

태양광 발전시스템의 온도에 따른 전압-전류 특성

황준원, 이영, 최용성, 이경섭
 동신대학교 전기공학과

I-V Characteristics According to Temperature for Photovoltaic Systems

Jun-Won Hwang, Ying Lee, Yong-Sung Choi, Kyung-Sup Lee
 Dept. of Electrical Eng., Dongshin University

Abstract - In this thesis, output voltage, current and power of solar module were classified by irradiation and module temperature from data of overall operating characteristics collected for one year in order to manage efficient photovoltaic generation system and deliver maximum power. In addition, from these data, correlations between irradiation, module temperature of photovoltaic cell and amount of power given by photovoltaic cell was quantitatively examined to deduce optimization of the design and construction of photovoltaic generation system. The results of this thesis can be summarized as follows. As I-V characteristics according to a temperature range of 10~50[], the area of I-V characteristics were increased with an increase in temperature. Since this area corresponds to the power, output power is thought to have increased with temperature.

이루어질 수 있도록 하였다.

2. 시료 및 실험방법

태양전지 모듈은 수평면 기준으로 정남향 방향으로 45° 기울어져 설치되었으며, 모니터링 결과는 1년을 기준으로 일사량이 좋은 4월, 9월 12월을 분석하였다. 실험장치가 구성된 태양광발전 어레이 출력 800[W], 인버터 출력 1[kW] 태양광 발전설비에 대해 1년간의 Data를 전력량 측정기로 준계, 하절기, 동절기별로 가장 일사량이 많은 달(4월, 8월, 12월)을 선정하여 특정일 외기 온도 변화에 따른 PV (photovoltaic) 어레이의 출력 값 (Vdc, Idc)을 15분 단위로 측정된 결과를 분석하였다.

태양광발전설비 원격감시 및 운전상태 감시 장치의 구성은 설치된 태양전지 지지대 부위에 온도 2개소 일사량 1개소의 센서를 연결하여 기상관측만을 통하여 개별모니터링 메인 통신부위에 기후조건에 대한 신호를 송출하도록 하였으며 인버터의 통신보드 내에서는 태양광발전예 각각의 대한 발전량, 전압, 전류, 주파수, 역률 등 전기적 특성을 컴퓨터에 각종 자료를 보내어 감시 및 측정하도록 하였다. 고정식, 발전량, 전압, 전류, 주파수, 역률 등 전기적 특성 자료를 감시 및 측정, 비교, 판단 분석할 수 있도록 구성하였고 모든 기기는 현장 제어실에서 1인 제어방식으로 구성하였다.

3. 결과 및 고찰

그림 1은 10~50[°C]의 범위에서 온도 변화에 따른 전압-전류특성을 나타낸 결과로서 그림 1 (a)은 10[°C]에서 전압-전류특성으로서 일사량이 0~790 [W/m²]으로 증가함에 따라 전압은 193[V]에서 313[V]까지 증가하고 전류는 0~2.5[A]까지 함께 증가하고 있음을 볼 수 있다.

그림 1 (b)은 15[°C]에서 전압-전류특성으로서 일사량이 0~800 [W/m²]으로 증가함에 따라 전압은 193[V]에서 295[V]까지 증가하고 전류는 0~2.5[A]까지 함께 증가하고 있음을 볼 수 있다.

그림 1 (c)은 20[°C]에서 전압-전류특성으로서 일사량이 0~500 [W/m²]으로 증가함에 따라 전압은 188[V]에서 295[V]까지 증가하고 전류는 0~1.5[A]까지 함께 다소 감소하였음을 볼 수 있다.

그림 1 (d)은 25[°C]에서 전압-전류특성으로서 일사량이 0~600 [W/m²]으로 증가함에 따라 전압은 209[V]에서 295[V]까지 증가하고 전류는 0~2.0[A]까지 함께 증가하고 있음을 볼 수 있으며 그림 1 (a)~(c)의 결과와 비교하였을 때 전압-전류 특성의 면적이 증가하였음을 볼 수 있는데 이 면적은 전력에 해당하는 것이므로 온도가 증가함에 따라 출력 전력이 증가함을 알 수 있다.

