

합리적인 원가절감용 태양광 발전용 전력변환장치 개발

조문택*, 이충식*, 김갑수**, 김현중***, 김영춘****

*대원대학교 전기전자과

**아세아시멘트

***여주대학교 호텔관광과

****공주대학교 기계자동차학부

e-mail:mtcho@daewon.ac.kr

Development of a Power Converter for Solar Power Generation for Reasonable Cost Reduction

Moon-Taek Cho*, Chung Sik Lee*, Kab-Soo Kim**, Hyun-Jong Kim***, Young-Choon Kim****

*Dept. of Electrical & Electronics Engineering, Daewon University College

**Asia Cement Co.

***Dept. of Hotel & Tourism, Yeosu Institute of Technology

****Dept. of Mechanical & Automotive Engineering, Kongju National University

요 약

본 논문에서는 변환효율 97% 이상의 구현이 가능한 접속반 일체형 태양광 전력변환기를 개발하였다. 또한, 병렬운전이 가능한 전압형 PWM 컨버터 및 User Interface 회로를 구현하였다. 전압형 PWM 컨버터를 개발하기 위해 고성능 DSP(Digital Processing Processor)를 이용한 S/W 프로그래밍 기술에 의해 단위역률(Unit Power Factor)로 제어함으로써 높은 신뢰도를 보장 받을 수 있도록 설계하였다.

1. 서론

태양광발전장치는 태양전지, 전력변환기, 접속반, 지지구조물 등으로 구성된다. 이 중 가장 중요한 부분이 태양전지이며, 이에 못지않게 전력변환기도 중요한 역할을 담당하고 있다. 태양전지에서 생산된 직류 전기를 가정에서 사용 가능한 교류 전기로 전환해 주는 역할을 전력변환기가 담당하고 있다. 또한 수개의 태양전지에서 생산된 직류 전기를 수집하여 전력변환기로 공급하는 접속반 또한 중요한 역할을 담당하고 있다.[1]

따라서, 본 논문에서는 이러한 문제점들을 고려하여 전압 변동율이 심하거나 전원 불평형 시에도 안정적으로 동작이 가능하며 고효율과 단위역률로 제어가 가능한 시스템을 제안하고자 하며, 복잡한 태양광발전장치의 전원 공급 과정의 최소화를 위해 전력변환기와 접속반을 일체화하여 원가 절감 및 효율 향상을 꾀하고자 한다. 그리고, 저가/저품질의 부품이 아닌 품질이 확보된 주요 부품을 사용하는 동시에 원가 경쟁력 확보를 위하여 전력변환기의 제어를 프로그래밍을 통한 제어 기술을 적용하였다.

또한, 병렬운전 가능한 전압형 PWM 컨버터 개발 및 User Interface 회로 구현과 변압기를 대체한 역률보정용 Super

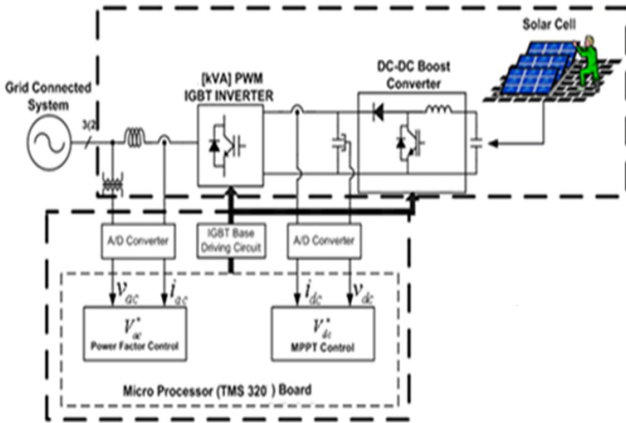
Core 방식의 리액터를 채택하여 역률을 단위역률로 설계함으로써 기존 3kW급 태양광 전력변환기 대비 생산 원가 20% 절감하였으며, 변환효율 97% 이상의 구현이 가능한 접속반 일체형 태양광 전력변환기 상용기술 개발 및 태양광 전력변환기 설계 기술 확보하였다.

2. 태양광 전력 변환기의 설계 방법

PWM(Pulse Width Modulation) 방식을 적용한 전압형의 전력변환기로 응용한 경우에는 무효 전력을 조절할 수 있기 때문에 고 역률의 운전이 가능하다. 또 회전기기를 제어하는 경우에는 교류측의 전압과 위상을 변화시킬 수 있는 특징이 있으므로 전력변환기의 구조를 간단하게 할 수 있는 장점이 있어 적절한 PWM 방식을 적용하여 각종 제어에 광범위하게 사용하고 있다.

