

태양광 위치 추적기를 이용한 태양광 가로등 연구

이양규*, 강신영**, 오명복***, 손경중*, 김광현*

*전남대학교 전기공학과, **한국과학기술정보연구원, ***(주)엘시스텍

The study of solar lighting lamp using solar position tracker.

Yang-Guy Lee*, Sin-young Kang**, Myoung-Bok Oh***.

Kwung-Jong Son*, Kwang-Heon Kim*

*Dept. of Electrical Engineering & SERI Chonnam National University

KISTI, *L-systek.co

ABSTRACT

In the photovoltaic power system, it is required that we obtain as much as generated power as possible. This paper describes improved stand-alone photovoltaic system efficiency(SPVS) using the sun position tracker for the solar lighting lamp through the comparison test of the power efficiency between the tracking type and the non-tracking type one.

1. 서 론

현재의 에너지 공급의 대부분은 석유, 석탄, 천연가스등 화석연료와 원자력에 의해 이루어지고 있다. 그러나 기존 에너지원의 한계량과 공해물질의 배출로 인하여, 전세계적으로 태양광, 풍력, 조력 등 자연환경을 이용한 깨끗하고 무한한 대체 에너지원의 확보에 주력하고 있는 실정이다.

그 중에서도 신에너지원으로서 태양광발전시스템이 새로이 각광받고 있다. 태양에너지를 직접 전기 에너지로 변환하는 태양전지의 출력은 저밀도 에너지원인 관계로, 태양위치 추적기를 사용하여 지속적인 태양추적을 수행한다. 태양광선의 입사방향으로 일치시키기 위한 태양추적시스템의 효율은 태양추적 여부 및 성능에 따라 크게 달라진다.^[1] 이런 이유로 태양추적시스템이 이미 적용되고 있는 고정방식의 태양전지 모듈이 설치된 시스템에 대해 가지는 이점을 생각 할 수 있다.

태양전지 모듈은 태양전지를 직-병렬로 연결하여 구성하므로 태양전지 모듈의 등가회로는 태양전지의 등가회로와 달리 직-병렬 저항의 영향을 많이 받으며, 태양전지간의 특성 차이로 인한 모듈의 출력이 낮게 될 수도 있다.^{[2][3]} 따라서 태양광 발

전 시스템의 정확한 특성해석이 필요하다.^[4]

본 연구에서는 Matlab과 Simulink를 이용한 태양전지 모델의 발전특성을 연구하여 실제 가로등 시스템의 제어에 활용할 수 있도록 하였으며, 태양의 위치 추적장치 이용에 의한 일사량의 획득을 높일 수 있는 방법 등을 고려하여, 경제성과 실용화 가능성에 대해 연구 실험하였다.

2. 본 론

2.1 태양전지 특성

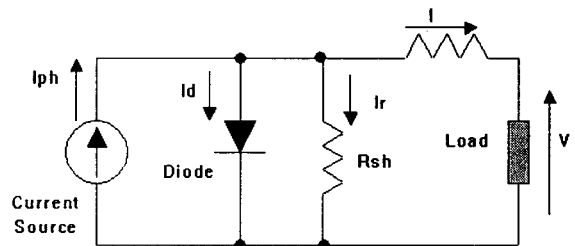


그림 1 직병렬 저항을 고려한 PV 등가회로

태양전지는 광기전력 효과를 이용하여 빛에너지를 직접 전기로 변환한다. 그림 1은 광기전력 효과를 수학적으로 모델링한 것으로 태양전지의 특성을 해석하는데 일반적으로 사용하는 one-diode 모델의 등가회로도이다.

태양전지의 출력특성은 일사량과 온도에 의해서 시시각각으로 변동한다. 또 부하상태도 시시각각으로 변화하기 때문에 태양전지 특성이 변화하지 않아도 동작점은 변해서 최대출력이 얻어지는 부하상태와는 같지 않게 된다. 직렬 병렬 저항을 고려한 태양전지 특성방정식은 식 (1)로 나타낸다.^[4]

$$I = I_{ph} - I_{sat} \left\{ \exp \left[\frac{q(V + IR_s)}{AKT} \right] - 1 \right\} - \frac{V + IR_s}{R_{sh}} \quad (1)$$

여기서, 전류원 I_{ph} 는 광기전류, I_{sat} 는 역포화전류, I_s 은 누설전류, q 는 전하량, A 는 다이오드 성능 지수, K 는 볼츠만 상수, T 는 절대온도, R_{sh} 는 병렬저항, R_s 는 직렬저항, I 는 부하전류이고 V 는 부하전압을 나타낸다.^{[5][6]}

태양전지 특성방정식에 의한 태양전지 모듈 및 어레이의 모델링을 하는데 있어서 태양전지 셀 수십 개를 직-병렬로 연결하기 때문에 이에 대한 광기전류값, 전압특성, 직렬저항, 병렬저항 등을 계산이나 실험에 의하여 태양전지 셀의 등가 회로에 적용함으로써 태양전지 모듈 및 어레이를 모델링할 수 있다.

