

독립형 태양광발전장치를 이용한 전원공급장치 구성에 관한 연구

김선영*, 박재범*, 신건*, 김섭한*, 노대석*, 김하호**
 한국기술교육대학교*, 한국폴리텍6대학**

A Study on the Power Supply System Using PV Systems

Sunyoung Kim*, Jaebum Park*, Jian Shin*, Subhan Kim*, Daeseok Rho*, Haho Kim**
 Korea University of Technology and Education*, Korea Polytechnic VI**

Abstract - 본 논문에서는 환경오염이 거의 없고, 무한한 에너지 원인 태양광을 이용하여 발전하는 태양광발전장치를 이용하여, 2차전지 및 IT기술을 기반으로 태양광발전장치를 이용한 전원공급장치를 제작하였다. 이 장치를 한국기술교육대학교의 몽골 해외봉사단에서 직접 설치, 운용하여, 상용전원이 제한적인 개발도상국 및 후진국에 도입하여 생활의 질을 한층 높일 수 있도록 하였다. 이 태양광발전 전원공급장치는 발전된 전기 에너지를 충전컨트롤러를 통해 2차전지 및 독립형 인버터로 전달되어 상용전원으로 사용할 수 있게 된다. 독립형 태양광발전장치는 대상 부하의 크기를 고려하여 각각의 장비를 선정하였고, 2차전지를 이용하여 주간에 저장된 전기에너지를 발전을 하지 않는 저녁에 사용하므로 단속적인 태양광에너지의 단점을 보완하였으며, 태양광발전장치에서 실시간으로 출력되는 데이터 값을 IT기술을 통하여 감시 및 제어할 수 있게 구성하였다. 이는 상용전원 공급이 제한적인 개발도상국이나 독립적인 전원이 필요한 외진 곳의 수용가에게 전기 수요를 만족시킬 수 있을 것이라고 예상된다.

기능은 2차전지의 정상적인 충전을 통해 2차전지의 용량을 최대한 사용하면서 수명을 연장시켜주는 것이다. 또한 전류의 역방향 흐름을 방지하고 과충전 및 과방전을 막아 2차전지의 수명 연장 과 효율적인 충전을 할 수 있게 한다. 태양광에서 나오는 데이터 값을 RS-232통신방식을 통하여 HMI소프트웨어에 데이터를 전송하여 감시 및 제어를 할 수 있다.

2.3 독립형 인버터

그림 4는 DPK 독립형 인버터이다. 이 인버터는 효율을 향상시켜 낮은 전압에서도 정상적인 출력이 가능하도록 하고 전압 24V의 변동에도 5%이내의 출력전압의 변화로 안정된 전원공급을 가능하게 하였으며 과열보호 및 각종 보호회로가 내장되어 있어 인버터의 자체 보호가 가능하도록 하였다.

1. 서 론

본 논문에서는 수용가의 평균 사용부하에 따른 각각의 장비설정 알고리즘에 의하여 독립형 태양광발전장치를 제작하였다. 이 장치는 태양광발전장치에서 나오는 전기에너지를 충전컨트롤러에 의하여 안정적인 전압을 2차전지 및 독립형 인버터에게 전달하며, 인버터에 의해 변환된 AC전압을 전원으로 사용할 수 있도록 하였다. 또한, 1년 중 태양광 발전을 할 수 없는 부조일에도 2차전지를 사용하여 부하에 전원공급이 가능하며 통신이 가능한 충전컨트롤러 및 독립형 인버터를 사용하여 태양광발전에서 발전되는 데이터 값 과 독립형 인버터에서 나오는 데이터 값을 모니터링 할 수 있게 구성하였다. 일본의 경우 기존의 일반가정에 상용되는 독립형 태양광발전장치를 설치한 후 12년 이내에 약 31%가 고장을 일으킨 것으로 알려졌다. 이는 태양전지의 출력에 따라 자재를 선정하여 설치하였기 때문에 고장이 발생한 것이며, 이는 설치비용 낭비 또는 전력공급이 부족한 상황을 초래할 수 있다. 따라서 본 논문에서는 자체 선정에 있어서 수용가의 평균 사용부하량의 기초 하에 2차전지의 방전심도, 하루 평균 동작시간 및 부조일과 같은 요소에 대한 분석을 통하여 자재들을 선정함으로써 설치비용을 최소화 할 수 있고 공급과 수요의 불평형으로 인한 고장을 줄일 수 있다.

