

3kW급 계통연계형 PV 시스템

유권종, 송진수, 정영석*
한국에너지기술연구소

3kW Grid-connected Photovoltaic System

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

Abstract - This paper presents a 3kW grid-connection photovoltaic power generation system and its simple topology. The system controlled by single chip microprocessor.

1. 서 론

계통연계형 태양광발전(PhotoVotaic) 시스템은 배전계통과 연계하여 대규모 발전소를 보완하는 분산전원의 역할을 한다. 계통연계형 PV 시스템은 발전방식에 따라 PV 시스템의 출력이 수용가의 부하보다 큰 경우에는 잉여전력을 계통에 회생시키고, 부족한 경우에는 부족분의 전력을 계통으로부터 공급받는 양방향 조류방식과 잉여전력이 발생되더라도 계통에 회생시키지 않는 일방향 조류방식으로 구분된다. 전력계통의 안전과 전력품질의 유지면에서는 일방향 조류방식이 유리하지만 발전효율을 높이고 분산전원의 역할을 증대시키기 위해서는 양방향 조류방식이 바람직하다.⁽¹⁾ 이와 같은 이유로 본 논문에서는 PV 시스템의 출력부에 전력계통과 부하가 병렬로 연결되는 형태의 양방향 조류방식을 채택하였다. 원칙 마이크로프로세서인 87C196KC-20을 채택하여 제어계를 전 디지털화 하였다. 본 논문은 주택용 태양광발전 시스템으로 적용가능한 3kW급 계통연계형 PV 시스템의 구성과 제어방식에 대해 간단히 기술하고 실험으로써 그 타당성을 검증한다.

2. 시스템 구성

그림 1은 3kW급 계통연계형 PV 시스템의 전체 구성도를 나타낸다. 이 시스템은 3kWp의 태양전지 어레이와 DC/DC 초퍼, PWM 인버터, 디지털 컨트롤러로 구성되어 있다.

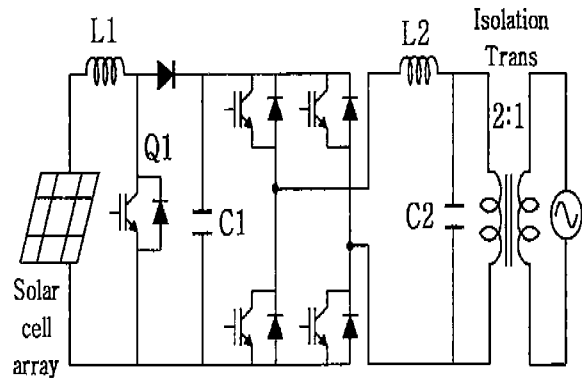


그림 1. 전체 시스템 구성도

3. PV 시스템의 제어기 설계

2.1 DC/DC 초퍼 제어기

그림 2는 DC/DC 초퍼부의 제어 블록도를 나타낸다.

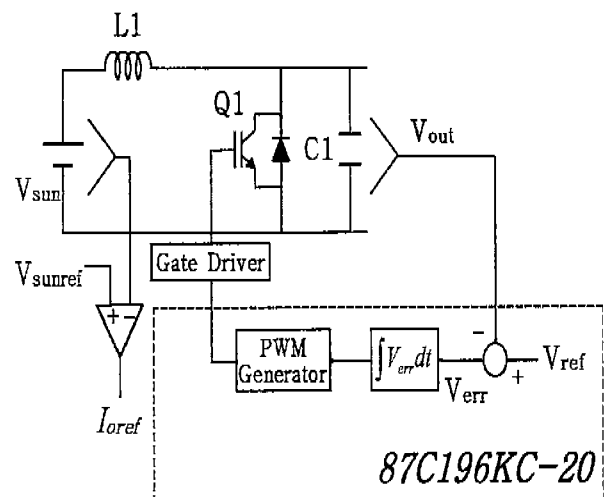


그림 2. DC/DC 초퍼부의 제어 블록도

전압 센서를 통해 C1의 출력전압 V_{out} 과 기준전압 V_{ref} 의 차 $V_{err} = V_{ref} - V_{out}$ 을 적분하여 마이크로 내부의 PWM 발생기에 입력되어 PWM의 duty ratio를 결정하게 되고 PWM 출력포트에서 나온 신호를 gate drive에 인가하여 스위치를 Q1을 on/off 하게된다. 또한 태양전지 어레이 출력전압 V_{sun} 을 센싱하여 출력 기준전압 V_{sunref} 와 비교하여 인버터 출력전류 크기의 기준 신호인 I_{oref} 를 제어한다.

2.2 PWM 인버터 제어기

그림 3은 PWM 인버터의 제어블록도를 나타낸다.

