

태양위치 추적 장치를 이용한 집광형 태양광 발전시스템

The Concentrating Photovoltaic System using a Solar Tracker

유영태¹ · 나승권²

¹한국폴리텍대학 강릉캠퍼스 발전설비학과

²한국폴리텍대학 강릉캠퍼스 전자통신학과

Yeong-tae Yoo¹ · Seung-kwon Na²

¹Department of Development and Equipment, Korea Polytechnic College Gangneung Campus, Gangwon-do, 25605, Korea

²Department of Electronics and Communication, Korea Polytechnic College Gangneung Campus, Gangwon-do, 25605, Korea

[요 약]

태양광 발전에 있어서 태양전지는 일사량, 온도와 부하에 의해 크게 변동하기 때문에 태양전지에 대한 특성 해석이 필요하다. 또한 태양광 발전에 있어서 가능한 많은 에너지를 얻기 위해서는 환경변화에 따른 태양의 위치추적이 필요하며 태양전지의 출력을 항상 최대로 제어할 필요가 있다. 본 논문에서는 태양광 발전의 효율을 높이기 위하여 센서와 마이크로프로세서를 이용한 태양광 위치추적 장치를 설계하여 고정방식의 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 비교하였을 때 5%이하의 오차를 보였으며, Boost 컨버터의 증압율은 167%로 시뮬레이션 한 것과 근사적으로 나타났다, 인버터는 시뮬레이션 한 것과 근사적 파형을 얻었으나 손실이 큰 것으로 나타났다.

[Abstract]

The solar cell need the characteristic interpreting because the solar cell changes greatly according to the isolation, temperature and load in the photovoltaic development. Moreover, to get many energy in photovoltaic development need the position tracking of the sun according to the environment change. Also, The solar cells should be operated at the maximum power point. In this paper, I used microprocessor and sensor and 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, compared the catalogue of solar cell module and the simulation through a mathematics modelling with the solar cell's characteristic interpreting and composed an power conversion system with boost converter and voltage source inverter. Used the constant voltage control method for maximum power point tracking in boost converter control and, used the SPWM(Sinusoidal Pulse Width Modulation) control method in inverter control. The result was less then 5% when compared the catalogue of solar cell module and the simulation through a mathematics modelling. The boost rate of boost converter was similar to 167 % with the simulation.

Key words : Boost converter, Photovoltaic system, SPWM(Sinusoidal Pulse Width Modulation), Tracking system.

<https://doi.org/10.12673/jant.2017.21.4.377>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Received 12 July 2016; Revised 17 July 2017

Accepted (Publication) 24 August 2017 (30 August 2017)

*Corresponding Author ; Seung-kwon Na

Tel: +82-10-4963-7160

E-mail: skna2@hanmail.net

I. 서론

세계적으로 산업화가 가속되고 산업·사회생활의 고도화됨에 따라 전력수요는 기하급수적으로 늘어나고 있으며, 특히 국내의 경우 에너지 다 소비형 산업구조와 소비구조로 향후 에너지 대란이 예상되고 있다. 그 대응의 일환이 1997년 교토의정서로 선진국은 전력, 생산, 제품 등 다양한 분야에 그린에너지를 도입하고 있는 등 세계 경제는 탄소경제에 돌입하였으며 이에 따른 대응 산업과 시장이 형성되어 있다. 기존 에너지원의 고갈과 공해물질의 배출로 인한 환경오염이 문제 되고 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 무공해이며 무구한 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), 전력 조정기(power controller) 및 직·교류 변환장치(Inverter)등의 주변장치로 구성된다.[1]~[6]

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 추적시스템은 이미 적용되고 있는 고정 방식의 태양전지 모듈이 설치된 시스템에 대해 가지는 이점을 생각 할 수 있다.

본 논문에서는 태양광 발전의 효율을 높이기 위하여 센서와 마이크로프로세서를 이용한 태양광 위치추적 장치를 설계하여 고정방식의 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 전력 점 추적을 위해 일정전압 제어법을 사용하였으며 인버터의 제어에서는 SPWM(sinusoidal pulse width modulation) 제어법을 사용하여 실험해 보았다.

II. 태양광 추적 장치와 전력변환기

2-1 태양 위치 추적 제어기 구성

집광형 태양광발전시스템은 집광형 태양광전지 모듈부, 추적 시스템부, 전력변환부로 구성되며 부하는 LED램프를 채택하였다. 그림 1은 태양광 위치추적 장치에서 마이크로프로세서에서의 흐름을 나타낸 것으로 초기 LCD와 ADC를 초기화 시키고, 5개의 센서로부터 Sensing된 값을 A/D 컨버전하여 LCD에 각각의 값을 표시하고, 각각의 값 중 센서에 따른 최대 또는 최소값을 계산하며 Sensing의 계산된 값에 따라서 스텝모터의 좌·우방향으로 회전 및 정지하게 프로그램 하였다. 센서부로서 센서로는 CDS 또는 Photo Sensor로 구성하며 5개의 센서가 각을 이루어 각각의 Sensing된 값을 생성함으로써 현재 태양광의 위치를 파악한다.

