

# 차량 적용을 위한 태양광 발전소자의 발전특성에 대한 연구

전선우, 배성우<sup>†</sup>  
한양대학교

## A Study on the Power Generation Characteristics of Photovoltaic Panel for Vehicle Application

Seonwoo Jeon, Sungwoo Bae<sup>†</sup>  
Dept. of Electrical Engineering, Hanyang University, Seoul, Korea

### ABSTRACT

본 논문은 실제 차량 운행 조건에서 차량에 적용한 태양광 발전모듈의 발전특성을 분석하였다. 태양광 발전모듈 적용차량의 발전특성 분석을 위해 조도계 및 온도계를 이용한 실제 데이터를 활용하였으며, 차량 조건 및 온도 조건에 따라 발전 가능한 최대전력량을 도출하였다. 태양광 발전모듈에 대한 특성 데이터 및 태양광 발전모듈 적용차량의 실제 도로 운행 시 측정된 일사량 데이터를 통하여 태양광 발전모듈을 탑재한 차량의 발전특성을 연구하였다.

### 1. 서 론

최근 차량에 적용되는 고출력 전장부하의 증가로 인해 차량 내 효율적인 전기에너지 관리와 전원안정성 확보가 요구된다<sup>[1]</sup>. 이에 따라 태양광, 폐열 등 차량에서 발전 가능한 여러 에너지 원으로부터 효율적으로 전기에너지를 활용하는 보조전원체계 연구가 활발하다. 하지만 보조전원체계 운용에 대한 연구에서 차량루프에 태양광 모듈을 부착하여 실제 도로 조건을 반영한 태양광 모듈의 발전특성 분석에 대한 연구는 부족하다. 따라서 본 논문은 실제 태양광모듈이 탑재된 차량이 주행 시 건축물의 그늘, 지하차도, 고가 차도 등이 포함된 시내주행 코스를 선정하여 차량에 탑재된 태양광모듈의 발전특성을 연구하였다.

### 2. 태양광모듈 탑재 차량 발전 특성 분석

#### 2.1 태양광모듈 탑재 차량 시험 조건

본 논문의 태양광모듈 탑재 차량은 그림 1과 같이 차량의 루프에 태양광 모듈, 조도계 및 온도계를 설치하여 겨울철 실제 도로 운행 조건에서 시험세트를 구성하였다. 탑재된 태양광 모듈은 최대출력 200[W], 최대출력점 전압 37.4[V], 최대출력점 전류 5.55[A]이며, 태양광 모듈의 사양은 표 1과 같다. 태양광 모듈 탑재 차량의 실제 도로 시험을 위해 그림 2와 같이 실제 차량이 주행 시 건축물의 그늘, 지하차도, 고가 차도 등이 포함된 시내주행 코스를 선정하였다. 태양광모듈이 탑재된 차량의 경우, 시내주행 코스에서 태양광모듈의 조도량이 급격하게 변하는 구간이 많으므로 이에 따른 태양광모듈의 급격한 전압 변화에 빠른 응답성을 지니고, 상용화 시 구현이 용이한 Perturb & Observation (P&O) Maximum Power Point Tracking

표 1 PV 모듈 전기적 특성 파라미터

Table 1 PV module electrical characteristic parameter

Parameter	Value	Unit
최대출력 ( $P_{max}$ )	200	[W]
최대출력점 전압 ( $V_{mp}$ )	37.4	[V]
최대출력점 전류 ( $I_{mp}$ )	5.55	[A]
개방전압 ( $V_{oc}$ )	46.1	[V]
단락전류 ( $I_{sc}$ )	6.15	[A]
온도에 따른 전압 변동	$-(80\pm 10)$	mV/°C
온도에 따른 전류 변동	$(0.065\pm 0.015)$	%/°C
온도에 따른 출력 변동	$-(0.5\pm 0.05)$	%/°C
작동온도	-40~85	°C



그림 1 태양광 모듈 탑재 차량  
Fig. 1 vehicle with PV module



그림 2 태양광 모듈 탑재 차량의 주행경로  
Fig. 2 Drive path of vehicle with PV module

(MPPT) 알고리즘을 선정하였다<sup>[2]</sup>. P&O MPPT 알고리즘은 태양광모듈 출력전압의 일정주기 동안의 변화율과 일정 전류 주기에서 측정되는 전력의 변화율에 따라 작동하는 방식이다. 따라서 본 논문의 태양광모듈 탑재 차량은 시내 주행 시 태양광 모듈의 급격한 전압 변화에 빠른 응답성을 가지는 P&O MPPT 알고리즘을 선정하여 시험하였다.

