

병실 냉난방장치용 태양 위치 추적기를 이용한 태양광 발전시스템에 관한 연구

황락훈^{1*}, 나승권²

A study on Photovoltaic System to Considers a Solar Position Tracker for Air Conditioner a Clinic room

Lark-Hoon Hwang^{1*} and Seung-Kwon Na²

요약 본 논문에서는 태양광 발전의 효율을 높이기 위하여 센서와 마이크로프로세서를 이용한 태양광 위치추적 장치를 설계하여 고정 방식의 태양광 발전과 위치 추적 방식의 태양광 발전에 대하여 비교해 보았으며, 태양전지에 대한 특성 해석과 수학적 모델링을 통한 시뮬레이션을 행하여 태양전지 특성 사양과 비교해 보았다. 또한 전력변환 시스템을 Boost 컨버터와 전압형 인버터로 구성하여 각각에 대하여 실험하였으며, Boost 컨버터 제어에서 최대 전력점 추적을 위해 일정전압 제어법을 사용하였다. 인버터의 제어에서는 SPWM(Sinusoidal Pulse Width Modulation) 제어법을 사용하여 실험하여 좋은 결과를 나타내었다.

Abstract In this paper, these setting can be useful in the microprocessor and sensor that designed to improve the efficiency of the photovoltaic system the photovoltaic position tracker device, and compared the normal photovoltaic system of fixed form with the photovoltaic system of solar position tracked form. Moreover, this is compared the catalogue of solar cell module and the simulation through a mathematics modelling with the solar cell's characteristic interpreting and that is composed an power conversion system with boost converter and voltage source inverter. This device can be used to the constant voltage control method for maximum power point tracking in boost converter control. Experiment Results is shown that using a SPWM(Sinusoidal Pulse Width Modulation) control method in inverter control.

Key Words : photovoltaic, solar cell, inverter, SPWM(Sinusoidal Pulse Width Modulation), converter

1. 서론

기존 에너지원의 고갈과 공해물질의 배출로 인한 환경 오염이 문제되고 있다. 이에 대한 대책으로 선진 각국에서는 1960대부터 대체 에너지 개발을 추진하고 있으며 태양광, 풍력, 조력 등 자연환경을 이용한 깨끗하고 무한한 대체 에너지원의 확보에 주력하고 있는 실정이다. 그 중에서도 신 에너지원으로서 무공해인 태양에너지를 이용한 태양광 발전시스템이 새로이 각광받고 있다. 태양전지는 비, 눈 또는 구름에 의해 햇빛이 비치지 않는 날과 밤에는 전기가 발생하지 않을 뿐만 아니라 일사량

(insolation)의 강도에 따라 발전량이 변하게 된다. 따라서 일반적인 태양광 발전 시스템은 사용자에게 항상 필요한 전기를 공급하기 위하여 모듈을 직·병렬로 연결한 태양전지 어레이와 전력 저장용 축전지(storage battery), 전력조정기(power controller) 및 직·교류 변환장치(inverter)등의 주변장치로 구성된다.[1]~[7].

태양전지 모듈은 태양전지를 직·병렬로 연결하여 구성하므로 태양전지 모듈의 등가회로는 태양전지의 등가회로와는 달리 직·병렬 저항의 영향을 많이 받으며, 태양전지간의 특성 차이로 인한 모듈의 출력이 낮게 될 수도 있다. 따라서 태양전지의 정확한 특성해석이 필요하다. 또한, 태양은 시간과 계절에 따라 위치가 항상 변하고 태양 에너지를 직접 전기 에너지로 변환하는 태양전지의 출력은 저밀도 에너지형인 관계로 태양광 위치추적 장치를 사용하여 지속적인 태양추적을 수행한다면 태양광 추적

¹세명대학교 전기공학과

²한국폴리텍 III대학 원주캠퍼스 의용공학과

*교신저자:황 락 훈(lhhwang@semyung.ac.kr)