2-2 태양 위치 추적 장치

태양 추적 장치 (solar tracking system) 는 태양 전지 모듈로 입사되는 태양 광선의 방향을 태양 전지 모듈 집광면 법선 방향과 일치시키기 위하여 태양 전지 모듈에 부착하는 자동 제어 장치이다. 즉, 태양 추적 장치는 계절과 시간에 따라 변화하는 태양의 위치에 따라 항상 태양 전지 모듈이 태양을 향하도록 하여 태양 전지 모듈이 태양광 선과 수직으로 놓여있지 않음으로 인하여 발생하는 손실인 cosine 손실을 최소화하여 태양에너지를 가능한 많이 이용할 수 있도록 하는 제어 장치이다.

이러한 태양의 위치를 추적하기 위하여 태양의 위상차가 계절 및 시간에 따라 어떻게 변하는지 또 좌표를 어떻게 나타내는지 등을 살펴보고 태양의 위치를 계산하는 알고리즘에 대하여 살펴보고 간단한 태양 위치 계산 프로그램을 작성하여 그 결과를 이용하여 태양 추적 장치를 구성해야 한다.

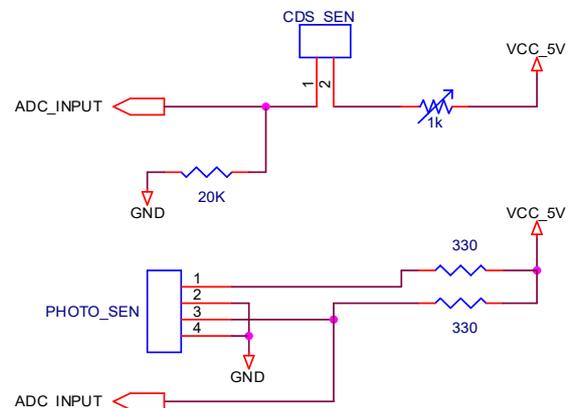


그림 1. 태양 위치 추적 장치의 센서부.
Fig. 1. Sensor part of solar position tracker.

태양광 발전을 위해서는 태양전지로부터 출력되는 개방 전압과 단락전류가 얼마나 최대 출력전압과 최대 출력전류에 가깝게 출력되도록 설계하느냐에 따라서 태양광 발전 성능이 달라진다는 것을 알 수 있다. 이러한 이유로 태양광 위치추적 장치를 생각하게 되었다.

태양광 발전에서 중요한 요소 중의 하나는 보다 많은 태양광을 집광하는 것으로서 태양광 위치추적 장치를 통한 정확한 태양 위치 추적은 태양광 발전의 효율향상을 위하여 요구되는 대단히 중요한 장치이다.[7]~[11]

집광을 하기 위한 태양광 위치추적 장치는 일반적으로 추적신호의 생성방식에 따라 태양위치계산에 의해 방위각 및 고도각으로 표시되는 프로그램방식, 태양센서로부터의 입력을 I/O 인터페이스를 통하여 들어오는 센서값을 마이크로프로세서를 사용하여 추적 가능각도를 계산하는 센서방식, 프로그램과 센서를 조합한 혼합방식으로 분류된다.[12]~[15]

태양은 위도가 낮을수록 직선적으로 고도가 변화하고 방위각 또한 그림 2, 그림 3과 같이 급격히 변화한다.

따라서, 태양광 발전시스템의 효율을 높이기 위해서는 태양과 법선을 유지하도록 추적시스템을 구성하여 음영에 의한 영향을 최소화 한다.

본 연구에서는 센서와 마이크로프로세서를 사용하여 환경 변화에 대해서도 위치추적이 가능하도록 설계하였다.

그림 4는 태양광 위치추적 장치에서 마이크로프로세서에서의 흐름을 나타낸 것으로 초기 LCD와 ADC를 초기화시키고, 5개의 센서로부터 Sensing된 값을 A/D 컨버전하여 LCD에 각각의 값을 표시하고, 각각의 값 중 센서에 따른 최대 또는 최소값을 계산하며 Sensing의 계산된 값에 따라서 스텝모터의 좌우방향으로 회전 및 정지하게 프로그램 하였다.

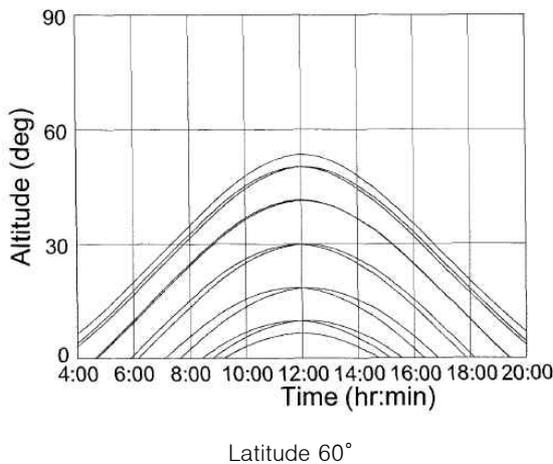


그림 2. 시간에 따른 태양의 고도 변화.
Fig. 2. Solar altitude variations by times.