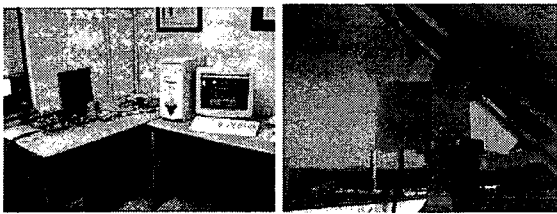


그림 2 태양광 발전 모니터링과 태양 위치 추적기

2.2 태양 추적 장치

정확한 태양위치는 태양 추적을 통한 효율향상을 위하여 요구되는 대단히 중요한 것이다. 집광을 하기 위한 태양추적장치는 일반적으로 추적신호의 생성방식에 따라 태양위치계산에 의해 방위각(azimuth) 및 고도각(elevation)으로 표시되는 프로그램식, 태양센서로부터의 입력을 I/O 인터페이스를 통하여 들어오는 센서값을 마이크로 프로세서를 사용하여 추적 가능각도를 계산하는 센서식, 프로그램과 센서를 조합한 혼합식으로 분류된다. 센서식의 개발 및 실용화에 관련된 많은 연구 결과가 발표되고 있지만, 센서에 의한 태양추적은 날씨가 좋지 않은 날에는 추적하기에 까다로운 점과 외부 장애 요소에 의해 센서 측정에 한계성을 갖고 있는 것으로 사료된다.

본 연구에서는 2축으로, 태양추적장치에 의해 프로그램식으로 지속적인 태양추적을 수행하도록 하였다.

2.3 시스템 구성

본 시스템은 데이터를 분석하기 위해, 태양에너지의 특성상 같은 조건을 두 번 만들 수 없으므로, 동시에 두 가지 모드로 데이터를 저장할 수 있도록 구성하였다. 일사량을 알기위해 설치한 조도계는 태양전지와 수평을 맞추어 태양전지와 같은 일사량을 측정하도록 설치하여 광량값을 얻어내고, 태양전지에서 나오는 전압, 전류 출력

값은 제작한 아날로그 회로에서 검출하여 PC내에 설치한 I/O 카드로 A/D를 입력받아 하루동안의 변화량을 측정하였으며, 태양의 입사각도 변화에 의한 태양의 위치를 추적하는 방식과 일반적인 고정방식의 가로등 시스템을 비교하기 위해, 실시간으로 데이터 수집장치인 Labview를 이용, 프로그램을 작성하여 모니터링 할 수 있도록 하였다.

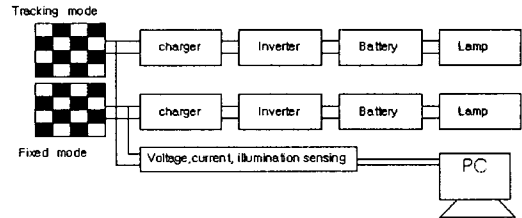


그림 3 시스템 구성도

3. 시뮬레이션 및 실험결과

본 절에서는 태양전지의 특성 시뮬레이션의 내용과 고정방식과 추적방식의 날씨에 따른 발전량 비교를 분석하여 실험결과를 제시하였다. 태양전지 특성방정식에 기초한 특성 분석 시뮬레이션은 MATLAB과 SIMULINK를 이용하였고, 일사량 가변에 의한 모듈의 I-V 곡선과 P-V곡선의 비선형 특성을 그림 5, 6과 같이 나타낼 수 있었다

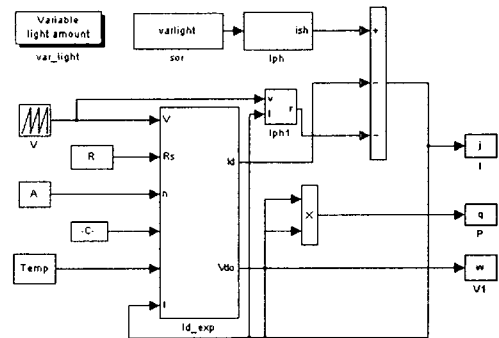


그림 4 MATLAB 시뮬레이션

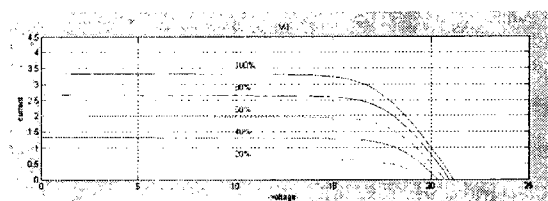


그림 5 태양전지 모듈의 I-V 특성 곡선

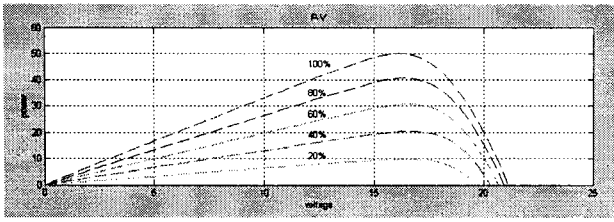


그림 6 태양전지 모듈의 P-V 특성 곡선

그림 7, 8, 9는 고정방식과 추적방식의 각각의 태양전지에 입사되는 태양에너지의 양을 측정하여 날씨 상태변화에 따른 발전량을 비교한 실험 데이터이다. 일중 태양의 고도가 가장 높은 정오부근에서 두 방식의 태양에너지의 차이가 제일 작았으며, 태양의 고도가 낮은 늦은 오후부터 일몰에 다가갈수록 비교적 큰 차이를 나타내었다. 그리고 날씨가 흐린 날보다 맑은 날에 추적방식의 발전량의 상승이 현저함을 나타내었다. 고정방식과 추적방식에서 태양과 태양전지 모듈의 법선면 각도범위의 차이에 의해서 에너지 양이 하강함을 보였고, 흐린 날에는 법선면 각도차이가 많은 영향을 주지 않음을 알 수 있었다.

