠는 KC인증과 달리 임의인증으로 제품 성능의 수준을 평가 또는 판단하기 위한 것이나 국내에서는 특정 분야에 대해 KS인증을 의무화하고 있는 경우가 있다.

국내 3kW급 태양광 인버터의 시장은 2019년 기준 7만대/년 정도로 성장했다. 정부지원 사업 이외에 자가설치와 발전소에 예상외로 많은 3kW급 인버터가 사용되고 있다.

### 2. 본론

#### 2.1 3kW 태양광 인버터

태양광 인버터에 요구되는 기본적인 기능은 MPPT(Maximum Power Point Tracking)와 계통연계라고 할 수 있다. MPPT는

태양광인버터의 동작점(operating point)가 태양전지 모듈의 출력특성을 추종하는 기능으로 마이크로인버터의 경우를 제외하면 100kW급 이하의 스트링 인버터에서는 부스트컨버터로 구성되는 경우가 많다.

태양광인버터와 같은 분산형 전원들은 계통연계 기능을 구현하기 위해 전류제어를 하는 것이 대부분이며, 전력계통의 안정도 향상을 위해 계통안정도 지원(Grid Support)을 요구하는 경우가 많아지고 있다. 이러한 기능중 대표적인 LVRT(Low Voltage Ride Through)는 20MW 이상의 신재생설비에서 요구되고 있다(송전용전기설비 접속기준<sup>2)</sup>).

그림1은 제품의 외형을 보여주고 있다. 가정용 태양광인버터의 경우 실외설치가 일반화 됨에 따라 물과 습기에 대한 보호등급 설계 및 내부 발열에 대한 방열 설계가 필요하며, 내부온도 상승시 인버터 출력을 낮추는 출력저장(De-rating)기능을 가지고 있다.

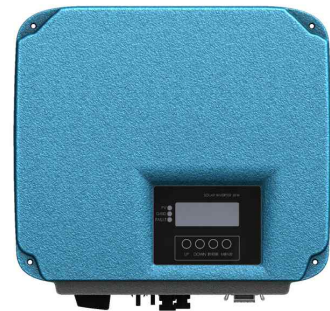


그림 1 3kW 계통연계형 태양광 인버터  
Fig. 1 Grid Connected type PV inverter

#### 2.2 설계 사양

3kW 태양광인버터의 설계사양은 표1과 같으며 97% 이상의 정격효율, 10kg 대의 무게, IP65의 보호등급을 목표로 설계하였으며, DC/DC 및 DC/AC 전력변환 스위칭소자가 하나의 패키지에 집적되어 있는 모듈을 사용하여 소형화와 고효율화를 구현하도록 하였다. 원가저감을 위해 소형화가 필요하며 이는 방열설계와도 관련이 있으므로 두 기능의 구현에 대한 조율이 필요하다.

모니터링을 위해 WiFi 모듈을 내장할 수 있도록 하여 가정에서의 손쉬운 모니터링 기능을 제공할 수 있도록 하였으며, 통신프로토콜은 한국에너지공단의 REMS를 채용하여 모니터링의 호환성을 높이지도록 설계하였다.

표 1 3kW 태양광 인버터 사양  
Table 1 Specification of 3kW PV Inverter

입력	동작시작전압	150 Vdc
	동작전압범위	100~500 Vdc
	정격전압	350Vdc
	최대개방전압	500Vdc
	최대입력전류	16Adc
출력	정격출력용량	3.1kW
	계통 전압	220 +22/-27 V
	계통 주파수	60 +0.5/-0.7 Hz
	역률	0.99 이상
	효율	97%이상
	전류 THD	4% 미만
보호기능	DC 스위치	Yes
	DC 퓨즈	Yes
	DC/AC SPD	Yes
	간류전류	Yes
	퓨즈단선 확인	Yes
	단독운전방지	Yes(0.5초이내)
	PV지락검출	Yes
구조	냉각방식	자연공냉식
	보호등급	IP65
	외형치수[mm]	372 x 343 x 132
	무게	10 kg
	외부 인터페이스	RS232C/RS485 WiFi

### 2.3 주요특징

사용하고 있는 전력용반도체스위치 제조사에서 제공하는 소프트웨어 툴(flowSQL)을 이용하여 정격 동작에서 소자에서 발생하는 열량 및 열임피던스(Thermal Impedance)를 그림2와 같이 계산하여 부품배치 및 방열설계가 최적화가 이루어지도록 개발 하였다.

소형화를 위한 방열설계를 위해 정격기준으로 각 소자에서 발생하는 열을 그림3과 같이 시뮬레이션을 실시하여 외함 방열 설계시 조건(그림3 a)과 내부 방열(그림3 b) 설계를 진행하여 최적화를 하였으며, 외부 온도 변화 조건을 이용하여 출력 감소(Power de-rating)에 대한 적절한 범위를 설정하여 항상 최적의 발전이 되도록 하였다. 그리고 전력변환 효율은 유로효율 97%를 달성하였고, MPPT 효율은 99%를 달성하였다.

