

Web을 이용한 태양광발전시스템의 모니터링기술

박세준*, 강병복*, 윤정필*, 윤필현*, 임중열**, 차인수*
 * 동신대학교 전기광전자공학부, ** 남부대학교 컴퓨터전자공학과

Web-Based Monitoring of Photovoltaic

S.J. Park*, B.B. Kang*, J.P. Yoon*, P.H. Yoon*, J.Y. Lim**, and I.S. Cha*

* Dept. of Electrical and Optic Electronic Eng. Dongshin Univ.

** Dept of Computer & Electronic Eng. Nambu Univ.

ABSTRACT

인터넷으로 표현되는 디지털 세상은 빠른 속도로 변하는 삶 전체에 영향을 미치는데, 특히 산업체에서의 업무와 일하는 방식을 바꾼다. 인터넷과 웹 접속 기술은 현재의 업무 과정을 개선하고, 전통적인 제조 기업의 생산성과 관리 효율을 극대화한다. 본 논문에서는 이러한 발전 설비의 안정성과 원거리 모니터링의 신뢰성과 PV시스템의 제어에 관한 것이다. 그리고 PV시스템의 센서 모니터링 데이터와 간접적인 제어를 설계하였다. 전통적인 모니터링 시스템은 특수한 하드웨어나 소프트웨어에 의존한다. 모니터링 시스템의 기본적인 목표는 사용자가 휴대용 단말기를 통해 모니터링과 제어를 할 수 있게 하는 것이다. Labview GUI를 이용하여 설계한 모니터링 시스템은 윈도우 2000을 운영체제로 한 IBM PC를 사용하였고, TCP/IP 프로토콜에 기본을 두었다. 이러한 모니터링 시스템의 이점은 사원의 지출(급여)을 줄이고 지구 어느 곳에서든 발전 시스템을 인공위성을 통하여 모니터링과 제어를 할 수 있다.

1. 서 론

본 논문은 2002년도 지역에너지 국고보조사업인 "동신대 생물자원산업화 지원센터 태양광(10kW) 이용시설 설치 시범사업"에 대한 모니터링시스템을 연구하였다. 상시 근무 인원을 두지 않고 인터넷을 통하여 시스템의 정상운전 여부를 확인할 수 있음에 따라 시간과 비용을 절감할 수 있도록 하였다. 모니터링시스템은 NI(National Instruments)사의 가상계측 프로그램인 Labview 6.1을 사용하여 특수 기술을 가진 관리자가 아닌 누구든 한눈에 정상운전 여부를 확인할 수 있도록 하였다. 또한 같은 회사 제품인 FieldPoint Modular Distributed I/O

System을 설치하여 웹을 통한 모니터링을 가능하게 하였다.

2. 본 론

2.1 태양광발전시스템

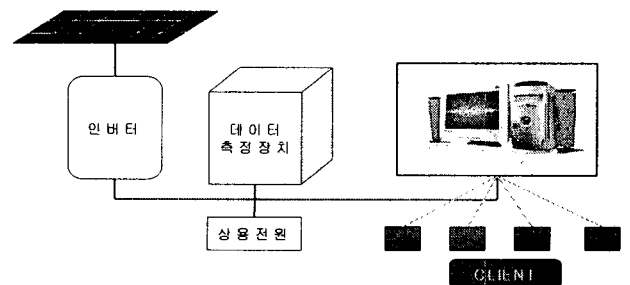


그림 1. 전체 시스템 구성도

태양광발전시스템은 상용전원과 계통연계형으로써 10kW이며, 동신대학교 생물자원산업화센터 내 종자은행 옥상에 설치되어 있으며, 조명 전원으로 쓰이고 있다. 표 1은 태양광모듈 한 개의 사양을 보여주며, 표 2는 10kW 태양광모듈의 결선을 보여주고 있다.

표 1. 태양광 모듈의 정격 출력

최대출력	50 W ± 10%
개방전압	21 Volt ±10%
단락전류	3.3 Amp±10%
최대출력전압	17.1 Volt ±10%
최대출력전류	3 Amp±10%

표 2. 10kW 태양광모듈의 결선

17(직렬)×4(병렬) 290 Volt(17×17), 12Amp(3×4)
17(직렬)×4(병렬) 290 Volt,(17×17), 12Amp(3×4)
16(직렬)×4(병렬) 272 Volt,(17×16), 12Amp(3×4)

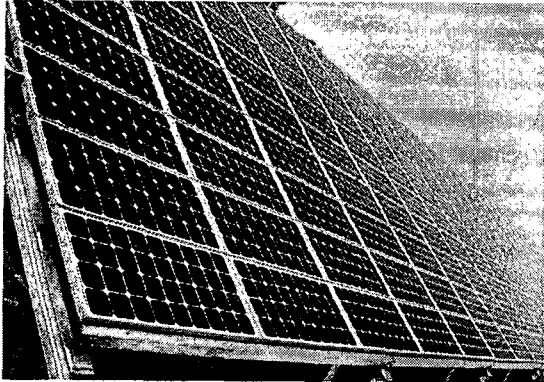


그림 2. 10kW 태양광발전시스템의 실제사진

계통연계형 태양광발전시스템은 계통선이 공급되는 지역에서 태양전지를 이용하여 주간에 생성된 전력을 그림 3과 같이 인버터를 통하여 계통선에 연계하여 전력을 공급하거나 또는 일부하측에 직접 전력을 전달하게 된다.

