

태양광발전시스템 설치 및 운전 현황

박규홍
대림대학

Construction and operation of Photovoltaic Generation System

K. H. Park
Daelim College

Abstract - 본 논문은 10kW태양광 발전시스템의 설치 및 운전 상황에 대한 내용으로서 발전 뿐만아니라 학습용으로 이용할 수 있도록 10kW 단독운전 또는 7kW와 3kW 병렬운전이 가능하도록 구성되었다. 태양전지판은 20직렬 10병렬로 구성되며, 10병렬 태양전지판은 방위각 0°, 경사각 46°~8°로 이루어져 있으므로 필요에 따라서 다양한 경사각으로 3kW까지 선택 운전할 수 있도록 구성되어 있다.

1. 서 론

태양광발전은 무한정 무공해의 태양에너지를 직접 전기 에너지로 변환하는 기술이므로 당면한 에너지 문제에 대한 대처 방안으로 대두되고 있다. 특히 태양광발전은 가동부가 없으므로 진동과 소음이 없고 시스템 운전을 자동화할 수 있으므로 여러 재생가능 에너지중 가장 관심을 끌 수 있을 뿐만 아니라 가장 현실성이 있으므로 지구상에 설치되어있는 태양광발전 시스템의 설비용량은 2002년말 현재 2GW정도이지만 2020년까지 207GW로 증가될 전망이다.⁽¹⁾

일반적으로 태양광발전시스템의 도입 목적은 CO₂ 저감을 위한 청정에너지 확보, 화석연료 소비 저감, 첨두부하 일부 담당, 교육 홍보 등을 고려할 수 있으나⁽²⁾ 설치장소가 교육기관인 관계로 발전 및 교육(연구)에 있다고 볼 수 있다.

본 대학에 시범보급사업으로 설치된 10kW 계통연계형 태양광발전시스템은 전력공급 뿐만 아니라 실험실습 설비로 활용할 수 있도록 10kW 단독운전 및 7kW와 3kW로 분리운전할 수 있도록 구성하였다.

또한 태양전지어레이의 배열을 곡면상으로 나타냄으로서 경사각을 최대 46°에서부터 최소 8°까지 10종류로 구성되어 있으므로 필요한 3kW의 선택을 다양하게 선택할 수 있으며, 운전상황을 LED 전광판을 이용하여 누적전력량·발전전력·발전전류·발전전압을 실시간으로 나타내도록 되었다.

본 논문에서는 이러한 태양광발전시스템의 설치 및 운전 현황을 각종 데이터를 통하여 제시하고자 한다.

2. 구 성

본 대학 울곡관 옥상에 설치되어 있는 10kW급 태양광발전 시스템 구성을 그림1과 같이 나타내며, 상용전원과 연계하여 운전되고 있다.

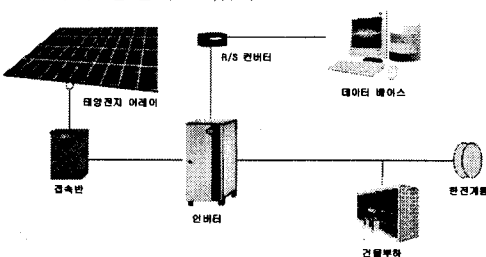


그림 1. 10kW급 태양광발전 시스템 구성도

2.1 태양전지 어레이

태양전지는 다결정 실리콘으로 제작되었으며, 모듈의 개방전압은 21V, 단락전류는 3.23A, 최대출력은 50W로서 태양전지 모듈 규격은 표 1과 같다. 태양전지 어레이는 태양전지 모듈 20개를 직렬로 연결하며, 이를 10병렬로 구성하여 총 200개의 모듈을 사용되었다.

즉, 50W출력의 모듈 20개를 직렬로 연결하여 최대 1kW를 낼 수 있는 전지판을 10병렬 형태로 이루어져 있으므로 태양전지 어레이의 최대출력은 10kW이다.