시스템은 이미 적용되고 있는 고정 방식의 태양전지 모듈이 설치된 시스템에 대해 연구하였다. 본 논문에서는 태양광 발전의 효율을 높이기 위하여 센서와 마이크로프로세서를 이용한 태양광 위치추적 장치를 설계하여 고정 방식의 태양광 발전과 위치 추적 방식의 태양광 발전에 대하여 비교해 보았으며, 태양전지에 대한 특성 해석과 수학적 모델링을 통한 시뮬레이션을 행하여 태양전지 특성 사양과 비교해 보았다. 또한 전력변환 시스템을 Boost 컨버터와 전압형 인버터로 구성하여 각각에 대하여 실험하였으며, Boost 컨버터 제어에서 최대 전력점 추적을 위해 일정전압 제어법을 사용하였으며 인버터의 제어에서는 SPWM(Sinusoidal Pulse Width Modulation) 제어법을 사용하여 실험해 보았다. 그 결과 태양전지 수학적 모델링 한 것의 시뮬레이션 결과와 태양전지 특성 사양과 비교 하였을때 5[%]이하의 오차를 보였으며, 부스트(Boost) 컨버터의 승압율은 167[%]로 시뮬레이션 한 것과 근사적으로 나타났고, 인버터는 시뮬레이션 한 것과 근사적 파형을 얻었으나 손실이 큰 것으로 나타났다. 일반적인 고정 방식의 태양광 발전과 위치 추적 장치를 설치한 위치 추적 방식의 태양광 발전에 대한 비교에서 태양광 위치 추적 장치가 양호한 위치 추적을 보이고 있으며, 고정 방식에 비해 위치 추적 방식이 더욱 많은 집광을 하여 전체 발전량에서 5[%]의 차이가 있음을 알 수 있었다. 단상 PWM 전압형 인버터와 위상동기를 위해서 계통전압을 검출하여 계통전압과 인버터 출력을 동상 운전하므로 잉여전력을 계통과 연계할 수 있게 하였고, 고 역률과 저고 조파 출력을 유지 하므로서 부하와 계통에 전력이 안정하게 공급될 수 있도록 제어하여 좋은 결과를 얻을 수 있었다. 병원내의 모든 부하와 계통에 전력이 안정하게 공급될 수 있도록 제어 하였다.

2. 태양광 시스템과 구성

2.1 태양광 위치 추적 장치

태양광 발전을 위해서는 태양전지로부터 출력되는 개방전압과 단락전류가 얼마나 최대출력전압과 최대 출력 전류에 가깝게 출력되도록 설계하느냐에 따라서 태양광 발전 성능이 달라진다는 것을 알 수 있다. 이러한 이유로 태양광 위치 추적 장치를 생각하게 되었다.

태양광 발전에서 중요한 요소 중의 하나는 보다 많은 태양광을 집광하는 것으로서 태양광 위치 추적 장치를 통한 정확한 태양 위치 추적은 태양광 발전의 효율향상을 위하여 요구되는 대단히 중요한 장치이다.[8]~[12]. 집

광을 하기 위한 태양광 위치 추적 장치는 일반적으로 추적신호의 생성 방식에 따라 태양위치계산에 의해 방위각 및 고도각으로 표시되는 프로그램 방식, 태양센서로부터의 입력을 I/O 인터페이스를 통하여 들어오는 센서값을 마이크로프로세서를 사용하여 추적 가능각도를 계산하는 센서 방식, 프로그램과 센서를 조합한 혼합 방식으로 분류된다.

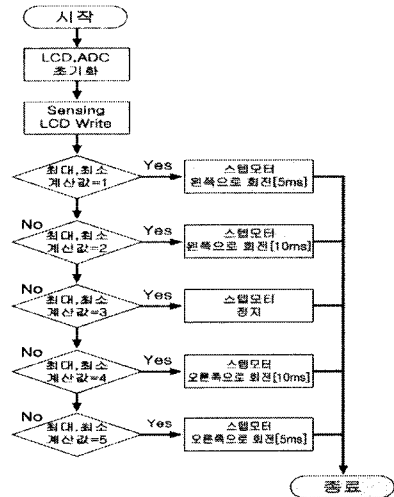


그림 1. 태양광 위치추적 장치의 흐름도

본 연구에서는 센서와 마이크로프로세서를 사용하여 환경 변화에 대해서도 위치추적이 가능하도록 설계하였다. 그림 1은 태양광 위치추적 장치에서 마이크로프로세서에서의 흐름을 나타낸 것으로 초기 LCD와 ADC를 초기화 시키고, 5개의 센서로부터 Sensing된 값을 A/D 변환하여 LCD에 각각의 값을 표시하고, 각각의 값 중 센서에 따른 최대 또는 최소값을 계산하며 Sensing의 계산된 값에 따라서 스텝모터의 좌우방향으로 회전 및 정지하게 프로그램 하였다.

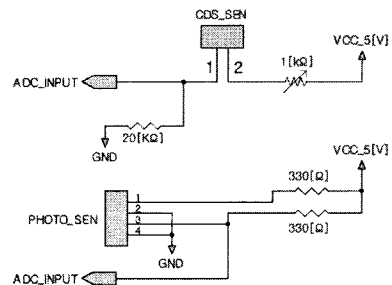


그림 2. 태양광 위치 추적 장치의 센서 부

그림 2는 센서부로서 센서로는 CDS 또는 Photo Sensor로 구성하며 5개의 센서가 각을 이루어 각각의 센싱된 값을 생성함으로써 현재 태양광의 위치를 파악한다.

