

태양광발전 시스템의 인터넷 모니터링

양시창*, 문채주, 장영학, 소순열, *김의선
 목포대학교, *서남대학교

Internet Monitoring of Photovoltaic Generation System

Si-Chang Yang, Chae-Joo Moon, Young-Hak Chang, Soon-Yeol Soh, *Eui-Sun Kim
 Mokpo National University, *Seonam University

ABSTRACT

The Photovoltaic(PV) generation system is a promising source of energy for the future. Since the need for renewable energy has been increased, the research of PV generation system has also been progressed.

The main subject of this paper is about making the more useful real-time monitoring program to get and save the data from photovoltaic generation system of 30kW grid-connected. Therefore, it uses LabView for this real-time monitoring program.

1. 서 론

산업의 급속한 발전과 더불어 경제적·사회적 생활 수준의 가속화에 따른 에너지 수요증가, 특히 전력 수요가 크게 증가되고 있다. 이러한 상황에서 미래 에너지원의 안정적 공급과 지구환경문제에 대한 관심으로 무한정·무공해인 대체에너지 기술의 연구개발 및 기대가 증대되고 있다. 여러 대체에너지들 중에서 특히 에너지원이 무한정하고 공해가 전혀 없는 태양광발전이 가장 유망한 대체에너지원으로 인정받고 있고 그 적용이 크게 증가하고 있다. 본 연구에서는 30kW 계통연계형 태양광발전 시스템을 효율적이고 안정적으로 운용하기 위하여 시스템의 각종 데이터들을 수집, 분석하고 파일로 저장하며 이를 인터넷을 이용하여 원격지에서도 모니터링 할 수 있는 시스템을 개발한다. 모니터링 시스템은 GUI(Graphic User Interface)인 LabView를 사용하고, 시스템의 데이터 분석 및 저장이 가능하도록 설계하여 분석된 데이터를 바탕으로 성능향상 및 개선시키는데 그 목적을 둔다. 데이터들은 한눈에 쉽게 해석할 수 있도록 Excel을 통하여 그래프화한 후 저장하도록 설계한다.

2. 본 론

2.1 시스템 구성

그림 1은 목포대학교 기숙사 한울관에 설치된 30kW급 계통연계형 태양광발전시스템의 전체구성도를 나타낸 것이다. 한울관은 계통연계형 인버터와 계통으로부터의 전원공급을 통해 전력을 공급받고 있으며, 본 연구에서 설계된 모니터링 시스템을 통해 실시간 데이터 저장 및 모니터링을 통해 전력의 안정적인 공급을 살피고 있다.

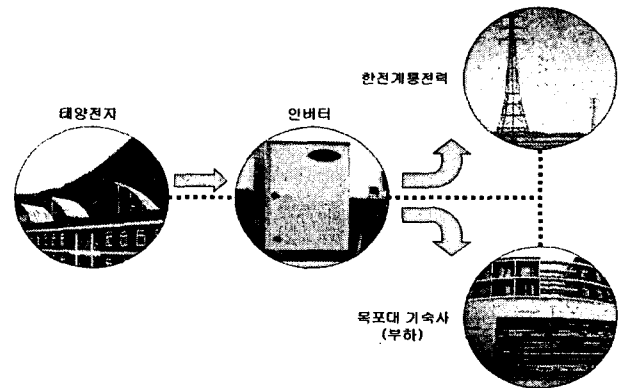


그림 1 30kW 계통연계형 태양광발전시스템 전체구성도

2.1.1 태양전지

표 1은 태양광발전 시스템에서 사용된 태양전지 모듈의 규격을 나타낸다. 시스템의 태양전지 어레이는 72개의 단결정 실리콘 태양전지로 이루어진 173Wp급 태양전지 모듈 180개를 직·병렬로 연결하여 구성하였으며, 고정식으로 설치되었다.

표 1 태양전지 모듈(SE-S173) 규격

구 분	규 격
태양전지 종류	단결정 실리콘
정격출력	173 Wp
단락전류(I _{sc})	5.10 A
개방전압(V _{oc})	45.0 V
최대전력점 전류(I _{MPP})	4.67 A
최대전력점 전압(V _{MPP})	37.0 V
태양전지 크기	1583 × 792 (mm)
태양전지 수량	72개
측정조건	1kW/m ² , 25°C, 1.5 AM

2.1.2 계통연계형 인버터

정격용량 30kW인 계통연계형 인버터는 IGBT 소자를 사용한 3상 PWM 인버터로 정격출력전압은 선간전압 380V, 상전압 220V를 출력하며, 계통정전시 인버터는 500msec 이내에 정지하게 된다. 동작전압은 DC 220에서 DC 430V까지이며, 출력주파수는 상용주파수의 허용오차 범위인 60Hz ± 1% 으로 안정적인 주파수 범위에서 동작한다. 또한 인버터 효율은 90% 이상이다. 자세한 인버터의 규격은 표 2와 같다.

