

태양광 PCS HMI Unit 개발

*최 인선¹⁾, 이 준철²⁾, 김 명회³⁾

Development of Photovoltaic PCS HMI Unit

*Insun Choi, Junchol Lee, Myonghoe Kim

Key words : Photovoltaic(태양광), Power Conditioning System(전력변환장치), Human Machine Interface(인간 기계 의사소통시스템)

Abstract : 현재 에너지 시장은 신재생 개발 도상국의 화석 에너지 사용량 급등 등의 요인으로 인해 고유가 시대가 지속될 것으로 전망되고 있다. 또한 화석 에너지 사용으로 지구 온난화가 지속되고 있으며, 이에 온실가스 배출을 규제하기 위한 유엔기후변화협약 및 환경변화 문제 해결을 위한 사회적인 합의가 이뤄지고 있다. 그러므로 다양한 신재생 에너지원의 연구 개발 및 사용이 가속화되고 있으며, 그중 기술적으로 가장 근접한 것이 태양광 발전이다. 본 논문은 당사에서 개발하는 50kW 태양광 PCS의 운전 상태를 감시하고, 필요 요소를 제어하며, 취득된 데이터를 eRTU 등의 상위 시스템에 개방된 프로토콜로 통신을 통해 올려주는 태양광 PCS HMI Unit에 대해 논하였다.

subscrip

PV : Photovoltaic
PCS : Power Conditioning System
HMI : Human Machine Interface
DER : Distributed Energy Resource
LPG : Landfill gas

1. 서론

현대문명의 중심에는 석유가 있으며, 석유는 말로 표현할 수 없을 정도로 중요한 자원이다. 석유는 현대 문명의 모든 분야에 스며들어 있으며, 지구상의 모든 개인과 사회, 국가의 삶의 질은 석유가 기반인 에너지와 관련이 있다¹⁾. 화석에너지는 매우 오랜 기간에 걸쳐 형성된 자원이지만 소비는 기하급수적으로 증가하고 있어서 필연적으로 고갈될 수밖에 없는 에너지이므로, 신재생 에너지는 인류의 궁극적 에너지가 될 것이다. 또한 화석에너지를 사용함으로써 지구온난화가 가속되고 있으며, 이를 규제하기 위한 유엔기후변화협약 및 환경변화 문제에 대한 사회적인 이슈는 다양한 신재생 에너지원의 연구·개발 및 사용을 가속화 하고 있다. 최근 유가의 급등과 에너지 안보 문제, 그리고 신재생 개발 도상국을 중심으로 한 에

너지 수요의 급격한 증가는 신재생 에너지에 대한 필요성을 증대 시키고 있다. 현재 태양광, 태양열, 연료전지, 소수력, LPG(landfill gas)를 이용한 발전, 풍력, Bio-Mass, 폐기물 등 다양한 신·재생 에너지가 사용되고 있으며, 그중에서 가장 각광받고 있는 것이 태양광 발전이다.

태양광 발전 기술은 선진국에서는 1970년대 이후 이미 관련 제품이 상용화되었으며 1987년 이후 매년 20%이상의 증가율을 나타내며 특히 최근 5년 동안 태양광발전 산업은 연 평균 30%의 성장을 보이고 있다. 미국, 일본, 유럽 등 선진국을 중심으로 태양광 발전의 시장이 주도되고 있는데, 특히 일본은 최근 주택용 태양광발전 시스템을 대량 보급함으로써 세계 시장을 주도하고 있다. 우리나라는 다른 선진국에 비해 아직 보잘 것없는 수준이지만 3kW급 태양광발전 시스템의 개발과 신재생 에너지 이용 발전의 기준 가격 고시에 의하여 차액 보전을 실시하고 있고 공공 건물에 태양광 이용의 의무화 정책, 태양광 주택 10만호 보급 사업 등의 실시로 태양광의 보급 확대가 기대된다²⁾. 이에 당사에서는 확대되는 시장을 목표로 다양한 용량의 태양광 PCS를 개발하고 있으며, 본 논문에서는 태양광 PCS의 운전상황을 모니터링하고 제어하며, 취득된 데이터를 상위 시

시스템에 통신을 통해 올려주는 태양광 PCS용 HMI Unit에 대해 기술하였다.