이때 계통선의 안정을 위해 반드시 계통연계보호 장치를 통하여 태양전지에서 발생하는 전력이 계통선과 연계되어야 한다. 일반적으로 인버터라 함은 태양전지에서 발생하는 DC전력을 상용전원 AC로 바꿔주는 역할을 한다. 감시·제어장치, 전압제어·역류방지회로 및 연계장치 모두가 1대의 인버터에 내장되어있다. 계통연계형에서 역조류가 가능한 시스템에서는 계통이 축전지를 대신할 수 있기 때문에 독립형 태양광발전시스템의 대규모의 축전시설이나 별도의 보조 발전기를 필요로 하지 않는다.^[1]

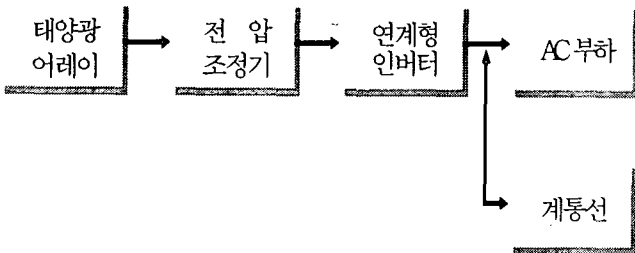


그림 3. 양방향 계통연계형 태양광발전시스템 구성도

2.2 인버터

DC-AC 전력변환장치(인버터)는 다음과 같은 기능이 요구되어진다. PV 어레이가 최대전력점에서 운전될 수 있도록 최대전력추종 제어기능과 직류분

제어기능, 전기적 노이즈를 억제하는 기능, 계통연계보호기능, 그리고 단독운전방지기능 등이 있다. 그리고 주택내 설치를 고려하여 소음의 최소화가 필요하다.^[2]

그림 4는 본 시스템에 제안된 계통연계형 인버터이다. 태양광발전의 출력전압과 각 상의 전류를 한눈에 알아볼 수 있게 외부에 디스플레이 장치를 설치함으로써 모니터링 수치를 바로 비교할 수 있게 하였다. 표 3은 본 시스템의 인버터 사양을 나타내고 있다.

표 3. 본 시스템의 인버터 사양

모 델	SOLARINV-010(10kVA)	
입 력	입력전압 변동범위	DC 252V ~ 400V
출 력	방식 및 소자	PWM Inverter/MOSFET
	출력용량	10kVA(3.3kW/PHASE)
	출력전압	계통선 전압 200V/380V
	출력주파수	60Hz
	최대효율	93.9%
기 구	역률	1.0
	소음	55dB
	냉각방식	강제공냉식

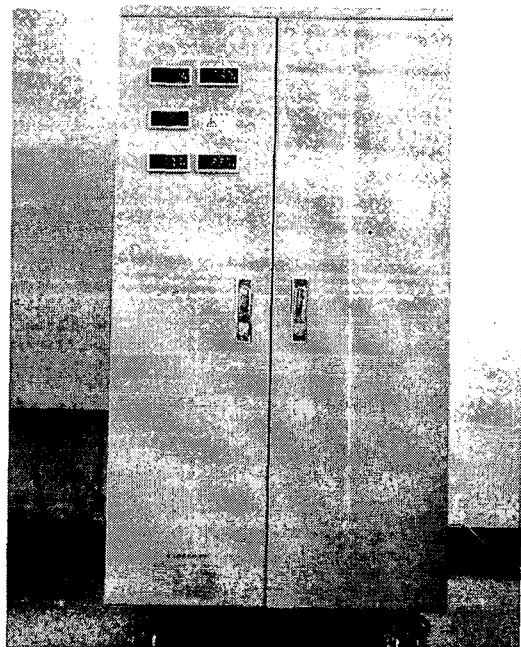


그림 4. 인버터의 실제사진

3. 모니터링 시스템

모니터링 시스템의 종류는 DAS(Data Acquisition System), SCADA(Supervisory Control And Data Acquisition System) 등의 시스템과 PC-based 시스템을 이용하는 방법이 있다. 그러나 이 모니터링 기술은 시스템간의 호환성 문제, 전용 프로그램에 의한 모니터링 등으로 인해 모니터링 대상 시스템의 변화에 대한 유동성인 대응이 어렵고 시간과 공간의 제약을 받는다. 이와 같은 문제를 해결하기 위하여 최근 웹을 이용한 모니터링 시스템의 개발이 활발히 연구되고 있다. 웹을 이용한 모니터링시스템은 시간과 공간상의 제약을 극복할 수 있고 또한 이미 구축되어진 통신 인프라나 브라우저 등의 소프트웨어 등을 이용함으로써 비용절감 효과를 얻을 수 있다.^[3]

