

주택용 태양광발전시스템의 실시간 모니터링 기술

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

Realtime Monitoring system of Residential Photovoltaic system

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

* Dept. of Computer & Electronic Eng. Nambu University,

** Dept. of Electrical & Optic Electronic Eng. Dongshin University

ABSTRACT

Digital environment that is represented to internet is displacing business way of industry and business achievement way with the fast speed being giving great change on life whole, improve existence business process utilizing internet and Web connection technology, information superhighway to tradition industrialist manufacture and e-transformation's propulsion that wish to maximize productivity and administration efficiency is spread vigorously. In this paper, we wish to accomplish generation equipment's heighten stability and believability through remote monitoring and control of PV system. This paper describes the design of the monitoring system for sensing the monitoring data and indirect controlling of the PV system. Most of the conventional monitoring system depend on the special hardware and software. Basic design goal of monitoring system is to provide the convenience for the user and the portability for the system. In order for the system to fulfill its requirements, it was designed using Labview GUI facility based on the Windows 2000 environment of IBM PC compatible and Add-on card based on the TCP/IP protocol. Advantage of the monitoring system are a personnel expenses curtailment effect, free of the place restriction and unmanned system of the generation plants, etc..

1. 서 론

건축물의 대형화, 정보화, 자동화 등으로 전력수요가 급증하면서 대체에너지를 이용한 발전설비에 대한 연구가 활발해지고 그 범위가 넓어지면서 대

용량화되고 복잡해져서 한 순간이라도 정전이 발생하면 유·무형의 경제적 손실이 따르게 된다. 이와 같은 배경에서 과거보다도 발전설비의 고안정도, 고신뢰성이 한층 요구되고 있는 실정이다. 대체에너지와 관련된 발전설비는 전문적인 지식과 필요한 자격을 갖춘 기술자만이 가능하다. 이러한 이유로 현재 발전설비가 있는 현지에 관리인을 배치하여 관리하고 있으나 전문적인 지식의 부족으로 어려움을 겪고 있는 실정이다. 현재의 안전관리 기법은 설비의 현장점검에 의한 일시적인 최소한의 방법으로 상시 점검이 어렵고, 사고 예측에는 한계가 있어 더 이상의 효율성 제고에는 문제점이 있다. 이러한 가운데 최근에는 컴퓨터와 정보통신설비를 이용하여 원격지에서 발전설비의 상시 감시와 제어가 가능한 각종의 장치가 출현하면서 설비의 안전성과 신뢰성에 대하여 획기적인 발전이 이루어지고 있다. 본 논문에서는 3kW급으로 태양광발전시스템을 구성하여 원격 모니터링과 제어를 통하여 발전설비의 타당성을 살펴보고 데이터를 분석하고자 한다.

2. 시스템 구성

시스템의 기본 구조는 그림1과 같이 모니터링 대상이 되는 태양광발전시스템, 이들의 상태를 가져 오거나 컨트롤 할 수 있는 모니터링 시스템으로 구성된다.

태양광발전시스템은 10kW 계통연계형이며 모니터링 시스템은 전압, 전류 등을 센싱하는 센서부분과 정보를 전달하는 Add-on 카드로 구성되어 있다. 모니터링을 위한 소프트웨어는 LABVIEW를 이용하여 설계되었다.

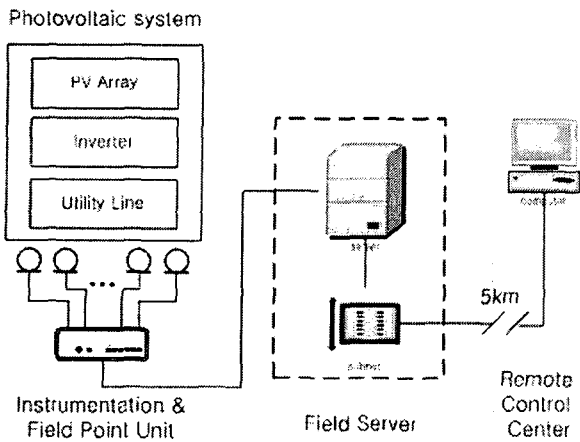


그림 1. 시스템 구조

Add-on 카드에서는 태양광발전시스템에서 측정된 정보를 직·병렬 통신을 통하여 가져오거나 설정정보를 전달한다.

