

10kW급 독립형 태양광발전 시스템

유권종 송진수 정영석*
한국에너지기술연구소

10kW Stand-alone Photovoltaic System

Gwon-Jong You · Jin-Soo Song · Young-Seok Jeong
Korea Institute of Energy Research

Abstract - This paper presents a 10kW stand-alone photovoltaic power generation system with uninterruptible power system facility and its simple topology. The system is based on a DC/DC converter for a photovoltaic energy conversion, a four switch IGBT PWM inverter, a battery, and a DSP controller.

1. 서 론

태양광발전 시스템은 공해가 없는 청정에너지이고 전력규모를 자유롭게 정할 수 있으며 지붕이나 건물의 외벽같은 유휴공간을 활용할 수 있다는 장점을 가지고 있기 때문에 미국, 일본, 유럽 등을 중심으로 연구개발이 추진되어 실용화 상용발전 단계에 있다.⁽¹⁾ 그러나 국내의 기술개발은 독립형의 경우 실용화 단계의 기술을 확보하고 있으나 아직 해결해야할 많은 문제점을 가지고 있다.

본 논문에서는 사용전력이 공급되지 않는 도서지역의 자가발전용 또는 UPS용으로 활용가능한 10kW급 독립형 태양광발전 시스템의 구조와 제어 방법에 대하여 간단히 기술하고, 시뮬레이션 및 실험으로 그 타당성을 입증한다.

2. 시스템 구성

그림 1은 10kW급 독립형 태양광발전 시스템의 구성도를 나타낸다. 이 시스템은 10kWp의 태양전지 어레이, DC/DC 컨버터, 배터리, PWM 인버터, DSP 컨트롤러로 구성되어 있다.

2.1 전력 변환 회로

DC/DC 컨버터는 태양전지의 낮은 전압을 승압시켜 태양전지와 인버터의 입력측, 그리고 배터리의 충방전기를 연결하는 인터페이스 역할을 한다.

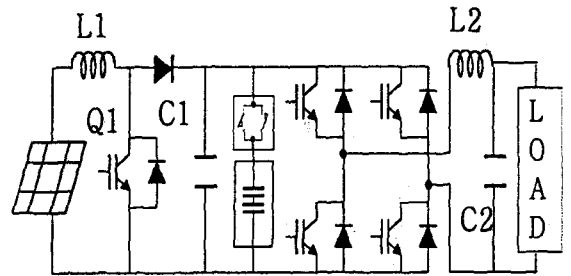


그림 1. 전체 시스템 구성도

PWM 인버터는 4개의 IGBT소자와 LC필터로 구성되어 있다. 스위칭 주파수는 20kHz이다.

2.2 시스템 제어기

시스템 제어기는 μ -Processor인 87C196KC-20과 DSP인 TMS320C31을 이용하여 전디지털 제어 구성했다.

2.2.1 DC/DC 컨버터

그림 2는 DC/DC 컨버터의 제어 블록도를 나타내며, 바깥쪽의 전압 PI 제어 루프와 안쪽의 전류 PI 루프로 구성된다.

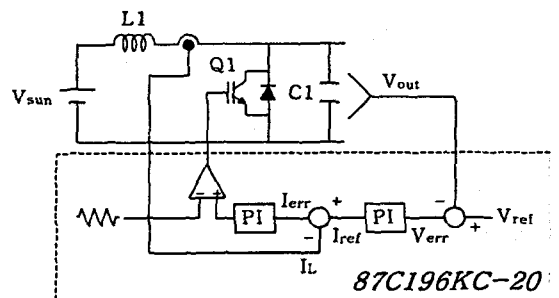


그림 2. DC/DC 컨버터의 제어 블록도

전압 센서를 통한 출력전압 V_{out} 과 DC/DC 컨버터의 기준 출력전압 V_{ref} 의 차 $V_{err} = V_{ref} - V_{out}$ 은 전압 PI 제어기에 입력되어지고, 그 출력값 I_{ref} 은 전류센서를 통하여 측정되는 인덕터전류 I_L 과 비교되어 $I_{err} = I_{ref} - I_L$ 을 만들어 낸다. I_{err} 은 다시 전류 PI 제어기에 입력되고, 그 출력값은 PWM Comparator에 입력되어 20kHz의 톱니파와 비교되어 Q1에 대한 Gate Pulse를 발생시킨다. 이상의 제어기법은 One chip μ -Processor인 87C196KC-20으로 구현하였다.

