

태양광 발전용 전력변환장치의 정보표시장치 개발

이현두*, 전세봉*, 김종규*, 우명호*, 류승표*, 이세현*

*현대중공업

Development of the Information Display Device for Photovoltaic Power Conditioning System

Hyun-Doo Lee*, Se-Bong Jeon*, Jong-Gyu Kim*, Myung-Hoo Woo*,
Seung-Pyo Ryu* and Se-Hyun Lee*

*Hyundai Heavy Industries Co., LTD

ABSTRACT

The main purpose of this study is to design and develop the information display device for power conditioning system of photovoltaic power generation system. The function of this device is to display the information, communicate with PCS controller and store the special information.

The developed device is tested to verify the performance and experimental results show the excellent performance.

An actual running test is being carried out to verify the reliability of the device including PCS by applying it to 10kW level photovoltaic power generation system established in Ulsan College.

2. 정보표시장치의 개요

2.1 구성

정보표시장치는 PCS의 전면판넬에 부착되어 현장 운영자가 필요한 정보를 제어기로부터 통신으로 전송받아 표시한다. 본 연구에서 개발된 정보표시장치는 32비트의 중앙연산처리장치를 사용하였으며, 전원공급장치, 표시부인 LCD(Liquid Crystal Display) 및 통신드라이버로 구성되어 있다. 제어기와 약속된 통신프로토콜을 사용하여 제어기의 상태, 입출력 전압/전류, 전력 및 고장정보 등을 주기적으로 전송하여 LCD창에 표시하여 주며 통신상태 또한 표시하여준다. 그림 1은 그 구성도를 나타내었으며, 각 부에 대하여 상세히 기술한다.

1. 서론

일반적으로, 태양광 발전용 전력변환장치(Photovoltaic Power Conditioning System, PCS)는 DC/DC 컨버터, 계통연계 인버터, 입출력필터, 제어기, 정보표시장치 및 MMI로 구성되어 있다^{[1][2]}. DC/DC 컨버터는 250 ~ 600VDC 범위의 태양 전지 전압을 650VDC로 승압, 일정 직류전압을 인버터에 제공하는 역할을 한다. 계통연계 인버터는 DC/DC 컨버터에서 제공된 직류전력을 교류로 변환하여 효율적으로 계통에 전송하기 위한 장치이다. 제어기는 전류제어, 전압 위상 동기화, 최대 출력점 추종 제어 등의 알고리즘을 수행하고, 디지털 입출력 및 아날로그 입력 신호등을 통하여 고장을 검지하여 그에 상응하는 조치를 취한다. 또한, 외부장치들과의 정보교환을 위하여 통신기능이 구비되어 있다. 정보표시장치는 제어기와 통신으로 연결되어 실시간으로 PCS의 상태정보를 표시하는 기능을 가진다. MMI는 개인용 컴퓨터를 사용하여 제어기로부터 수신한 정보를 화면에 표시하고, 사후 관리를 위하여 보조기억장치에 자료를 저장하고, 외부 전광판이 있는 경우 필요한 정보를 표시하기 위하여 제어기로부터 수신한 정보를 재 구성하여 전송한다^[3].

본 논문에서는 당사에서 개발하여 울산과학대 동부캠퍼스에 설치하여 실증시험중에 있는 태양광 발전용 10kW급 무변압기형 PCS 및 12.5kW 변압기형 PCS에 부착되어 운전중인 정보표시장치에 대하여 기술하였다.

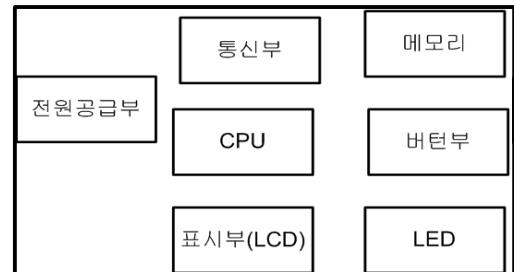


그림 1 정보표시장치 구성도
Fig. 1 Component of Information Display Device

2.2 전원공급부

전원공급부는 RJ45잭을 통하여 제어기로부터 직류 24V 전압을 받아서 CPU가 동작하기 위한 전원 3.3VDC와 다른 부에서 필요로 하는 5VDC 전원을 공급한다. 또한, 전원 감시회로를 장착하여 CPU 전원이 3.3VDC 이하로 감소가 생기는 경우 CPU를 RESET하여 준다. CPU의 동작전원이 정상적인 경우 "POWER" LED를 점등하여 육안으로 확인 할 수 있도록 설계하였다. 이러한 구성으로 제어기에 전원이 인가된 경우에 정보표시장치도 정상동작이 이루어진다.

