

# 일사량 데이터를 이용한 태양광 부스트 컨버터의 MPPT 성능분석

김학수, 강성관, 노의철, 김흥근\*, 전태원\*\*,  
부경대학교, 경북대학교\*, 울산대학교\*\*

## MPPT Performance Analysis of the PV Boost Converter using Solar Irradiance DATA

Hak Soo Kim, Sung Kwan Kang, Eui Cheol Nho, Heung Geun Kim\*, Tae Won Chun\*\*  
Pukyong National Univ., Kyungpook National Univ.\*, University of Ulsan\*\*

### ABSTRACT

본 논문에서는 일사량 데이터를 이용한 태양광 부스트 컨버터의 MPPT 성능분석에 대한 연구를 제안한다. 실외 실험을 통해 일사계(Pyranometer)로 측정된 일사량 데이터와 그에 따른 태양광 패널의 출력 데이터를 검토하여 부스트 컨버터의 MPPT 성능을 테스트 하였으며, 측정된 일사량 데이터를 토대로 수행한 시뮬레이션과 실험결과를 비교 분석하였다.

데이터는 날짜 별, 시간 별 또는 각 파라미터 별로 측정범위를 지정하여 검색이 가능하기 때문에 필요한 조건에 맞춰서 효율적으로 데이터를 추출할 수 있다.

### 1. 서론

태양광 시스템의 개발에 있어서 PV simulator 혹은 SAS(Solar Array Simulator)는 태양광 모듈을 실외에 직접 설치하지 않고도 실내에서 태양광 모듈의 특성과 다양한 일사조건의 모사가 가능하기 때문에 시스템 개발 시, 비용 및 시간과 공간을 절감할 수 있으며 시스템의 용량이 커지면 커질수록 그 효과는 매우 크다. 그러나 시뮬레이터에서 모사하는 태양광 모듈의 특성은 제조사에서 제공해주는 STC(Standard Test Condition)에서의 스펙이기 때문에 실제 태양광 시스템 운용 시 일사량, 온도, 입사각도 등 태양광 시스템의 출력에 결정적인 영향을 미치는 요인들에 의해 달라지는 태양광 모듈의 출력 특성은 시뮬레이터로 모사하기가 힘들다. 따라서 시스템의 사후운영관리 및 유지점검의 측면에서 이러한 환경적 요인들을 필수적으로 고려해야 한다. 그렇기 때문에 대부분의 실제 시스템에서 모니터링 프로그램을 도입하여 데이터를 측정 및 수집한다. 이렇게 수집된 데이터를 처리하여 태양광 시스템을 성능 평가분석 함으로써 저비용으로 시스템의 신뢰성과 안정성을 최적화할 수 있다<sup>[1,2]</sup>. 모니터링 프로그램으로 수집한 데이터 활용의 일환으로 본 연구에서는 측정된 데이터 중 일사량 데이터를 이용하여 일사량에 따른 MPPT 제어성능 분석과 실험결과와 측정된 일사량 데이터가 적용된 시뮬레이션 결과를 비교한다.

### 2. 태양광 모니터링 프로그램을 이용한 일사계(Pyranometer)의 측정데이터 수집

그림 1은 본 연구를 위해 개발한 태양광 모니터링 프로그램의 GUI이다. 태양광 모듈의 출력전압, 전류, 전력, 일사량, 저항 및 듀티에 해당하는 총 6개의 파라미터 측정이 가능하며 120 Hz의 주파수로 데이터를 샘플링 하여 저장한다. 이렇게 측정된

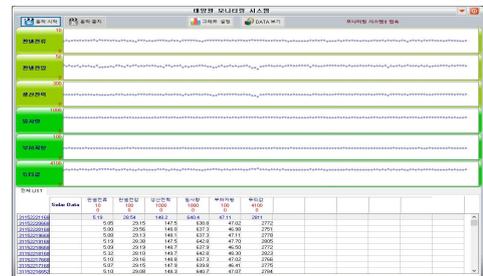


그림 1 태양광 모니터링 프로그램  
Fig. 1 PV monitoring program

본 연구에서 일사량 측정에 사용한 Pyranometer는 apogee instrument사의 sp 110 모델로, 일사량이 1000 W/m<sup>2</sup>일 때 200 mV의 전압이 출력된다. Pyranometer의 출력레벨이 낮으므로 노이즈의 영향을 고려해 출력전압을 10배 증폭시켜 컨트롤러에 입력시킨다. 따라서 컨트롤러에 2V가 입력되었을 때 태양광 모니터링 프로그램에 일사량이 1000 W/m<sup>2</sup>로 표시된다.

Pyranometer는 포토다이오드와 같은 광센서보다 가격은 비싸지만 저가의 일반적인 광센서에 비해 반응하는 빛의 스펙트럼이 넓기 때문에 정밀한 일사량의 측정이 가능하다. 그림 2는 태양복사에너지의 스펙트럼과 sp 110 모델이 응답하는 빛의 스펙트럼을 비교하여 나타낸 것이다<sup>[3]</sup>.

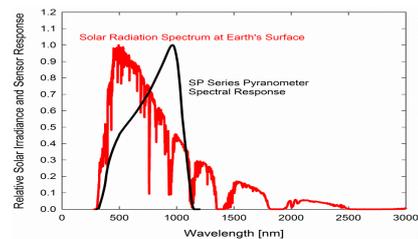


그림 2 태양 복사의 스펙트럼과 sp-110 일사계의 스펙트럼에 따른 응답성  
Fig. 2 Solar radiation spectrum and spectral response of sp-110 pyranometer

### 3. 일사량 데이터를 이용한 실험결과와 시뮬레이션 결과의 비교

실험 및 시뮬레이션에 적합한 태양광 모듈은 LG전자의 250W 단결정 모듈 LG250S9W M3 모델이며 표 1은 STC에서의 Spec을 나타낸 것이다<sup>[4]</sup>.