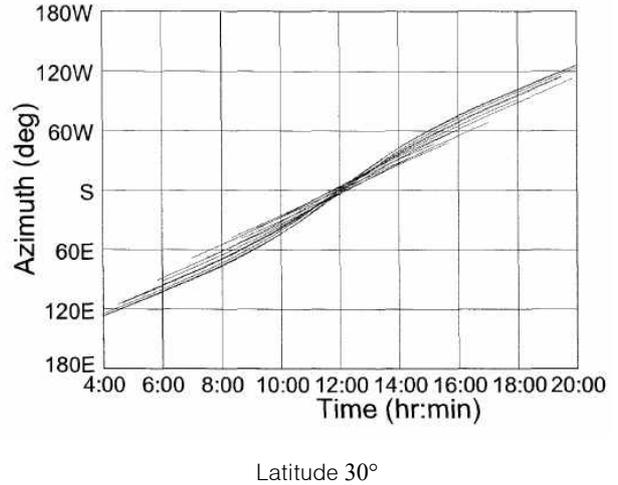


그림 3. 시간에 따른 태양의 방위각 변화.
Fig. 3. Solar azimuth variations by times.

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

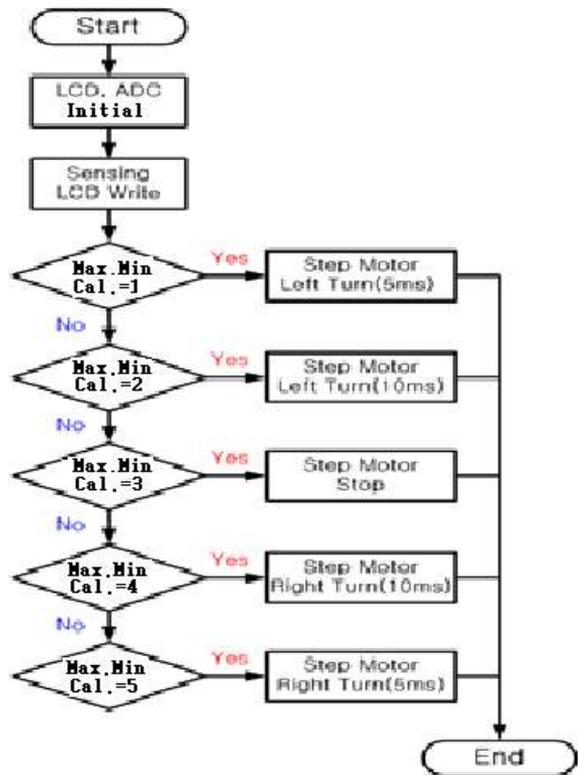


그림 4. 태양광 위치추적 장치의 흐름도.
Fig. 4. Flowchart of solar position tracker.

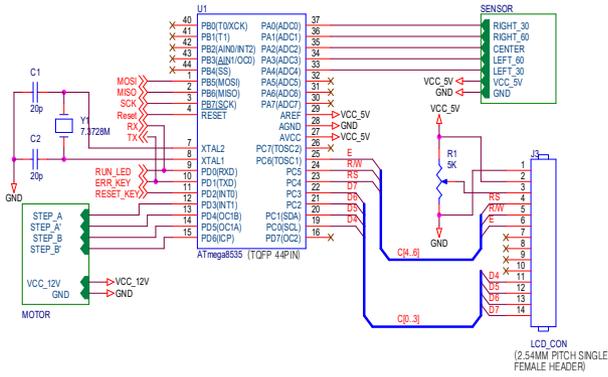


그림 5. 태양광 위치추적 장치의 마이크로 프로세서부.
 Fig. 5. Microprocessor part of solar position tracker.

그림 5는 마이크로프로세서는 프로그래밍과 제어가 쉬운 ATmega8535를 사용하였으며 5개의 A/D 컨버터를 사용하여 센서부에서 값을 읽어 들여 LCD화면에 읽어 들인 값을 0000~03FF사이의 수로 표시(ATmega8535의 A/D 컨버터가 10 bit-resolution의 해상도를 가지므로 2^{10} 을 16진수로 표시하면 03FF이다.)하고 여기서 가장 큰 값 또는 작은 값을 계산(센서에 따라서 계산방식이 다르다.)하고 이를 다시 LCD화면에 표시하면서 계산된 값에 따라서 좌·우로 이동하여 태양과 집광면에 수직이 되도록 모터를 제어하게 하였다.

그림 6의 모터 및 모터제어부로서 모터는 제어가 쉽고 적은 용량으로 큰 토크를 낼 수 있는 스텝모터를 사용하였으며 체인 기어를 사용하여 최대 동력 전달을 할 수 있게 하였다. 여기에서 사용된 기어는 기어비가 4:1인 기어를 사용하였다. 또한 슬러스트 베어링을 사용하여 정지 토크에 대한 모터의 부담을 줄였다. 모터 드라이버 회로도 0과 1의 디지털 신호로 간단히 모터를 제어 할 수 있다. 모터를 제어하는 방법은 시간 제어로서 모터 원점에서 끝점까지의 거리가 A라면 $A=160-20=140^\circ$ 그리고 20° 에서 160° 까지 총 이동시간을 B라고 하면 1° 당 이동시간은 B/A 가 되게 된다. 위 시간 값을 가지고 1° 씩 움직이게 된다.

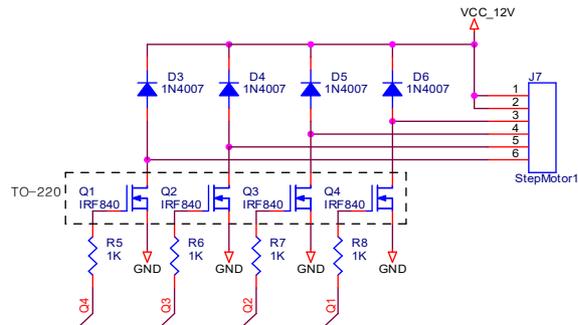


그림 6.모터 구동 제어회로.
 Fig. 6. Motor drive control circuit.