본 모니터링 시스템에 사용된 데이터 수집 장치는 NI(national Instruments) FieldPoint Modular Distributed I/O System이다. FieldPoint는 실시간 데이터 측정 장비이고, 측정, 제어를 위한 분할 I/O 시스템이다. 그리고 설치와 구성이 쉬운 산업용 하드웨어를 필요로 한다. FieldPoint는 Labview Real-Time 소프트웨어로 운영되고 Ethernet, RS-232, RS-485, CAN, Foundation Fieldbus, 무선 통신 등에 연결될 수 있다. 그림 5는 태양광발전시스템 데이터 측정 장치이다.

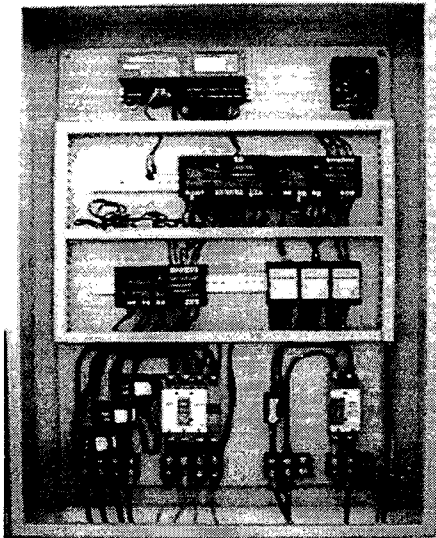


그림 5. 태양광발전시스템 데이터 측정 장치

모니터링시스템의 기본 구조는 모니터링되는 설비의 정상운전 상태를 가져오거나 컨트롤 할 수 있는 SNMP 에이전트가 탑재된 Add-on 카드와 관리국으로 구성되어 진다. SNMP 에이전트와 관리국은 MIB를 기준으로 하여 서로 정보를 주고 받는데, 이 MIB

에는 관리 하고자 하는 장비의 모니터링 및 컨트롤 파라미터가 정의되어 있다. 관리국에서는 피 관리 대상의 정보를 MIB로부터 얻어낸 후 이를 SNMP를 통하여 에이전트에게 전달한다. 에이전트는 수신된 메시지를 분석하고, MIB로부터 관리국의 요구하는 정보를 알아내어 이를 관리국 쪽에 전송한다. 따라서 MIB는 관리국 쪽에는 피 관리 대상의 모든 MIB항목을 가지고 있어야 하나, 각 에이전트들은 자신과 관련된 MIB 항목만을 가지고 있으면 된다.

관리자는 웹 브라우저를 통하여 관리국에 접속하여 모니터링 데이터를 확인하거나 분석할 수 있다. 때에 따라서는 각 장비에 컨트롤 정보를 입력하여 장비들을 제어 할 수 있다.

SNMP는 TCP/IP기반의 표준 네트워크 관리 프로토콜로서 크게 Request로 나뉘어 진다. Request에는 다시 GET, SET로 나뉘어 진다. GET은 MIB에 정의된 파라미터의 값을 가져올 때, SET은 값을 설정할 때 사용되어진다. 장비의 컨트롤 시에는 이 SET 방법을 사용하여 장비에 컨트롤 정보를 넘겨주게 된다.

그림 6과 7은 2003년 5월 1일 오후 2시경에 측정된 모니터링 Main화면과 Trend화면이다. 그림 6을 보면 일사량의 최고치를 1000으로 잡았을 때 560W/ m^2 의 일사량에서 태양광 어레이의 DC전압은 261V 이고 DC전류는 19A, 전력은 5kW임을 확인할 수 있다. 그리고 인버터에서 R, S, T상의 전압과 전류는 각각 227, 232, 230V이고 7.6, 7.5, 7.1A이다. 또한 유효전력은 3918W, 발전효율은 81%, 하루 발전량은 70309W, 누적발전량은 70kW임을 보인다.

그림 7의 그래프는 일사량, 태양광발전 DC전압, 태양광발전 전력이다. 각 그래프는 시간을 조정할 수 있어서 누적된 전력량을 알 수 있게 하였다.