1. 서 론

태양전지는 실리콘 웨이퍼에 박막 처리를 해 제작하며 빛에너지를 전기에너지로 바꿔주는 반도체로서 솔라셀 (Solar Cell) 또는 포토볼타익(Photovoltaic)으로 불리는 태양전지의 역사는 1839년 프랑스 물리학자 Edmond Becquerel이 처음으로 어떤 물질이 빛에 노출될 경우 전류가 발생한다는 사실을 발견하면서부터 시작되었다.[1]~[5]

우리나라의 경우 1997년 국내법으로 제정된 '대체에너지 개발 및 이용 보급 촉진법'을 시행하는 정부의 각종 지원 정책과 사업에 의하여 대체에너지 개발이 촉진 및 장려되고 있고 지난 2003년 3월 이후 국내의 사용자인구가 급격히 늘어난 이동통신과 인터넷의 발달로 무선 통신의 주 동력원으로서 공간적 제약을 받지 않는 태양전지의 중요성이 더욱 확산되고 있다.[6]

태양광 발전 시스템에서 발전 효율을 높이기 위해서는 일반적으로 높은 변환 효율을 갖는 태양전지를 사용하는 방법, 변환기의 변환효율을 높이는 방법 및 최대 전력을 추종하는 방법, 태양이 항상 법선을 이루면서 태양전지 모듈에 입사되게 하는 방법 등이 이용되고 있다. 그러나 셀 자체의 변환효율을 높이는 방법은 발전단가를 높이는 주된 요인이 됨으로 현재 효율성이 떨어지며 변화기 효율을 수[] 높이기란 매우 어려운 실정이다.

따라서 본 논문에서는 효율적인 태양광 발전 시스템을 관리하고 최대전력을 전달하기 위하여 1년 동안 실증운전을 통한 종합적인 운전특성 데이터로부터 태양전지 어레이의 출력 전압, 전류, 전력량을 일사량 및 모듈의 온도에 분류하여 태양이 태양전지 모듈에 입사되는 각과 발전량 즉 태양전지 발전량과의 상관관계를 정량적으로 규명하여 태양광 발전시스템의 설계 및 시공의 최적화가

그림 1 (e)은 30[°C]에서 전압-전류특성으로서 일사량이 0~600 [W/m²]으로 증가함에 따라 전압은 260[V]에서 295[V]까지 증가하고 전류는 0.5~2.0[A]까지 함께 증가하고 있음을 볼 수 있으며 그림 1 (d)의 결과와 비교하였을 때 전압-전류 특성의 면적이 증가하였음을 볼 수 있는데 이 면적은 전력에 해당하는 것이므로 온도가 증가함에 따라 출력 전력이 증가함을 알 수 있다.

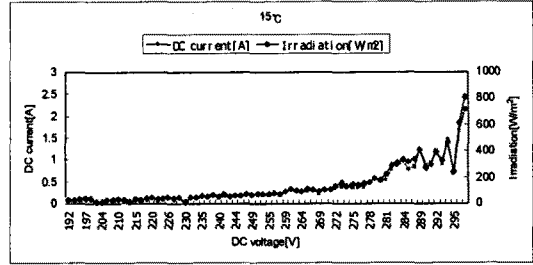
그림 1 (f)은 35[°C]에서 전압-전류특성으로서 일사량이 550~900 [W/m²]으로 증가함에 따라 전압은 254[V]에서 278[V]까지 증가하고 전류는 1.8~2.5[A]까지 함께 증가하고 있음을 볼 수 있으며 그림 1 (e)의 결과와 비교하였을 때 전압, 전류가 안정되어 있으며 전압-전류 특성의 면적이 증가하였음을 볼 수 있는데 이 면적은 전력에 해당하는 것이므로 일사량과 온도가 함께 증가함에 따라 출력 전력이 증가한 것으로 생각된다.

