

50KW 계통연계형 태양광발전시스템 운전특성에 관한 연구

이강연*, 정병호*, 최운한*, 임병욱*, 조금배*, 백형래*
* 조선대학교

A Study on the Operating Characteristics for Utility interactive 50KW Photovoltaic System

K. Y. LEE, B. H. CHUNG, M. H. CHOI, B. O. LIM, G. B. CHO, H. L. BAEK
Chosun University

Abstract - This paper presents experimental operation with utility interactive 50kw photovoltaic generation system. And that describe configuration of utility interactive photovoltaic system which power supply for dormitory .

The status of photovoltaic generation system components and interconnection and safety equipment will be summarized.

This paper discusses property operation state which system endure division of power for dormitory.

1. 서 론

태양광발전은 환경문제가 대두되고 가까운 미래의 심각한 에너지고갈문제의 대체방안으로 무한정, 무공해의 태양에너지를 이용하기 때문에 연료비가 불필요하며 대기오염이나 폐기물 발생이 없고, 특히 발전부위가 반도체 소자나 전자부품이므로 진동과 소음이 없고, 전반적인 시스템을 반자동화 또는 자동화시키기에 용이한 장점을 가지고 있어 대체에너지 중 관심이 고조되고있는 분야이다.

현재 태양광발전시스템은 도서 벽지나 관공서를 위주로 채택하여 보급하고 있으나 에너지 수요가 급증하는 여름철의 피크전력을 분산하는 한 방법으로 일반주택이나 대형빌딩으로의 보급은 상당한 전력분산효과를 가져올 것으로 기대되고 있다.

계통연계형 태양광발전시스템은 태양광발전의 고효율화, 발전전력의 고품질화, 배전계통의 안정성 확보 등의 기능을 필요로 한다. 태양광발전의 고효율화를 위해서 태양전지의 최대 전력점에서의 운전이 필요하다.⁽¹⁾ 발전전력의 고품질화를 위해서 인버터 출력전류를 단위역율, 정현파로 제어해야 하며, 배전계통의 안정성 확보를 위해서 시스템 보호 기능외에 계통과의 연계가 단절되었을 경우, 이를 검출하여 배전계통으로의 역충전을 방지하여야 하는 시스템을 갖추어야 한다.⁽²⁾

본 논문에서는 50KW급 계통연계형 태양광발전시스템의 운전특성과 기속사 전원으로 사용되고 있는 시스템의 구성에 대해 기술하고 실무하에 공급하는 한전계통으

로부터의 전력과 태양광발전 전력량을 살펴보았으며 인버터의 안정적인 동작 등을 실증운전을 통한 실험결과를 제시하고자 한다.

2. 본 론

2.1 시스템구성

그림 1은 기속사전원용 25KW급 계통연계형 태양광발전시스템의 전체구성도를 나타낸 것으로 조선대학교 기속사는 25KW급 2기를 기속사 2개동의 옥상에 설치하여 최대전력 50KW를 공급할 수 있는 시스템으로 계통연계형 인버터와 계통으로부터의 전원공급을 통해 전력을 공급하고 있다. 또한 실시간 데이터를 저장하고 운전감시 시스템이 완비되어 부하에 따른 운전상태를 분석하고 실시간 모니터링 통해 전력의 안정적인 공급을 살펴보고 있다.

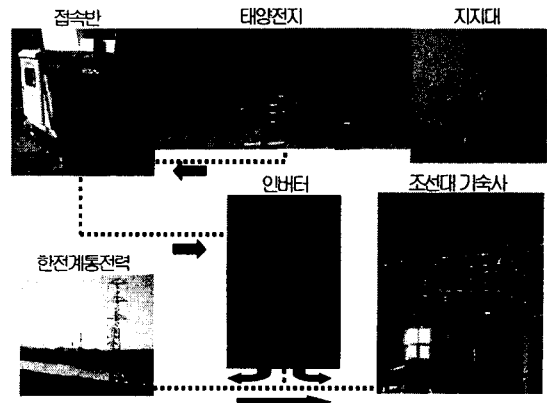


그림 1 50kW 계통연계형 태양광발전시스템 전체구성도

2.1.1 태양전지어레이

Solar Cell은 단결정 실리콘으로 제작되었으며, 모듈의 개방전압이 21V, 단락전류는 3.35A, 정격용량은 53Wp, 전력 변환 효율은 14%이다. 위 시스템에 설치된 태양전지로는 각동에 20직렬×8병렬 형태의 2개군과

20직렬×9병렬 형태의 1개군으로 모듈 504개로 구성되어 2개동에 1008개의 모듈로 구성되어 최대 50kW를 출력할 수 있는 직병렬형태로 구성되어 있다.

