

태양전지를 이용한 생태주택등의 정원 보안등 신뢰성 확보 실증연구

*차인수, **우현형, **황운연, **강경원, **유창우
*동신대학교, **모인에너지

Substantiate research on secure the confidence for garden guard lamp of ecology housing with Solar Cell

*In-Su Cha,

**Hyun-Hyung Woo, **Woon-Yeon Whang, **Gyoung-Won Kang, **Chang-Woo Yu
Dongshin University, Moin Energy Co. Ltd.

ABSTRACT

본 연구는 신재생에너지의 하나인 태양광 발전의 소형 발전의 활용분야의 하나로 기존 정원 보안등의 전력을 상용전원에서 태양전지로 변환하여 적용, 실증화한 연구 결과로서 태양전지 전원의 특성과 배터리의 노화, 반사각의 차이점을 실증화 시험을 통하여 분석하였으며 각각의 실험결과들은 웹을 통하여 원격 모니터링이 가능하도록 시스템을 구성하였다.

활환경에 적용하고자 전원주택 등의 정원에 이용될 수 있도록 태양전지를 이용한 보안(방법)등으로 주간에 태양광에 의해 발전한 전력을 전지에 충전하였다가 야간에 스스로 점등되어 조명하는 기본적인 시스템으로 태양전지 셀, Ni-Mh전지, 대면적 LED를 지주 상층부에 설치되는 보안등으로 구성되어 있다. 따라서 본 실증연구에서는 “태양전지를 이용한 생태주택 등의 정원 보안등”의 신뢰성과 성능을 확인하고자 신뢰성 확보를 위한 실증연구를 추진하였다.

1. 서 론

태양광을 이용한 발전은 이미 오래 전부터 국내·외적으로 기존의 화석연료를 사용하는 발전방식을 대체하는 기술의 일환으로 태양광으로 직접 전기에너지를 생산하여 환경 친화적으로 청정한 전기에너지를 얻을 수 있어 미래의 주요 대체에너지원으로 각광받고 있다.

태양광을 이용하여 전력을 생산하기 위해서는 주요 구성요소중의 하나인 태양 전지판이 여러 형태로 활용되고 있으며 또한 생산되는 전력은 인간생활에 다양하게 이용되고 있다. 특히 태양광 발전에 따른 이용은 대표적으로 계통 연계형이 아닌 독립형으로 기존의 전력선을 배제하고 사용할 수 있는 큰 장점을 가지고 있어 대용량의 전력 공급뿐만 아니라 소규모의 생활용품에 까지 실생활에 밀접하게 활용할 수 있는 특성을 가지고 있다.

태양전지를 이용한 생태주택 등의 정원 보안등의 보급을 실생활에 확산시키기에는 예상할 수 없는 문제점이 도출될 수 있지만, 장치의 저가화와 아울러 신뢰성 확보에 대한 기술개발도 꾸준히 선행되어야 하며, 이에 앞서 신뢰성을 입증할 수 있는 실증연구가 절대적으로 필요하다.^[1]

2. 적용된 기술 개요

2.1 기술개발 내용 및 범위

본 실증연구는 소규모의 전력을 생산하여 주거 및 생

2.2 기대효과

본 실증연구를 통하여 얻을 수 있는 기대효과는 다음과 같다.

- (1) 생태주택 및 전원주택의 확대에 설치 가능공간이나 필요한 부하량에 Flexible하게 대응할 수 있으며, 부가가치를 높임으로서 주택 전력소비를 대체하여 2006년 대체에너지 2% 보급목표를 위한 태양광 분야 목표치 실현에 직/간접적으로 기여할 것이며 태양광발전시스템의 응용분야 확대보급으로 침체된 관련 산업의 육성 효과 기대
- (2) 주택에서의 전력설비를 효율적으로 운용할 수 있으며, 불필요한 Peak 전력용 발전 설비 투자 억제 효과 기대
- (3) 태양에너지 이용기기를 보다 쉽게 실생활에 적용하게 함으로서 국민들로부터 친근감 고양
- (4) 주거환경 및 쾌적성 증대 효과 기대
- (5) 무공해 발전기술인 태양광발전의 경우 기존 화력발전의 심각한 공해발생을 대체할 수 있으며, 특히, 온실가스 배출량의 감소 효과가 기대되어 기후변화협약의 대처방안으로 활용될 수 있음.
- (6) 국내 조명기구의 시장 활성화로 관련 산업 부품의 활성화 효과 기대
- (7) 태양광 이용기술의 기반기술 확보 효과
- (8) 수출확대품목으로 해외 시장 개척

3. 제안된 모니터링 시스템

인터넷은 인터넷 표준 프로토콜인 TCP/IP에 기반하여 통신이 이루어지며 이미 산업현장에서는 TCP/IP를 기반으로 한 Ethernet통신을 이용하여 Data를 수집하는 장비가 나오고 있으며 사용되고 있다.