원격 관리국은 모니터링된 데이터를 수집 및 저장, 분석하는 시스템과 HTTP 서버로 구성된다. 관리국의 구성요소인 MDGC (Monitoring Data Gathering and Control System)는 주기적으로 기본 설정 정보를 바탕으로 SNMP 에이전트로부터 모니터링 데이터를 가져와 이를 데이터 베이스화하거나, HTTP를 통하여 요청된 모니터링 및 제어 정보를 받아 이를 SNMP로 변환한 다음 SNMP 에이전트에게 정보를 요청하여 해당정보를 다시 넘겨주는 역할을 한다.

2.1 태양광발전 시스템

태양광발전시스템의 PV 어레이는 직렬17개×병렬 4개로 구성되어 있다. 전체 전력은 3.4kW이다. 태양전지의 특성은 그림 2를 통하여 측정하였고, PV 모듈의 사양은 표 1과 같다.

인버터는 상용전원과 연계해서 사용하기 위하여 계통형 인버터를 사용하였고 그림 3은 계통형 인버터를 보여주고 있다.

계통형 인버터의 사양은 표 2와 같다.

표 1. 태양광 모듈의 기본 사양

사 양	내 용
최대 출력	50 W ± 10%
개방 전압	21 Volt ±10%
단락 전류	3.3 Amp±10%
최대 전압	17.1 Volt ±10%
최대 전류	3 Amp±10%

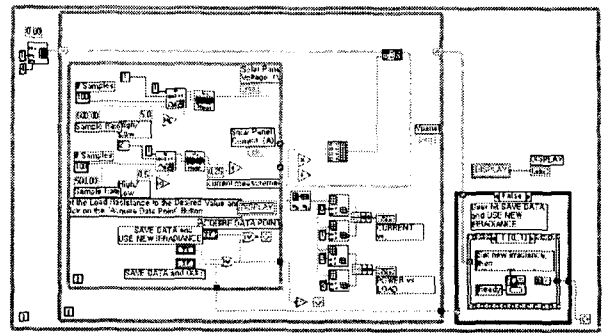


그림 2. 태양전지의 특성 측정

표 2. 계통형 인버터의 기본 사양

사 양	내 용
입력 전압	DC 252 ~ 400 [V]
출력 전압	AC 220 [V]
출력 전력	3.4 [kVA]
출력 주파수	60 [Hz]
최대 효율	93.9 [%]

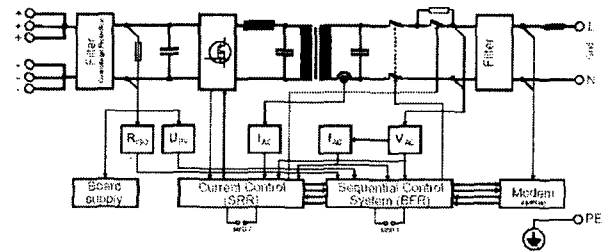


그림 3. 인버터 블록 다이어그램

2.2 모니터링 시스템

인터넷을 통하여 데이터를 전송하기 위한 장비로는 시리얼 게이트웨이가 필요하다. 시리얼 게이트웨이는 RS232, RS422/485등의 시리얼 데이터를 이더넷과 인터넷으로 전송 가능하도록 변환하여 주는 장비이며, 이 장비는 데이터 전송의 안정성을 위하여 PC보다는 임베디드 시스템으로 이루어져있다. 또한 웹 기반의 여러 유틸리티를 내장하고 있으며, 웹 서버 기능, telnet서버 기능, FTP서버 기능 등을 제공하여 사용자가 쉽게 제어가 가능하다. 시리얼 게이트웨이는 TCP/IP서버 기능과 클라이언트 기능 그리고 시리얼 통신 기능을 제공한다. 또한 시리얼 게이트웨이는 웹 브라우저를 통하여 실시간 데이터 보기를 위한 실시간 데이터 전송기능을 제공한다.

• 접속장비의 기본 사양

- 쉬운 IP설정 (고정/유동 IP사용 가능)
- 웹 브라우저를 통한 시리얼 게이트웨이 환경설정

- SMS전송 기능
- FTP 파일 전송 기능
- Telnet 기능

모니터링 시스템은 우선 크게 3부분으로 나눌 수 있다. 각종 센서나 계측 장치로부터 데이터를 수집하거나 제어하기 위한“계측 및 제어 부분”, 필드의 데이터 계측 및 제어 모듈로부터 데이터를 수집하여 처리하기 위한“필드 서버부분”, 필드 서버의 데이터를 취합하여 시스템 통합 관리를 위한“중앙 통합 시스템 부분”등으로 분류할 수 있다.