2.3 중앙연산처리장치(CPU)

32비트의 처리능력을 가진 CPU를 사용하였으며, 이 CPU는 직렬통신용 포트를 내장하고 있으며, 버튼부, 표시부 및 LED를 구동시키기 위한 다수의 DI/O포트가 있어 개발자가 원하는 성

능을 충분히 만족시켜준다^[5]. 또한 EMULATOR를 사용하여 개발 프로그램의 변경, 수정 등을 용이하게 할 수 있어 개발자에게 개발환경을 구축하는데 있어 많은 편리함을 제공해 준다.

2.4 외부메모리

제어기로부터 받은 정보중에 중요한 정보를 저장하기 위한 것으로, 누적전력량 및 당일발전 전력량을 주기적으로 갱신하여 저장한다. 메모리로의 정보전송은 CPU의 동기식 직렬통신 방식(Serial Peripheral Interface, SPI)을 이용하였다. 이 방식은 주로 마이크로프로세서간의 데이터를 주고 받거나, 마이크로프로세서와 기타 다른 주변 장치들과 고속으로 직렬통신을 하기 위해서 제안되었다. 기존의 어드레스/데이터 버스 방식은 병렬 방식으로 데이터를 주고 받을 수 있는 방법으로 널리 사용되어 왔지만, 데이터 전송 폭만큼 버스폭이 필요하다는 점에서 최근 소형화되는 기기에는 부적절한 평가를 받고 있다.

반면 SPI 통신 방법은 CPU에서 제공되는 4개의 신호를 사용하여 다수의 주변 장치들과 데이터를 주고받을 수 있으며, 통신속도도 고속으로 동작이 가능하다. 이러한 장점에 힘입어 최근에 출시되는 EEPROM이나 A/D 변환기 또는 그 밖의 주변 장치들이 마이크로프로세서와 연결하는 방식으로 SPI를 많이 사용하고 있다. SPI 통신이 SCI 통신과 비교해서 다른점은 동기신호와 마스터/슬레이브 구조로 동작한다는 점이다. 이 중 동기신호부분은 전송할 데이터와 함께 데이터를 래치해야하는 시점을 알려주는 신호가 같이 전송된다. SPI 직렬통신망에서는 마스터와 슬레이브로 동작모드가 결정된다. SPI 통신망에서 슬레이브는 한대 또는 그 이상이 존재할 수 있으며, 마스터는 한대만 존재할 수 있다. 모든 통신의 제어권은 마스터가 가지고 있게 된다. 따라서 어떤 슬레이브와 통신할 것인지, 어떤 통신속도로 데이터를 주고받을 것인지 모두 마스터가 결정하게 되는 것이다. 마스터와 슬레이브들은 서로 동기신호와 데이터를 공유한다. 단지 어떤 슬레이브와 통신 할 것인지의 선택 편이 추가될 뿐이다.

마스터는 데이터를 전송해야할 필요가 있으면 통신하고자 하는 슬레이브를 선택한 후, 데이터와 함께 동기신호를 발생시켜 슬레이브 쪽으로 전송한다.

슬레이브는 동기신호를 받음과 동시에 마스터 쪽으로 전송할 데이터가 있다면 마스터 쪽으로 데이터를 전송한다. 이 과정에서 마스터에서 데이터 전송이 끝난 후에 슬레이브 쪽으로 데이터가 전송되는 것이 아니라 동시에 일어나게 된다는 점이 특이한 점이라 하겠다. 마스터가 발생하는 동기신호의 상승 모서리 부분에서 마스터는 데이터를 전송하고, 슬레이브는 동기신호의 하강 모서리 부분에서 데이터를 전송한다. 따라서 SPI 데이터 전송은 항상 한 바이트를 전송하면 전송과 동시에 한 바이트를 수신하는 형태가 되는 시프트 레지스터 구조를 가지게 된다.