그 예로 DCS나 PLC, 기타 계측장비들이 필드버스, 플로피 버스 통신을 제공하였으나 지금은 필드버스 인터페이스와 함께 Ethernet통신을 위한 인터페이스를 함께 제공하고 있다. Ethernet통신의 장점은 Data전송의 안정성과 빠른 전송시간 등을 들 수 있다. 이러한 장점도 있는 반면 단점도 존재하는데 Ethernet통신의 경우 Local area Network를 말하는 것으로 HUB와 100m내의 거리에서 가능하며, 라우터나 브리지 등의 장비를 이용하여 Data통신의 거리를 연장할 수도 있다.

그림 1은 본 연구에서 제안된 모니터링 시스템의 구성도이다. 모니터링 시스템의 감시대상은 태양전지 어레이와 전력변환회로, 기타 주변 환경요소이며, 제어대상은 계통연계형 인버터이다.

모니터링 시스템은 우선 크게 3부분으로 나눌 수 있다. 각종 센서나 계측 장치로부터 데이터를 수집하거나 제어하기 위한 계측 및 제어 부분, 필드의 데이터 계측 및 제어 모듈로부터 데이터를 수집하여 처리하기 위한 필드 서버부분, 필드 서버의 데이터를 취합하여 시스템 통합 관리를 위한 중앙 통합 시스템 부분 등으로 분류할 수 있다.

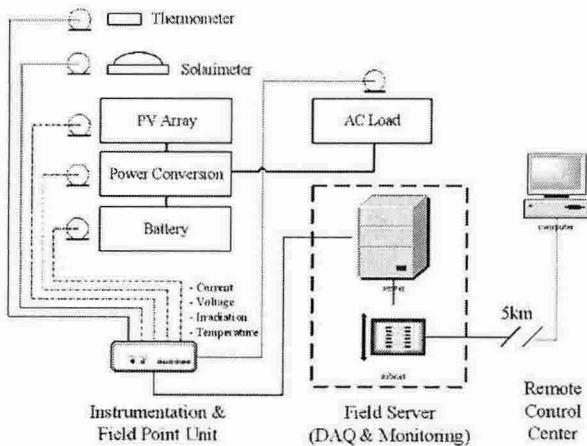


그림 1 제안된 모니터링 시스템 구성도

3.1 계측부

각종 센서나 데이터 측정 장치로부터 데이터를 읽기 위해서는 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환하기 위한 원거리 데이터 처리 모듈이 필요하다[규격 : RS485 : 9600. N. 8. 1 (Half Duplex)].

- 전압센서
- 전류센서
- 일사량센서
- 온도센서
- 전력센서

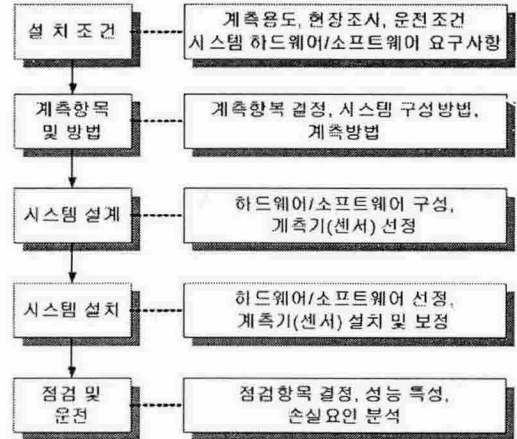


그림 2 모니터링 시스템 설계 절차

3.2 서버부

필드 서버는 모니터가 장착된 일체형 시스템으로 사용하는 목적에 맞는 시스템을 선택적으로 구성할 수 있기 때문에 비용이나 공간면에서 매우 유리하게 시스템을 꾸밀 수 있다. 또한 시리얼 및 ETHERNET통신 포트를 내장하고 있기 때문에 데이터 처리 장치와 쉽게 연결하여 사용할 수 있다. 안정성과 더불어 어플리케이션에 따라 고성능의 사양이 요구되며, 특히 24시간 연속적인 데이터 처리를 위해서는 일반 OA용 시스템과 구별되는 각종 설계 기준이 필요하다. 그리고 설치 환경에 따라서는 아주 열악한 작업환경에서도 오작동이 없는 내구성을 요구한다.

