

태양광 발전용 전력변환장치 개발

송두영, 김태훈, 김진욱, 이태원, 김돈식, 원충연*, 김재형*, 김준구*
 삼성전기, 성균관대학교*

Development of Power Conditioning System for Photovoltaic Power Generation System

D.Y Song, T.H Kim, J.W Kim, T.W Lee, D.S Kim, C.Y Won*, J.H Kim*, J.G Kim*
 Samsung Electro-Mechanics, Sungkyunkwan University*

ABSTRACT

최근 신재생 에너지 발전에 대한 관심이 증가하고 있는 가운데 태양광 발전시스템은 그중에서도 가장 친환경적인 시스템으로 인정받고 있다. 소음 및 안전성 측면에서 볼 때 가정에서 사용하기 좋은 발전시스템이기 때문에 많은 기업들이 가정용 발전시스템의 관련 제품들을 개발하고 있다. 그중에서도 핵심적으로 이용되는 PVPCS (Photovoltaic Power Conditioning System)는 다른 전력변환 장치들과 마찬가지로 고 효율화 하는 것이 최대 목표라 할 수 있다.

1. 서론

국내 에너지 소비량은 세계 10위로 에너지 소비 증가율이 OECD 국가 중 1위를 차지하고 있다. 이러한 국내 사정과 급증하고 있는 국제 유가를 고려하였을 때, 에너지 자원의 안정적인 공급을 위한 대체 에너지의 개발이 시급한 상황이다. 특히 태양광, 연료전지, 풍력 등 신재생 에너지원에 대한 관심이 높아지고 있다. 이러한 신재생 에너지원을 활용한 분산형 전원이 전력계통에 양질의 전력을 공급하기 위해서 전력변환기술 즉 PCS (Power Conditioning System)의 다기능·고신뢰·고효율화 기술이 매우 중요하며 분산전원 시장의 주도권 확보를 위한 기술개발이 요구되고 있다.

당사에서는 전원 및 부하 임피던스 변화에 강한 MPPT 성능과 고효율, 소형 경량화에 중점을 두고 소용량 가정용 태양광 발전용 계통연계형 인버터를 개발하였다.

2. 3kW급 PVPCS

2.1 고효율 Topology

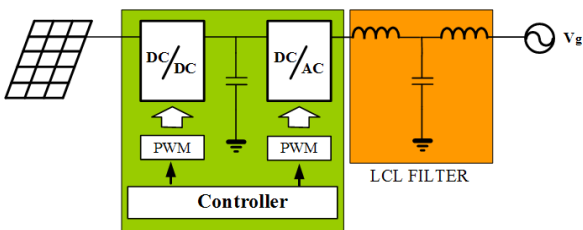


그림 1 태양광 인버터 구성도
 Fig. 1 Configuration of Photovoltaic Inverter

표1 태양광 인버터 사양
 Table 1 Specification of PVPCS

구분	설계사양
용량	3kW
입력전압범위	150 ~ 550 [V]
전력변환효율	95% 이상
THD	5% 이하
냉각방식	공랭식
설치장소	옥내형
주변온도	-20 ~ 50°C

그림 1은 태양광 인버터의 구성도를 나타낸다. dc/dc 컨버터, 단상 인버터, LCL filter 및 입출력 EMI Filter를 기본 구성으로 하고 있다.

고효율 태양광 인버터를 개발하기 위해 당사에서는 interleaved boost 컨버터를 기본으로 하며 각 상의 dc/dc 컨버터는 공진을 이용하여 soft-switching이 가능하도록 하였다. 이런 구성의 경우 power device의 개수가 증가하는 단점을 가지고 있으나 interleaved 방식의 장점과 공진형 방식의 장점을 모두 갖는다. 전체적인 특성은 다음과 같다.

- ① 공진형 soft-switching 으로 스위칭 손실을 줄여 방열구조물의 크기를 줄일 수 있다.
- ② 컨버터부에 사용되는 스위칭 소자의 전류정격을 작게 할 수 있다.
- ③ 전류분배로 메인 인덕터의 크기를 줄일 수 있다.
- ④ 입력단 전류리플을 줄일 수 있다.
- ⑤ 컨버터 출력 리플 전압을 줄일 수 있어 dc-link 커패시터의 신뢰성 확보 및 전체적 시스템 수명을 연장할 수 있다.