2-3 전력변환 장치

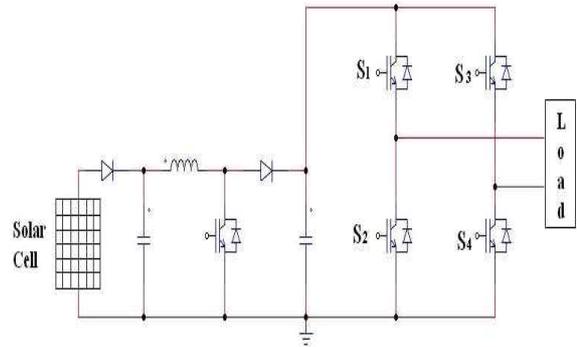


그림 7. 전력변환기 구성.
 Fig. 7. Construction of power conditioning system.

전력변환기는 그림 7과 같이 Boost 컨버터와 단상 하프 브리지 방식의 인버터를 사용하여 구성하였다. Boost 컨버터는 태양전지 셀의 최대전력이 DC 커패시터 측으로 전달 되도록 인덕터 전류를 제어하여 V_{cell} 이 최대 전력점에서 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.

III. 시뮬레이션 및 실험결과

3-1 태양전지 어레이의 모델링과 시뮬레이션

태양전지에서 발생하는 전압과 전류의 관계는 매우 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 의존함으로 식(1)과 같으며 다이오드에 흐르는 전류는 셀의 직렬-병렬 연결수와 관계되므로 식 (2)와 같고 셀의 역포화 전류는 셀 온도에 의존하므로 식 (3)과 같이 된다.

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

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

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

여기서, I_{sc} 는 단락전류, S_N 은 단위일사량 mW/cm^2 , I_t 는 단락전류 온도계수 A/K , I_D 는 다이오드전류, I_0 는 셀의 역포화전류, N_p 는 모듈의 병렬연결 수, N_s 는 태양전지의

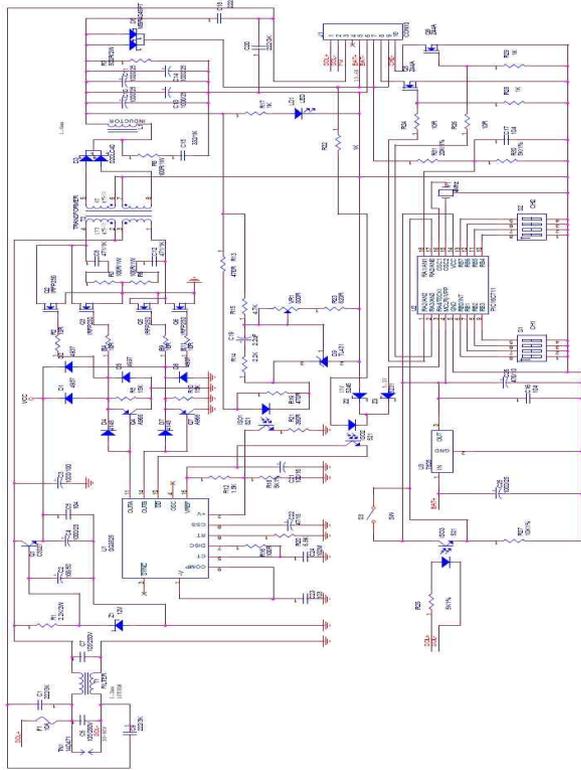


그림 8. 전력변환 회로.
Fig. 8. Power conversion circuit.

직렬연결 수 T_c 는 태양전지 온도 K , T_r 는 태양전지 기준온도 K , A와 B는 제조상수, I_{or} 는 태양전지 기준온도에서의 역포화전류, E_g 는 셀에서 사용된 반도체의 에너지밴드갭, q 는 전하 C, k 는 볼츠만 상수, SOLR는 일사량 mW/cm^2 을 의미한다.

그림 9는 식 (1)~식 (3)을 이용하여 태양전지 어레이의 PSIM모델과 DLL 소스를 나타내며 그림 6에 Boost 컨버터 시뮬레이션 회로와 그림 7과 그림 8에 태양전지특성과 Boost컨버터 시뮬레이션 파형을 나타내었다.

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.

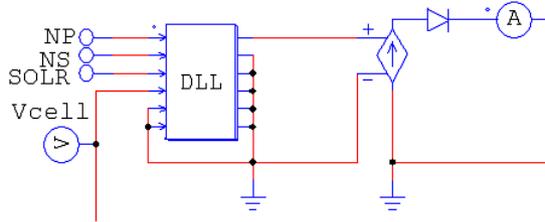


그림 9. PSIM모델과 DLL 소스.
Fig. 9. PSIM model and DLL source.

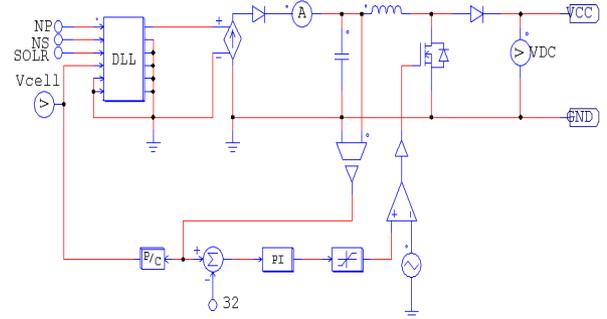


그림 10. Boost 컨버터 시뮬레이션 회로.
Fig. 10. Simulation circuit of boost converter.