2.2.1 PWM 인버터

그림 3은 PWM 인버터의 제어 블록도를 나타낸다.

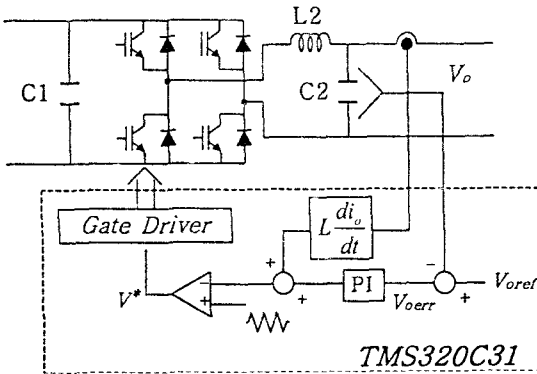


그림 3. PWM 인버터의 블록도

V_{oref} 와 출력전압 V_o 의 차 $V_{oerr} = V_{oref} - V_o$ 가 PI 제어기에 입력되고, 센싱된 전류 I_o 를 이용하여 L_2 의 전압보상치 $L \frac{di_o}{dt}$ 를 계산한 후 PI 제어기의 출력치와 $L \frac{di_o}{dt}$ 값을 가산하여 PWM Comparator에 입력되어 20kHz의 톱니파와 비교되어 Gate Driver를 구동한다.

3. 시뮬레이션 및 실험결과

컴퓨터 시뮬레이션에 사용된 파라미터 값들은 다음과 같다.

DC/DC 컨버터

컨버터 종류	Boost Converter
인력 인덕터(L1)	0.3[mH]
입력전압(태양전지출력전압)	250~390[V]
출력전압	540[V]
출력 커패시터(C1)	1200[μ F]

PWM 인버터

인버터 종류	단상 인버터
출력 인덕터(L2)	0.4[mH]
출력 커패시터(C2)	800[μ F]
입력전압	540[V]
출력 기준 전압(V_{oref})	$220\sqrt{2}\sin(\omega t)$

그림 4는 무부하시의 태양광 전압과 인버터의 출력전압 파형이다. 태양광의 출력전압이 약 410[V]까지 나오고 있음을 보여준다.

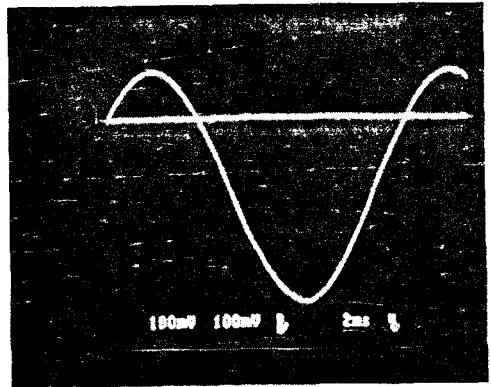
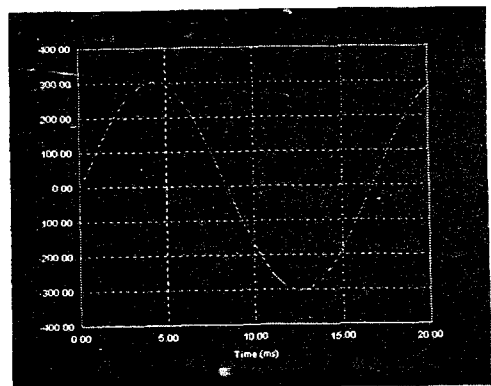
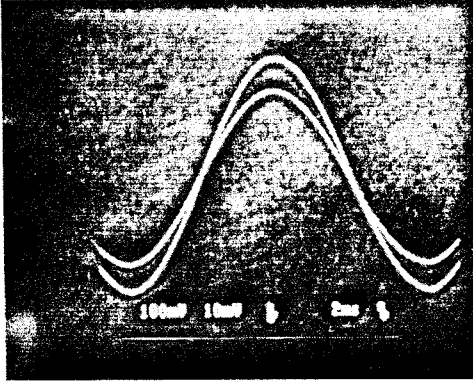