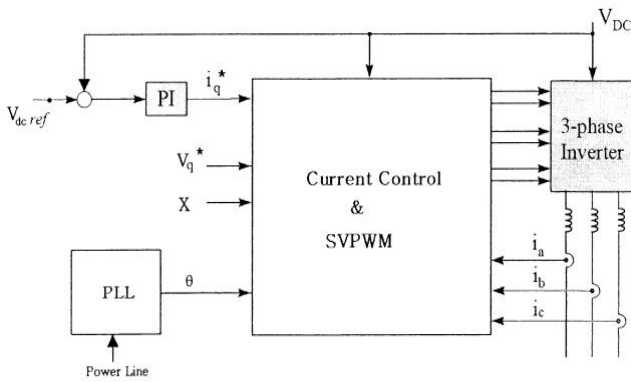
전압형 컨버터는 그림 1과 같이 180° 통전형의 전력변환기와 교류전원을 리액턴스로 결합시킨 구조를 하고 있다. 전력변환기는 강제전류방식의 구조, 또는 자기소호능력을 갖는 소자를 사용한 전압형의 변환기이다. 직류전압의 크기는 정의되지 않기 때문에 그림 2-1에서와 같이 직류전압을 제어하는 기능이 필수적으로 마련되어야 한다. 또한 교류 측의 역률

도 정의되지 않기 때문에 무효전력을 발생시킬 수 있으며 무효전력량을 제어할 수 있는 특성을 갖고 있다.



[그림 1] 제안된 전력변환기의 구성도 및 전력변환기

3. 태양광 전력 변환기의 제어기 설계



[그림 2] 제안된 전력변환기의 구성

전압제어와 전류검출 및 위상 검출방법을 나타낸 블록도 및 전력변환기의 시스템을 나타낸 것이다. 전원의 위상 검출은 PLL 방법을 사용하여 위상각과 상회전의 방향을 프로그램에 의하여 계산되도록 하였다.

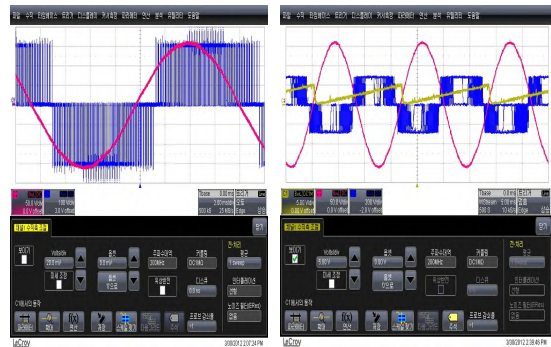
4. 태양광 전력 변환기의 게이트 회로 및 전원 회로 설계

RCC 방법의 SMPS 블록이며, 이를 구동하기 위한 전원은 배터리 전압인 DC 310[V]를 직접 입력하는 방식을 채택하였다.

게이트 전원은 RCC방식의 스위칭 전원에 밀 결합된 변압기를 사용하여 각각 절연된 인버터 스위칭용 IGBT 및 MOSFET 소자에서 필요로 하는 다수개의 전원을 출력하도록 하였다. 게이트 전원의 변압기의 2차 권선에 각각 다이오드와 콘덴서에 의하여 게이트 전원을 출력하도록 하였다.

5. 실험결과

전력변환기 설계 및 성능 시험을 실시한 결과 다음 그림 3와 같이 공간벡터 PWM 변조법에 의해 출력된 파형이며, 스위칭 주파수는 15[kHz]로 포팅되었고 전원측 상전압 파형 및 동기신호 파형을 나타내고 있다. 그림 4는 부하시험 및 리사주 결과파형의 결과를 나타내고 있다.



(a) PWM 변조파형(15kHz)

(b)동기신호 파형

[그림 3] 변조파형 시험 결과

6. 결론

본 논문은 변환효율 97% 이상의 구현이 가능한 접속반 일체형 태양광 전력변환기와 병렬운전이 가능한 전압형 PWM 컨버터 개발 및 User Interface 회로를 구현하였다.

참고문헌

[1] Y.Yusof, S.Sayuti, M.Latif, and M.Wanik, "Modeling and Simulation of maximum power tracker for photovoltaic system.", in Proceedings of Power and Energy Conference, Nov. 2004, pp.88-93.

[2] Kyritsis, A.Ch., Tatakis, E.C., Papanikolaou, N.P., "Optimum Design of the Current-Source Flyback Inverter for Decentralized Grid-Connected Photovoltaic Systems", Energy Conversion, IEEE Transactions on Volume 23, pp.281 - 293, 2008. [3] M.H.Rashid, "Power Electronics Circuits:Devices and Applications, 3rd edition", Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall, 2004.

[3] 서영수, 황락훈, 조문택, 심광열, 곽동걸, 채수형, 나승권, "PSPICE와 PSIM 시뮬레이션 중심의 전력전자공학" 동일출판사, PP.230~241, 2007.

[4] 백동현, 송호빈, "비상발전용 전원으로 사용하기 위한 태양전지의 PSPICE 모델링", 한국화재소방학회 논문지, pp.52~57, Vol.24, No.2, 2010.