

태양전지모듈의 온라인 감시 진단 시스템 개발

이종필 · 김용식 · 지평식 · 임재윤
 충북대학교 · (주)BJ P&S · 충주대학교 · 대덕대학

Development of On-Line Monitoring System for Solar Cell Module

J. P. Lee · Y. S. Kim · P. S. Ji · J. Y. Lim
 Chungbuk Univ. · BJ P&S · Chungju Univ. · Daeduk College

Abstract - 기후변화협약(교토의정서)에 따라 온실가스 감축 의무 부담으로 친환경 대체 에너지의 확보가 시급한 실정이다. 태양광 에너지는 광전효과를 이용하여 전기에너지로 직접 변환되는 무한의 친환경 청정에너지이다. 대학과, 연구소를 중심으로 활발한 연구가 진행되어 태양전지 모듈, 축전기, 전력변환장치 등 핵심 요소 기술은 확보상태이나 태양광 발전의 양산 기술과 시스템 이용기술이 미흡하다. 특히 태양광 발전의 보급 확대에 따른 유지보수기술(진단 시스템)의 확보가 시급하다. 본 연구에서는 태양전지 모듈의 이상여부를 온라인 상태로 감시 진단하는 시스템을 개발 하였다.

1. 서 론

기후변화협약에 따라 온실가스 감축 의무 부담으로 친환경 대체 에너지 확보가 시급하다. 정부는 국내에서 소비하는 에너지 중 대체 에너지 공급비율을 2006년 3%, 2010년도 5%로 목표 설정하여 각종 기술 개발 및 보급 사업을 추진 중이다. 여러 가지 대체 에너지 중에 태양광 에너지는 광전효과를 이용하여 전기에너지로 직접 변환되는 무한의 친환경 청정에너지로 다양한 어레이의 구성으로 발전규모 선택이 용이하고, 설치를 위한 공간 제약이 적고 부하 밀집 지역에 설치가 가능함으로 송배전에 따른 전력 손실 또한 대단히 적은 분산형 전원 시스템이다.

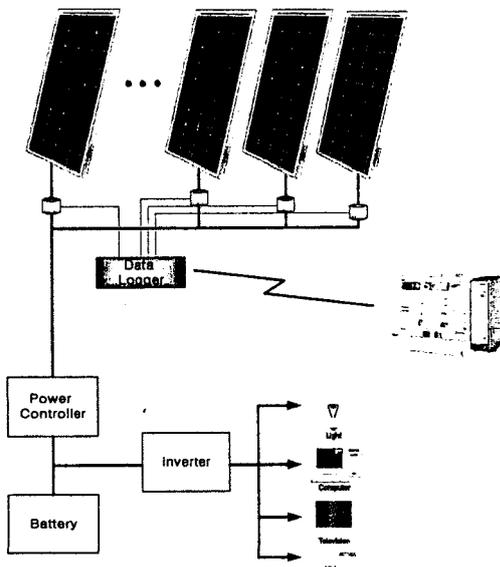
이러한 태양광 발전 설비에 대해서 국내에서는 대학과, 연구소를 중심으로 연구 활발하게 진행되고 있고, 그 결과 태양전지 모듈, 축전기, 전력 변환 장치 등 핵심요소 기술은 확보된 상태이나 태양광 발전의 양산 기술과 시스템 이용 기술 미흡하고 특히 태양광 발전의 보급 확대에 따른 유지보수 기술의 확보가 시급하다.

본 연구에서는 태양광 발전시설의 태양전지모듈의 동작 상태를 온라인으로 감시 진단하는 시스템을 개발한다. 대규모 태양광 발전시스템을 구축했을 때 태양전지 모듈의 출력을 측정하여 원거리에서 온라인으로 감시 및 이상 진단을 수행하여 전체시스템의 성능을 유지 할 수 있는 태양전지모듈의 온라인 감시 진단 시스템을 구축한다.

