

# 태양광전지 성능 분석기 개발

박현아, 김성준, 장혜원, 김효성  
공주대학교 전기전자제어공학부

## Development of PV cell performance analyzer

Hyeonah Park, Sungjun Kim, Hyewon Jang, Hyosung Kim  
School of EE and control Engineering, Kongju National University

### ABSTRACT

태양광전지는 태양광 에너지를 전기에너지의 형태로 변환한다<sup>[1]</sup>. 태양광전지는 부하조건에 따라 전류원 및 전압원의 특성을 모두 갖는 I-V 특성곡선을 나타낸다. 같은 회사에서 제조한 동일한 모델의 태양광전지라 하더라도 특성에 조금씩 편차가 발생한다. 태양광전지를 직렬접속하여 대규모의 태양광어레이를 구성하는 경우, 각 태양광전지의 특성편차는 전체 태양광어레이의 전력생산능력을 감소시키게 되므로 같은 특성을 갖는 태양광전지를 구별하여 어레이를 제작할 필요가 있다. 본 논문에서는 이러한 태양광전지의 특성을 자동적으로 측정·분석하여 LabVIEW GUI화면을 통하여 결과를 출력하는 태양광전지 성능 분석기를 개발한다.

### 1. 서론

제한된 태양광전지 성능 분석기는 태양광이 비치면 자동적으로 부하저항 값을 가변 시키면서 전류 전압 특성곡선을 구현하여 화면에 나타내고, 그에 따른 전력을 계산하여 보여준다. 태양광전지의 표면과 태양광의 일사각도에 따른 특성곡선의 차이, 그들이 지거나 태양광전지 표면에 그림자가 생겼을 경우 등의 다양한 측면에서의 특성곡선을 분석함으로써 태양광전지에 대하여 깊이 있게 이해할 수 있고, 이를 기초로 태양광전지 성능 분석기의 다양한 활용법을 연구할 수 있다<sup>[2]</sup>.

## 2. 태양광전지 성능 분석기 하드웨어 구성

### 2.1 태양광전지

그림 1은 본 연구에서 실험용으로 사용된 태양광전지 시료의 외관 및 사양을 나타낸다. 그림 1의 태양광전지의 재질은 아몰퍼스박막형이며  $I_{SC}$ (Short Circuit) 0.808A,  $V_{OC}$ (Open Circuit) 22.8V,  $P_{MPP}$ (Maximum Power Point) 10.3W의 사양을 가진다.

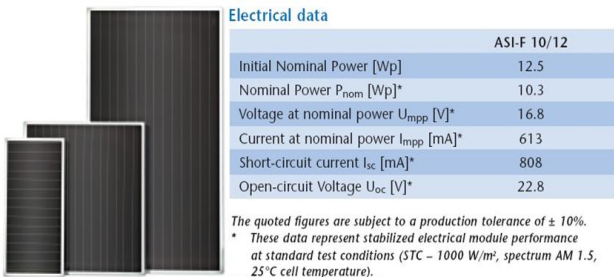


그림 1 태양광전지 ASI-F 10/12의 외관 및 성능자료.

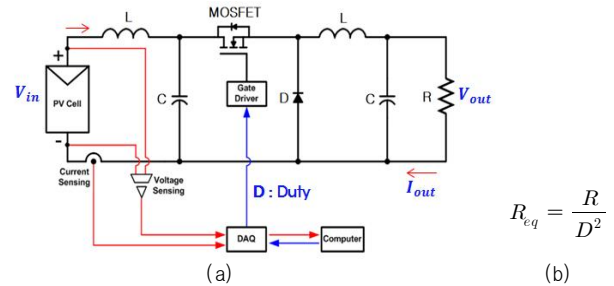


그림 2 태양광전지 성능 분석기 구성: a) 시스템 회로 구성도, b) 등가부하저항 계산식.