그림 2는 기숙사 1개동에 배치되어있는 태양전지 모듈군의 구성을 나타내고 있다.

그림 3은 태양전지모듈과 모듈지지대 구조물이다.

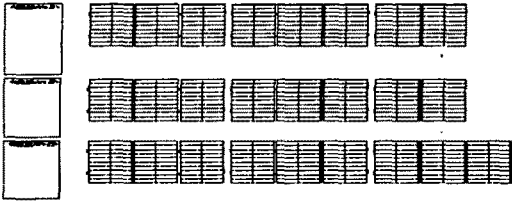


그림 2 25KW 태양전지 모듈군구성도(504모듈)

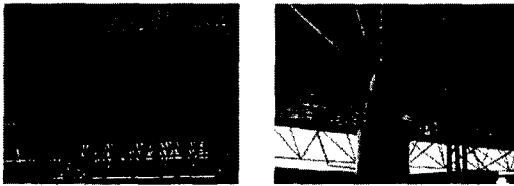


그림 3 태양전지 모듈 지지대 구조물

2.1.2 계통연계형 인버터

정격용량 25KVA인 계통연계형 인버터는 IGBT 소자를 사용한 3상 PWM 인버터로 정격출력전압은 선간전압 380V, 상전압 220V를 출력하며, 계통정전시 인버터는 600ms이내에 정지하게 된다.

입력전압은 DC 280에서 430V까지이며, 출력주파수는 상용주파수의 허용오차 범위인 $60\text{Hz} \pm 2\%$ 으로 안정적인 주파수 범위에서 동작한다. 또한 인버터 효율은 90%이상이다.

CD1,2는 태양전지의 동작점 규정을 위한 전압원 역할을 하면서 동시에 DC/AC 컨버터의 일부분이 되고 DC/AC 컨버터는 MPPT 기능을 구현하는 알고리즘에 의해 전압지령치를 가변하는 가변 전압형 전류제어(정현파PWM)를 하고 있고, 각종 계통연계 보호기능으로 직류 과전압과 저전압, 계통 과전압과 저전압, 동기 이상, 온도 이상, 단락, 정전등이 포함되어 있다.^(3,4)

그림 4는 인버터 회로도이다.

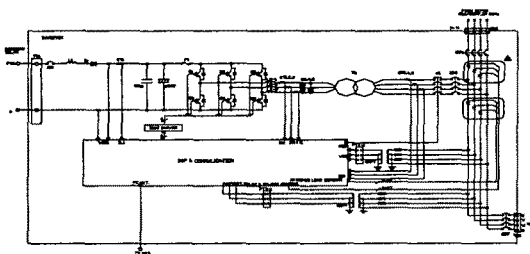


그림 4 인버터 회로

2.1.3 제어시스템

제어시스템은 주백보급용 계통연계형 태양광발전시스템과 같이 시스템으로 구성되었다⁽⁵⁾. 그림 5는 태양전지 어레이로부터 DC입력을 받아, 인버터에서 제어하는 계통도를 나타내며, PC로 태양전지 발전량, 부하량, 일사량 및 외기온도 등의 데이터를 전송하고 실시간 모니터링 시스템을 통해 동작상태 및 고장내용을 점검할 수 있도록 시스템이 구성되어 있다.

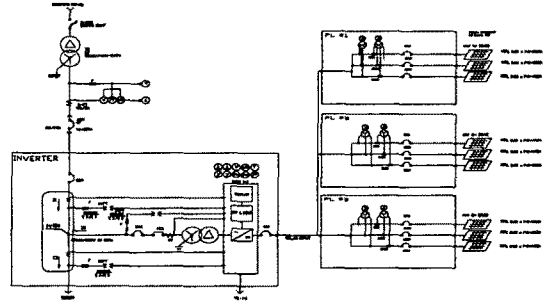
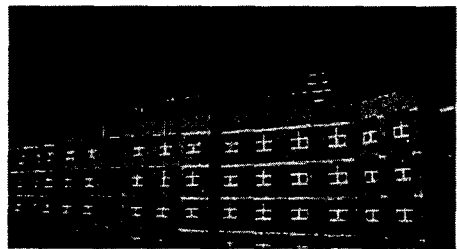