그림 1 (g)은 40[°C]에서 전압-전류특성으로서 일사량이 400~900 [W/m²]으로 증가함에 따라 전압은 249[V]에서 281[V]까지 증가하고 전류는 1.5~2.5[A]까지 함께 증가하고 있음을 볼 수 있으며 그림 1 (f)의 결과와 비교하였을 때 전압-전류 특성의 면적이 증가하였음을 볼 수 있는데 이 면적은 전력에 해당하는 것이므로 일사량과 온도가 함께 증가함에 따라 출력 전력이 증가한 것으로 생각된다.

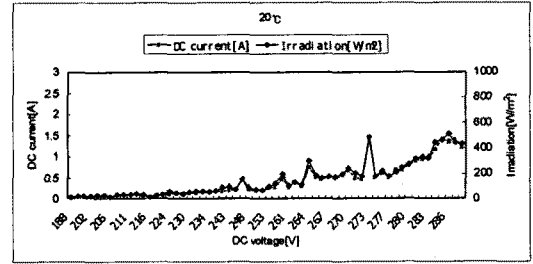
그림 1 (h)은 45[°C]에서 전압-전류특성으로서 일사량이 650~960 [W/m²]으로 증가함에 따라 전압은 246[V]에서 261[V]까지 다소 감소하였으며 전류는 1.8~2.8[A]까지 함께 증가하고 있음을 볼 수 있으며 그림 1 (g)의 결과와 비교하였을 때 전압, 전류가 안정되어 있으며 전압-전류 특성의 면적이 증가하였음을 볼 수 있는데 이 면적은 전력에 해당하는 것이므로 일사량과 온도가 함께 증가함에 따라 출력 전력이 증가한 것으로 생각된다.

그림 1 (i)은 50[°C]에서 전압-전류특성으로서 일사량이 710~900 [W/m²]으로 증가함에 따라 전압은 230[V]에서 256[V]까지 다소 감소하였으며 전류는 2.1~2.7[A]까지 함께 증가하고 있음을 볼 수 있다. 그림 1 (h)의 결과와 비교하였을 때 전압, 전류가 안정되어 있으며 전압-전류 특성의 면적이 증가하였음을 볼 수 있는데 이 면적은 전력에 해당하는 것이므로 일사량과 온도가 함께 증가함에 따라 출력 전력이 증가한 것으로 생각된다.

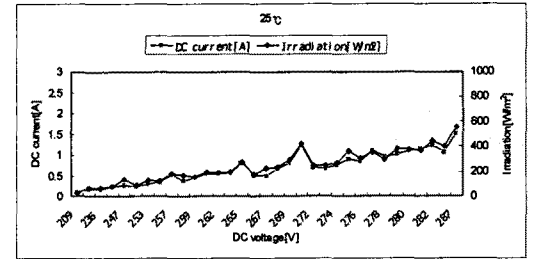
이상의 결과로부터 모듈온도가 증가함에 따라 출력전력이 증가하는 경향을 나타내었으며 온도와 관련한 출력전력과의 관계는 온도가 증가함에 따라 출력이 증가하는 경향과도 잘 일치하는 결과이다.



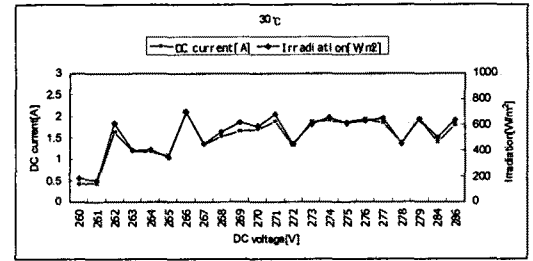
(b) 15[°C]



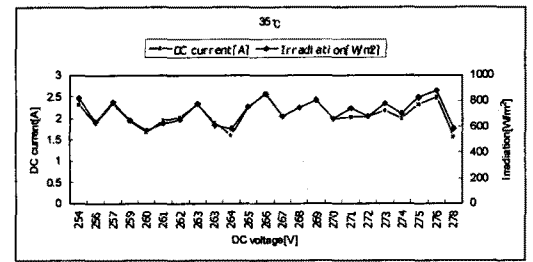
(c) 20[°C]