3.3 인터페이스 모듈

모든 시스템을 네트워크로 연결하기 위해서는 현장 상황에 맞는 다양한 해결 방법이 있어야 한다. 통신 네트워크에는 기존에 많이 보급되어 있는 유선과 현재 새로운 네트워킹 서비스를 제공하고 있는 무선으로 나눌 수 있다. 무선은 구입비용이 많이 드는 반면 차지하는 공간이 작고 설치비용이 적어 그 활용범위가 갈수록 넓어지고 있다. 본 연구에서는 유선 LAN을 통해서 클라이언트와 Real Time으로 제어 및 모니터링 할 수 있도록 한다.

관리자는 태양광발전시스템의 동작상태를 실시간으로 모니터링 할 수 있으며 동작상태에 따라 운전 조건을 조정할 수 있다. 또한, 측정된 데이터를 기본적으로 1일단위로 그래프화 할 수 있도록 하며, 이것은 관리자 설정에 따라 바꿀 수 있다. MGDC는 관리자가 보다 쉽게 모니터링 할 수 있도록 사용자 인터페이스를 고려하여 구성한다.

본 연구에서 제안하는 모니터링 시스템의 특징은 시스템의 운전성능을 웹을 통해서 실시간으로 성능을 비교할 수 있으며, 대용량의 경우에도 많은 채널을 사용할 수 있고 다양한 측정(온도, 습도, 풍속 등)에 적용될 수 있고, 호환성이 우수하다. 또한, 시스템을 중앙에서 원격지의 제어할 수 있다.

그림 3은 모니터링 시스템의 유저 인터페이스이다. 측정 요소는 전압, 전류, 조도, 배터리 전압을 측정할 수 있도록 패널을 구성 하였다. GUI화된 LabVIEW는 시스템의 운전 현황을 한눈에 알아볼 수 있고 인터넷을 기반으로 하여 구축하였기 때문에 언제 어디서든 통신이 가능한 원격지에서도 운전 유·무를 확인 할 수 있다.

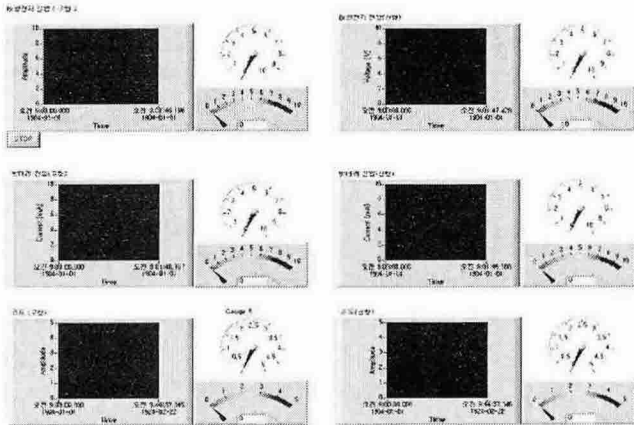


그림 3 모니터링 시스템 유저 인터페이스

4. 실증용 정원 보안등의 구성 및 구축

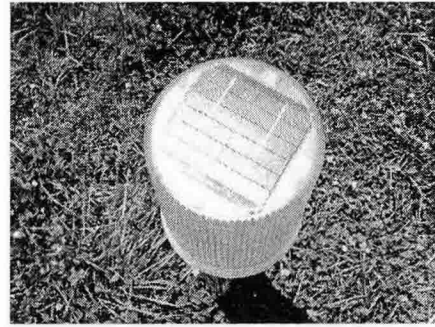
표 1 정원 보안등의 특징

- 자동점등방식
(낮에 충전되어 밤에 자동으로 점등: 조도 센서 사용)
- 설치가 용이한 일체형 방식
- LED 4개 장착
- 1일 8시간이상 점등
- 광원 : 1.2 Watt Mono/Multi-Crystalline Solar Cell
- 밝기 : 12,000 mcd (12축광)
- 배터리 : Rechargeble Ni-Mh battery 2개 직렬 (1.2V 1300mAh size : AA)

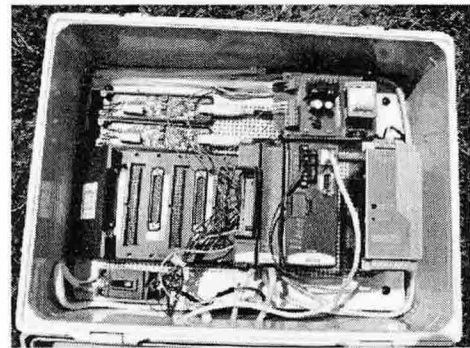
표 1은 구축된 정원 보안등의 기본 특징을 나타낸 것이며, 실증 실험을 위하여 광주광역시 동구에 소재한 조선대학교 태양에너지실증화센터에 정원 보안등과 모니터링 시스템을 그림4와 같이 구축하였다.



