

## 50KW 태양광발전의 원격 감시제어장치 구축 및 분석

박재범\*, 김병목\*, 송방운\*, 노대석\*, 유재웅\*\*  
 한국기술교육대학교\*, 한국폴리텍6대학\*\*

### Development of Remote Monitoring and Control Device of 50KW Photovoltaic System

Jaebum Park\*, Byungmok Kim\*, Bangwon Son\*, Daeseok Rho\*, Jaewoong Yoo\*\*  
 Korea University of Technology and Education\*, Korea Polytechnic VI\*\*

**Abstract** - 본 논문에서는 배전지능화시스템과 정보 연계, 미래 지능형전력망 운용 및 태양광, 풍력, 연료전지등과 같은 신 에너지전원의 단지를 효율적으로 유지관리하기 위하여, 유·무선 네트워크 구성요소의 특성을 해석하고, 이를 바탕으로 원격 감시제어장치를 제작하였다. 이 감시제어장치는 한국기술교육대학교 캠퍼스 내에 설치되어 있는 50KW급 태양광전원장치를 대상으로 유·무선 네트워크 알고리즘을 기반으로 제작한(AutoBase) 감시장치, PLC를 이용한 제어장치로 구성된다. 본 연구에서 제안한 장치를 이용하여 태양광전원의 출력특성을 분석한 결과, 원격지에 설치된 대규모 태양광단지의 보수유지 관리에 필요한 유무선 네트워크를 이용한 원격감시제어기술의 대안으로, 스마트그리드 구축에 기여할 수 있음을 확인하였다.

#### 1. 서 론

최근 정부에서 신재생에너지 사업에 대해 2004년을 '신재생 에너지 원년'으로 선포하고, 신재생에너지 보급화와 함께 2008년 '녹색 성장(Green Growth)'을 새로운 신 성장 동력으로 선포하면서 2030년까지 신재생에너지 사업에 총 115조 5천억 원을 투자하기로 하고, 신재생에너지 보급률 역시 11%까지 확대할 계획을 가지고 있다. 이러한 배경 하에, 본 논문에서는 신재생에너지에서 실시간으로 출력되는 전력에 관련된 정보를 수집 및 분석하여, 계통의 역조류 발생에 의한 배전계통에 전압관리나 전력품질 등의 계통 운용상의 문제점을 감시 및 제어할 수 있는 유·무선 감시제어장치를 제작하였다. 이 시험장치는 50KW 태양광전원장치, AutoBase를 이용한 감시장치, PLC를 이용한 제어장치로 구성된다. 또한, 무선으로 감시 및 제어를 하기위해 Ethernet통신과 Serial 통신을 이용, 원격지점에서 감시 및 제어가 가능하도록 구성하였다. 구체적으로 이 장치는 한국기술교육대학교 캠퍼스 내에 설치되어 있는 50kW 태양광발전시스템을 원격(약 1KM)에서 유무선 네트워크를 이용하여 실시간으로 출력되는 전압, 전류데이터를 장거리 전송하여, HMI 프로그램인 AutoBase로 실시간 모니터링 하도록 제작하였고, PLC를 이용하여 태양광전원의 개폐기(MC)를 ON/OFF 제어를 할 수 있도록 구성하여, 실 계통에서 운용이 가능할 수 있도록 기술적인 대안을 제시하였다.