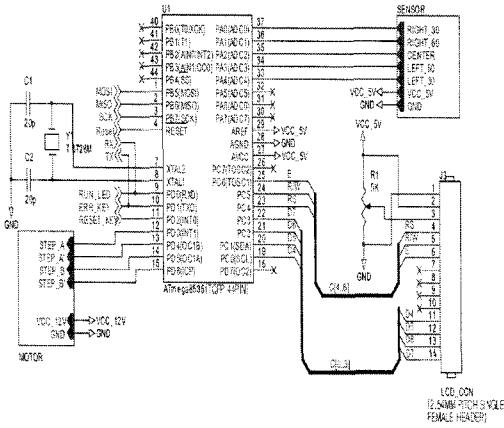


그림 3. 태양광 위치추적 장치의 마이크로프로세서 부

그림 3의 마이크로프로세서는 프로그래밍과 제어와 쉬운 ATMEGA8535를 사용하였으며 5개의 A/D 컨버터를 사용하여 센서부에서 값을 읽어 들여 LCD화면에 읽어 들인 값을 0000~03FF사이의 수로 표시(ATMega8535)의 A/D 컨버터가 10bit-resolution의 해상도를 가지므로 2^{10} 을 16진수로 표시하면 03FF이다.)하고 여기서 가장 큰 값 또는 작은 값을 계산(센서에 따라서 계산방식이 다르다.)하여 이를 다시 LCD화면에 표시하면서 계산된 값에 따라서 좌우로 이동하여 태양과 집광면에 수직이 되도록 모터를 제어하게 하였다.

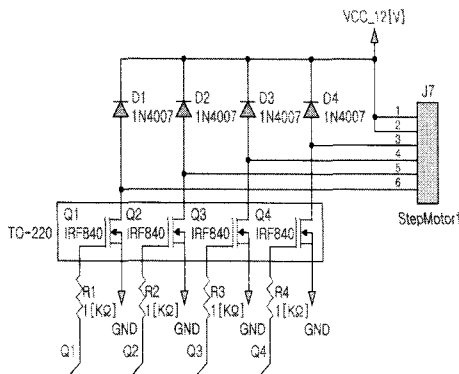


그림 4. 태양광 위치 추적기의 모터제어 부

그림 4는 모터 및 모터제어부로서 모터는 제어가 쉽고 적은 용량으로 큰 토크를 낼 수 있는 스텝모터를 사용하였으며 체인 기어를 사용하여 최대동력 전달을 할 수 있게 하였다. 여기에서 사용된 기어는 기어비가 4:1인 기어를 사용하였다. 또한 스러스트 베어링을 사용하여 정지토크에 대한 모터의 부담을 줄였다.

2.2 전력변환 장치

전력변환기는 그림 5와 같이 Boost 컨버터와 단상 하프 브리지 방식의 인버터를 사용하여 구성하였다. Boost 컨버터는 태양전지 셀의 최대전력이 DC 커패시터 측으로 전달되도록 인덕터 전류를 제어하여 Vcell이 최대전력 점에서 유지되도록 하는 일정전압 제어를 하였다. 또한 인버터는 정현 펄스폭 변조(SPWM : Sinusoidal Phase Width Modulation)방식을 사용하여 V_{dc}로부터 크기와 주파수 가변이 용이하게 구성하였다.

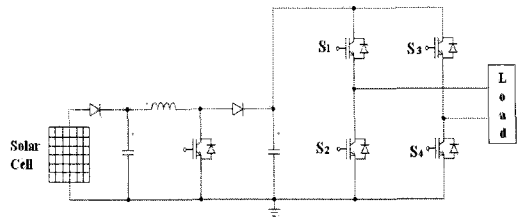


그림 5. 전력변환기 구성

2.3 병원 냉난방시스템의 구성

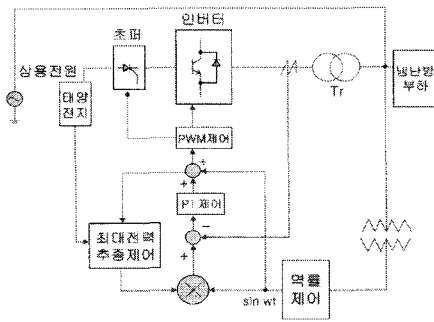


그림 6. 태양광 계통연계형의 병실 냉난방 시스템

그림 6은 PV(Photo-Voltaic) 시스템에 적합한 계통 연계형 인버터 회로로서 태양전지가 최대 출력점에서 동작할 때 승압초퍼의 출력전압인 직류전압은 인버터에 의해 교류전압으로 변환되며 부하 및 계통 측으로 전류를 공급한다. 계통 측으로 흐르는 전류는 리액터 양단의 전압에 의해서 결정된다. 인버터가 계통선에 유효전력만을 공

급하기 위해서는 리액터에 흐르는 전류가 계통전압과 동상이면 되고 그 크기는 인버터 출력 단 전압의 위상을 제어 하므로써 가능하게 된다.