2.2.1 계측부

각종 센서나 데이터 측정 장치로부터 데이터를 읽기 위해서는 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환하기 위한 원거리 데이터 처리 모듈이 필요하다 [규격 : RS485 : 9600. N. 8. 1 (Half Duplex)].

그림 4는 태양광발전 시스템의 계측부를 보여주고 있다.

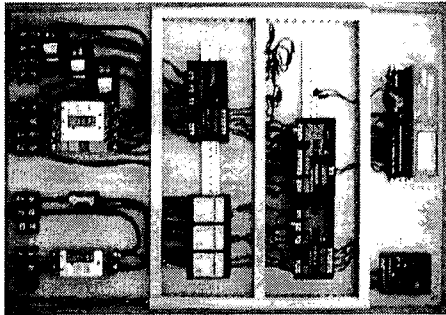


그림 4. 태양광발전 설비의 계측부

2.2.2 서버부

필드 서버는 모니터가 장착된 일체형 시스템으로 사용자는 목적에 맞는 시스템을 선택적으로 구성할 수 있기 때문에 비용이나 공간면에서 매우 유리하게 시스템을 꾸밀 수 있다. 또한 시리얼 및 ETHERNET통신 포트를 내장하고 있기 때문에 데이터 처리 장치와 쉽게 연결하여 사용할 수 있다. 안정성과 더불어 어플리케이션에 따라 고성능의 사양이 요구되며, 특히 24시간 연속적인 데이터 처리를 위해서는 일반 OA용 시스템과 구별되는 각종 설계 기준이 필요하다. 그리고 설치 환경에 따라서는 아주 열악한 작업환경에서도 오작동이 없는 내구성을 요구한다.

2.2.3 인터페이스 모듈

모든 시스템을 네트워크로 연결하기 위해서는 현장 상황에 맞는 다양한 해결 방법이 있어야 한다. 통신 네트워크에는 기존에 많이 보급되어 있는 유

선과 현재 새로운 네트워킹 서비스를 제공하고 있는 무선으로 나눌 수 있다. 무선은 구입 비용이 많이 드는 반면 차지하는 공간이 작고 설치비용이 적어 그 활용범위가 갈수록 넓어지고 있다. 본 논문에서는 NIC를 사용하였고[규격 : Ethernet 100M Base-T (TCP/IP Protocol)], 차후에 유무선 인터넷 공유기를 통해서 클라이언트와 통신을 하도록 할 예정이다.

3. 실험 및 고찰

모니터링 시스템은 태양광발전시스템의 데이터가 계측모듈을 통하여 측정되고 Serial Gate와 Add-on 카드를 통해 Field Server에 전달된다.

이때, 전달된 데이터와 Field Server의 모니터링 프로그램의 표현값을 일치시키기 위하여 먼저 정밀 계측장비를 통한 보정이 이루어져야 한다.

Field Server에서는 관리자의 설정에 따라 일정 간격으로 데이터를 데이터베이스화 한다.

관리자는 태양광발전시스템의 동작상태를 실시간으로 모니터링 할 수 있으며 동작상태에 따라 운전 조건을 조정할 수 있다.

또한, 측정된 데이터를 기본적으로 1일단위로 그래프화 되며, 이것은 관리자 설정에 따라 바꿀 수 있다.

MGDC는 관리자가 보다 쉽게 모니터링 할수 있도록 사용자 인터페이스를 고려하여 구성하였다.

그림 5는 Hierarchy를 보여주고 있다. 이것을 통하여 사용된 요소를 파악하고, Analysis함수들을 응용하여 Main함수안에서 모든 함수들을 제어할 수 있다.

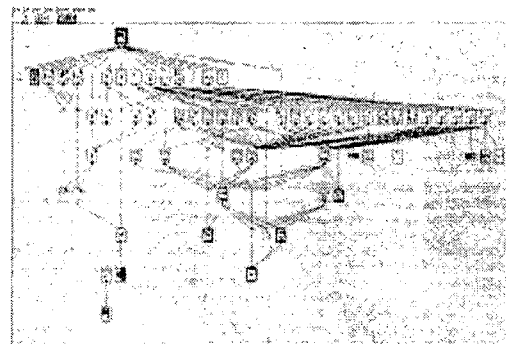


그림 5. hierarchy

그림 6은 태양전지의 특성을 그림 2의 다이어그램을 통하여 측정한 것이다.