2.2 부분 음영을 고려한 최적의 MPPT 알고리즘

그림 2는 부분 음영 등과 같은 환경적인 요인으로 다수의 최대전력점이 발생할 때의 V-I 특성을 보여주고 있다. 이러한 경우에도 실제 최대 전력점을 찾아 최대 출력을 낼 수 있는 알고리즘을 적용하였다.

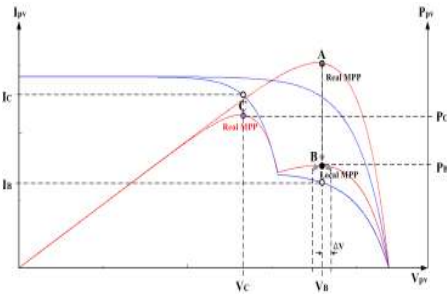


그림 2 부분 음영 발생시 V-I 특성곡선
Fig. 2 V-I Curve in case of partial shading

3. 성능 평가

그림 3에서처럼 부분 음영으로 인해 다수의 최대전력점이 존재시 실제 최대전력점을 찾아가는 것을 모의실험을 통해 확인할 수 있다. 그림 4는 계통연계 상태에서 전압 및 전류 특성을 보이고 있다.

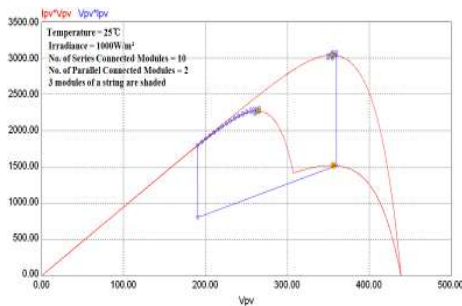


그림 3 부분 음영 발생시 최대 전력점 추종
Fig. 3 Maximum Power Point Tracking in case of partial shading

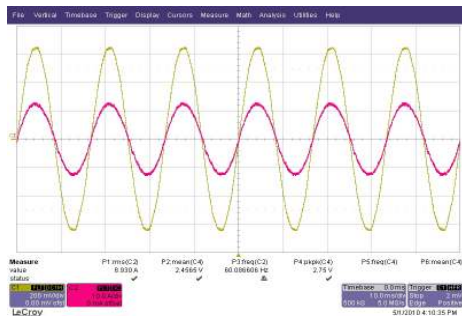


그림 4 태양광 인버터의 출력 특성
Fig. 4 Output Waveform of PVPCS (100V/div, 10A/div)

그림 5는 태양광 인버터의 컨버터부 효율을 나타낸다. dc/dc 컨버터는 서로 다른 입력전압 조건에서도 높은 효율 특성을 확보 하였으며, 350V 입력 조건에서 98.93%의 최대효율을 나타내고 있다.

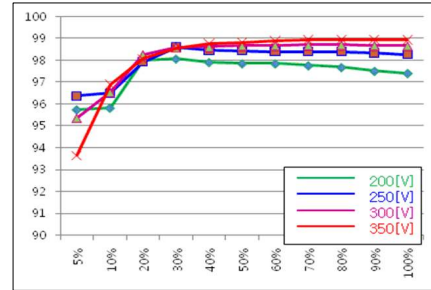


그림 5 DC-DC 컨버터 효율
Fig. 5 Efficiency of DC-DC Converter

그림 6은 인버터 전체시스템의 효율을 나타낸다. 전체 시스템의 최대 효율은 97.3%이며, 전 영역에서 95%의 높은 효율을 보이고 있다.

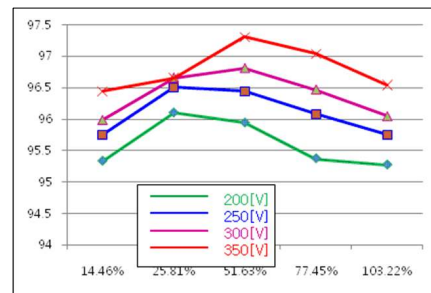


그림 6 시스템 효율
Fig. 6 System efficiency

4. 결론

본 논문에서는 당사에서 개발한 고효율 3kW급 태양광 인버터에 대해 소개하였다. 다상부스트 컨버터를 이용하여 높은 효율과 전력품질을 확보하였다.