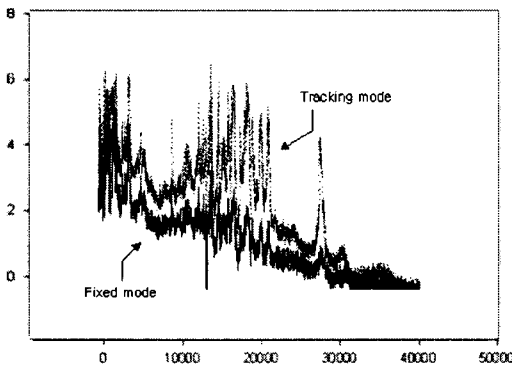


그림 7

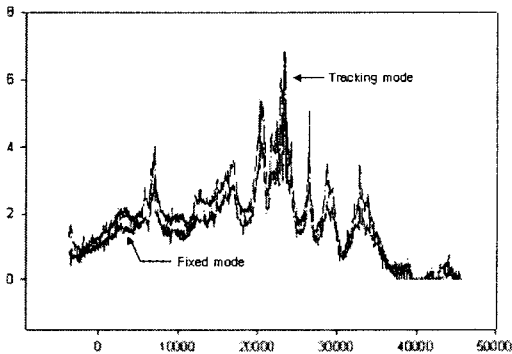


그림 8

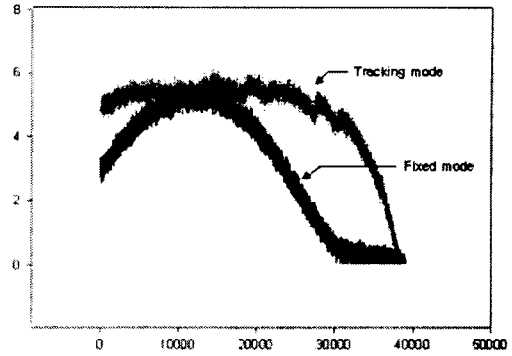


그림 9

표 1 발전량 비교 분석

	Fixed mode	Tracking mode	EFF.
맑은 날	32.2 Ah	50.4 Ah	57 %
흐린 날	13.1 Ah	16.9 Ah	29 %

표 2. 태양전지의 사양

모델명	GMG01530
발전량	53 Wp
개방전압	21.7 V
단락전류	3.35 A
최대 동작전압	17.4 V
최대 동작전류	3.05 A

4. 결 론

본 논문에서의 태양 위치 추적기를 이용한 시스템은 고정식 태양전지에 비해 일사량 획득량을 향상시킬 수 있었다. 흐린 날은 29%이고, 맑은 날은 59%의 일사량의 향상으로 거의 30~60%에 가까운 발전량의 향상을 가져왔다. 이에 따라 태양광 가로등의 경우 주간의 발전량으로 야간에 점등하기 위해 일반적으로 50W 3-4장의 태양전지가 필요로 하지만 본 시스템의 경우는 일사량 획득의 향상으로 태양 전지판의 소요를 20% 정도 절감할 수 있었다. 본 연구 결과 보다 효과적이고 경제적인 태양광 가로등을 제작할 수 있을 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

- [1] M.Abouzeid, "Use of a reluctance stepper motor for solar tracking based on a programmable logic array(PLA) controller" Renewable Energy 23, pp.

551-560, 2001.

- [2] Moustafa M. Elsayed , "Measurements of solar density distribution on a plane receiver due to a flat heliostat" Solar energy, Vol 54, No. 6, 403-211 1995
- [3] D.M Mosher, R.E. Boese and R. J. Soukupt, " The advantage of suntracking for planar silicon solar cells", Solar Energy vol 19, pp91~97, 1977
- [4] T. Kawamura, K harada, Y. Ishihara, T. 썽맘, T. Oshiro, H. Nakamura, M. Imataki, "Analysis of MPPT characteristics in photovoltaic power system", Solar energy materials and solar cells 47, pp 155-165, 1997
- [5] V.Poulek, MLibra, " A new low-cost tracking ridge concentrator" Solar Energy Materials & Solar Cells 61 pp 199-201, 2000
- [6] Zhao Zhengming, Chen kunlun, Yuan Liqiang "Implementation of a stand-alone Photovoltaic pumping system with Maximum power point tracking", Proceedings ICPE'01, Seoul pp 635-638, 2001