2.5 버튼부

버튼부는 제어기에 기동명령과 정지명령을 주기위한 "RUN/STOP" 버튼과 "▲"(UP) 버튼과 "▼"(DOWN) 버튼을 이용하여 표시화면을 변경 시킨다. "STOP" 버튼은 제어기의 동작을 정지시킬 때 사용하며 "RUN" 버튼은 "STOP" 버튼을 사용하여 정지된 제어기에 기동명령을 전송하기 위하여 사용되며, 이 두 명령의 값은 CPU에서 디지털 입력포트를 통하여 인식하며, 통신으로 제어기에 전달된다. 또한 초기 전원 인가 시

에는 자동으로 "RUN" 명령이 전달된다.

2.6 표시부

표시부는 128×64 픽셀의 LCD를 사용하여 기존의 표시부인 VFD(Vacuum Fluorescent Display)에 비하여 저렴한 가격에 다양한 문자 및 그림을 표시할 수 있어 운영자들에게 시각적으로 더 좋은 정보를 나타낼 수 있는 장점이 있다^[4]. 제어기로부터 전송된 정보를 표시하기 위한 갱신주기는 실시간성과 통신주기를 고려하여 설정하였으며, 운영자에게 최대한 많은 정보를 제공할 수 있도록 화면을 설계하였다. 아래 그림들은 각 화면에 대하여 나타내었다.



그림 2 초기화면
Fig. 2 Init. Screen

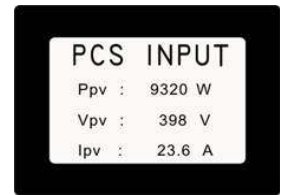


그림 3 PCS 입력정보화면
Fig. 3 PCS Input Info. Screen

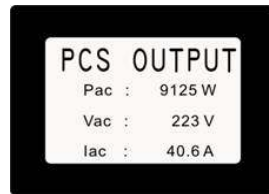


그림 4 PCS 출력정보화면
Fig. 4 PCS Out. Info. Screen



그림 5 상태정보화면
Fig. 5 Status Info. Screen



그림 6 고장정보화면
Fig. 6 Fault Info. Screen



그림 7 발전량정보화면
Fig. 7 Power Info. Screen

2.7 통신부

통신부는 제어기와 정보표시장치간 정보교환을 하는데 사용되어지며, CPU 내부에 장착된 직렬통신포트와 물리계층을 지원하는 드라이버로 구성되어 있다. 전원이 인가된 후 정보표시장치는 먼저 정보요구 프레임의 제어기로 전송한다. 이 프레임의 수신한 제어기는 프레임의 오류검사를 실시하여 오류가 없는 경우 약속된 정보로 구성된 응답 프레임을 정보표시장치로 전송한다. 마찬가지로 정보표시장치는 수신한 프레임의 오류 검사를 실시하여 오류가 있는 경우는 그 프레임을 무시하고, 오류가 없는 경우는 정보를 표시하기 위하여 각각에 해당하는 항목으로 그 값들을 대입한다. 두 장치간 통신주기는 실시간성과 운영자의 정보 판단을 고려하여 적절한 주기를 설정하였다^{[6][7]}. 그림 8은 두 장치간 정보교환의 방법에 대하여 나타내었다.