(a) 보안등 및 계측 시스템 정면



(b) 태양전지가 설치된 보안등 상부



(c) 모니터링 시스템 본체

그림 4 설치된 실증용 정원 보안등과 모니터링 시스템

5. 실제 운전 특성 분석

모니터링시스템을 통하여 전송되는 데이터는 실증화센터 내의 PC 모니터를 통하여 결과를 확인할 수 있고, 데이터는 저장장치에 10초당 1개의 측정 데이터 전송, 6시간 간격으로 저장하도록 설계 및 구축하였다. 그리고, 보안등은 LED와 태양전지를 감싸고 있는 반사갓의 신형과 구형의 두가지 차이점을 두어 설치하였으며, 신형과 구형에는 각각 충전용 배터리를 달리 설정하여 실증시험에 적용하였다.

그림 5와 그림 6은 충전용 배터리의 구형과 신형에 따른 출력과형의 차이를 나타낸 실증 데이터 그래프이다. 그래프에서 알 수 있듯이, 정원 보안등 내부에 설치된 제어회로를 통하여 낮 동안 충전된 전력이 저녁시간과 밤 동안 가동되어 배터리 전압이 낮아지고, 낮에는 태양 전지를 통하여 들어오는 전력이 충전됨으로써 측정 전압이 높은 것을 알 수 있었다.

그림 7 ~ 그림 8은 신형 반사갓과 구형 반사갓을 썬었을 때 태양전지에서 출력되는 전압 출력과형을 하루 측정 단위로 나타낸 실측 그래프이다. 그래프를 통하여 신형으로 설계된 반사갓과 기존 사용하던 반사갓의 차이점을 확인 할 수 있는데, 이는 낮동안 햇볕이 강할 때, 플라스틱으로 이루어진 구형 반사갓의 일부분이 열화 현상으로 인하여 햇볕을 제대로 받지 못하여 태양전지 전압 출력이 일정치 못한 점을 확인 할 수 있었다. 이러한 결과들은 배터리의 충전에도 영향을 주어 효율이 떨어지게 하는 원인이 됨을 알 수 있었다.