#### 2. 신에너지전원 연계에 따른 실계통의 문제점

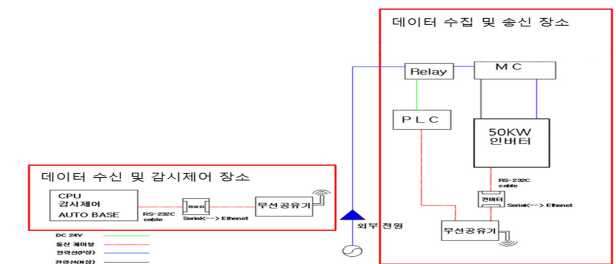
현재 신재생에너지전원의 비중이 커짐에 따라 대규모 신재생 에너지전원 단지가 활발하게 조성되고 있는 상황이다. 하지만 이에 따른 여러 가지 대규모단지의 유지관리에 대한 대처 방안들이 미흡한 상태이며, 태양광발전의 경우, 날씨조건(구름, 우천)에 따라 출력변동이 심하기 때문에 연계된 배전계통의 역조류 발생으로 인한 배전계통의 전압관리나 전력품질 같은 계통 운용상의 문제점이 야기되고 있다. 따라서 본 논문에서는 그림 1과 같이 한국기술교육대학교캠퍼스 내에 설치된 50kW태양광발전시스템을 원격(약1KM)에서 감시, 제어할 수 있는 유·무선네트워크 감시제어장치를 제작하였다.

#### 3 유·무선 감시제어 시스템 구성요소

본 논문에서는 50kW태양광발전시스템에서 실시간으로 출력되는 전력에 관련된 데이터를 모니터링하고, 운용상의 문제점 발생 시 50kW태양광발전시스템을 제어하기 위한 유·무선 감시제어장치를 제작하였다. 즉, 태양광전원에서 발생하는 전력을 무선으로 모니터링하고, 원격으로 제어하기 위해, 그림 2와같이 데이터 수신 및 감시제어 장소와 데이터 수집 및 송신 장소로 구성하였다.



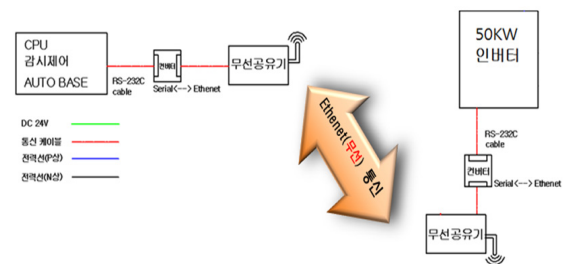
〈그림 1〉 50KW태양광전원시스템 전경도



〈그림 2〉 유·무선 감시제어시험장치 구성

#### 3.1 HMI를 이용한 감시장치

HMI를 이용한 감시장치는 각 장치간의 통신 프로토콜을 설정하여 유·무선 컨버터와 공유기, HMI소프트웨어간의 통신을 하도록 구성하였다.



〈그림 3〉 감시장치 개념도

#### 3.2 PLC를 이용한 제어장치

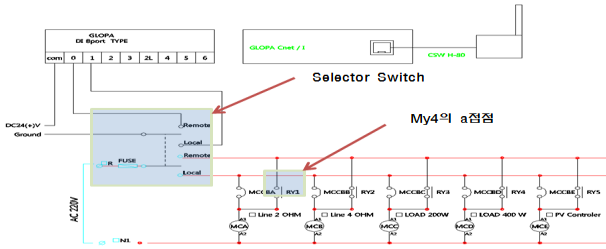
PLC를 이용한 제어장치는 Autobase제어 신호가 PLC 내부 접점을 동작시켜 LADDER에 의한 출력 접점이 ON 될 수 있도록 구성하였다. 이때 외부 전원(DC24V)이 MC(차단기 대응)전원을 제어할 DC 24V 릴레이(hr705)로 전류를 유입하도록 그림 4와 같이 PLC, 릴레이(hr705), SMPS 등을 사용하여 제작하였다.

#### 3.3 50KW태양광발전시스템 인버터

본 시험에서 사용된 계통연계용 인버터의 입력 및 출력 값은 표 1과 같으며, 인버터 내부의 PCB 통신보드에서 RS232 Serial 통신을 통하여 데이터를 송출하도록 구성하였다.

## 5. 시뮬레이션 분석

그림 7은 HMI소프트웨어를 이용한 원격 감시 패널이다. 이 패널은 당일의 일사량 및 온도 태양광에서 나오는 전압, 전류 값과 3상 인버터에서 출력되는 각상의 전압, 전류, 주파수, 및 역률을 감시할 수 있으며 배전계통에 악영향을 사전에 감지할 수 있다.