2. 50kW 태양광 PCS

태양광발전시스템은 태양전지 어레이(PV array), 직류전력 조절장치(DC power conditioner), 축전지(battery storage), 인버터(inverter), 계통연계 제어 장치로 구성되어 있다. PCS(Power Conditioning System)는 이 중에서 태양전지 어레이와 축전지를 제외한 인버터 등의 전기적인 전력 변환 기기류와 제어·보호 장치를 일체 구조의 유닛으로 공급하는 경우이다³⁾.

2.1 태양광 PCS의 구성

PCS는 태양전지 어레이에서 발생하는 최대 출력을 유지하기 위한 MPPT(Maximum Power Point Tracker) 회로 및 축전지 또는 DC 전원과의 출력값을 보정하기 위한 DC-DC 변환기 등으로 구성된 전력제어장치와 AC전원에 사용하기 위해 태양전지 어레이에서 발생하는 직류전기를 교류로 바꾸어주는 역할을 하는 인버터로 구성되어 있다⁴⁾.

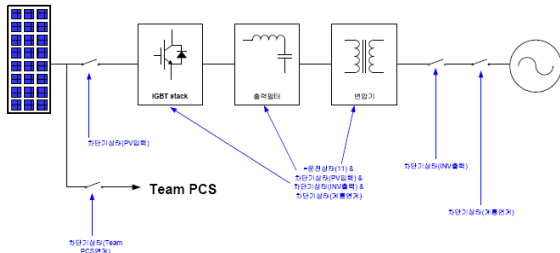


Fig. 1 PCS의 구성

2.2 전체 태양광 PCS의 사양

PCS의 입출력 사양 및 과부하 운전 그리고 전체 변환 효율은 다음과 같다.

Table 1 입력 사양

구분	사양
최대전력	55 kW
전압범위(MPPT)	300~600 Vdc
최대전압	600 Vdc.max
최대전류	185 Adc max

Table 2 출력 사양

구분	사양
정격용량	50 kW
정격전압	3 ϕ 380 Vac
정격전류	76 Aac rms
주파수	60Hz
역률	> 0.99
THD	< 3%

Table 3 과부하 운전 및 전체 변환 효율

구분		
과부하운전	125% 부하	30 sec
	150% 부하	0.5 sec
	200% 부하이상	H/W Fault
전체 변환 효율	AC출력/DC입력 전력	> 96%

2.3 판넬 외함

판넬의 외함 크기는 910×1370×480(W×H×D)이며 무게는 600kg, 부피는 600L 이하이다. 그리고 주변환경온도에 따른 동작온도 범위는 -20℃~50℃이다. 50kW 태양광 PCS의 외관은 그림과 같다.



Fig. 2 PCS의 외관

3. 태양광 PCS HMI Unit

태양광 PCS의 외함에는 태양광 PCS의 운전상황을 모니터링하고 제어하며, 취득된 데이터를 상위 시스템에 통신을 통해 올려주는 태양광 PCS용 HMI Unit가 존재한다. 그러나 태양광 PCS는 태양광 어레이와 멀리 떨어져 있을 경우 효율이 낮아지므로 밀접한 곳에 설치될 것이다. 이에 주변 환경 온도 조건이 까다로우며, 습도 등의 문제도 해결해야 할 것이다. 이에 당사에서 개발한 태양광 PCS용 HMI Unit은 이러한 조건에 맞도록 설계/제작되었으며, 그 사양은 Table 4와 같다.

Table 4 HMI Unit 사양

구분	사양
CPU	Onboard AMD LX800 500 MHz
System Memory	One 200-pin SODIMM sockets, accepts up to 1 GB DDR266/333 SDRAM
OS	XP Embedded
SSD	1 x type II CompactFlash socket
Bus Expansion	1 x MiniPCI expansion slot