계통 연계형 인버터는 직류전원과 교류부하 사이의 전력을 균형있게 유지하기 위하여 상용계통을 이용하는데 부하가 필요로 하는 전력보다 인버터의 출력이 부족할 경우, 부족한 전력은 자동적으로 상용계통에서 공급되며, 부하가 필요로 하는 전력보다 인버터의 출력이 클 경우 그 잉여전력은 계통선상의 다른 부하에 공급되기 위하여 계통선으로 공급된다. 따라서 태양전지나 연료전지와 같은 대체 에너지원으로부터의 직류전력을 저장하기 위한 비싸고 비효율적인 축전지를 사용할 필요 없이 야간이나 우천시 에도 항상 부하에 전력을 공급할 수 있다. 또한 인버터 출력과 계통선 사이에 60[Hz] 절연 변압기를 설치하므로 직류 전원측 내부사고시 계통 측으로의 직류분의 유출을 방지하도록 전기적인 절연을 행할 수 있으며 변압기 자체가 계통선으로 주입되는 고조파 전류를 허용치 이하로 줄이는데 기여하는 직력 임피던스 역할을 하므로 인버터와 계통선 전압의 인터페이스를 용이하게 해주므로 병원의 정전 시 비상전원으로 사용이 가능하고 냉난방 및 온도와 습도조절에 유효하게 된다.

3. 시뮬레이션 및 실험결과

3.1 태양전지 어레이의 모델링과 시뮬레이션

태양전지에서 발생하는 전압과 전류의 관계는 비선형 특성을 갖기 때문에, 보다 정확한 시스템 특성을 알기 위하여 태양전지 어레이의 모델링과 PSIM을 통하여 시뮬레이션을 하였다.

태양전지 어레이의 I-V 특성곡선을 얻기 위한 수학적 모델링에서 광전류 I_{ph} 는 일사량과 셀 온도에 의존하므로 식(1)과 같으며 다이오드에 흐르는 전류는 셀의 직렬-병렬 연결수와 관계되므로 식 (2)와 같이 되고 셀의 역포화 전류는 셀 온도에 의존하므로 식 (3)과 같이 된다.[6]~[11]

$$I_{ph} = [I_{sc}S_N + I_0(T_c - T_r)]N_p \quad (1)$$

$$I_D = [I_0 [e^{\frac{qV}{AKTN}} - 1]]N_p \quad (2)$$

$$I_0 = I_{or} \left[\frac{T_c}{T_r} \right]^3 e^{\frac{qE_g}{k} \left(\frac{1}{T_r} - \frac{1}{T_c} \right)} \quad (3)$$

여기서, I_{sc} 는 단락전류, S_N 는 단위일사량[m W/cm²], I_0

는 단락전류 온도계수[A/K], I_{or} 는 다이오드전류, I_0 는 셀의 역포화전류, N_p 는 모듈의 병렬연결 수, N_s 는 태양전지의 직렬연결 수, T_c 는 태양전지 온도[K], T_r 는 태양전지 기준온도[K], A와 B는 제조상수, I_{or} 은 태양전지 기준온도에서의 역포화전류, E_g 는 셀에서 사용된 반도체의 에너지밴드 갭, q 는 전하[C], k 는 볼츠만 상수, SOLR는 일사량[m W/cm²]을 의미한다.

그림 7은 식 (1)~식 (3)을 이용한 태양전지 어레이의 PSIM모델을 나타내며 그림 8에 Boost 컨버터 시뮬레이션 회로와 그림 9에 태양전지특성곡선과 그림 10에 Boost 컨버터 시뮬레이션 파형을 나타내었다.