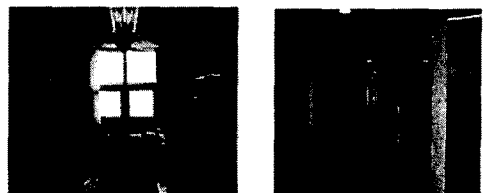
그림 5 계통도

2.1.4 기숙사

그림6의 (a)는 기숙사 전경이며, 그림(b)는 기숙사 내부구조로 기숙사의 부하는 그림과 같은 513개의 룸으로 이루어져 있으며 부하는 주로 전등, 컴퓨터, 오디오, 독서실과 정보검색실의 PC 24대, TV 등이다. 전력의 공급은 태양광발전시스템뿐만 아니라 난방은 심야전기를 이용하였으며, 급탕은 태양열을 이용하였다. 사진과 같은 room에서 주로 전등부하, 컴퓨터부하, 오디오부하등 비교적 간단한 부하들로 구성되어 있다.



(a) 기숙사 전경



(b) 내부구조

그림 6 기숙사 전경 및 내부구조(부하) 사진

2.2 운전결과

주간에 부하가 요구하는 전력이 인버터의 출력전력이 부하전력보다 작아 계통측으로부터 부족분의 전력을 공급받고 있다. 기숙사 전체의 부하를 감당하지는 못하나 이는 최근 여름철 주간 냉각부하에 의한 영향으로 낮 시간대의 부하가 크게 증가하여 피크전력이 상승하는데 따른 태양광발전시스템으로부터 발전된 주간전력에 의하여 여름철 피크전력에 대한 계통의 부담을 줄여줄 수 있다. 인버터출력은 비교적 안정적으로 전압을 공급하고 있으며, 태양광발전시스템으로부터 발생된 전력은 시간대별로 다르지만 기숙사의 전체부하 중 일부를 담당하고 있음을 알 수 있었다.

2.2.1 태양광발전

태양광발전은 일사량이 좋은날을 기준으로 측정한 것으로 오전 9시부터 오후 5시까지는 발전이 원활히 이루어지고 있음을 알 수 있었다.

그림 7은 태양광발전시스템의 시간대별 발전전력량을 그래프로 나타낸 것이다.

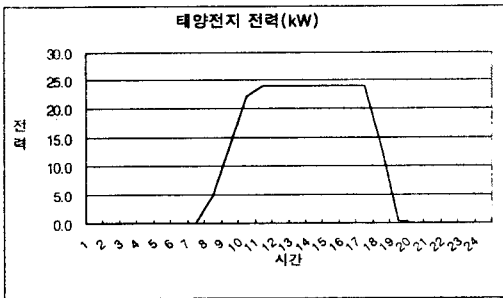


그림 7 태양전지 출력전력

그림 8은 기숙사부하가 한전계통으로 공급받는 전력량으로 태양광발전시스템의 오전 9시부터 오후 5시 사이의 발전량은 주간의 많은 소비전력량에도 불구하고 계통으로부터 받은 전력의 피크치는 오후 9~10시 사이로 전력의 분산효과가 상당함을 알 수 있고, 주간부하를 기준으로 20%정도를 분담하고 있음을 알 수 있다.

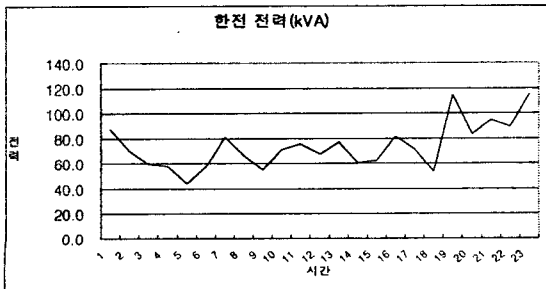


그림 8 한전공급전력

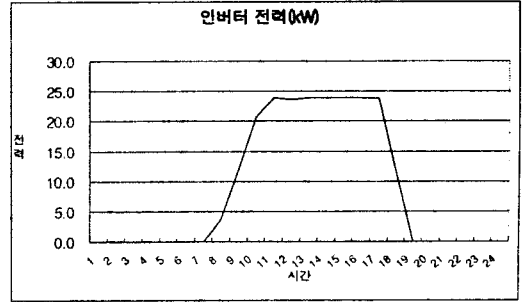


그림 9 인버터 출력전력

2.2.2 인버터출력

그림 9는 인버터 출력전력을 나타내는데 효율은 95%이상임을 알 수 있었다.