2. 태양전지모듈의 온라인 감시진단 시스템

2.1 개요

본 연구에서 구축하려는 시스템은 태양전지 모듈의 출력을 온라인 상태로 측정하여 모듈의 이상 여부를 진단하는 시스템으로 그림 1에 그 전체적인 구성을 나타내었다.

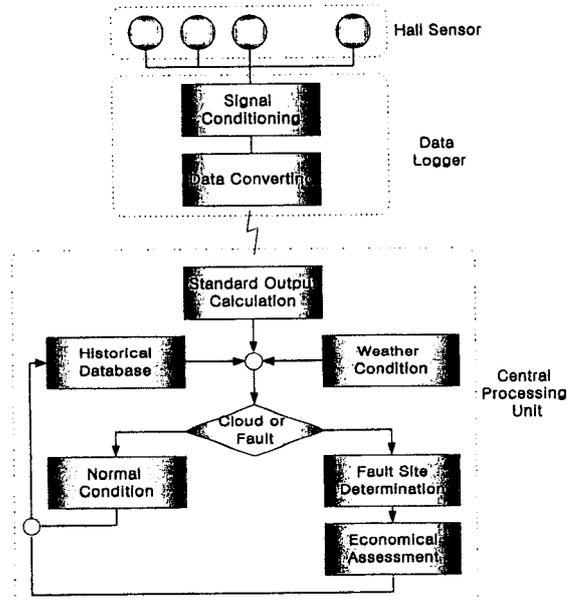


〈그림 1〉 태양전지 모듈의 온라인 감시진단 시스템의 개요

태양전지 모듈은 일조량에 따라 직류 전력을 출력하는데 모듈 내부 회로의 특성상 전압은 일정하고 전류가 변화하게 된다. 이 때 홀센서 등을 이용하여 출력 전류를 정밀하게 측정된 후, 측정된 자료를 유선 또는 무선으로 중앙처리장치로 송신하여 이상을 진단하게 된다.

2.2 이상진단 알고리즘

중앙처리 장치에서는 태양전지 모듈 출력 자료를 근거로 모듈의 이상을 진단하게 되는데, 일조량 변화에 의한 출력감소와 이상에 의한 출력감소를 판별해야 하므로 현재 표준 출력을 계산한 후 기상조건 등의 자료를 참조하여 각 모듈의 출력을 비교하는 방식을 이용한다. 이상으로 판명된 모듈에 대해서는 그 모듈의 위치와 상태를 출력하고 데이터베이스에 저장하게 된다. 그림 2에 이상 진단 알고리즘을 보인다.

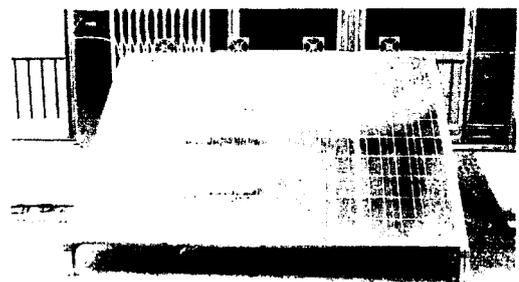


〈그림 2〉 이상 진단 알고리즘

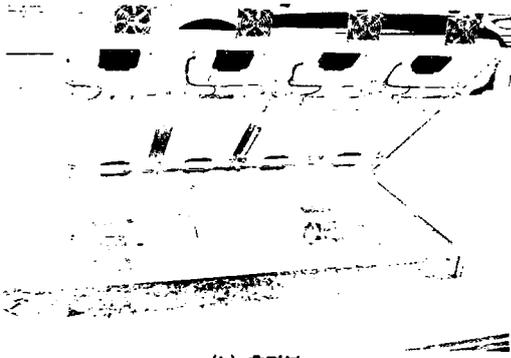
3. 샘플 시스템 제작

3.1 샘플 시스템의 하드웨어 제작

제안된 시스템의 테스트를 위해 샘플 시스템을 제작하였다. 제작된 샘플 시스템은 그림 3에 보이는 것처럼 태양전지 모듈을 전면에 배치하고 후면의 모듈의 출력부분에서 전류를 측정된 후 무선 통신 시스템을 이용해 중앙처리장치로 데이터를 송신하도록 구성하였다.