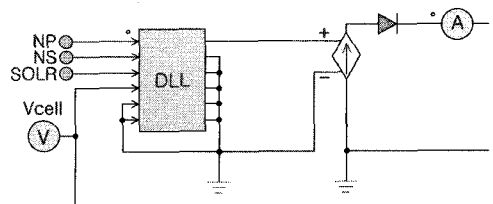


그림 7. 태양전지 어레이의 PSIM 모델

본 실험에서 사용된 태양전지 모듈의 특성 사양과 수학적 모델링을 시뮬레이션 한 것을 나타내며 특성 사양과 시뮬레이션 값을 비교하였을 때 5[%]이하의 오차가 나는 것을 알 수 있다. 이는 근사적으로 시뮬레이션이 이루어졌음을 알 수 있다.

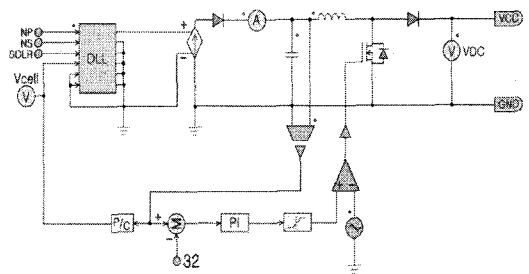


그림 8. Boost 컨버터 시뮬레이션 회로

본 논문에서는 태양광 어레이 4개를 직-병렬 연결하여 실험 및 시뮬레이션 하였다. 그림 8에서 입력으로 NP(병렬연결 수)와 NS(직렬연결 수)는 각각 2로 하였으며, SOLR(단위일사량)는 100으로 하였다. 그리고 태양광 발전 특성상 최대 출력점 추적을 위해 일정전압 제어법을 사용하였다. 태양전지와 전력 변환장치 사이에 커패시터를 달아 태양전지의 출력전압을 검출하고 그림 9의 I-V,

P-V 곡선을 참고로 하여 최대 출력점 전압 32[V]를 빠르게 되면 태양전지에서 출력되는 리플만 검출되고, PI 제어기와 리미터를 거친 파형에 삼각파를 이용하여 변조지수에 의한 PWM 변조파를 게이트 신호로 넣어 줌으로써 최대 전력점을 추종하게 하였다.

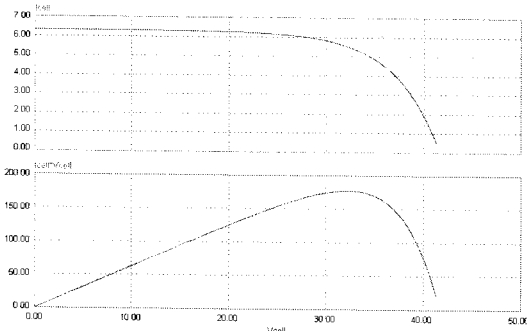


그림 9. 태양전지 어레이 4개에 대한 특성 곡선.

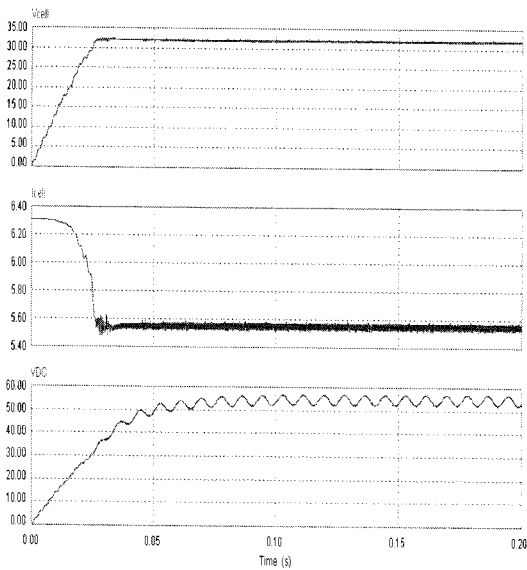


그림 10. Boost 컨버터 시뮬레이션 파형

그림 10은 Boost 컨버터 시뮬레이션 결과로서 컨버터 입력은 일정전압 지령값에 의해 32[V]로 일정하며 출력은 대략 54[V]까지 승압된 출력을 나타낸다. 즉 시뮬레이션 회로의 입력에 대한 출력의 승압률은 169[%]로 출력된 것을 알 수 있다.

3.2 실험 결과

본 논문에서는 태양전지 어레이를 고정방식과 추적방식으로 나누어 각각 4개씩 설치하여 일사량 획득에 따른

발전량을 비교 조사 하였으며 전력변환기를 구성하여 입출력과정을 실험하였다.

그림 11은 태양광 어레이에서 나온 전압을 Boost 컨버터를 이용하여 승압한 파형을 나타낸다. 실제 실험에서는 35.5[V] 입력에 59.4[V]의 출력을 보였으며 167[%]의 승압률을 보이고 있다. 이는 시뮬레이션에서와 거의 동일한 승압률을 보이고 있음을 알 수 있다. 실험에 사용한 L은 14.2[mH]이고, C는 440[μF]를 사용하였다. 또한, IGBT의 게이트 삼각파 주파수는 3[kHz]를 주었다.