그림 10은 인버터 출력단의 전압파형으로 3상 전압을 출력상태를 보여준다. 약간의 전압왜형은 있으나 비교적 안정적으로 전압을 공급하고 있음을 알 수 있다.

그림 11은 인버터 출력단의 선간전류파형을 보여주고 있다.

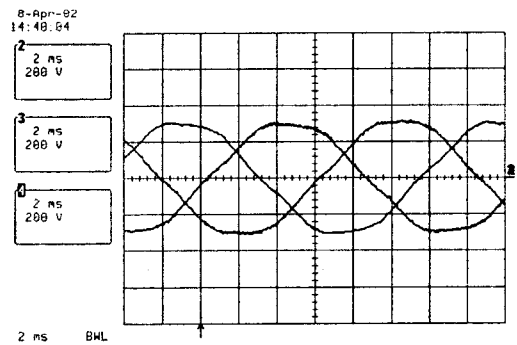


그림 10 인버터출력 3상전압

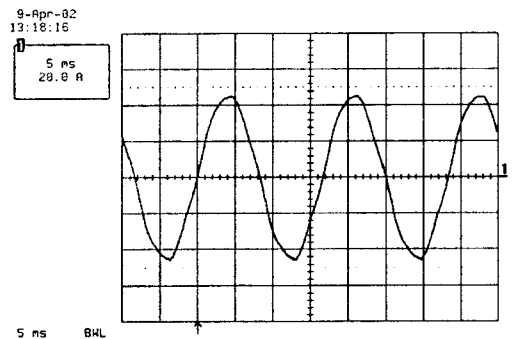


그림 11 인버터출력 선간전류

3. 결 론

본 연구에서는 기숙사 2개동에 설치되어 있는 50KW 급 태양광발전시스템을 계통과 연계하여 기숙사 전원용으로 사용한 운전중인 시스템에 대한 전체 구성도와 기숙사부하에 대한 소개와 제어방법에 대해 기술하였고 태양광발전시스템의 발전량과 계통으로부터 공급받는 전력, 인버터운전에 대해 살펴보았다.

기숙사 전원용으로 사용하는 태양광발전시스템은 전체 부하 중 일부를 담당하여 적절히 운전되고 있음을 알 수 있었는데 비록 전체소비전력의 20% 미만이지만 이는 여름철에 주로 나타나는 전력피크대책중의 한 방법으로 적용될 수 있을 것으로 생각된다.

또한 태양전지를 건축물과 적절히 조화시켜 미래지향적인 건축물로 발전시켜 나아갈 수 있는 자료가 될 것이다.

50KW 태양광발전시스템의 데이터의 지속적인 수집을 통해 월별, 연별 자료를 일사량에서 발전량, 소비량 등을 구분 정리, 분석하여 차후에 각종 빌딩의 피크전력에 대한 대응책을 갖출 수 있는 데이터가 되도록 연구할 것이다.

향후 태양광발전시스템과 연계운전시 계통사고에 대한 적절한 시스템의 연구를 통해 보다 안정적인 전력을 공급하고 태양광발전시스템의 이용을 극대화하는데 기여하도록 연구하고자 한다.

[참 고 문 헌]

- [1] 김동휘, "신경망 제어기법을 이용한 에어컨 구동용 태양전지의 MPPT 제어특성", 조선대학교 공학박사학위논문, 1998
- [2] Dong. H. Sugimoto, "A New Utility Interactive Photovoltaic Power Conditioning System And Its Maximum Power Tracking Control", IPEMC97, PP238-243, 1997
- [3] C. Hua, C. Shen, J. Lin, "Implementation of a DSP-Controlled photovoltaic System with peak PowerTracking", Proceeding of the 23rd International Conference on Industrial Electronics, Control, and Instrumentation Vol 2, 1997
- [4] S.Nonaka, K. Kesamaru, K. Yamasaki, et al, "Interconnection System with Sinusoidal Output PWM Current Source Inverter between Photovoltaic Arrays and the Utility Line", IPEC-Tokyo, pp. 144~151, 1990
- [5] 백형래외 5, "방위각과 경사각에 따른 계통연계형 태양광발전 시스템", 대한전기학회 전기기기 및 에너지시스템부분 춘계학회, 2001