표 2 인버터 규격

구분	항 목	내 용
태양전지	최대 개방 전압	450 V _{DC}
	최대 출력 전압	250~450 V _{DC}
	동작 전압	220~450 V _{DC}
출 력	상 수	3 상
	방식(사용소자)	PWM Inverter (IGBT)
	정격 출력 용량	30 kW
	정격 출력 전압	220/380VAC(+10%/-12%)
	정격 출력 주파수	60Hz(59.3~60.5Hz)
	출력단 전류 파형 왜율	5%이내(정격 출력시)
	정전시 인버터 정지	500 msec
	효 율	90%이상(100%출력시)
	과부하 내량	110% 미만 10분
	출력 역률	0.95 이상

2.2 모니터링 프로그램

2.2.1 태양광발전 모니터링 프로그램

그림 2는 본 연구에서 설계한 모니터링 시스템의 메인화면을 나타내고, 그림 3은 블록 다이어그램을 나타내고 있다.

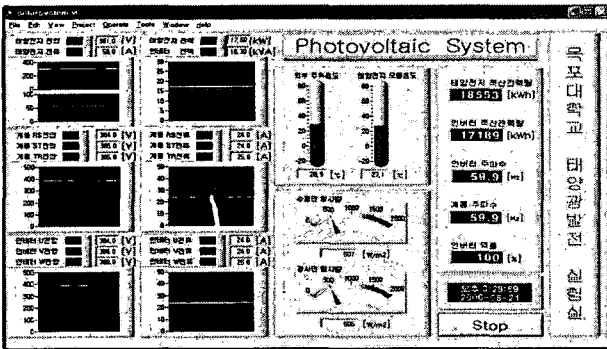


그림 2 태양광발전 모니터링 화면

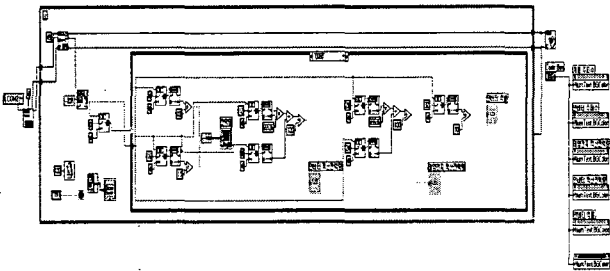


그림 3 태양광발전 모니터링 블록 다이어그램

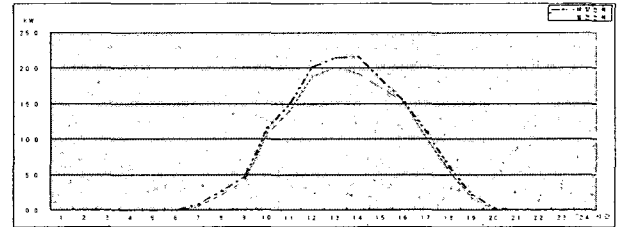
모니터링 시스템의 감시대상은 태양전지 어레이와 전력변환 회로, 기타 주변 환경요소이다. 프로그램은 LabView를 사용하여 GUI(Graphic User Interface)로 구성하여 시스템의 데이터 분석이 용이하도록 설계하였다. 수평·수직면 일사량, 외부·태양전지 표면 온도, 태양전지·계통·인버터 전압 및 전류와 인버터·태양전지 적산전력량, 인버터·계통 주파수, 그리고 인버터 역률값을 검출하여 컴퓨터로 전송하도록 구성하였다. 입력 받은 데이터는 초 단위로 평균하여 화면에 출력되어 되고, 1시간 단위로 데이터베이스로 변환 및 그래프화 하여 Excel 파일로 저장된다.

2.2.2 데이터 저장

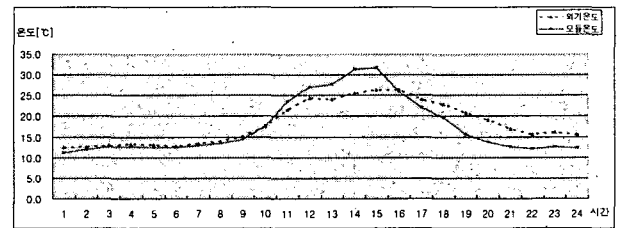
그림 4는 설계된 모니터링 프로그램을 통해 저장된 태양광 발전 시스템의 일보를 나타내고 있다. 태양전지와 인버터에서의 전압, 전류값 및 전력량, 그리고 온도와 일사량등이 한시간 간격으로 이상없이 저장되어지고 있는 것을 볼 수 있다.