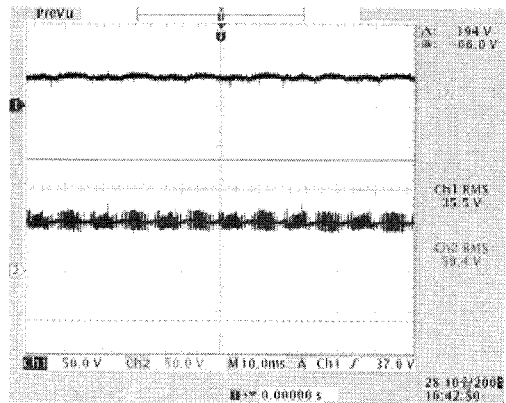


그림 11. Boost 컨버터의 입출력 파형

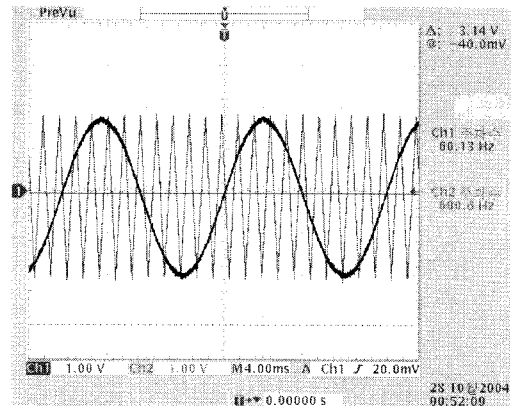


그림 12. SPWM의 Carrier와 기준 파형

그림 12는 SPWM의 Carrier인 정현파와 Reference인 삼각파를 나타내며 변조지수는 1에 가깝게 조정하였으며 각각의 주파수는 60[Hz]와 600[Hz]로 일정하게 하여 실험하였다.

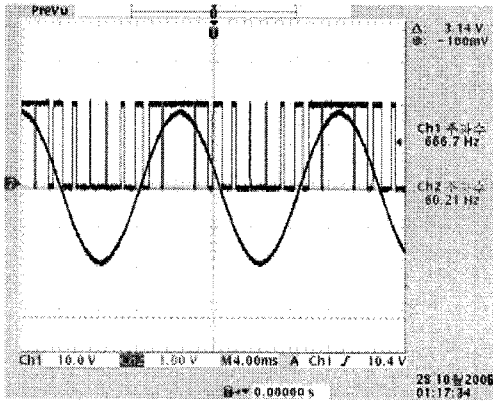


그림 13. SPWM의 Carrier와 변조파형

그림 13은 Carrier인 정현파에 대한 게이트 입력신호인 변조파형을 나타내고 있다. 정현 펄스폭변조 이론에서와 같이 정현파 주기에 대하여 변조파형이 정확하게 일치함을 알 수 있다.

그림 14와 15는 인버터 게이트 입력신호인 변조파형을 나타내는 것으로서 그림 14의 S_1 은 S_2 와 서로 반대이고 그림 15의 S_1 과 S_2 는 Carrier인 정현파 위상이 180° 늦은 파형에 대한 변조파형을 나타낸다.

