추계전력전자학술대회 논문집 2002.11.16

시범주택 전원용 조선대 기숙사 50kW 태양광발전시스템의 운전특성

박정민, 김기범, 이강연, 서진연, 조금배, 백형래
조선대학교

50KW Photovoltaic Generation System of Chosun university Dormitory for Model House Power Supply

J.M. Park, K.B. Kim, K.Y. Lee, J.Y. Seo G.B. Cho, and H.N. Baek
Chosun University

ABSTRACT - This paper presents experimental operation with utility invertactive 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 용의한 장점을 가지고 있어 대체에너지원으로 관심이 집중되고 있는 분야이다.

현재 태양광발전시스템은 도서 벽지나 관공서를 위주로 채택하여 보급하고 있으나 에너지 수요가 급증하는 여름철의 피크전력을 분산하는 한 방편으로 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 기능 외에 계통과의 연계가 단절되었을 경우, 이를 검출하여 배전계통으로의 역충전을 방지하여야 하는 시스템을 갖추어야 한다.[2]

본 논문에서는 50kW급 계통연계형 태양광발전시스템의 운전특성과 기숙사 전원으로 사용되고 있는 시스템의 구성에 대해 기술하고 실증운전을 통한 태양광시스템의 발생된 전력이 기숙사 부하에 공급하는 실험결과를 제시하고자 한다.

2. 본 론

2.1 시스템의 구성

그림 1은 기숙사전원용 25kW급 계통연계형 태양광발전시스템의 전체구성도를 나타낸 것으로 조선대학교 기숙사는 25kW급 2기를 기숙사 2개동의 옥상에 설치하여 최대전력 50KW을 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 살피고 있다.

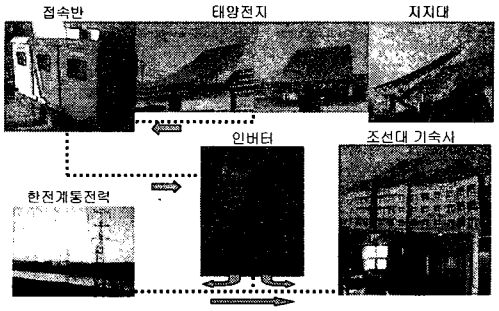

Fig. 1 50kW utility interactive photovolatic generation system

2.1.1 태양전지 어레이

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.

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 60Hz ± 2% 으로 안정적인 주파수 범위에서 동작한다. 또한 인버터 효율은 90%이상이다.

CD1,2는 태양전지의 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, 정전 등이 포함되어 있다.[3,4]

특히 모든 운전이 자동화되어 자기운전 진단이 가능하고, 감시제어 시스템과 연계되어 24시간 감시 및 운전이 가능하다. 그림 2은 계통연계형 인버터의 구성도를 나타낸다

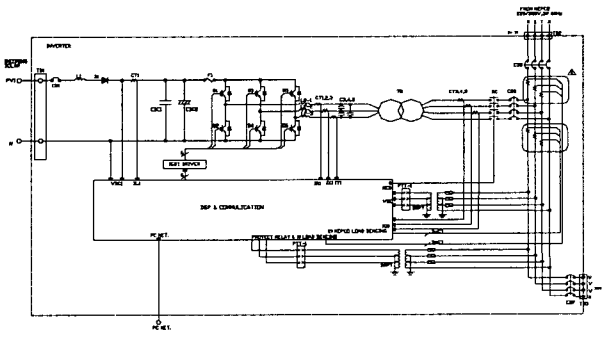

Fig. 2 Inverter circuit

2.1.3 제어감시시스템

제어시스템은 주택보급용 계통연계형 태양광발전시스템과 같이 시스템으로 구성되었다[5]. 그림 3은 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 구성되어있다.