표 1 LG250S9W-M3의 전기적 특성  
Table 1 Electric characteristics of LG250S9W-M3

Parameter	Value
$P_{max}$	250 [W]
$V_{max}$	27.8 [V]
$I_{max}$	9 [A]
$V_{oc}$	34.7 [V]
$I_{sc}$	9.48 [A]

그림 3은 Pyranometer가 부착된 태양광 모듈의 사진이다. 일사량 측정 시 측정방식은 GHI(Global Horizontal Irradiance)와 POA(Plane Of the Array)가 있는데 입사각을 고려하지 않고 일반적인 일사량을 측정할 경우에는 GHI 방식을 이용하지만 실제 태양광 모듈의 성능 분석에는 Pyranometer의 입사각과 태양광 모듈의 입사각을 같게 하는 POA방식을 적용한다.

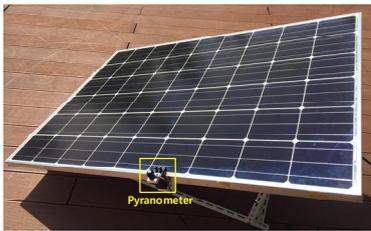


그림 3 일사계가 부착된 태양광 패널  
Fig. 3 PV panel with a pyranometer

그림 4는 태양광 모니터링 프로그램으로부터 수집된 데이터가 처리되는 개념을 간략하게 표현한 것이다. 태양광 모니터링 프로그램에서 측정 데이터는 CSV 파일 형태로 추출된다. MATLAB에 데이터 분석에 유용한 기능들이 많기 때문에 이를 활용하면 Plotting, Scaling 등의 탐색적 데이터 분석(EDA)을 효율적으로 할 수 있다. 또한, CSV파일의 데이터는 Simulink의 Signal Builder에 입력가능하기 때문에 시뮬레이션 상 PV모델에 실제 일사량을 입력하여 시뮬레이션 할 수 있다.

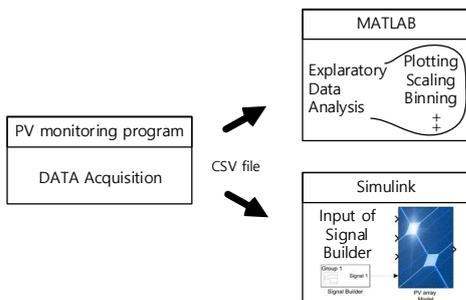


그림 4 데이터 처리의 간략한 개념도  
Fig. 4 Simple conceptual diagram of data processing

그림 5는 특정 시간의 일사량에 대한 실험결과와 시뮬레이션 결과를 비교한 파형이다. 대략 6분 간 일사량과 태양광모듈의 출력 전력을 측정된 것으로 실험결과와 시뮬레이션 결과는 다음과 같다.

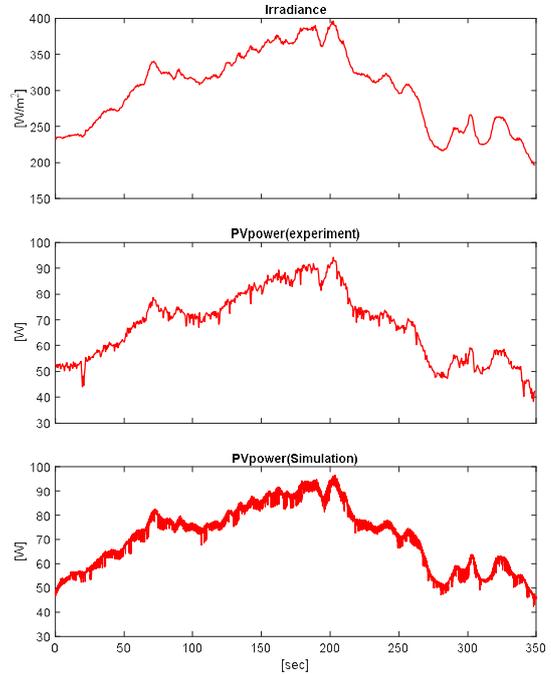


그림 5 실험과 시뮬레이션 파형의 비교  
Fig. 5 Comparison of experimental result and simulation result waveforms

실험 파형과 시뮬레이션 파형을 비교해보면 실험과 시뮬레이션 모두 일사량의 변화에 따라 전력을 잘 추종하며 실험데이터와 시뮬레이션 샘플 타임에 의한 차이에 의한 plotting point 개수의 차이를 제외하면 전체적인 실험과 실제 일사량을 입력한 시뮬레이션의 결과가 비슷한 것을 확인할 수 있다.

### 4. 결론

본 논문에서는 일사량 데이터를 이용한 태양광 부스트 컨버터의 MPPT 성능을 분석하였다. 태양광 모니터링 프로그램을 이용하여 일사량 데이터를 수집하고 이를 시뮬레이션에 적용하여 실제 실험결과와 비교해 보았다. 이러한 데이터 활용 방법은 태양광 발전 관련 분야에 유용할 것으로 기대된다.

### 참고 문헌

- [1] 유권중, "태양광발전시스템 성능평가분석", 한국에너지기술연구원 재생에너지 연구부 태양광발전연구단, 2006, 6
- [2] Ali Tahri, Takashi Oozeke, Azzedine Draou, " Monitoring and Evaluation of Photovoltaic System ", Energy Procedia 42 (2013) pp.456 464
- [3] Model SP 110 user manual, apogee instruments, Inc
- [4] LG전자 단결정 모듈 카탈로그