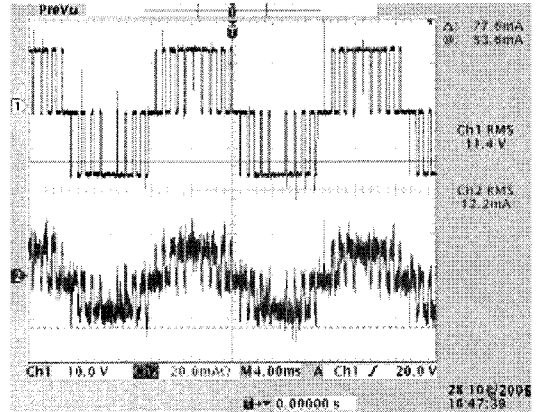


그림 16. 인버터 출력 전압, 전류 파형

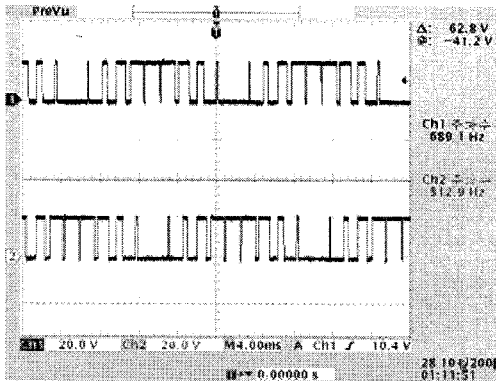


그림 14. 인버터 게이트 신호 S_1 , S_2

그림 16은 Boost 컨버터에서 출력되는 전력을 인버터의 입력으로 하여 부하[1k Ω]를 연결하였을 때 출력되는 파형을 나타낸다. 시뮬레이션에서는 Carrier인 정현파 한 주기당 기준인 삼각파를 20회를 주었으나 본 실험에서는 10회만 주어 실험하였으며, 오픈루프방식으로 실험하였다. 또한 인버터에서 전력변환 과정에서의 손실 등으로 인하여 전압과 전류에 잡음성분이 많은 것을 볼 수 있다. 하지만 단위역률에 대하여 동상으로 나타남을 알 수 있다.

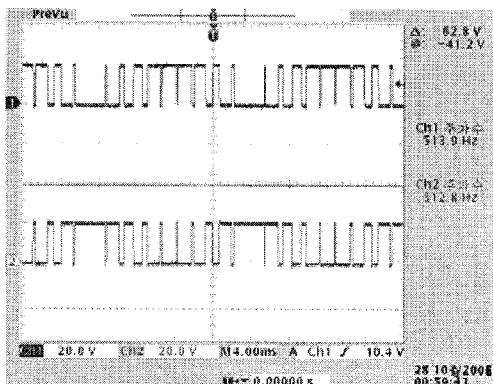


그림 15. 인버터 게이트 신호 S_1 , S_2

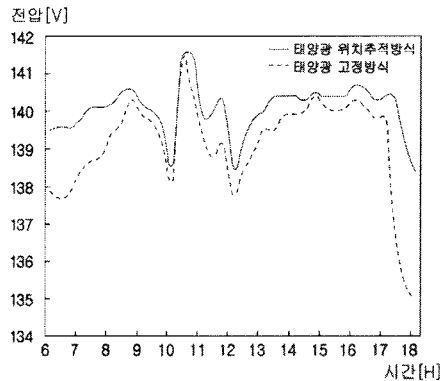


그림 17. 시간에 따른 태양광 어레이의 전압측정

그림 17은 고정 방식과 위치추적 방식의 태양광 발전으로 각각 나누어 설치한 다음 시간에 따른 태양광 어레이의 출력시스템 구성은 태양전지 어레이(array) 20개를,

직병렬로 구성 하였고, 1개의 모듈(module)은 최대 50[W], 개방전압 160[V], 단락전류 2[A]를 사용하였다. 태양전지 어레이(array)로부터 출력되는 직류전압은 승압 초퍼에서 승압된 후에 단상 PWM 인버터에서 교류전력으로 변환되게 구성되었다. 이와 같은 시스템을 구성하여 동작시킨 결과 (측정한 날 2007. 9. 9)의 출력전압, 전류의 측정 상태이며, 6시부터 18시까지 15분 간격으로 측정을 하여 그래프로 나타낸 것이다. 8시 ~ 10시, 4시 이후에 태양광 위치 추적 방식이 고정 방식에 비해 더 많은 전압을 출력하고 있음을 알 수 있으며 11시와 12시 반 사이에 환경적인 요인에 의해 출력이 변화가 있음을 알 수 있다. 위와 같은 실험을 통하여 본 실험에 사용한 태양광 위치 추적 장치가 양호한 위치 추적을 보이고 있으며, 고정 방식에 비해 위치 추적 방식이 더욱 많은 집광을 하여 전체 발전량에서 5[%]의 차이가 있음을 알 수 있었다. 이를 통하여 태양광 위치 추적 장치가 태양광 발전에 보다 높은 효율 향상에 기여했음을 알 수 있다.

