

밀폐형 구조를 갖는 3.3kW급 태양광용 전력변환기 개발

정상민, 장수진, 이정민, 구태홍, 서인영
(주)효성 중공업연구소

Development of a 3.3kW Photovoltaic Inverter meeting IP65 standard

Sangmin Jung, Sujin Jang, Jeongmin Lee, Taehong Goo, Inyoung Suh
Power & Industrial Systems R&D Center, Hyosung Corporation

ABSTRACT

본 논문은 밀폐형 구조를 갖는 3.3kW급 태양광용 전력변환기 개발에 관한 내용을 설명한다. 3.3kW급 전력변환기는 무게, 부피, 효율적인 측면에서 장점을 갖는 무변압기형으로 동작범위가 넓고 실외형(IP65)으로 제작되어 설치 장소에 제약을 받지 않는다. 또한, 주변온도 $-20\sim 50^{\circ}\text{C}$ 에서 동작이 가능하도록 설계 되었다.

1. 서 론

태양광 발전기술 개발 및 보급은 지구온난화와 석유에너지 고갈에 따른 안정적인 미래에너지원 확보를 위해 국·내외에서 활발히 진행되고 있다. 국내에서는 일반주택, 국민임대주택을 대상으로 태양광 발전설비의 범국민적인 이용을 확대하여 태양광 시장창출과 확대를 유도하며 기술발전을 통한 중장기 수출 전략분야로 육성하기 위해 에너지관리 공단의 주관 하에 2012년까지 태양광주택 10만호 보급사업을 실행하고 있다. 보급사업에 설치되는 태양광용 인버터는 신·재생에너지 설비 인증제도의 태양광발전용 인버터 기술기준을 통해 인증을 받아야 하며 설치장소에 따라 실내/실외 형으로 구분되어 실내형인 경우 IP20이상, 실외형인 경우 IP44이상 등급을 만족하여야 한다.^{[1][2]}

본 논문에서는 실외형(IP65)으로 제작된 밀폐형 구조를 갖는 3.3kW급 태양광용 전력변환기 개발에 관하여 기술하였다.

2. 본 론

2.1 태양광용 전력변환기의 구성

그림 1은 3.3kW급 태양광용 전력변환기의 회로도를 나타낸다. 전력변환기는 태양광 모듈의 직류전압을 승압하기 위한 부스트 컨버터와 승압된 직류전원을 교류전원으로 변환하기 위한

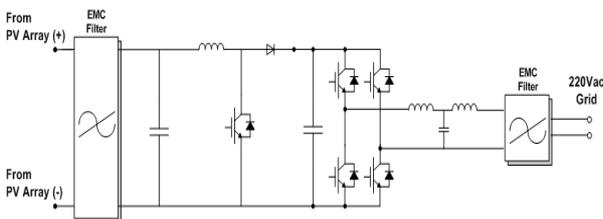


그림 1. 태양광용 전력변환기 회로도

표 1. 태양광용 전력변환기의 설계사양

구분	설계사양
용량	3.3kW
입력전압범위	220 ~ 600Vdc
계통전압/주파수	220Vac/60Hz
전류 THD	3%이하
역률	0.99이상
전력변환효율	95%이상
주변온도	$-20 \sim 50^{\circ}\text{C}$
냉각방식	자연식
크기	474×370×189(mm)
설치장소	실외(IP65)

단상 풀브리지 인버터, LCL필터로 구성되어 있다. 표 1은 3.3kW 태양광용 전력변환기의 설계 사양이다. 입력전압범위가 220V~600Vdc로 넓고 주변온도 $-20\sim 50^{\circ}\text{C}$ 에서 동작이 가능하도록 설계되었다.

2.2 태양광용 전력변환기의 제어 알고리즘

일사량과 온도에 의해 태양광 어레이의 최대전력동작점이 결정되며 최대전력동작점을 추정하기 위한 제어를 MPPT (Maximum Power Point Tracking)이라고 한다. 본 논문의 태양광용 전력변환기에 사용된 MPPT는 방식은 Perturb & Observe(P&O) 방식으로 가장 대표적으로 사용되는 MPPT 제어 방식 중 하나이며 태양전지 어레이의 출력전압을 주기적으로 미소 변동시키고 변동이전의 출력전력과 변동이후의 출력전력을 비교하여 최대전력점을 찾는 방식이다. 이 방식은 알고리즘이 간단하고 안정성이 높은 장점이 있다.^{[3][4]}

그림 2는 태양광용 전력변환기의 전체 제어 구성도를 나타낸다. 태양광용 전력변환기는 태양광 모듈 전압에 따라 부스트 MPPT 모드 또는 인버터 MPPT 모드로 동작하는 두 가지 제어 모드를 갖는다.