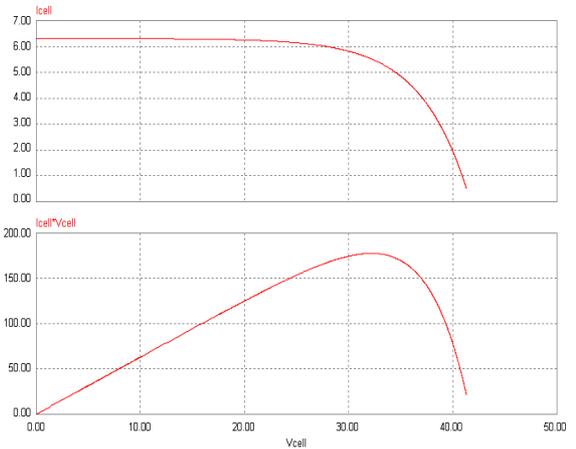


그림 11. 태양전지 어레이 4개에 대한 특성곡선.
Fig. 11. Characteristic waveform of four solar cell arrays.

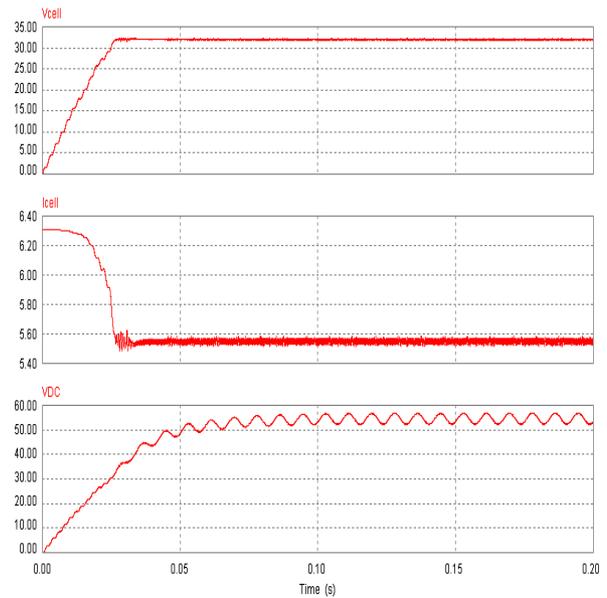


그림 12. Boost 컨버터 시뮬레이션 파형.
Fig. 12. Simulation waveform of boost converter.

3-2 실험 결과

모니터링 인터페이스 화면을 보여주고 있다. 사용자가 편하게 접근할 수 있도록 사용자 인터페이스를 간소화하여 비전공자도 손쉽게 비교하고 문제점을 찾을 수 있도록 하였다.

또한 데이터베이스화된 데이터를 그래프와 Table로 표현하여 시스템을 분석하는데 용이하도록 하였다. Data Aquisition Time은 01월 28일~ 29일이고 DB Scanning Time은 6,000 msec 로 설정되어 있다. 모니터링 결과, CPV Module의 최대 출력은 60 W 가 산출되었고 모듈의 표면온도는 20~30℃, 태양전지 표면 온도는 >60℃를 유지하였다. 전력변환부는 출력전압 12~14.4 V를 유지하고 과충전 과방전제어를 통해 배터리의 상태를 유지관리를 확인 할 수 있었다.

본 논문에서는 태양전지 어레이를 고정방식과 추적방식으로 나누어 각각 4개씩 설치하여 일사량 획득에 따른 발전량을 비교 조사 하였으며 전력변환기를 구성하여 입출력과정을 실험하였다. 그림 13은 추적장치 제어 보드를 나타내고, 그림 14는 태양광 어레이에서 나온 전압을 Boost 컨버터를 이용하여 승압한 파형을 나타낸다. 실제 실험에서는 35.5 V 입력에 59.4 V의 출력을 보였으며 167%의 승압률을 보이고 있다. 이는 시뮬레이션에서와 거의 동일한 승압률을 보이고 있음을 알 수 있다. 실험에 사용한 L 은 14.2 mH이고, C는 440 μ F를 사용하였다. 또한, IGBT의 게이트 삼각파 주파수는 3 kHz를 주었다.

그림 15는 Carrier인 정현파에 대한 게이트 입력신호인 변조파형을 나타내고 있다. 정현 펄스폭변조 이론에서와 같이 정현파 주기에 대하여 변조파형이 정확하게 일치함을 알 수 있다.

그림 16은 SPWM의 캐리어인 정현파와 기준파인 삼각파를 나타내며 변조지수는 1에 가깝게 조정하였으며 각각의 주파수는 60 Hz와 600 Hz로 일정하게 하여 실험 하였다.