### 2.2 태양광전지 실험 구성

태양광전지 시료의 부하측에 가변저항대신 벅 컨버터를 연결하여 스위치의 듀티비로 등가 부하 저항값을 바꾸어 줌으로써 부하 저항을 수동으로 바꾸어 주어야 하는 문제점을 해결한다. 벅 컨버터의 통류율을 제어하면 태양광전지의 다양한 부하 저항값을 얻을 수 있고, 그에 따른 다양한 전류 전압 특성곡선을 그릴 수 있다. 또한 벅 컨버터의 통류율을 LabVIEW 프로그램으로 제어하면서 측정 전류 전압을 모니터링 함으로써 실험의 자동화를 구현하였다. 그림 2는 태양광전지 성능 분석기의 구성도를 보인다.

### 2.3 벅 컨버터 LC필터 설계

벅 컨버터의 경우 일정한 주기로 스위칭하는 스위칭 소자를 사용하기 때문에 스위치가 on되어있는 동안 입력전원이 회로에 연결되고 off되어있는 동안은 끊어진다. 이와 같이 주기적으로 단속되는 펄스모양의 전압을 LC필터를 통하여 평활하여 직류전압을 출력하기 위하여 LC필터 설계는 필수이다<sup>[2]</sup>. LC필터의 설계 방법은 다음과 같다. 우선 입력전압과 출력전압을 이용하여 식 (1)과 같이 듀티를 계산한다.

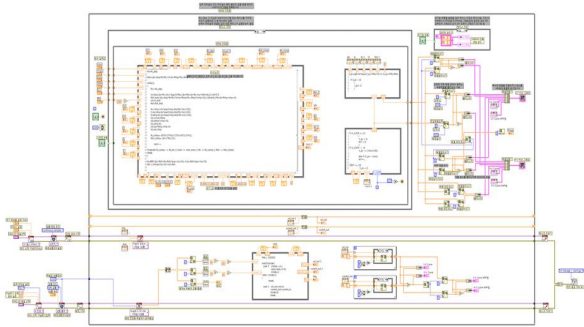
$$D = \frac{V_o}{V_i} \quad (1)$$

인덕터 전압  $V_{Lf}$ 을 구하여 식 (2)와 같이 인덕턴스를 구한다.

$$L_{fB} = \frac{V_o(1-D)T}{\Delta I_L} = \frac{(V_i - V_o)DT}{\Delta I_L} \quad (2)$$

출력전압의 Ripple(2% 이내)을 고려하여 식 (3)과 같이 커패시터를 선정한다.

$$C_{fB} = \frac{\Delta I_L}{8\Delta V_{of} f_{sw}} \quad (3)$$



(a)



(b)

그림 3 LabVIEW GUI설계 화면: a) 블록다이어그램, b) 프론트패널.

## 2.4 LabVIEW GUI 설계

LabVIEW는 제어, 계측 분야에서 실험의 자동화하기에 쉽고 편리한 툴이다. LabVIEW는 그래픽 프로그래밍 언어로 이루어져 있어 데이터의 흐름을 직관적으로 관찰할 수 있는 장점을 가진다. 블록다이어그램은 작업 수행절차를 코딩을 하는 부분이고, 프론트패널은 프로그램 실행 시 사용자에게 보여지는 부분이다. 그림 3의 LabVIEW 프로그램은 블록다이어그램과 프론트패널의 설계 화면을 나타내며 PWM 생성과 전류 전압 측정 및 태양광전지 시료의 사양에 따른 이상적인 I-V 특성곡선을 그릴 수 있는 모델링 알고리즘을 구현하였다.

## 3. 태양광전지 성능 분석실험 결과

### 3.1 태양광전지 성능 분석기 실제구성

그림 4는 본 논문에서 태양광전지 성능 분석실험에 사용되는 장비의 구성을 사진으로 보여준다. 실제 구축된 장비로는 태양광전지 시료, LabVIEW 프로그램, DAQ 장비, SMPS, 벡 컨버터가 있다.

### 3.2 태양광전지 특성곡선 구현 및 비교

그림 5는 태양광전지 성능 분석실험을 통하여 I-V 특성곡선을 측정할 실험결과이다. 실험에 의하여 태양광전지에서 출력되는 전류 전압을 측정하여 출력되는 I-V 특성곡선과 태양광전지 모델링 알고리즘에 의하여 그려지는 이상적인 I-V 특성곡선과 비교를 하였을 때, 두 I-V 특성곡선은 약간의 오차가 있으나 특성이 유사함을 알 수 있다.