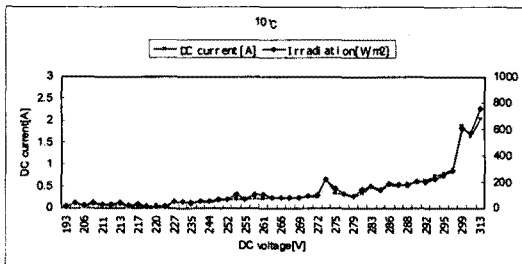
(d) 25[°C]



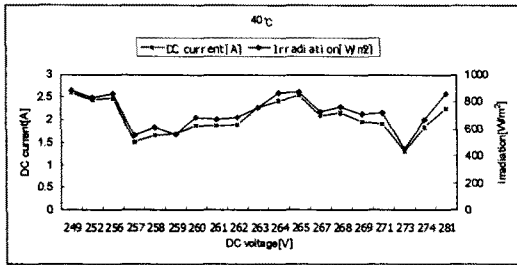
(e) 30[°C]



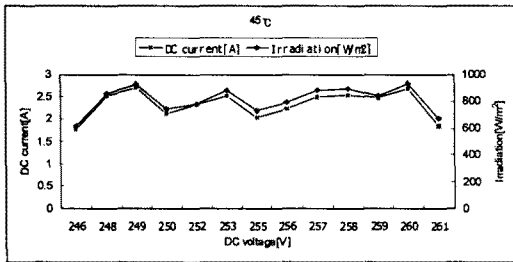
(f) 35[°C]



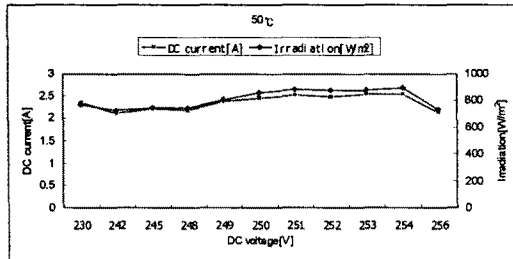
(a) 10[°C]



(g) 40[°C]



(h) 45[°C]



(i) 50[°C]

그림 1. 모듈온도에 따른 전압-전류특성
Fig. 1. I-V characteristics according to module temperature

4. 결 론

본 논문에서는 효율적인 태양광 발전 시스템을 관리하고 최대전력을 전달하기 위하여 1년 동안 실증운전을 통한 종합적인 운전특성 데이터로부터 태양전지 어레이의 출력 전압, 전류, 전력량을 일사량 및 모듈의 온도로 분류하였으며 이들 데이터로부터 일사량과 태양전지의 모듈온도와 태양전지 발전량과의 상관관계를 정량적으로 규명하여 태양광 발전시스템의 설계 및 시공의 최적화가 이루어질 수 있도록 하였고 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다. 10~50 [°C] 범위의 온도에 따른 전압-전류 특성으로부터 온도가 증가함에 따라서 전압-전류 특성의 면적이 증가하였음을 볼 수 있는데 이 면적은 전력에 해당하는 것이므로 온도가 증가함에 따라 출력 전력이 증가한 것으로 생각된다.

[참 고 문 헌]

- [1] Roger A Messenger, Jerry Ventre, "Photovoltaic Systems Engineering", CRC Press, 2004.
- [2] 김 세찬 외 3인, "퍼지제어기를 사용한 태양광발전 시스템의 최대전력 추종제어", 전자공학회 논문지 제32권 B편 제 4호, pp.110-119 (1995).
- [3] 이 선근, 권 오석, "DC-DC 컨버터를 위한 강인한 성능을 가지는 퍼지제어기의 설계 및 구현", 전력전자학회 논문지

- 제4권 제6호, pp.531-538 (1999).
- [4] 정 영석 외 3인, "태양광발전용 PCS의 MPPT 제어 알고리즘 고찰", 대한전기학회 하계학술대회 논문집 (2003).
- [5] Y. Y. Tzou, T. S. Kuo, "Design and Implementation of an FPGA-Based Motor Control IC for Permanent AC Servo Motors", 1998.
- [6] T. Thiringer and J. A. Dahlberg, "Periodic pulsations from a three-bladed wind turbine", IEEE Trans on Energy Conversion, Vol.16, pp.128-133 (2001).