(a) 전면부



(b) 후면부
 <그림 3> 샘플 시스템

샘플 시스템의 세부 사양은 표 1과 같다. 태양전지 모듈에서 발생한 전기 에너지는 판넬 뒷면의 저항부하와 상부의 팬에서 소비시키도록 하였다. 각 태양전지 판넬의 출력부분에 전류 센서를 위치시켜 판넬의 출력 전류를 감지 한 후에 DAQ 모듈에서 디지털 값으로 변환시키고 변환된 디지털 값을 통신모듈을 통해 중앙처리장치로 송신한다. 대규모 태양광발전소의 경우 매우 많은 수의 태양전지 모듈로 구성되므로 일정한 숫자의 태양전지 모듈로 그룹화해서 진단하게 되는데, 본 연구에서는 각 모듈을 하나의 그룹으로 가정하여 시제품을 제작하였다. 샘플 시스템에서는 측정부와 중앙처리 장치 사이의 거리가 멀지 않아 통신모듈로 블루투스 통신 방식을 사용하였으나 거리가 먼 경우에는 RF방식을 사용 하는 편이 더욱 적당할 것이다.

<표 1> 샘플 시스템의 일반 사양

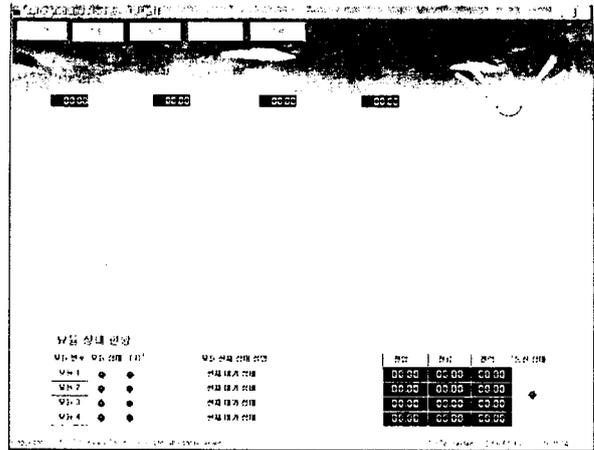
품목	사양
태양전지 모듈	<ul style="list-style-type: none"> - M O D E L : GMG 01430 - POWER(TYPICAL±10%) : 43 WATTS - CURRENT : 2.95 AMPS - VOLTAGE : 14.6 VOLTS - SHORT CIRCUIT CURRENT : 3.32 AMPS - OPEN CURCUIT VOLTAGE : 18 VOLTS
전류 센서	<ul style="list-style-type: none"> - Type-code : PP1A02-12 - Rated Current (F.S.) : 02A - Linear Range : 04A - Diameter of Primary Conductor : 0.5mm - Output Voltage : ±4V ±1% at If
DAQ	<ul style="list-style-type: none"> - 아날로그입력 분해능 : 12비트 (입력신호를 0~4,095 수치로 분해 판독) - 아날로그입력 채널수 : 8채널 - A/D컨버터 변환클럭 : 200KHz (A/D컨버터 내부 시리얼 클럭 주파수) - 통신방식 : RS232 전이중 ASCII(문자) 시리얼통신 - 통신전송속도 : 최소4,800bps ~ 최대115,200bps(보레이트스위치 조정에 따라 가변)
무선통신	<ul style="list-style-type: none"> - 작동범위 : 120m이내 - 블루투스프로토콜 : RFCOMM, 12CAP, SDP - 주파수 : 2.4 GHz - 인증 : CE, FCC, BLUETOOTH SIG PLAN NED - 인터페이스 : 9핀 DSUB - 통신속도 : 1200~115200 BAUD - SIZE : 95×30×16(mm)

3.2 모니터링 프로그램

모니터링 프로그램의 주요기능은 모듈상태현황을 램프(LED)로 표시하고 모듈의 출력전압, 전류, 전력 등의 값을 출력하면서, 모듈에 이상이 발생 시 이상 상태를 화면에 출력함과 동시에 로그파일로 저장하게 된다.