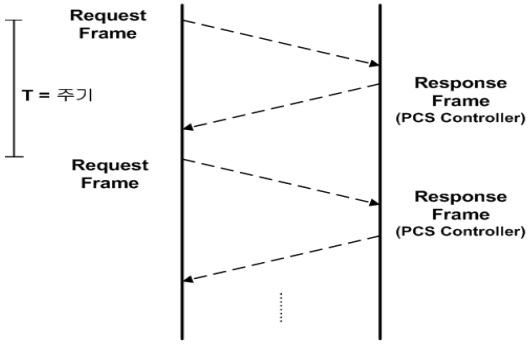


그림 8 통신주기
Fig. 8 Polling Time of Communication

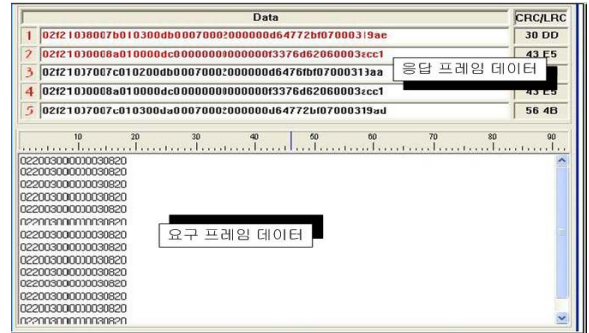


그림 13 시뮬레이터를 이용한 전송 프레임화면
Fig. 13 Transmission Screen using Simulator

3. 실증시험 및 결과

개발된 정보표시장치 및 태양광 발전용 PCS의 성능을 실증하기 위하여 2007년 4월부터 울산과대학 동부캠퍼스에서 운전중에 있다.

그림 9와 그림 10은 개발된 정보표시장치의 전면 및 후면의 실물사진을 나타내었으며, 그림 11과 12는 10kW/12.5kW급 PCS에 취부된 사진이다.



그림 9 전면부
Fig. 9 Front Panel

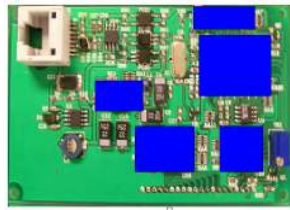


그림 10 후면부
Fig. 10 Rear Panel



그림 11 10kW급 PCS
Fig. 11 10kW level PCS



그림 12 12.5kW급 PCS
Fig. 12 12.5kW level PCS

그림 13은 정보표시장치의 통신성능을 PCS에 취부하기 전에 시험하기 위한 시뮬레이터 화면이다. 제어기가 응답 프레임을 수신하여 가공한 정보를 표시부에 정확하게 표시하는지를 시험하기 위한 화면이다. 그림 14는 제어기와 정보표시장치간 통신파형을 측정된 결과이며, 잡음의 영향이 없는 깨끗한 파형을 획득하였다.

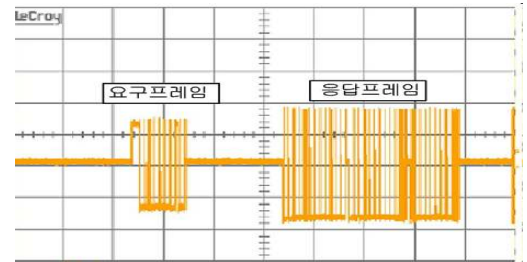


그림 14 통신파형
Fig. 14 Communication Waveform

4. 결 론

본 논문에서는, 당사에서 개발하여 울산과대학 동부캠퍼스에 설치하여 실증시험중에 있는 태양광 발전용 10kW급 무변압기형 PCS 및 12.5kW 변압기형 PCS에 부착되어 운전중인 정보표시장치의 기능 및 실증시험에서 나타난 결과에 대하여 기술하였다.

정보표시장치는 표시기능, 통신기능 및 주요 정보에 대한 저장기능을 갖추었으며, 동작상황에 따라 PCS의 동작상태를 운영자가 직접 변경시켜줄 수 있는 제어정보도 전송이 가능하도록 구현 하였다.

PCS의 전면부에 부착된 정보표시장치를 향후 무선통신방식을 적용하여 원거리에서도 운영자가 정보를 습득할 수 있도록 할 것이며, 정보표시장치를 표준화된 설계를 통하여 그 자체만을 별도의 제품으로 상업화 할 예정이다.

참 고 문 헌

- [1] 류승표 외 6명, “공공건물용(산업용) 무변압기형 PCS 상용화 제품개발”, 산업자원부, 2007년
- [2] 이현두 외 4명, “무변압기형 10kW 태양광 PCS 개발”, 기술현대, 제 27권 제 3호, 2007년
- [3] 이현두 외 1명, “10kW급 태양광 발전 시스템의 정보 전송 방식”, 2006 전력전자학회 하계학술대회, 2006년.
- [4] Winstar Display Co., ITD, “WG12864 Specification”, 2004.
- [5] Texas Instrument, TMS320LF24xx Data Sheet, 2003.
- [6] 권옥현 외 2인, 산업용 필드버스 통신망, 성안당, 2003
- [7] 정화자 외 1인, 알기쉬운 데이터 통신 및 네트워크, 시그마프레스, 2001