원가저감을 위해 보다 소형이 되도록 설계하였고, 인덕터 및 커패시터 선정에 있어 많은 시뮬레이션과 실험을 통해 최적의 원가를 가지도록 개발하였다.

태양광시스템 기준을 만족하기 위하여 PV 입력에 DC 스위치를 적용하고, SPD를 적용하였으며, RCM 및 PV지락검출기능을 적용하였다.

수상태양광발전시스템에서 DC 선로가 길어지는 사용시 부유체 위에 태양광인버터가 위치하는 경우에는 침수의 우려가 있으므로 일반적으로 침수등급 이상을 요구하고 있어, IP67시형(1m침수, 30분)에 만족하는 모델을 외함설계를 보완하여 제작할 예정이며, 현재 보호등급은 IP65이다.

편리한 모니터링을 위하여 스마트폰과 연동되도록 하여 태양광발전시스템을 동작상태를 알수 있도록 WiFi 모듈(option)을 장착할 수 있게 설계하였으며, 향후 관련 App제작, 서버 구축 등을 실시하여 스마트폰 모니터링 서비스를 개설할 예정이다.

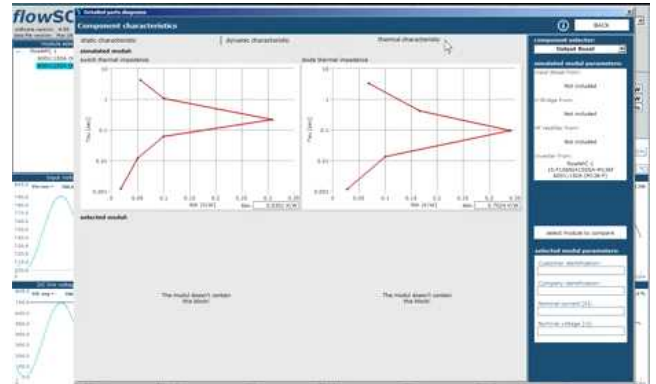
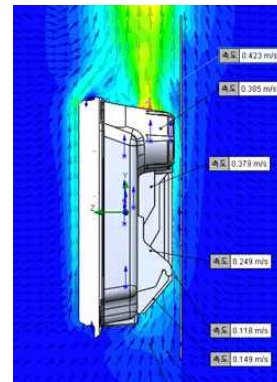
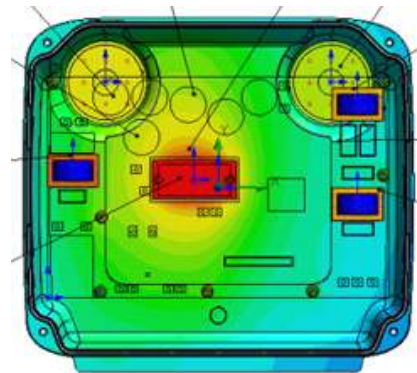


그림 2 전력용반도체소자 열임피던스 시뮬레이션  
Fig. 2 Thermal impedance simulation of power semiconductor



(a) 외부 방열 설계 시뮬레이션



(b) 내부 소자 방열 시뮬레이션

그림 3 3kW 계통연계형 태양광 인버터 방열 시뮬레이션  
Fig. 3 Heat Simulation of 3kW Grid Connected type PV inverter

### 3. 결론

본 논문은 (주)솔라엔시스에서 개발한 계통연계형 3kW 태양광 인버터를 소개 하였다. 다쓰테크의 태양광 인버터는 점차 확대되어가는 태양광 시장에 대응하기 위해 가장 중요하게 요구되는 전력변환효율, 보호등급 및 디자인에 대한 핵심기능을 보유하고있으며, 점차 강화되어가는 EMC에 대한 요구 조건을

충족하였다.

본 개발을 통하여 전세계적으로 확대되어가고 있는 신재생 에너지 분야, 특히 태양광 인버터 시장에서 국내 최고의 전력 밀도 및 최고의 전력변환 효율로 (주)솔라엔시스에 우수한 기술력을 선보였으며, 세계 태양광시장 진출을 위해 해외 인증 추진 중에 있다.

본 연구는 산업통상자원부(MOTIE)와 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다.  
(No. 20192910100100)

### 참 고 문 헌

- [1] 전기설비기술기준의 판단기준 제54조, 전기협회, 2019.11.21
- [2] 송·배전용 전기설비 이용규정. 2019. 7.1.
- [3] 민준기, 나병훈, 팽성일, 유영덕, “3kW 계통연계 태양광인버터 개발”, 전력전자학회 학술대회 논문집, pp467-468, 2016.07.
- [4] 윤한중, 조영훈, 최규하, “ 태양광 인버터 회로구조에 따른 누설전류 비교”, 전력전자학회 학술대회 논문집, pp.105-106, 2016.07.