2 독립형 태양광발전장치 구성요소

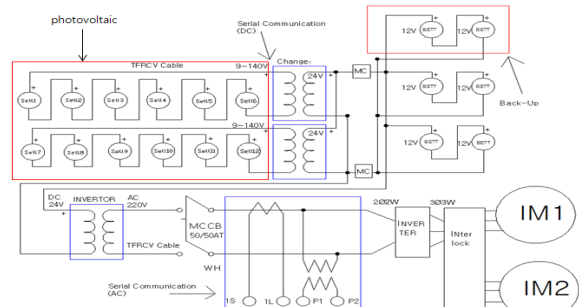
그림 1은 독립형태양광발전장치 구성도이다. 태양전지모듈을 직·병렬 연결하여 충전컨트롤러에 연결하고 충전컨트롤러는 다시 직·병렬 연결된 2차전지에 연결된다. 2차전지는 다시 인버터로 연결되며 차단기, 전류계, 전력량계에 순차적으로 연결되며 마지막으로 3상3선식인버터를 통해 부하에 전원을 공급한다.

2.1 2차전지

일반적으로 발전하는 시간과 발전을 하지 않는 시간이 다르므로 독립형태양광발전장치는 그림 2와 같이 DC 12V의 250(20HR)AH 2차전지 2개를 직렬 연결하여 DC 24V의 전력이 출력되도록 구성하였으며, 발전한 전력을 우선 2차전지에 저장시킨 후 필요에 따라 2차전지에서 방전하여 전력을 사용할 수 있다.

2.2 충전컨트롤러

그림 3은 TS-60A 충전 컨트롤러이다. 이 충전 컨트롤러의 주



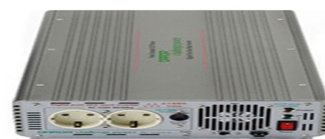
〈그림 1〉 독립형태양광발전장치 구성



〈그림 2〉 2차전지



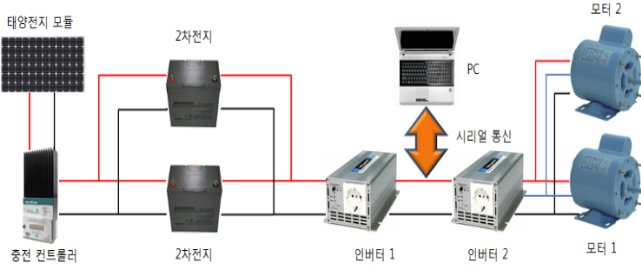
〈그림 3〉 TS-60A 충전 컨트롤러



〈그림 4〉 DPK 독립형 인버터

3. 독립형 태양광발전장치 제작

독립형 태양광발전 장치는 다음과 같이 구성하였다. 독립형 태양광발전장치는 크게 태양전지, 접속반, 충전컨트롤러, 2차전지 및 인버터로 구성되어 모듈에서 발생하는 전기에너지는 충전컨트롤러에 전달되면 충전컨트롤러는 안정된 전압을 2차전지에 보내 DC 24V를 출력하게 된다. DC전압은 인버터를 통해 AC 220V를 보내게 되며 부하의 사용 용도에 따라 3상3선식의 전력을 출력한다. 또한, 네트워크 통신기술을 이용하여 인버터 및 충전컨트롤러에서 나오는 데이터 값을 유무선 감시제어 할 수 있도록 구성하였다.



〈그림 5〉 독립형 태양광발전장치 개념도

4. 자재선정방법

태양광발전장치는 사용될 부하에 따라 태양전지의 용량, 2차전지의 용량 및 인버터의 용량을 계산 하는 것은 중요하다. 따라서 본 논문에서 제안하고자 하는 독립형태양광발전장치에 사용될 자재들은 다음과 같은 식을 이용하여 전체 시스템의 안정성을 확보하고 효율적으로 사용될 예정이다. 이는 다른 현장의 자재선정에도 기여할 것이다.

4.1 태양전지

태양전지의 선정은 주로 1년을 단위로 하여 평균적인 수요 전력을 산출하여 그 이상의 용량으로 선정하였다. 단편적인 예로 전동모터를 구동할 때 1년간 모터의 구동에 소비되는 전력을 계산하고 설치할 모듈개수에 따라 태양광 총발전량을 계산한 다음 최종적으로 태양전지 용량을 산출하게 된다. 그 계산 방법은 각각 식(1) - (3)과 같다.

$$1\text{년간소비전력}[Whr] = \text{소비전력}[W] \times 365\text{일} \times \text{사용시간} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \text{태양광총발전량}[Khr] &= \text{인버터 발전효율} \times \text{경사면일사량}[연평균] \\ &\times \text{어레이면적}[m^2] \times \text{태양전지효율} \times 0.95[\text{손실계수}] \end{aligned} \quad (2)$$

$$\text{태양전지용량} = \frac{\text{연간소비전력}}{\text{연간1W모듈발전량}} \quad (3)$$

또한, 태양전지 모듈은 온도의 변화에 따라 발전량도 달라진다. 이 변수는 2차전지 용량선정에도 영향이 미치므로 충분한 고려를 해야 한다. 그 추정식은 식 (4), (5)와 같다.

$$V_{\text{output}} = V_{mp} + [T_{\text{now}} - 25^{\circ}\text{C}] \times \epsilon \quad (4)$$

$$W_{\text{output}} = W_p + [T_{\text{present}} - 25^{\circ}\text{C}] \times \lambda \quad (5)$$