그림 4 태양광발전 시스템 일보

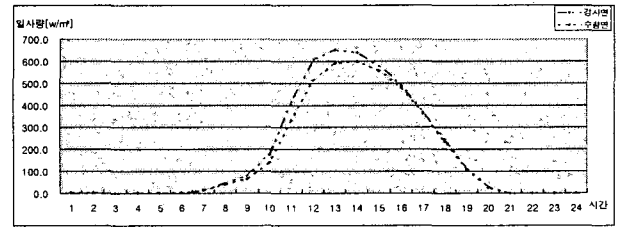
그림 5는 그림 4에서의 데이터 값을 통해 자동으로 그려지고 저장된 그래프들이다. (a)는 태양전지와 인버터에서의 발전 전력량, (b)는 외기와 모듈온도, (c)는 수평면과 경사면 일사량을 시간대별로 비교해놓은 그래프이다. 그래프를 통해 1일동안의 각종 데이터들을 비교해 볼 수 있다.



(a) 태양전지와 인버터에서의 발전전력량



(b) 외기 온도와 태양전지 모듈온도



(c) 수평면 일사량과 경사면 일사량

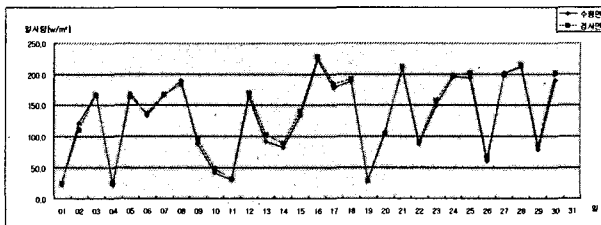
그림 5 1일동안의 데이터 분석 그래프

그림 6은 태양광발전 시스템의 월보를 나타내고 있다. 1월부터 30일까지 태양전지와 인버터에서의 전력량, 그리고 온도와 일사량등이 이상없이 저장되어지고 있는 것을 볼 수 있다.

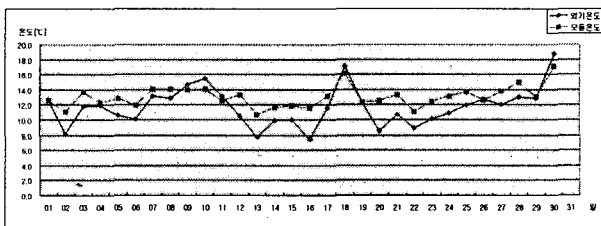
일	태양전지		발전전원		온도계측		일사량	
	계량량	계량량	외기온도	모듈온도	수평면	경사면		
1월 01	20.9	18.2	12.5	12.5	22.3	24.8		
1월 02	104.7	96.6	6.2	11.1	121.2	110.9		
1월 03	145.7	139.3	11.7	12.5	152.5	156.2		
1월 04	20.5	18.7	10.6	12.3	22.3	25.2		
1월 05	159.8	158.9	10.5	12.8	159.8	163.3		
1월 06	124.5	115.8	10.0	12.0	133.9	136.8		
1월 07	152.2	141.1	13.1	14.0	155.4	159.2		
1월 08	153.9	152.6	12.8	14.1	159.8	164.6		
1월 09	77.9	71.2	14.7	14.0	87.6	95.5		
1월 10	30.8	23.9	15.4	14.1	41.4	49.4		
1월 11	23.4	18.1	13.1	12.5	30.2	37.1		
1월 12	146.7	135.9	10.5	13.3	163.6	169.9		
1월 13	53.8	46.5	7.8	10.7	51.4	62.1		
1월 14	30.6	25.9	9.8	11.7	31.6	38.3		
1월 15	123.9	121.7	10.0	11.8	133.6	140.0		
1월 16	206.3	190.5	7.5	11.5	224.3	223.0		
1월 17	155.3	149.1	11.5	13.1	179.0	184.1		
1월 18	162.1	150.4	12.1	14.1	186.8	192.5		
1월 19	27.2	23.0	12.2	12.3	30.0	28.3		
1월 20	175.4	163.7	9.6	12.5	196.6	193.3		
1월 21	187.2	172.8	10.7	13.3	209.9	211.4		
1월 22	80.1	73.1	8.9	11.1	88.0	91.9		
1월 23	134.5	128.2	10.1	12.4	143.1	152.4		
1월 24	177.5	164.7	10.6	13.1	186.5	193.2		
1월 25	174.5	162.7	11.9	13.7	194.8	202.5		
1월 26	57.0	50.8	12.8	12.7	58.9	66.4		
1월 27	178.4	164.6	12.1	13.8	202.6	209.2		
1월 28	182.8	169.5	13.0	15.0	211.7	215.1		
1월 29	72.6	65.7	12.8	13.0	78.4	85.7		
1월 30	168.2	158.9	10.7	17.1	190.9	202.1		
1월 31								
1월 합계	20.0	16.2	7.5	10.7	22.3	24.8		
1월 평균	206.3	190.5	10.7	12.1	224.3	223.0		
1월 최대	119.7	110.1	11.7	13.0	131.0	136.2		
1월 최대	3,590.0	3,313.4	361.1	391.4	3,930.3	4,024.8		