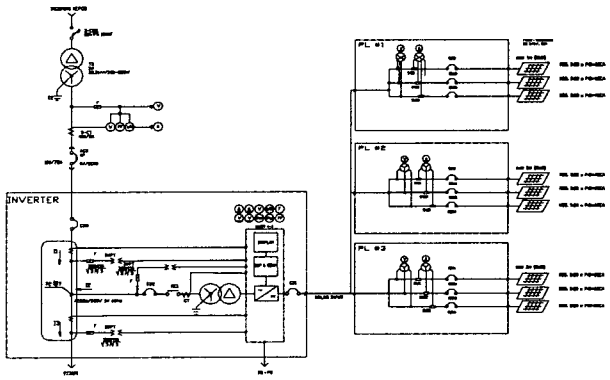

Fig. 3 System configuration

2.2 실험결과

시스템설치 후 기기 점검 및 조정을 거친 후 2002년 2월부터 본격적인 운전을 개시하였다. 운전데이타는 한전입력전원, 인버터, 태양전지로부터 전압, 전류, 전력량 등이 다양하게 수집되었다. 본 논문에서는 태양광시스템의 발생된 전력이 기숙사 부하에 공급하는 발전데이타를 분석해 보았다.

2.2.1 인버터 운전결과

태양광발전의 계통연계 시 50kW 태양광발전시스템의 인버터 출력단의 부하 전압, 전류파형이다. 그림 4은 인버터 출력단의 전압파형으로 3상 전압을 출력상태를 보여준다. 약간의 전압왜형은 있으나 안정적으로 전압을 공급하고 있음을 알 수 있다.

그림 5은 인버터 출력단의 선간전류파형을 보여주고 있다.

부하에 계통연계하여도 파형이 일정한 형태로 유지되어 태양광발전시스템이 적절히 운전되고 있음을 알 수 있다.

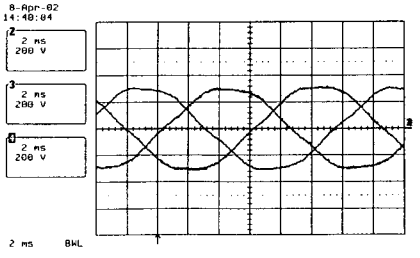

Fig 4 Inverter output voltage waveforms

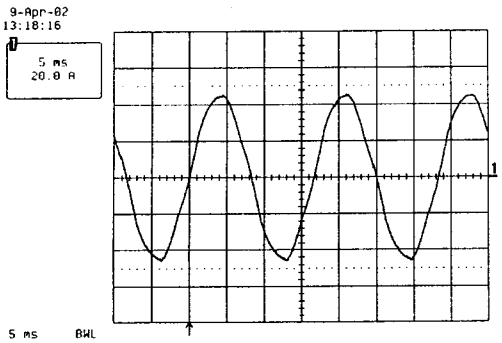

Fig 5 Inverter output current

2.2.2 태양광발전 시스템 운전결과

2002년 7월 7일 맑은 날 데이터이며, 총 발전전력은 296kW, 총 부하 소비전력은 1,471kW 만큼 소비하였다. 그림 6은 50kW 계통연계 태양광발전 시스템의 시간별 특성곡선이다.

기숙사 여름철 부하로 전체 소비전력량 중 약 19%를 담당하고 있고 9시부터 17시까지는 소비전력량의 약 45%를 담당하고 있다.

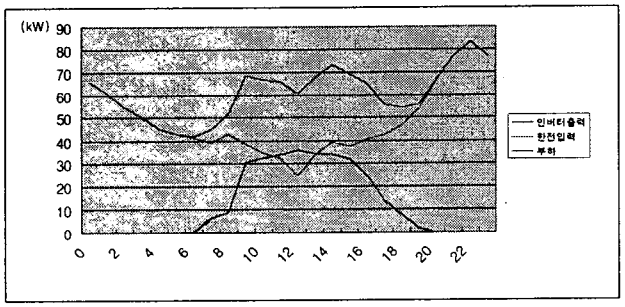

Fig . 6 Load power, utility power and inverter power data of photovoltaic system

3. 결 론

본 연구에서는 기숙사 2개 동에 설치되어 있는 50kW급 태양광발전시스템을 계통과 연계하여 기숙사 전원용으로 사용한 운전중인 시스템에 대한 전체 구성도와 기숙사부하에 대한 소개와 제어방법에 대해 기술하였고 태양광발전시스템의 발전량과 계통으로부터 공급받는 전력, 인버터운전에 대해 기술하고 실증 시스템의 운전을 통한 실험 결과를 제시하였다.

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

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", IPEMC 97, pp. 238-243, 1997.

[3] C. Hua, C. Shen, J. Lin, "Implementation of a DSP-Controlled photovoltaic System with peak Power Tracking", 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.