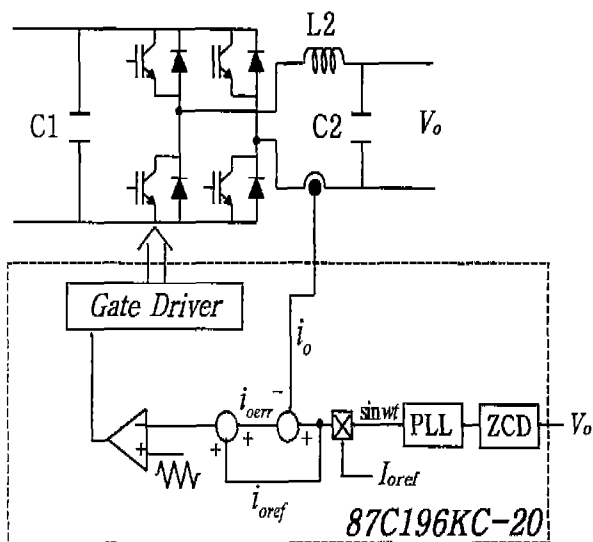


그림 3. PWM 인버터의 제어블록도

계통전압 V_o 를 센싱, 영전위 검출회로(ZCD)와 동기제어회로(PLL)을 거쳐 계통전압의 위상을 검출하게 된다. 이 위상과 일치하는 \sin 값을 ROM table에서 불러 인버터 출력전류 크기의 기준신호인 I_{oref} 와 곱해 출력기준전류 i_{oref} 를 만들어 낸다. I_{oref} 에 인버터 출력 센싱 전류 i_o 와 I_{oref} 의 차인 i_{oerr} 을 더해 에러를 보상한 후 비교기를 거쳐 PWM출력을 만들어 낸다.

3. 실험결과

실험에 사용된 각 파라미터들은 다음과 같다.

○ DC/DC 초파

컨버터 종류	Boost 컨버터
입력 인덕터	2(mH)
입력전압(태양전지출력전압)	210~300[V]
출력기준전압	350[V]
출력 커패시터	330(μ F)
PWM 스위칭 주파수	19.53(kHz)

○ PWM 인버터

인버터 종류	단상인버터
출력 인덕터	0.4(mH)
출력 기준전압	110[V]
절연변압기(승압형)	2:1
출력 커패시터	330(μ F)
PWM 스위칭 주파수	1.56(kHz)

그림 4는 태양전지 어레이의 출력전압과 출력전류의 파형을 나타내고 있다. 그림 5는 계통연계시 상용전압과 인버터 전류의 파형을 나타내고 있다. 전압과 전류가 위상이 동기됨을 볼 수 있다. 따라서 이 파형은 인버터로부터 상용전원으로 전력유입이 이루어짐을 알 수 있다. 그림 6은 인버터의 직류측 전압과 교류측 전류를 나타내고 있다.

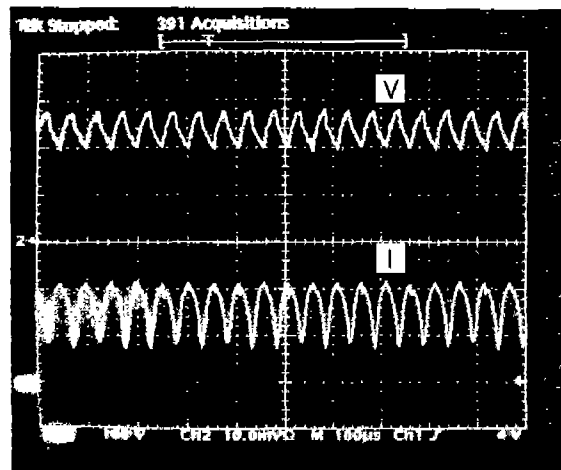


그림 4. 태양전지 어레이의 출력전압과 전류(2A/div)

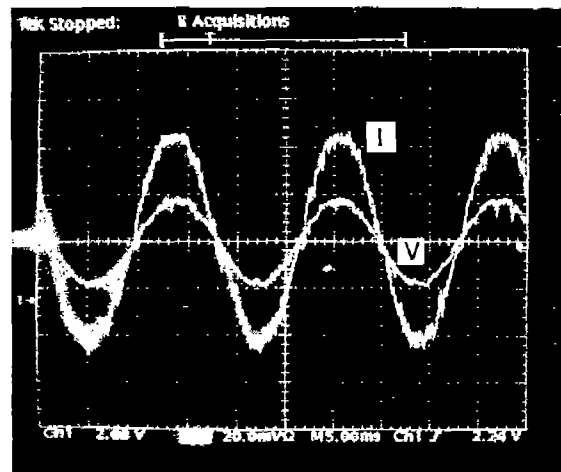


그림 5. 계통연계시 상용전압과 인버터 출력전류(5A/div)