그림 6 태양광발전 시스템 월보

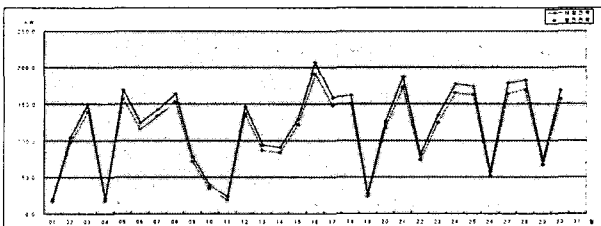
그림 7은 그림 6에서의 데이터 값들을 통해 자동으로 그려지고 저장된 그래프들이다. (a)는 태양전지와 인버터에서의 발전전력량, (b)는 외기와 모듈온도, (c)는 수평면과 경사면 일사량을 시간대별로 비교해놓은 그래프이다. 그래프를 통해 한달 동안의 각종 데이터들을 비교해 볼 수 있다.



(a) 태양전지와 인버터에서의 발전전력량



(b) 외기 온도와 태양전지 모듈온도



(c) 수평면 일사량과 경사면 일사량

그림 7 한달동안의 데이터 분석 그래프

3. 결론

본 연구에서는 기숙사에 설치된 30kW급 태양광발전시스템을 계통과 연계하여 기숙사 전원으로 사용중인 시스템에 대한 전체 구성도와 설계한 인터넷 모니터링 시스템을 살펴보고, 이 시스템을 통해 저장된 데이터들을 분석해 보았다. 본 연구에서 설계한 인터넷 모니터링 시스템은 태양광발전 시스템으로부터 발전되어지는 에너지를 인터넷이 가능한 곳이면 어디서든지 실시간으로 모니터링이 가능하여 시스템을 원활하게 유지하고, 문제 발생시 신속히 조치를 취할 수 있도록 하는데 주안점을 두었다.

이 모니터링 프로그램은 LabView라는 유저 기반의 GUI (Graphic User Interface)를 사용하여 손쉽게 비슷한 형태의 모니터링이 필요로 하는 곳에 적용시켜 개발시간을 단축시킬 수 있다는 장점을 가지고 있으며, 운전, 관리, 보수, 유지비용을 최소화 할 수가 있다. 본 연구에서 설계하여 구성한 시스템은 원격지에서 상시 감시하고 데이터 분석을 하는데 상당한 효과를 얻을 수 있었다.

참고 문헌

- [1] 박정민, 박진형, 김기범, 이강연, 신사현, 조금배, 백형래, "대체에너지 이용 시범주택 전원용 50kW 태양광발전시스템", 대한전기학회 하계학술대회 논문집, pp. 1335-1337, 2002.
- [2] 소정훈, 유권중, 강기환, 이종진, 석출기, 최주엽, "태양광 발전시스템의 설계치에 대한 성능 비교분석", 대한전기학회 하계학술대회 논문집, pp. 1319-1321, 2002.
- [3] 박정민, 김지훈, 최연옥, 김대곤, 장용해, "조선대학교 기숙사전원용 50kW 태양광발전시스템 발전특성", 전력전자학술대회 논문집, pp. 720-722, 2005.
- [4] 박홍성, 정명순, 김봉선, "웹 기반 실시간 모니터링 시스템의 구조", 제어·자동화 시스템공학 논문지, 제7권 7호, pp. 613-639, 2001.
- [5] 양동조, 김재열, 오을권, 김진홍, 정낙규, 조금배 "태양에너지 시스템의 실증시험을 위한 모니터링 시스템 개발", 전력전자학술대회 논문집, pp. 723-726, 2005.
- [6] 이재훈, 차인혁, 이병주, 한창수, "그래픽 모니터링 시스템을 활용한 원격제어 시스템 개발", 한국자동차제어학회논문집, pp. 1822-1826, 1998.
- [7] 최형래, 이인혁, 송성근, 강필순, 문채주, "LabVIEW를 이용한 풍력발전기용 모니터링 시스템 개발", 전력전자학술대회 논문집, pp. 663-665, 2005.
- [8] K. Brady and T-J. Tarn, "Internet-based Remote Teleoperation", in Proc. IEEE Int. Conf. Robot. Automat., pp. 65-70, 1998.
- [9] Amahal W, Overstreet and Anthony Tzes, "An internet based real-time control engineering laboratory", IEEE Control Systems Magazine, pp. 19-34, 1999.