그림 4. 태양광전압과 출력전압파형(100V/div)

그림 5는 전열기 부하시의 인버터 출력전압과 출력전류 파형을 보인다. 이때의 태양광 전압은 362[V]이고 전류는 22[A]이었다. 인버터 출력전압은 224[V]이고 전류는 34[A]이다. 동상의 깨끗한 정현파임을 보이고 있다.



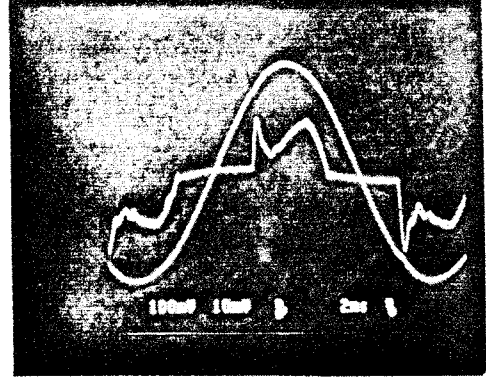
(a)



(b)

그림 5. 인버터 출력전압과 전류파형
(100V/div, 10A/div)
(a) 시뮬레이션 (b) 실험

그림 6은 비선형 부하시의 인버터 출력전압과 전류 파형이다. 시뮬레이션에서는 저항 20[Ω]과 커패시터 100[μF]이 병렬 연결되어 있는 정류기 부하로 구성하였고, 실험에서는 가정용 에어컨 부하를 사용하였다. 실험시 전압파형은 거의 깨끗한 정현파로 나타나고 있다.



(b)

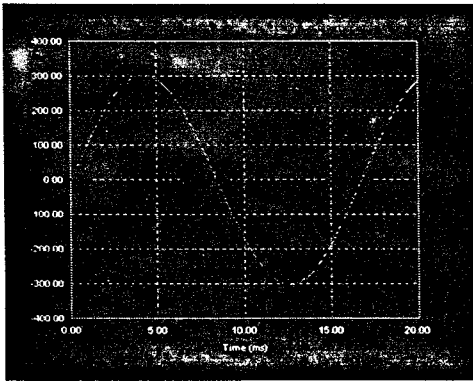
그림 6. 인버터 출력전압과 전류파형
(100V/div, 10A/div)
(a) 시뮬레이션 (b) 실험

3. 결 론

본 논문에서는 DC/DC 컨버터와 PWM 인버터를 이용한 10kW급 독립형 태양광발전 시스템이 제안되었고 시뮬레이션 및 실험으로 그 타당성을 입증하였다. 차후에는 비선형 부하에 대한 응답특성을 개선한 제어계로 구성하고자 한다.

[참 고 문 헌]

- [1] 송진수, "태양광발전", 전기학회지, Vol. 41, No6, 1992
- [2] 유권중 외, "전력 Peak Cut를 위한 주택용 태양광발전 시스템의 에어컨 개발(Ⅲ)", 전력연구원, 1995
- [3] "100kW급 독립전원 공급용 시스템 개발", 전력연구원, pp.40-44, 1994
- [4] 유권중외, "태양광 어레이 모델링을 통한 최대 출력점 고찰", 제 1회 전력전자학회 논문집, 1996



(a)