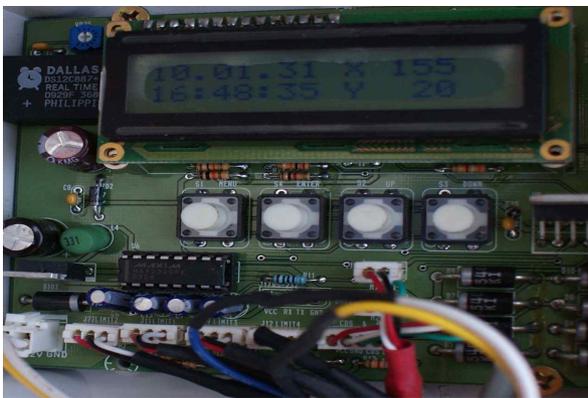


그림 13. 태양 추적 장치 제어 보드.
Fig. 13. Solar tracking system control board.

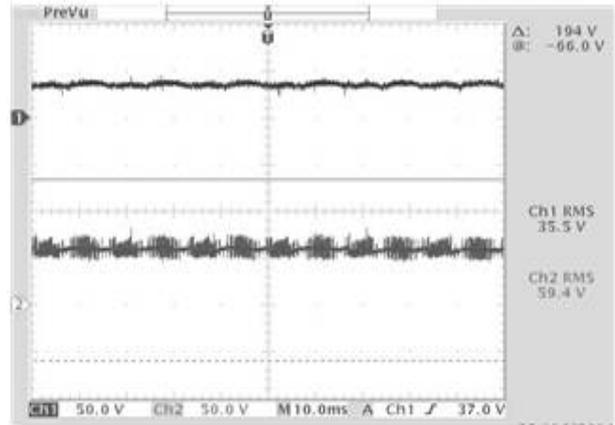


그림 14. 부스트 컨버터의 입출력 파형.
Fig. 14. Input-output waveform of boost converter.

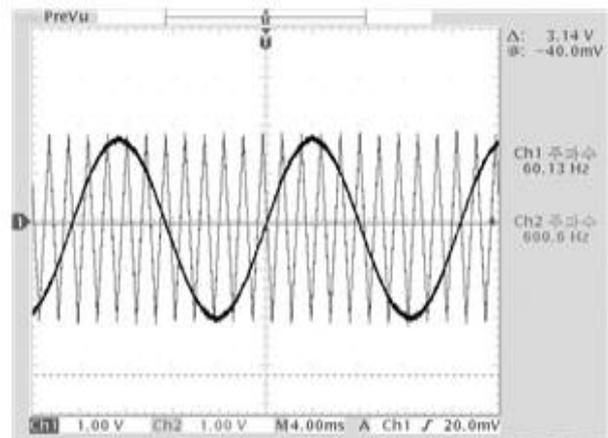


그림 15. SPWM의 Carrier와 Reference 파형.
Fig. 15. Carrier and Reference waveform of SPWM.

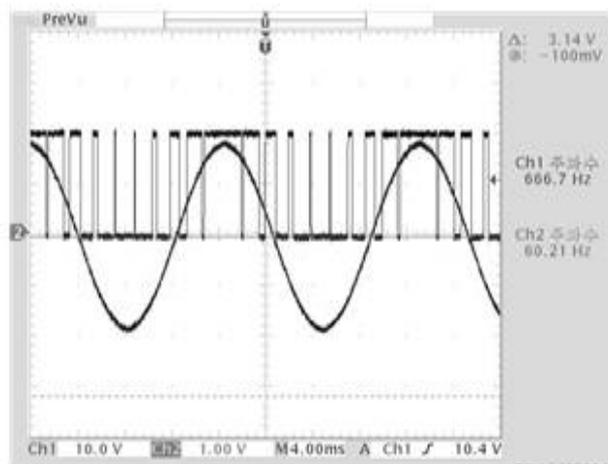


그림 16. SPWM의 Carrier와 변조파형.
Fig. 16. Carrier and modulation waveform of SPWM.

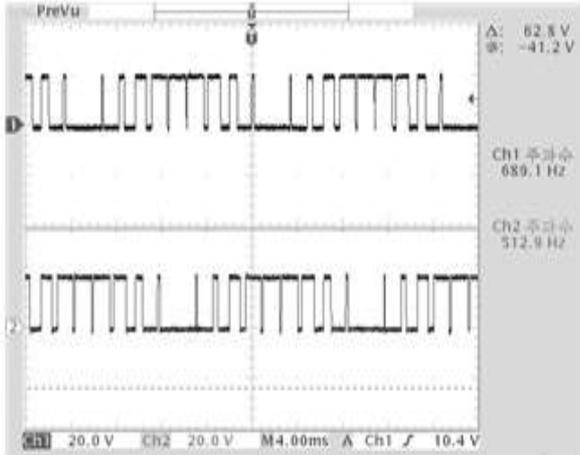


그림 17. 인버터 게이트 신호 S_1 , S_2 .
 Fig. 17. Inverter gate signal S_1 , S_2 .

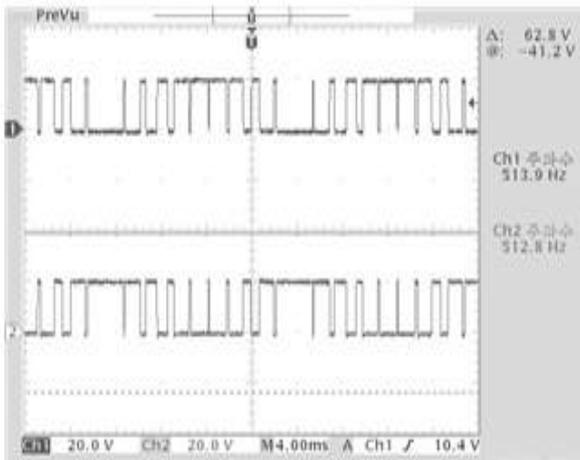


그림 18. 인버터 게이트 신호 S_1 , S_3 .
 Fig. 18. Inverter gate signal S_1 , S_3 .