〈그림 4〉 제어장치 개념도

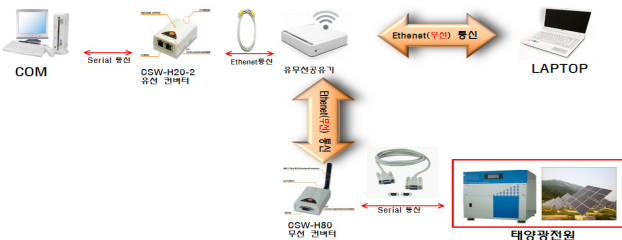
〈표 1〉 50KW 인버터 Protocol 구성

28-31	PV_VOLT	Photovoltaic Battery Voltage	0A00A0	160	1	Vdc	160[Vdc]
32-35	PV_AMP	Photovoltaic Battery Current	0A006B	107	0.1	A	10.7[A]
36-39	PV_KW	Photovoltaic Battery Power	0A080D	2061	0.01	kW	20.61[kW]
Photovoltaic Battery Voltage		0x0020	32	1	V	300	0X012C
Photovoltaic Battery Current		0x0021	33	SCALE	A	300	0X012C
Photovoltaic Battery Power		0x0022	34	1	W	55000	0XD6D8

## 4. 유무선네트워크를 이용한 감시제어장치 제작

### 4.1 실시간 원격 감시장치의 제작

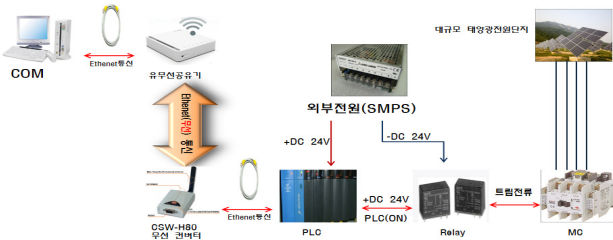
무선 네트워크를 이용한 실시간 원격 감시장치는 그림 5와 같이 구현하였다. 먼저 태양광발전단지의 데이터는 통신모듈에서 Serial통신으로 변환하여 무선 컨버터로 전송된다. 이 전송된 데이터는 무선 컨버터(CSW-H80)에서 Ethernet으로 변환하여 감시지점으로 데이터를 무선으로 전송하게 된다. 감시 지점에서는 데이터를 유무선공유기로 받아 CSW-H20-2를 통해 다시 Ethernet->Serial로 변환하여 컴퓨터로 정보를 받는다. 또한, 그림 5에서 보는바와 같이 무선공유기에서 무선랜이 부착된 LAPTOP으로 데이터를 읽을 수 있으며, 그림 5과 같이 AutoBase로 모니터링 할 수 있도록 구성하였다.