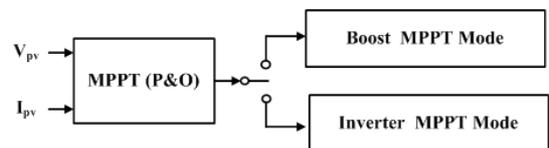
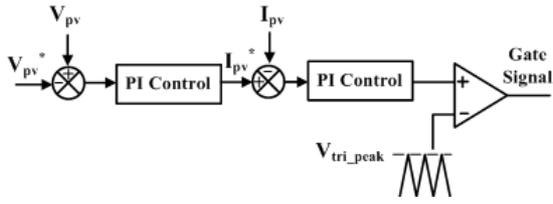
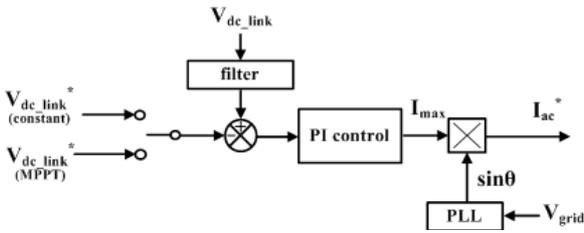


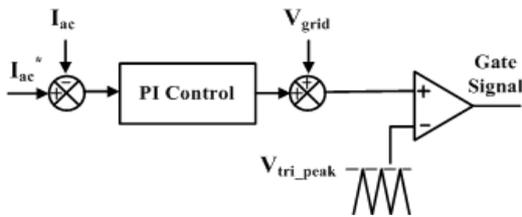
그림 2. 전체 제어 구성도



(a) 부스트 컨버터 제어



(b) DC 링크 전압 제어



(c) 인버터 전류제어

그림 3. 제어 블록도

태양광 모듈 전압이 380V이하일 경우 태양광용 전력변환기는 부스트 MPPT 모드로 동작하여 부스트 컨버터 측에서 MPPT 제어를 하게 된다. P&O 알고리즘에 의해 태양광 모듈 전압 레퍼런스가 생성되며 이중 루프 PI 제어 방식에 의해 태양광 모듈 전압은 제어된다. 이때 인버터는 일정한 전압으로 DC링크 전압을 제어하며 계통과 동일한 위상으로 인버터 출력 전류를 제어하게 된다. 태양광 모듈 전압이 400V이상일 경우에는 부스트 컨버터는 정지하며 인버터 측에서 MPPT 제어하는 인버터 MPPT 모드로 제어된다. P&O 알고리즘에 의해 DC링크 전압 레퍼런스가 생성되며 인버터는 DC링크 전압을 제어하고 인버터 출력전류를 계통과 동일한 위상으로 제어하게 된다. 태양광용 전력변환기가 인버터 MPPT 모드로 동작하는 경우 부스트 컨버터의 스위치 손실이 없어 효율이 상승하는 장점이 있다. 그림 3에는 태양광용 전력변환기의 제어 블록도를 나타내었다.

2.3 시뮬레이션 결과

그림 4는 3.3kW 태양광용 전력변환기의 온도분포 시뮬레이션 결과이다. 시뮬레이션 조건은 다음과 같다.

- 자연대류 냉각
- 주변온도 : 50℃
- 방사온도 : 50℃

태양광용 전력변환기의 케이스 표면의 온도분포를 그림 4를 통하여 예측할 수 있었으며 최고온도가 설계값(70℃) 이하인 것을 확인 하였다.