표 1. 태양전지 모듈 규격

항 목	규 격
최대출력 P_{max}	50 W
개방전압 V_{oc}	21.0 V
단락전류 I_{sc}	3.23 A
최대전력점 전압 V_{mpp}	16.8 V
최대전력점 전류 I_{mpp}	2.97 A
크기	502 X 942 X 50 mm
무게	6.2 kg
모듈사용 수량	200매

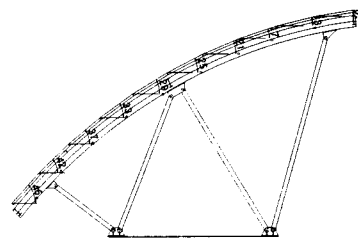


그림 2 태양전지 어레이

그림 2와 같이 태양전지 어레이는 미관을 고려하여 곡면상이 되도록 만들었으며, 발전 및 교육용으로 활용할 수 있도록 모듈을 배열하였다.

즉, 경사각 및 방위각 변화에 따른 연간 발전량의 시뮬레이션 결과 경사각 및 방위각은 0°와 30±5°일 때 성능이 가장 양호하다는 결과와 같이⁽³⁾ 본 시스템도 방위각 0°가 되도록 하였다. 또한 경사각은 30±5°를 중심으로 하여 최대경사각 46° 최소경사각 8°로 하며 이 사이에 10종류의 다양한 경사각을 만들어서 선택 운전할 수 있다.

2.2 인버터

정격용량 10KVA인 인버터는 태양전지로부터 직류 280- 430V의 전압을 받아서 상용주파수의 허용오차 범위(60Hz±2%)내의 주파수인 3상 교류로 출력된다.

표 2는 10kVA 및 3kVA 용량의 인버터 규격이며, 그림 3은 태양전지 어레이로부터 공급되는 직류를 6개의 IGBT 소자를 이용하여 3상 4선식의 220/380V의 출력을 나타내는 인버터 전력회로도이다.

표 2 인버터 규격

항 목	규 격(10kVA)	규 격(3kVA)
상 수	3상	1상
스위칭 소자	IGBT	IGBT
방 식	PWM 인버터	PWM 인버터
정격용량	10 KVA	3 KVA
정격전압	220/380V	220V
정격주파수	60Hz	60Hz
디스플레이	LCD	LCD

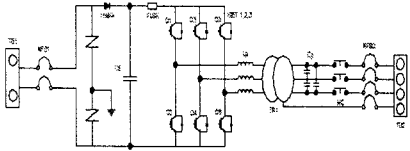


그림 3 인버터 전력회로도

2.3 계통 구성

그림 4는 태양전지 어레이로부터 공급되는 직류를 10kW 단독운전 또는 7kW와 3kW 분리운전 할 수 있는 계통구성도이다. 3kW 선택은 10병렬중 어느 회로든지 선택할 수 있도록 20개의 개폐기를 사용하였다. 또한 태양전지의 발전량, 일사량 및 외기 온도 등의 데이터를 받아서 모니터링시스템을 통하여 실시간으로 동작상태를 나타낸다.

그림 5와 6은 태양광발전시스템의 동작상태를 나타내기 위하여 누적전력량·발전전력·발전전압·발전전류를 LED 디스플레이어를 이용하여 실시간으로 나타내고 있는 상황이다.

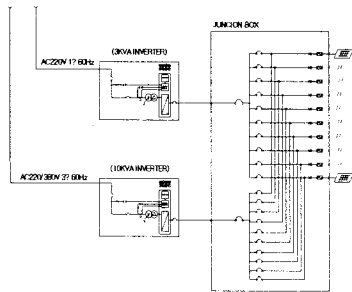


그림 4 계통 구성도

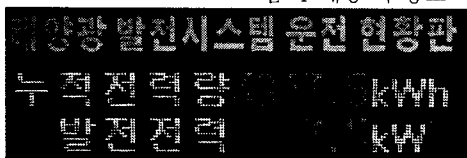


그림 5 LED 디스플레이 I

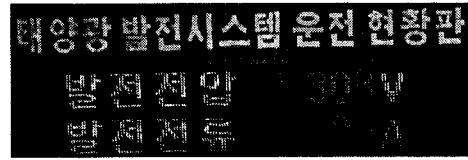


그림 6 LED 디스플레이 II

3. 운전 현황

월 소비전력량이 10,000kWh인 본 대학 울곡관 건물에서 대략 1,000kWh의 전력량을 발전하는 태양광발전시스템의 운전 현황은 다음과 같다.

3.1 태양전지 출력

그림 7은 일사량이 좋은 날(2003. 3. 3)을 기준으로 하여 측정하였으며, 오전 8시부터 오후 6시까지 원활하게 발전되고 있다. 또한 일사량이 많은 12시에서 14시 사이에 대략 8.5kW의 전력을 생산함을 알 수 있었다.