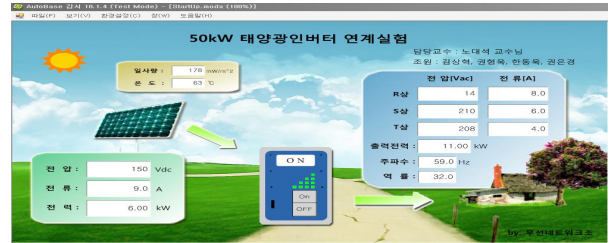
〈그림 5〉 무선네트워크를 이용한 감시장치 구성도

### 4.2 실시간 원격 제어장치의 제작

무선 네트워크를 이용한 실시간 원격 제어장치의 알고리즘은 그림 6과 같이 구현하였다. 먼저 태양광전원을 ON/OFF를 하기 위해 Autobase를 이용하여 차단신호를 Serial통신으로 송출한다. 이 송출된 신호는 CSW-H80을 이용하여 Serial통신을 Ethernet통신으로 컨버팅한 후 태양광전원장치에 위치한 PLC로 전송하게 된다. 태양광전원장치에서는 무선공유기로 데이터 신호를 수신하게 되는데 이 신호는 LADDER 프로그램을 사용해서 출력된 24V를 릴레이 전원에 투입시킨다. 이때 A점점의 동작으로 외부전원이 MC에 투입되어 동작하게 된다. PLC 프로그램의 LD 동작형태는 동시동작 방식을 위해 REMOTE일 경우 자동모드로 구성하고 ROCALL 일 경우는 수동모드인 상태로 REMOTE가 동작 되지 않도록 시퀀스에 인터록을 설정하였다. 그리고 HMI(Autobase)와의 통신에 따른 제어 변수선언은 내부변수 %M을 사용하였으며 이 신호에 따라 출력을 내보낼 수 있도록 %Q로 출력변수를 지정하였다.

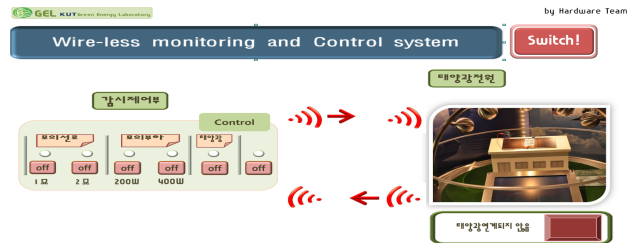


〈그림 6〉 무선 네트워크를 이용한 제어장치 구성도



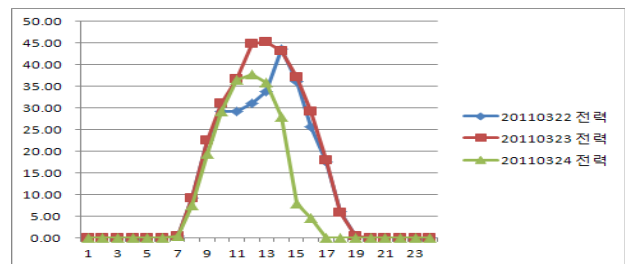
〈그림 7〉 감시장치 메인 메뉴

그림 8은 HMI소프트웨어를 이용한 원격 제어 패널이다. 높은 일사량으로 인해 배전계통에 악영향 발생 우려가 있거나 사고가 발생할 경우 이를 무선으로 차단하기 위한 것이다.



〈그림 8〉 제어장치 메인 메뉴

그림 9는 Autobase를 이용하여 0.5KM 지점의 태양광출력량을 원격 제어시스템으로 감시한 그래프이다. 이 결과는 Autobase데이터 저장 기능을 활용하여 날짜별로 전력량의 데이터를 기록한 것이고, 발생된 전력량은 12시에서 15시에서 최대 출력량을 기록하였으며 이 데이터 분석으로 내일의 전력량을 사전에 예측하여 태양광의 운용을 보다 효율적으로 할 수 있음을 확인하였다.



〈그림 9〉 일사량에 따른 태양광전원 전력값

## 6. 결 론

본 논문에서는 원격지점에서 50KW태양광전원을 감시 및 제어할 수 있도록 유·무선 감시제어 시험장치를 제작하였다. 또한, 원격거리 통신이 가능하도록 지향성, 무지향성 안테나를 이용하여 약0.5KM떨어져있는 태양광전원의 출력을 감시 및 제어하였다. 태양광출력량은 Autobase 데이터 저장 기능을 활용하여 날짜별로 저장되었고 이러한 데이터를 통해 내일의 전력량을 사전에 예측함으로써 향후 지능형전력망(SmartGrid)의 인프라 구축에 기여할 수 있음을 확인하였다.

### [참고 문헌]

- [1] 노 대석 외, "하이브리드 가로등의 무선네트워크 감시제어 장치 개발" 대한 전기학회 학계학술발표논문집. 2010. 7
- [2] 노 대석 외, "태양광전원의 연계에 의한 보호협조 기기의 운용특성에 관한 연구" 한국산학기술학회 춘계학술발표논문집 2010. 5