LAN	10/100Base-T Ethernet
Audio	Built-in 1 x 1.5w speaker; 1 x covert microphone
Function keys	5 lighted, programmable function keys
Bluetooth	One Class2 Bluetooth V2.0 + EDR module
CAN bus	RS-232 baud rate up to 115.2K bps
Protection	IP65 front panel and back cover protection, without ventilation holes
Dimensions (W x H x D)	255 x 160 x 50 mm
Weight	1.7 kg
Power supply	9 ~ 36 VDC (Support ignition on, delay on/off, hard off)
LCD Display	400 nits Wide-VGA 800 x 480, 7" color TFT LCD, LED backlight with touch screen
Touch screen	Analog resistive, continuous resolution
Operating Temperature	-20 ~ 60° C (-4 ~ 140° F)
Relative Humidity	10 ~ 95% @ 40° C (non-condensing)
Shock	30 G peak acceleration (11 msec duration)
Certifications	EMC: CE, FCC, CCC Safety: UL, CUL, CE: CCC, CB
Vibration	5 ~ 500 Hz 3G RMS random vibration



Fig. 3 HMI Unit의 외관 모습

3.2 HMI의 화면 구성

본 시스템은 Visual C++로 개발되었으며, 화면을 다양하고 시각적으로 꾸미기 위해, Flash를 이용하여 화면을 구성하였다. 화면은 Fig. 4와 같이 크게 현재상태, 과거 이력, 환경설정, 도움말로 구성하였으며, 초기화면을 따로 두어 언제나 중요 정보를 볼 수 있도록 구성하였다.



Fig. 4 HMI Unit의 화면 구성

3.2.1 초기화면

초기화면은 사용자에게 가장 필요한 정보를 정리하여 보여주는 화면으로, PCS의 상태 정보와 발전 정보를 표기하고 있다.



Fig. 5 초기화면

3.2.2 현재상태

PCS운전상태 및 상세한 수치를 확인할 수 있으며, 상세정보 화면과 활선상태 화면 그리고 에러 정보 화면으로 구성된다.

- 1) 상세정보: PCS의 아날로그 값의 상세한 수치를 확인할 수 있음.
- 2) 활선상태: PCS내부 차단기의 개폐 및 전력의 흐름을 확인할 수 있음.
- 3) 에러정보: 현재 발생중인 오류를 확인할 수 있음.



Fig. 6 현재상태 화면

3.2.3 과거이력

과거의 발전량이나 오류 이력을 분석할 수 있는 화면으로 발전이력 화면, 이상 분석 화면 그리고 이벤트 로그 화면으로 구성된다.

- 1) 발전이력: 과거 발전량에 대해 년, 월, 일 별로 분석이 가능함.
- 2) 이상분석: 가장 최근에 발생한 오류의 원인을 분석하기 위해 오류 발생시 운전과형을 저장하여 화면에 표기해 줌.
- 3) 이벤트로그: 발생한 이벤트를 시간의 순서에 따라 표기해 줌.

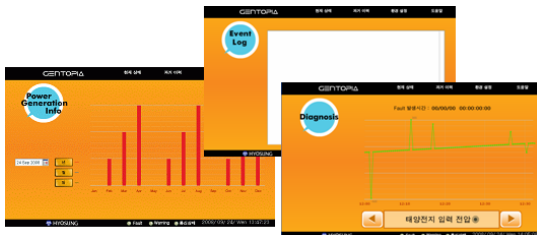


Fig. 7 과거이력 화면

3.2.4 환경설정

PCS운전에 필요한 각종 파라미터를 설정하는 화면이다.



Fig. 8 환경설정 화면

3.2.5 도움말

각 메뉴에 대한 도움말을 표기하였다.



Fig. 9 도움말 화면

4. 결론

본 연구는 당사에서 개발한 50kW 태양광 PCS용 HMI Unit에 대해 기술하였다. 본 제품은 사용자의 편의를 높이기 위해 화려하면서 간결한 GUI(Graphic User Interface)를 구성하였으며, 조작의 편의성을 높이기 위해 터치패널을 사용하였다. 그런 저 용량 PCS를 대상으로 개발되었으므로, 주변 환경 및 온도 조건이 가혹할 것을 예상하여 개발하였다. 향후 본 제품은 표준 프로토타입인 IEC61850을 적용할 예정이다.

References

- [1] 토마스 프루프 외, 2005, "석유 경제의 전환", 지구환경보고서 2005, p.145
- [2] 이순형, 2007, "새로운 성장동력 대체에너지", p.117
- [3] 이강후, 2008, "태양광발전 시스템의 계획과 설계", p.39
- [4] 이준철 외, 2008, "태양광 PCS HMI Unit 개발", 대한전기학회 하계학술대회, p.229