그림 4에서 모니터링 프로그램의 메인 화면을 보인다. 모니터링 프로그램의 메인화면 좌측 상단에 주 메뉴를 배치하고 중앙에 모듈들의 상태를 비주얼하게 표현하는 한편 하단에 각 모듈의 구체적인 상태와 출력 값 등을 문자와 숫자로 표시하여 사용자에게 가장 익숙한 유저 인터페이스가 되도록 GUI를 설계하였다.

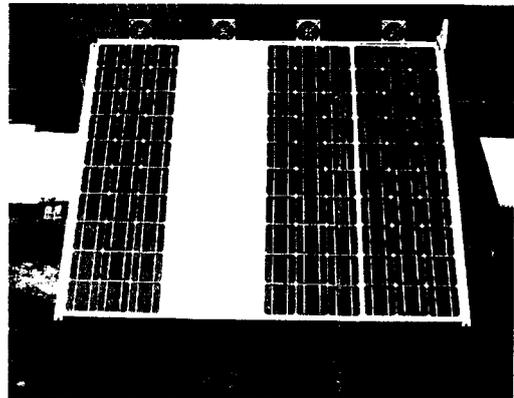
“로그”메뉴에서는 각종 이벤트 발생 시 자동 저장된 로그 파일을 불러서 확인해 볼 수 있도록 하였고, “설정” 메뉴를 통해 센서의 출력이나 통신 상태 등에 관한 각종 소프트웨어적인 셋업을 가능하게 하였다.



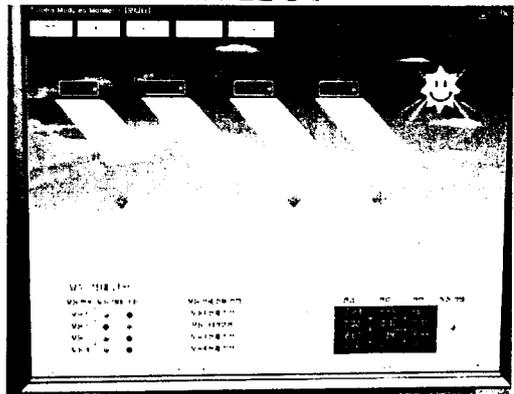
<그림 4> 모니터링 프로그램

3.3 동작 시험

샘플 시스템의 동작을 시험하기 위해 그림 5에 보이는 것처럼 인위적으로 태양광 모듈 중 하나를 가린 후 모니터링 프로그램을 확인한 결과 모니터링 프로그램에서 이상 발생 모듈의 정확한 위치와 출력값이 표시 되며 이벤트 로그파일에 이상 발생 시간, 모듈명 등이 저장됨을 확인하였다.



(a) 판넬 상태



(b) 이상진단 상태

<그림 5> 샘플 시스템의 동작 시험

4. 결 론

본 연구에서는 대규모 태양광 발전시스템을 구축했을 때 태양전지 모듈의 출력을 측정하여 원거리에서 온라인으로 감시 및 이상진단을 수행하여 전체시스템의 성능을 유지 할 수 있는 태양전지모듈의 온라인 감시 진단 시스템을 구축하였다. 개발된 온라인 감시 진단 시스템은 국제적으로 태양광 발전 시스템의 유지 보수 기술 선점하고, 태양전지 모듈의 정확한 감시 진단으로 효율적 유지 보수가 가능해져 태양광 발전 시스템의 유지 보수관리비 감소로 경제적 이득 창출이 기대된다.

본 시스템을 이용하여 앞으로 정부가 주도하는 태양광 대체 에너지기술 개발과 보급을 위한 기술 자료나 ESCO 사업의 대안으로 가능성 검토를 위한 기술적 분석 자료로 이용이 가능하고 태양광 발전 시스템 사업의 분야로의 진출을 유도하는 기술적 자료의 제공이 가능할 것이다.