그림 6은  $I_{SC}$ 와  $P_{MPP}$  매칭을 통한 태양광전지 성능분석 과정을 보인다. 태양광전지의 이상적인 특성곡선과 실제측정으로 그려진 특성곡선은 일치하지 않고  $I_{SC}$ ,  $V_{OC}$ ,  $P_{MPP}$ 가 서로 다른 값을 가진다. 이는 해당 태양광전지 시료가 구입한 지 5년 정도가 되어 노후되었기 때문에 분석된다. 그림 6은 이상적인

특성곡선과 실제측정 특성곡선과의  $I_{SC}$ ,  $P_{MPP}$  매칭을 통해 태양광전지 시료의 노후정도를 정량적으로 분석할 수 있음을 보인다.

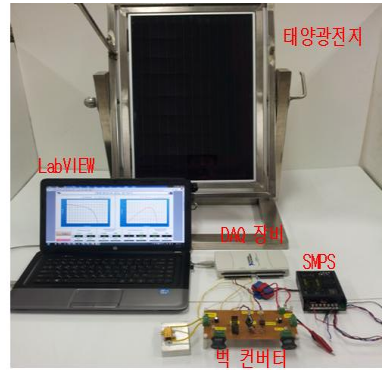
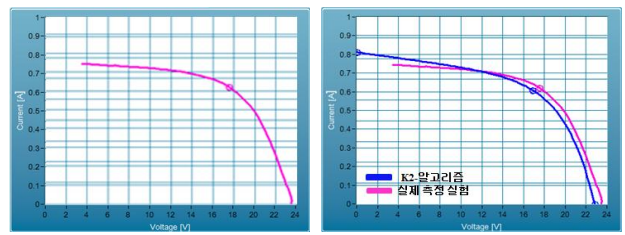


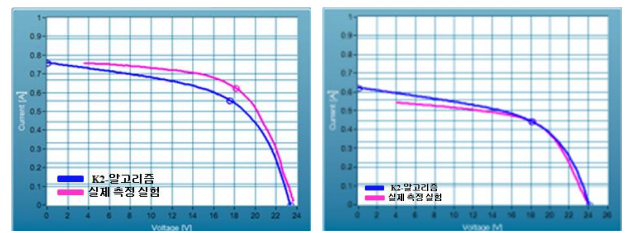
그림 4 태양광전지 성능 분석기 실제구성사진.



(a)

(b)

그림 5 I-V 특성곡선 구현: a) 태양광전지 측정 특성곡선, b) 이상적인 I-V 특성곡선과의 비교.



(a)

(b)

그림 6  $I_{SC}$ ,  $P_{MPP}$  매칭 특성곡선 비교: a)  $I_{SC}$  매칭을 통한 특성곡선 비교, b)  $P_{MPP}$  매칭을 통한 특성곡선 비교.

## 4. 결론

본 논문에서는 부하저항 자동조정용 벡 컨버터를 설계·제작하고 LabVIEW 프로그램을 이용하여 실험 자동화시스템과 실시간 모니터링 시스템을 구축하여 태양광전지 성능 분석기를 개발하였다. 태양광전지 성능 분석기 개발을 통하여 다양한 환경조건에 따른 태양광전지의 반응 특성을 분석하여 태양광발전의 최적운전조건을 개발할 수 있고, 특성이 유사한 태양광전지를 분류하여 태양광 어레이를 조합함으로써 태양광발전의 연간생산량을 증대시키는 데 기여할 수 있다.

이 논문은 2012년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임 (No. 2012R1A1A2039747).

## 참고 문헌

- [1] Brochure, Elgar TerraSAS: Programmable Solar Array Simulator, AMETEK Programmable power Co.
- [2] IEC EN50530 Standard for Overall efficiency of photovoltaic inverters, CENELEC, Stassart 35, B 1050 Brussels.
- [3] 이성민, 유태식, 김효성, "스위칭방식 PV Simulator의 전력회로와 LCL필터 설계", 전력전자학회논문지, 2012, 10, pp. 431-437