여기서, V_{output} : 출력전압 W_{out} : 출력전력
 V_{mp} : 25°C에서의 출력전압 W_p : 25°C에서의 출력전력
 ϵ : 전압온도계수 λ : 전력온도계수
 T_{present} : 측정시 온도

4.2 2차전지

2차전지는 태양전지 모듈의 온도 변화에 의한 출력까지 고려하여 해당지역의 온도특성을 파악하고 최대 출력할 수 있는 전기에너지를 저장할 수 있는 용량 이상으로 선정하였다. 또한, 태양광발전을 하지 않는 부조일에 2차전지의 용량의 65%만 사용한다면 방전심도를 0.65로 설정하여야 한다. 이런 사항들을 고려

하여 2차전지의 용량을 추정하는 계산식은 식 (6)과 같다.

$$C_{\text{battery}} = \frac{L_b \times D_r \times 1000 \times 1.2}{L \times V_b \times N \times DOD} \quad (6)$$

여기서, L_b : 1일 소비전력[KWh] D_r : 부조일수
 L : 보수율 V_b : 2차전지 전압
 N : 2차전지 개수 DOD : 방전심도

4.3 독립형 인버터

독립형 인버터를 선정 시에는 정격출력용량을 계산하여 출력이 그 이상인 인버터를 선정하여야 한다. 이 선정방법에 의한 인버터의 정격출력용량 계산식은 식 (7)과 같다.

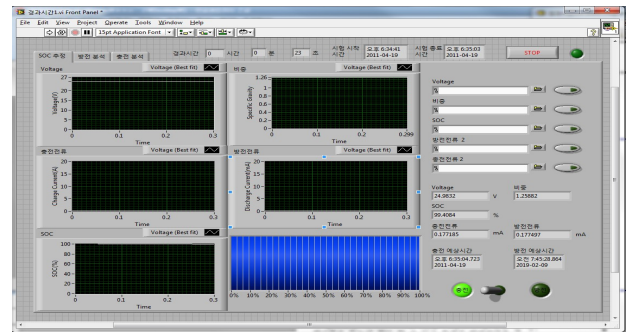
$$W_{\text{rating}} = \frac{W_{\text{load}}}{\epsilon} \quad (7)$$

여기서, W_{rating} : 정격출력용량 W_{load} : 부하측 출력용량
 ϵ : 인버터효율

일반부하와는 달리 모터를 독립형인버터에 연결하여 가동시킬 때 정격소비전력보다 평균 2, 3배 이상의 기동전력이 필요하다. 따라서 독립형 인버터는 정격용량 및 기동전류용량을 확인 한 후 이 두 조건을 모두 만족 시키는 제품을 선정하였다.

4. LabVIEW를 이용한 2차전지에 대한 감시 및 제어

독립형태양광발전장치의 인버터와 같은 경우 통신장비를 구비하고 있어 출력되는 데이터들을 직접 PC에 전송 할 수 있으나 2차전지는 별도의 통신장비가 없으므로 DAQ보드를 이용하여 데이터를 측정하여 모니터링 한다. 그림 5는 LabVIEW를 이용한 2차전지에 대한 감시 및 제어 프로그램이다. 이 프로그램을 이용하여 2차전지의 SOC(State of Charge), 출력전압 및 출력전류를 추정할 수 있다. 따라서 2차전지의 출력 상태에 따라 2차전지의 고장여부, 전력공급 및 소비전력의 수급상태를 확인 할 수 있고 충·방전 상태를 감시 및 제어 할 수 있다.



〈그림 6〉 LabVIEW를 이용한 2차전지상태 감시 및 제어 프로그램

3. 결 론

본 논문에서는 독립형 태양광 발전 장치에 대한 연구를 통하여 이 장치에 사용될 여러 가지 자재들을 선정함에 있어서 적절한 수치 계산을 진행함으로써 태양전지 모듈에서 출력되는 전기에너지를 충분히 활용할 수 있고 사용된 자재들의 안정적인 동작 및 자체 보호가 가능하도록 하였으며 또한 경제적인 측면에서는 전동모터를 작동하는데 필요한 전력 만큼 발전하고 전력을 전달하여 제작원가의 낭비가 없도록 하였다. 또한 2차전지를 이용하여 전기에너지를 저장하여 필요할 때에만 사용 할 수 있도록 하여 해당지역 사용자들의 편리성을 높여줄 수 있음을 확인하였다.

[참고 문헌]

- [1] 김성연, "LabVIEW를 이용한 2차전지 시스템에 대한 상태 감시 및 제어장치에 관한 연구", 한국산학기술학회 추계학술대회, 2011년
- [2] 박재범, "50KW 태양광발전의 원격제어시스템 구축", 한국산학기술학회 추계학술 대회, 2011년