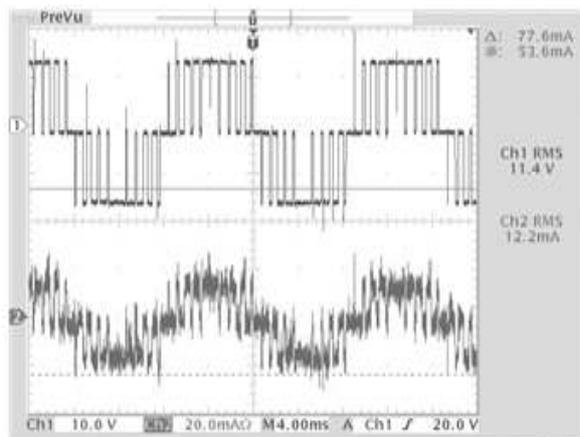


그림 19. 인버터 출력 전압, 전류 파형.
 Fig. 19. Output voltage and current waveform of the inverter.

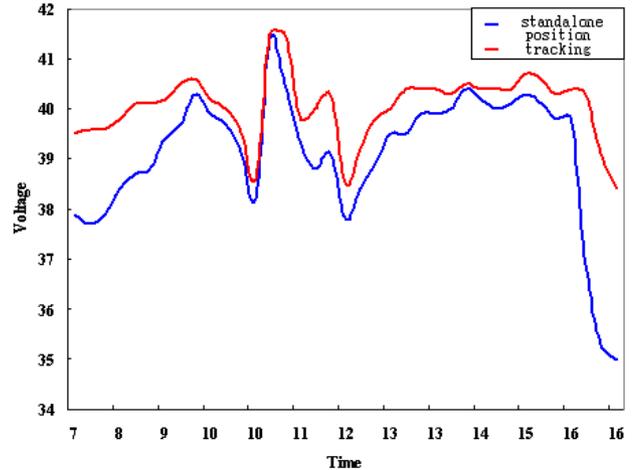


그림 20. 시간에 따른 태양광 어레이의 전압측정.
 Fig. 20. Voltage measurement of solar cell array according to the time.

그림 17과 그림 18은 인버터 게이트 입력신호인 변조파형을 나타내는 것으로서 그림 17의 S_1 은 S_2 와 서로 반대이고 그림 18의 S_1 과 S_3 는 캐리어인 정현파 위상이 180° 늦은 파형에 대한 변조파형을 나타낸다.

그림 19는 부스트 컨버터에서 출력되는 전력을 인버터의 입력으로 하여 부하 $1k\Omega$ 을 연결하였을 때 출력되는 파형을 나타낸다.

시뮬레이션에서는 캐리어인 정현파 한 주기당 기준파인 삼각파를 20회를 주었으나 본 실험에서는 10회만 주어 실험하였으며, 오픈루프방식으로 방식으로 실험하였다.

또한 인버터에서 전력변환 과정에서의 손실 등으로 인하여 그림19와 같이 전압과 전류에 잡음성분이 많은 것을 볼 수 있다. 하지만 단위역률에 대하여 동상으로 나타남을 알 수 있다.

그림 20은 고정 방식과 위치추적 방식의 태양광 발전으로 각각 나누어 설치한 다음 시간에 따른 태양광 어레이의 출력을 8시부터 5시까지 15분 간격으로 측정을 하여 그래프로 나타낸 것이다.

8시 ~ 10시, 4시 이후에 태양광 위치추적 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 위치추적 장치가 양호한 위치추적을 보이고 있으며, 고정 방식에 비해 위치추적 방식이 더욱 많은 집광을 하여 전체 발전량에서 5%의 차이가 있음을 알 수 있었다.

이를 통하여 태양광 위치추적 장치가 태양광 발전에 보다 높은 효율 향상에 기여했음을 알 수 있어 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

[1] 태양전지에 대한 특성해석과 수학적 모델링을 통하여 시뮬레이션 한 결과 태양전지 사양과 시뮬레이션 결과가 5%이하의 오차로 거의 일치함을 알 수 있었으며, 이를 이용한 전력변환장치 시뮬레이션에 효과적으로 이용 가능하였다.

[2] 태양전지 특성상 최대 전력을 얻기 위하여 최대 출력점 제어방식 중 일정전압 제어법을 사용하여 Boost 컨버터 제어를 하였으며 실제 실험한 결과를 시뮬레이션 한 결과와 비교 하였을 때 오차 2%이하의 거의 동일한 승압율을 얻을 수 있었다.

[3] SPWM 제어방식의 인버터를 구성하여 DC전력을 AC 전력으로 변환하였을 때 변환된 전압, 전류의 파형은 대체로 양호하였으나 컨트롤러와 드라이버 회로에서의 손실과 전력 변환과정에서의 손실 등으로 인하여 높은 출력을 얻지 못하였다.