260V, 11.6A에서 최대 출력점이 형성됨을 확인할 수 있었다.

그림 7은 태양광발전시스템의 메인 모니터링 화면을 보여주고 있다. 실제 측정된 데이터와 비교하였을 때 2~3 정도의 차이를 보였으나 이것은 인터넷을 통하여 전송되는 데이터가 5초의 응답시간을 갖기 때문에 발생하는 것으로 실측값에 가까운 보정은 hierarchy를 통하여 간단하게 보정할 수 있다.

그림 8은 측정된 데이터를 그래프를 나타낸 것이다. 부하상태에 따라 전력값이 변하고 있지만 3kW급으로 전력이 생산되고 있음을 알 수 있다.

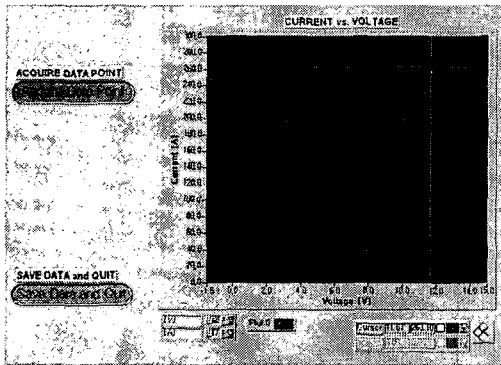


그림 6. 태양전지의 특성 그래프

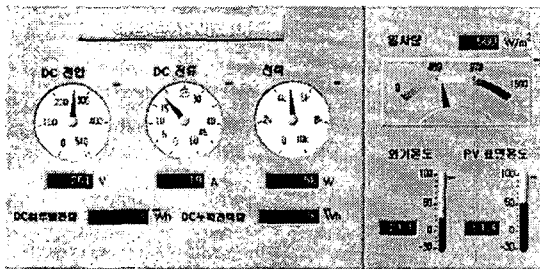


그림 7. 태양광발전시스템 모니터링 화면

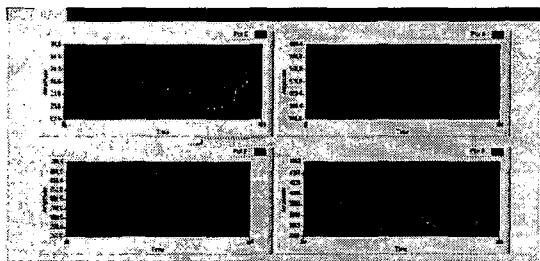


그림 8. Trend 화면

4. 결 론

본 논문에서는 3kW급 태양광발전시스템의 무인화와 단독운전을 도모하기 위하여 원격 모니터링 시스템을 구축하고, 특성을 분석하였다. 이를 통하여 안정성, 신뢰성, 시간적, 공간적 제약을 최소화 하

고자 하였다. 기존의 모니터링 시스템의 지역성, 호환성, 확장성의 문제점을 보완하기 위하여 Web 기반의 모니터링 및 제어시스템의 구현하였다. 모니터링 시스템을 위한 하드웨어를 구성하였고, 이것을 바탕으로 모니터링 및 제어를 할 수 있는 MGDC를 사용자 인터페이스를 고려하여 설계하고 운전하였다. 그러나 웹기술의 접목은 네트워크 프로토콜에 의한 보안의 문제와 장비의 응급상태 발생시 생기는 에러 등에 대한 연구가 필요할 것으로 본다. 아울러, 앞으로 배전계통의 영향을 모니터링 시스템을 통하여 분석된 DATA를 이용하여 전압 왜율이나 시스템의 문제점을 고찰하여 단독운전이 강화된 주택형 태양광발전시스템을 구성하고자 한다.

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] 송준엽, 김동훈, “생산현장의 실시간 통제 및 정보관리 시스템, 삼성종합기술원 슈퍼컴 사용자대회 논문, 1994
- [2] Yourstone, S.A. “Realtime Process Quality Control in Computer Integrated Manufacturing, marcel Dekker, 1991.
- [3] 황미자. 한광록, “Wet Station 모니터링을 위한 제어 모듈의 설계 및 구현”, 한국정보처리학회 shsansw., 5권 7호
- [4] G. L. Campen, “An Analysis of the Harmonics and Power Factor Effects at a Utility Intertied Photovoltaic System”, IEEE Trans. Vol. PAS-101, No. 12, pp. 4632-4639, 1982.