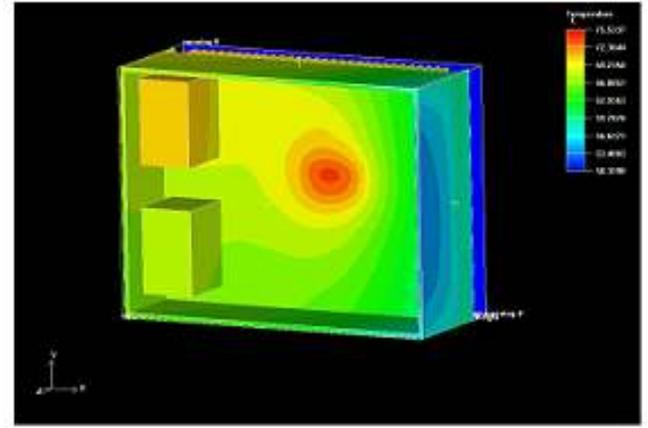


그림 4. 온도분포 시뮬레이션

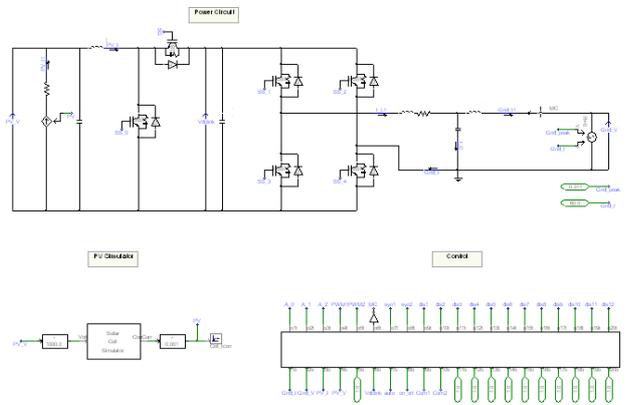


그림 5. 시뮬레이션 회로도

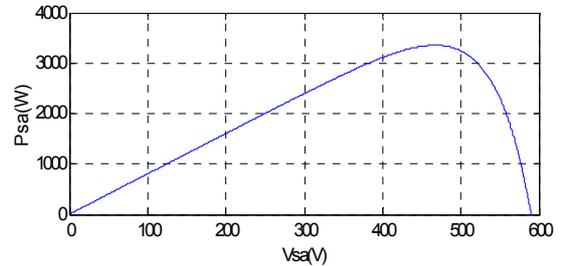
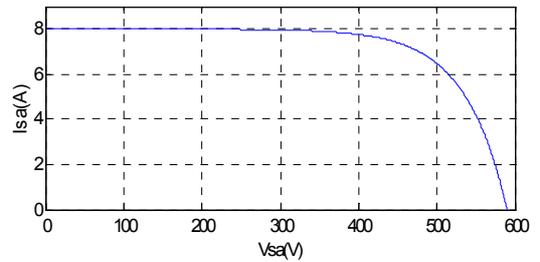


그림 6. 태양광 모듈 특성 곡선

그림 5는 시뮬레이션 회로도이다. 시뮬레이션 제어기는 C 언어로 구성되어 디지털 제어와 동일한 성능을 보이며 그림 6에는 시뮬레이션에 사용된 태양광 모듈의 특성 곡선을 나타내었다.

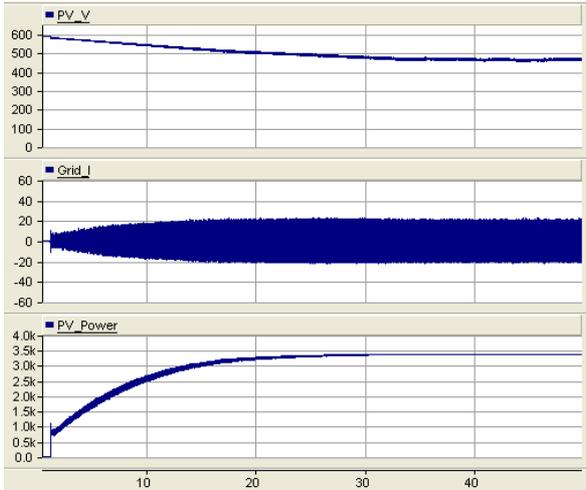


그림 7. 시뮬레이션 각부 파형
(태양광 모듈 전압, 계통전류, 태양광 모듈 출력전력)



(a) 전면부



(b) 커넥터부

그림 8. 3.3kW 태양광용 전력변환기 외함사진

그림 7은 시뮬레이션 각부 파형으로 태양광 모듈 특성곡선의 최대전력동작점을 안정적으로 추종하는 것을 볼 수 있다.

3. 결 론

본 논문에서는 밀폐형 구조를 갖는 3.3kW 태양광용 전력변환기 개발에 관한 내용을 서술하였다. 개발 중인 태양광용 전력변환기는 넓은 입력전압범위(220~600Vdc)를 갖고 -20~50°C의 주변온도에서 운전 가능하도록 설계 되었으며 실외형으로 IP65 인증을 획득하였다. 시뮬레이션을 통해 3.3kW급 태양

광용 전력변환기의 성능을 검증하였으며 국내 및 국외의 인증 시험기준에 준하는 시험설비를 구축하여 현재 시험을 진행하고 있다.

참 고 문 헌

- [1] 안교상 외, "태양광 발전 계통연계 기술", 전력전자학회지 제12권 제1호, 2007. 2
- [2] 신재생에너지 설비심사세부기준 태양광발전용 인버터(계통연계형, 독립형), 에너지관리공단, 2008.
- [3] Trishan Esham and Patrick L. Chapman, "Comparison of Photovoltaic Array Maximum Power Point Tracking Techniques", IEEE TRANSACTIONS ON ENERGY CONVERSION, VOL. 22, NO. 2, JUNE 2007
- [4] N. Femia, G. Petrone, G. Spagnuolo and M. Vitelli "Optimization of Perturb and Observe Maximum Power Point Tracking Method" IEEE Trans. Power Electron., Vol. 20, NO. 4. pp.963-973, Jul. 2005.