[4] 보다 많은 태양광 발전을 위하여 센서와 마이크로프로세서를 이용하여 태양광 위치추적 장치를 설계하였으며, 고정방식의 태양광 발전과 태양광 위치 추적방식을 비교하였을 때 태양광 위치추적 방식이 고정방식에 비해 5% 이상의 발전량이 증가한 것을 알 수 있었다.

IV. 결 론

본 연구에서는 태양광 발전의 효율을 높이기 위하여 태양광 위치추적 장치를 구성하였으며, 태양광 발전시스템에서 태양전지에 대한 특성해석과 수학적 모델링을 통하여 시뮬레이션을 행하였으며 시뮬레이션을 근거로 하여 Boost 컨버터와 SPWM방식의 인버터로 구성된 전력변환기를 이용하여 실험을 수행한 결과 고정방식의 태양광 발전과 태양광 위치 추적방식을 비교하였을 때 태양광 위치추적 방식이 고정방식에 비해 5%이상의 발전량이 증가한 것을 알 수 있었다. 향후 소용량 시스템을 구성 적용할 수 있을 것으로 기대한다.

References

[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, and S. J. Bae "Avr Bible," *bogdoo*, pp.471-484, 2002.

[3] M. H. Rashed, "Power Electronics Circuit, Devices and Applications," *Prentice Hall*, pp 239-250. 2011
[4] T. Kenjo, and A. Sugawara "Stepping Motors and Their Microprocessor Controls," *iljinsa*, pp 230-266. 2014
[5] T. Kojima, K.Matsui, M. Hasegawa, I. Yamamoto, and H. Mori, "A simple maximum power tracking circuit in utility-interactive photovoltaic power conditioner," *ICEE*, pp. 531-536, 2014
[6] S. Nonaka, "A novel single-phase sinusoidal PWM voltage source inverter and its application for residential photovoltaic power generation system," *JIEE*, Vol. 115, No.2, pp115-118, 1995.
[7] R. Chenni, M. Makhlof, T. Kerbache, and A. Bouzidura, "A detailed modeling method of photovoltaic cells," *Energy*, Vol. 32, pp.1724-1730, 2007
[8] Trends in Photovoltaic applications, *IEA, Report IEA-PVPS*, 2006
[9] P. Roth, A. Georgiev, and H. Boudinow, "Design and construction of a system for sun-tracking," *Renewable Energy*, 29, 373-402, 2004
[10] A. T. Navee, "Performance improvement justification of a concentrating photovoltaic system over a non-concentrating PV system," *KSES*, Vol.25, No. 4, 2005
[11] W.Y.Leung, T. Y. Man, and M. Chan, "A high-power-LED driver with power-efficient LED-current sensing circuit," in *Proceedings of ESSCIRC, 2008 IEEE*, PP.354~357, 2008
[12] H. J. Chiu, Y. K. Lo, J. T. Chen, S. J. Cheng, C. Y. Lin, and S. C. Mou, "A high-efficiency dimmable LED driver for low-power lighting applications," *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, Vol.57, No.2, pp.735-743, 2010.
[13] T. L. Chern, L. H. Liu, and P L Pan, "Single-stage fly-back converter for constant current output LED driver with power factor correction," in *2009 4th IEEE Conference on Industrial Electronics and Applications*. pp.2891-2896. 2009
[14] D. Cericola, and R. Kötzt, "Hybridization of rechargeable batteries and electrochemical capacitors," *Principles and Limits. Electrochimica Acta* 72, pp.1-17, 2012.
[15] Y. L. Lin, H. J. Chiu, Y. K. Lo, and C. M. Leng, "LED backlight driver circuit with dual-mode dimming control and current-balancing design," *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, Vol.61, No.9, pp.4632-4639. 2014

유 영 태 (Young tae Yoo)



1991년 2월 : 전북산업대학교 기계공 학과 (공학사)
1997년 8월 : 서울산업대학원 기계공학과 (공학석사)
2015년 2월 : 카톨릭 관동대학교 대학원 정보통신학과 (공학박사과정정수료)
1980년 3월 ~1993년 1월 : 한국폴리텍 대학 홍성 캠퍼스 산업설비과
1993년 2월 ~1999년 1월 : 한국폴리텍 대학 정수캠퍼스 산업설비과
1999년 2월 ~2002년 1월 : 한국폴리텍 대학 남인천캠퍼스 산업설비과
1999년 2월 ~ 2006년 7월 : 한국폴리텍대학 원주캠퍼스 산업설비과 교수
2006년 8월 ~ 현재 : 한국폴리텍대학 강릉캠퍼스 발전설비학과 교수
※ 관심분야 : 신재생에너지 및 대체에너지분야, 공기조화 냉동분야, 산업설비분야

나 승 권 (Seung Kwon Na)



1999년 2월 : 세명대학교 전기공학과 (공학사)
2001년 2월 : 세명대학교 대학원 전기전자공학과 (공학석사)
2008년 2월 : 세명대학교 대학원 전기전자공학과 (공학박사)
1981년 7월 ~1988년 4월 : 삼육의료원 부산(한방)병원
1988년 5월 ~1994년 8월 : 한국수자원공사
1994년 9월 ~2014년 7월 : 한국폴리텍대학 원주캠퍼스 의용공학과 교수
2014년 8월 ~현재 : 한국폴리텍대학 강릉캠퍼스 전자통신학과 교수
※ 관심분야 : 의공학, 신재생에너지 및 대체에너지분야, 에너지변환, 전력전자응용분야