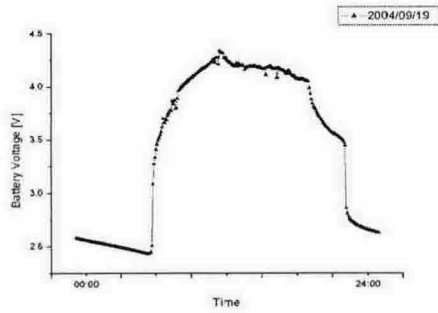


그림 5 신형 배터리

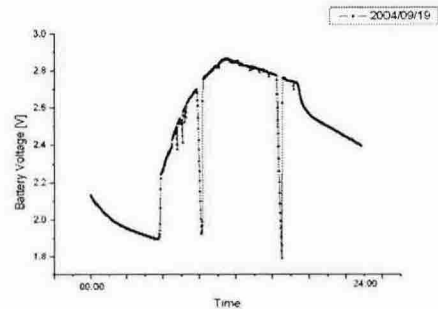


그림 6 구형 배터리

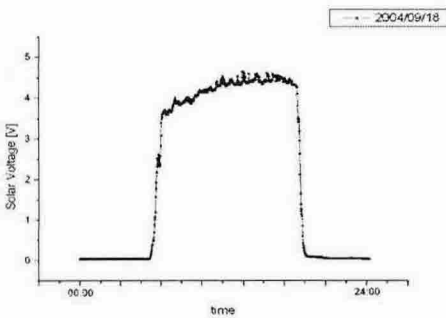


그림 7 신형 반사각을 적용한 태양전지 전압 출력파형

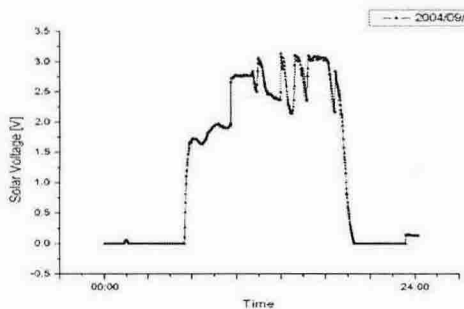


그림 8 구형 반사각을 적용한 태양전지 전압 출력파형

6. 결론

본 실증화 연구를 통하여 정원 보안등 내부에 낮 동안 충전된 전력이 저녁시간과 밤 동안 가동되어 배터리 전압이 낮아지고, 낮에는 태양전지를 통하여 들어오는 전력이 충전됨으로써 측정 전압이 높은 것을 알 수 있었으며, 충전하는 배터리의 노후에 따른 출력전압의 차이를 확인할 수 있었다. 또한, 본 실증화 연구를 통하여 신형으로 설계된 반사각과 기존 사용하던 반사각의 성능 차

이를 확인할 수 있었는데, 이는 낮동안 햇볕이 강할 때, 플라스틱으로 이루어진 구형 반사각의 일부분이 열화 현상으로 인하여 햇볕을 제대로 받지 못하여 태양전지 전압 출력이 일정치 못한 점을 확인할 수 있었다. 이러한 결과들은 배터리의 충전에도 영향을 주어 효율이 떨어지게 하는 원인이 됨을 알 수 있었다.

이러한 실증화 연구 결과를 바탕으로 현재, 신형 반사각과 고안된 충전방식을 적용한 새로운 제품 개발이 이뤄지고 있다. 더불어, 기존 3기에 불과했던 실증화용 보안등을 추가로 설치하여 대량의 실증화 연구를 준비하고 있는 단계이다.

참고 문헌

- [1] Adolf Goetzberger et al., Materials Science and Engineering R40 (2003)1-46
- [2] D. Flood, H. Brandhorst, in: T.J. Coutts, J. Meakin (Eds.), Current Topics in Photovoltaics, Vol. 2, Academic Press, New York, 1987, P. 143
- [3] H.Y. Tada, J.R. Carter Jr., B.E. Anspaugh, R.G. Dowing, Solar Cell Radiation Handbook, 3rd Edition, JPL Publication 69-82, Pasadena, California, 1982
- [4] B.E. Anspaugh, Proceedings of the 22nd IEEE Photovoltaic Specialists Conference, IEEE, New York, 1992, P. 1953.
- [5] M. Yamauchi, S.J. Taylor, S. Matsuda, O.Kawasaki, Appl. Phys. Lett. 68(1996)3141.
- [6] Victorio Arcidiacono, Sando Corsi, Luciano Lambri, "Maximum Power Point Tracker for Photovoltaic Power Plants", IEEE. pp. 507-512, 1982.
- [7] G. L. Campen, "An Analysis of the Harmonics and Power Factor Effects at a Utility Intertied Photovoltaic System", IEEE Trans. Vol. PAS-101, No. 12, pp. 4632-4639, 1982.
- [8] 김홍성, 유권종외, "충방전 제어를 이용한 독립형 태양광 발전시스템의 설계" 전력전자학회논문집, pp.103-108. 1998,
- [9] 유권종외, "전력 Peak Cut를 위한 주택용 태양광발전시스템의 에어콘개발", 한국에너지기술연구소 보고서, 1994.
- [10] Mohamed Henini, III-Vs Review, Vol.13, No.4(2000)34-38
- [11] 차인수외, "The MPPT of Photovoltaic Solar System by Controlled Boost Converter with Neural Network", IEEE Korea Council, Vol. 2, No. 2, pp. 255-262, 1998.
- [12] 大庭他, "太陽光發電システム最大出力制御法", 電學論B, 106-7B(昭和 61年)
- [13] Gwonjong Yu, Jinsoo Song, "Development of Power Converter for Photovoltaic System", Japan-Korea Joint Seminar on TECHNICAL DIGEST PHOTOVOLTAICS, pp. 247-254, 1995.
- [14] Paul Batcheller, Ziyad Salameh, "Microprocessor controlled maximum power point tracker for photovoltaic systems", The 1993 American Solar Energy Society Annual Conference, pp. 101-104, 1993.
- [15] 정연택외, "마이크로프로세서를 이용한 태양광 발전 시스템의 最大出力 追跡制御 方式", '93 전력전자 연구 발표회, pp. 90-94, 1993.
- [16] 유권종외, "인버터형 에어컨 전원용 태양광시스템의 MPPT 동작 특성에 관한 연구", 한국태양에너지학회, Vol. 18, No. 3, pp. 129-135, 1998.
- [17] Lee, M.G, Code SE025, Photonics Edu. Learning Center, 2002.