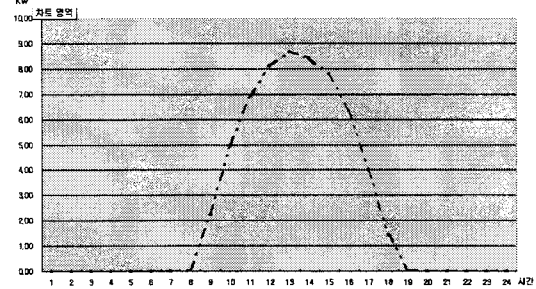


그림 7 태양전지 출력

3.2 발전전력량

지난 해 12월 10일 시험 운전 후 금년 5월까지의 운전 결과를 월별 발전전력량(인버터 출력 기준) 및 누적전력량으로 나누어 표 3에 나타내었다.

표 3 발전전력량

발 전 월	발전전력량	발전일수
2002. 12	621.16 kWh	22일
2003. 1	841.17 kWh	31일
2003. 2	823.83 kWh	28일
2003. 3	982.8 kWh	29일
2003. 4	963.68 kWh	28일
2003. 5	1,072.41 kWh	29일
누적전력량	5,305.05 kWh	167일

표 3에 의하면 167일동안 5,305.05kWh의 전력량을 발전 하였으므로 1일 평균발전전력량은 31.77kWh가 되며, 30일 기준으로 계산하면 월 평균발전전력량은 953kWh가 된다.

3.3 전압 파형

태양전지 모듈에서의 발전전압은 그림 8과 같이 DC 310V 정도의 전압으로 발전되며, 인버터에서의 출력전압은 3상 4선식 220/380V로 출력된다. 그림 9는 3상중 1상 전압이 215V로 출력됨을 나타낸다.

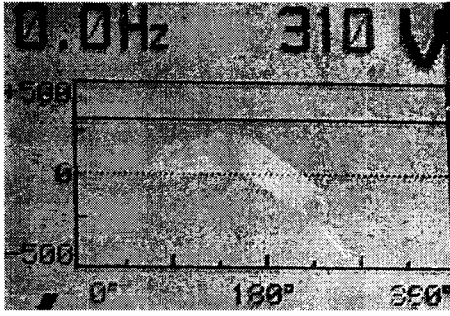


그림 8 태양전지 모듈의 발전전압(DC 310V)

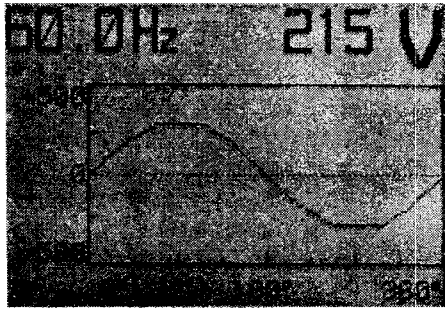


그림 9 인버터 출력전압(AC 215V)

4. 결 론

본 논문은 전력공급 뿐만 아니라 실험실습 설비로 겸용할 수 있도록 10kW 단독운전 또는 7kW와 3kW로 분리 운전할 수 있도록 구성되어있는 10kW 계통연계형 태양광 발전시스템의 설치 및 운전현황을 소개하였다.

금년 5월 말까지의 발전현황을 분석한 바에 의하면 월 평균 953kWh의 전력량을 얻을 수 있었으며, 일조시간이 긴 하절기에는 일사량도 많으므로 1,000kWh 이상의 전력량을 계속 발전할 수 있을 것으로 예상된다. 이를 통하여 월별 년별 운전자료를 일사량, 외기 온도 및 어레이 배열별로 구분 정리한다면 안양지역의 효과적인 태양광발전시스템의 설치방안을 나타내는데 있어서 일조를 할 수 있을 것으로 생각한다.

[참 고 문 헌]

- [1] Lrik Lysen, "Photovoltaics : an outlook for the 21st century", RENEWABLE ENERGY WORLD, pp.43 - 53, Feb. 2003
- [2]濱川圭弘, "太陽光發電 - 最新技術과 시스템", (주)CNC 241, 2001
- [3] 소정훈 외, "태양광발전 시스템의 설계치에 대한 성능 비교 분석", 2002대한전기학회하계학술대회논문집, PP. 1319 - 1321, 2002,