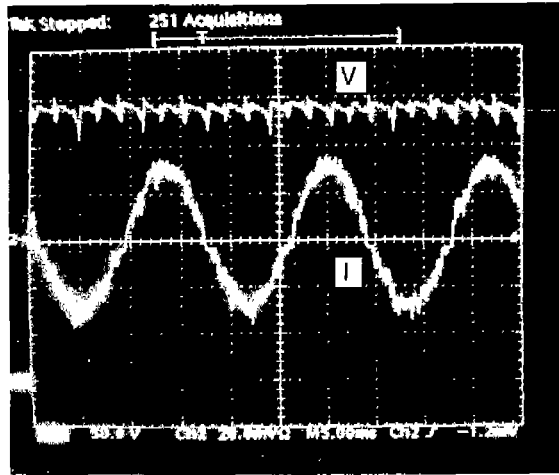


그림 6. 인버터의 직류측 전압과 교류측 전류(2A/div)

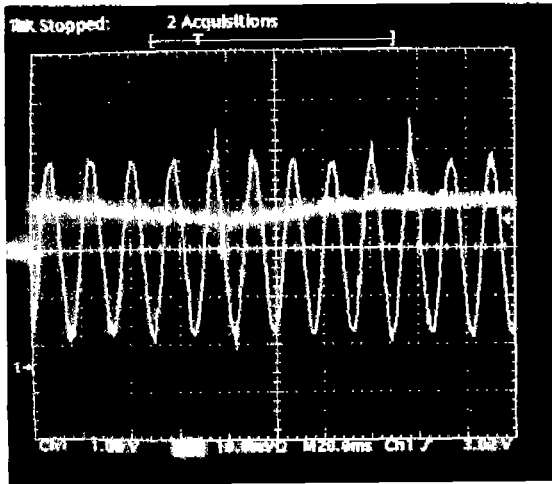


그림 7. 인버터의 출력전류파형과 DC/DC 컨버터의 출력전류(5A/div)

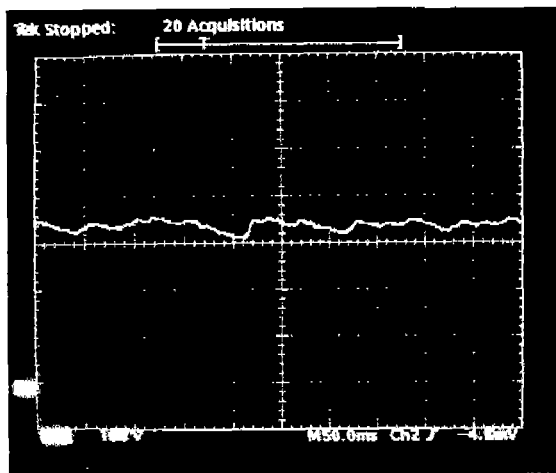


그림 8. 일사량 변동시의 태양광 DC/DC 컨버터의 출력전압파형

그림 7은 인버터의 출력전류파형과 승압형 DC/DC 컨버터의 출력전류파형을 나타내고 있다. 그림 8은 일사량 변동시의 승압형 DC/DC 컨버터의 안정된 전압파형을 보이고 있다.

4. 결 론

본 논문에서는 3kW급 계통연계형 태양광발전 시스템의 구성과 제어방법에 대해서 기술하고 실험으로써 그 타당성을 입증하였다. 모든제어를 마이크로 프로세서 1개로 제어하기 위해서 인버터의 스위칭 속도가 낮아(64 μ sec) 전류파형이 깨끗하지는 않았다. 차후에는 인버터의 스위칭 부분에 하이브리드 타입의 PWM 발생기를 부착, CPU의 부담을 줄여 보다 깨끗한 파형을 얻도록 할 계획이다.

[참 고 문 헌]

- [1] 유권중 외, "전력 Peak 절감을 위한 실규모 배전 계통형 태양광발전 시스템의 실증실험 연구 (II)", 통산산업부 년차보고서, 1997
- [2] 유권중 외, "양방향성 PWM컨버터를 이용한 가정용 태양광 에어컨 시스템에 관한 연구", 대한전기학회논문지, 45권 3호, pp.358~364, 1996
- [3] F. Harashima, "Microprocessor-controlled SIT inverter for Solar Energy System", IEEE IECON'85 Conference Records, pp.643~648, 1985
- [4] Jhon E. Quicoe, "A Single-Phase Voltage-Source Utility Interface System for Weak AC Network Applications", IEEE Trans., pp.93~99, 1994