4. 결 론

본 연구에서는 병실 냉, 난방을 위해 태양광 위치추적 장치를 구성하고 태양광 발전의 효율을 높이기 위한 태양광 발전시스템에서 태양전지에 대한 특성해석과 수학적 모델링을 시뮬레이션을 행하였으며, 실험 장치는 Boost 컨버터와 SPWM방식의 인버터로 구성된 전력변환기를 이용하여 실험을 수행한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- (1) 태양전지에 대한 특성해석과 수학적 모델링을 통하여 시뮬레이션 한 결과 태양전지 사양과 시뮬레이션 결과가 5[%]이하의 오차로 거의 일치함을 알 수 있어서 소규모 태양광 시스템의 전력변환장치 시뮬레이션에 효과적으로 이용이 가능하였다.
- (2) 태양전지 특성상 최대 출력 점 제어방식 중 일정전압 제어법을 사용하여 Boost 컨버터를 사용하여 실험한 결과를 시뮬레이션 한 결과와 비교 하였을 때 오차 2[%]이하의 거의 동일한 승압률을 얻을 수 있었다.
- (3) SPWM 제어방식의 인버터를 구성하여 DC전력을 AC전력으로 변환된 전압, 전류의 파형은 대체로 양호하였으나, 전력변환과정에서의 손실과 제어회로와 구동회로에서의 손실 등으로 인하여 높은 출력을 얻지 못한 단점이 있다.
- (4) 센서와 마이크로프로세서를 이용하여 태양광 발전

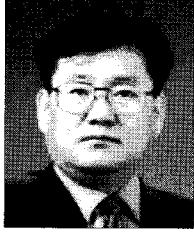
최대 출력을 위하여 위치추적 장치를 설계하므로 비교적 양호한 동작을 나타냈으며, 고정방식의 태양광 발전과 태양광 위치 추적방식을 비교하였을 때 태양광 위치추적 방식이 고정방식에 비해 5[%] 이상의 발전량이 증가한 것을 알 수 있었다.

참고문헌

- [1] L. H. Hwang, "A Study on Synchronized AC Power Source Voltage Regulator of Voltage Fed Inverter using a Photovoltaic effect" IEEK, Vol. 38, No. 8, 1998.
- [2] Y. S. Song, S. J. Bae "Avr Bible" bogdoo, PP.471~484, 2002.
- [3] 박성렬, 이보희, "C언어로 배우는 AVR"다다미디어, PP.123~189, 2001.
- [4] Muhammad H. Rashed, "Power Electronics Circuit, Devices and Applications" Prentice Hall, PP.239~250.
- [5] Takashi Kenjo, Akira Sugawara "Stepping Motors and Their Microprocessor Controls" 일진사, PP.230~266.
- [6] 정영석, 유권중, 정명용, 최재호, 최주엽, "변압기 없는 계통연계형 PV PCS고찰" 전력전자학술대회 논문집 PP. 551~554, 2002.
- [7] 이양규, 강신영, 오명복, 손경중, 김광현, "태양광 위치 추적기를 이용한 태양광 가로등 연구" 전력전자학술대회 논문집 PP. 559~562, 2002.
- [8] Geoff Walker, "Evaluating MPPT convertor topologies using a matlab pv model"
- [9] 박용성, 유권중, 최재호, 박가우, "PV용 PCS의 MPPT 제어 포지션 고찰" 대한전기학회 논문집, 2003
- [10] 정영석, 유권중, 소정훈, 최주엽, 최재호, "태양광발전용 PCS의 MPPT 제어알고리즘 고찰" 대한전기학회 논문집, 2003
- [11] T. Kojima, K. Matsui, M. Hasegawa, I. Yamamoto, H. Mori, "A simple Maximum Power Tracking circuit in Utility-interactive Photovoltaic Power Conditioner" ICEE, PP.531~536, 2004
- [12] Sakutarō Nonaka, "A Novel Single-phase Sinusoidal PWM Voltage Source Inverter and its Application for Residential Photovoltaic Power Generation System", JIEE, Vol. 115, No.2, PP.115~118, 1995.

황 락 훈(Lark-Hoon Hwang)

[정회원]



- 1981년 2월 : 명지대학교 전기공학과 (공학사)
- 1983년 8월 : 명지대학교 대학원 전기공학과 (공학석사)
- 1989년 8월 : 명지대학교 대학원 전기공학과 (공학박사)
- 1988년 3월 ~ 1991년 2월 충남 전문대학 (현 대덕대학) 전기과 조교수
- 1991년 3월 ~ 현재 : 세명대학교 전기공학과 교수

<관심분야>

에너지 변환, 전동기 제어, 전력전자 응용분야 등

나 승 권(Seung-Kwon Na)

[정회원]



- 1999년 2월 : 세명대학교 전기공학과 졸업 (공학사)
- 2001년 2월 : 세명대학교 대학원 전기전자공학과 졸업(공학석사)
- 2005년 3월 : 세명대학교 대학원 전기전자공학과 (박사과정)
- 1981년 7월 ~ 1988년5월 : 부산위생(한방)병원
- 1988년 5월 ~ 1994년8월 : 한국수자원공사
- 1994년 8월 ~ 현재 : 한국 폴리텍 III 대학 원주캠퍼스 의용공학과 부교수

<관심분야>

의용공학 및 전력전자 응용분야 등