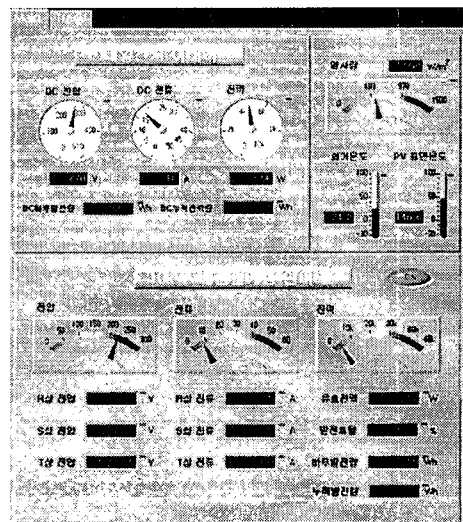
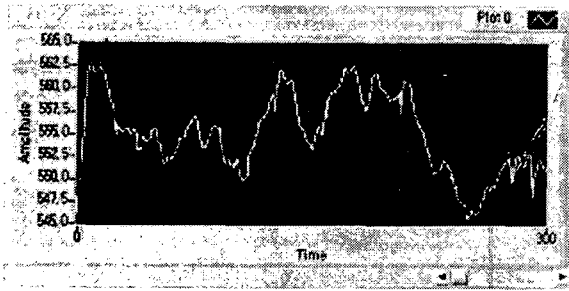
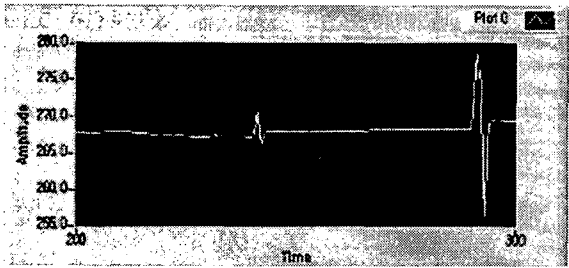


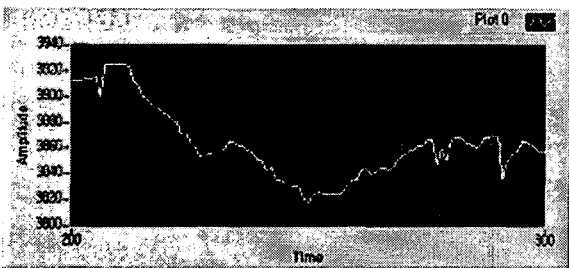
그림 6. Labview를 이용한 모니터링 Main화면



(a)



(b)



(c)

그림 7. (a)일사량, (b)DC전압, (c)전력의 그래프

4. 결 론

본 논문에서 제안된 모니터링 시스템은 원거리에 있는 태양광발전시스템의 정상운전 여부를 확인하고 문제점이 발생하였을 때 신속하게 조치를 취할 수 있는 장점이 있다. 시스템이 설치된 장소에 관리자가 상주하지 않고 인터넷을 이용하기 때문에 시간과 장소의 구애를 받지 않고 모니터링을 할 수 있다. 또한 그래픽 유저 인터페이스방식을 적용하여 전문 기술 없이 어느 누구도 쉽게 확인할 수 있도록 하였다. LabVIEW는 아이콘형 프로그램이므로 프로그램 오류 발생이나 새롭게 모니터링 대상을 추가할 때 손쉽게 수정할 수 있다. 현재 구현된 모니터링 시스템은 인터넷 환경에 따라 전송속도나 응답시간의 차이가 날 수 있다.

추가적으로 연구가 필요한 부분은 자료수집 간격에 대한 다양한 요구-수집 중단, 수집 간격의 변화 등을 위한 요구 메시지 정의와 효율성 연구에 대한 연구가 필요하고, 실시간 SNMP의 요구 자료 응답 과정에서 IP source routing을 이용하여 시간대별

로 혼잡한 네트워크 자원의 우회 등을 통한 응답시간의 단축 등 IP 옵션을 이용한 효율성 향상에 대한 연구가 필요하다.

본 논문은 광주·전남 테크노파크지원센터 “지역적 특성을 고려한 계통 연계형 10kW 태양광 발전 MPPT 제어 시스템 개발(2002.11~2003.12)”에 의해 연구되었음.

참 고 문 헌

- [1] 이만근, “광기술교육센터: 태양전지 개요 및 이용실태”, pp. 17-19, June 2002.
- [2] 최규하, “태양에너지 관련부품 재료설계 및 시스템 제작기술: 태양광발전시스템의 인버터용용 제어기술”, pp. 201-207, May 2003.
- [3] 선지현, “IE Interface: Web을 이용한 모니터링 시스템의 개발”, vol. 14, No. 4, pp. 403-408, December 2001.
- [4] 한상인, “Journal of the Korean Institute of Plant Engineering : 인터넷 기반의 설비 모니터링 및 제어 시스템 개발”, Vol 6, pp. 74-75, september 2001.