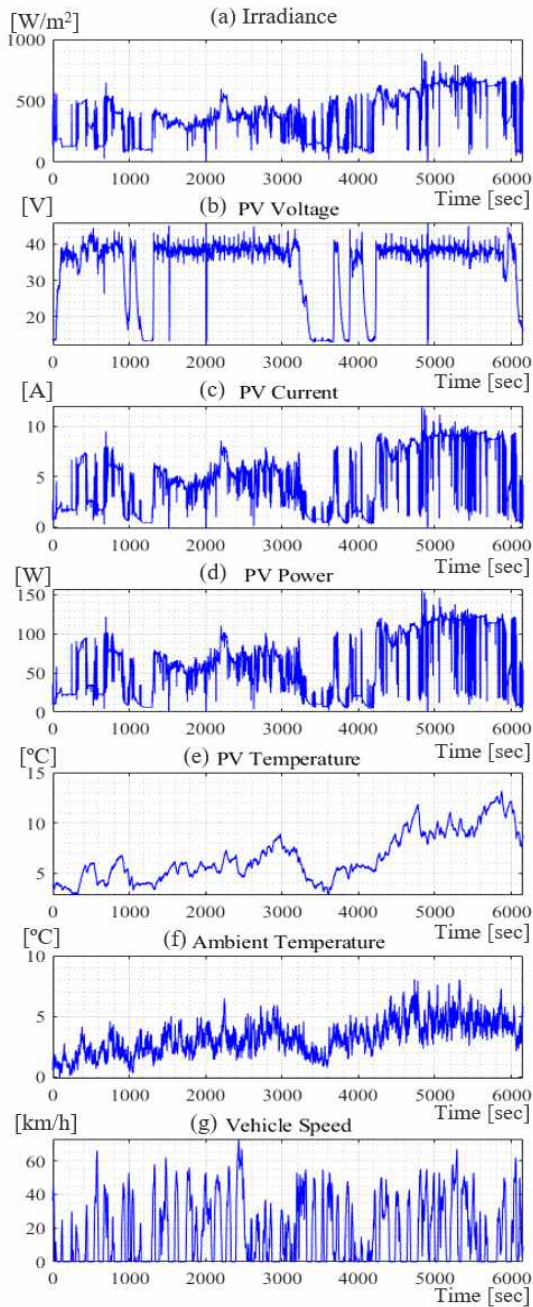


그림 3 태양광 발전모듈 탑재 차량의 실험결과  
(a)조도 (b)PV출력전압 (c)PV출력전류 (d)PV출력  
(e)PV온도 (f)주위온도 (g)차량속도

Fig. 3 Experimental results of vehicle with PV module  
(a)Irradiance (b)PV Voltage (c)PV Current (d)PV  
Power (e)PV Temperature (f) Ambient Temperature  
(g)Vehicle Speed

## 2.2 태양광모듈 탑재 차량 발전특성

본 논문의 태양광모듈 탑재 차량은 그림 2와 같이 실제 차량이 주행 시 건축물의 그늘, 지하차도, 고가 차도 등이 포함된 시내주행 코스를 주행하였다. 시내 주행 코스를 약 1시간 40분 동안 수행하였으며, 태양광모듈 탑재 차량의 주위온도, 태양광모듈의 온도, 시내주행환경에 의한 급격히 변하는 조도에 따른 태양광 모듈의 출력전압, 출력전류 및 P&O MPPT 알고리즘을 통한 최대출력은 그림 3과 같이 도출되었다.

태양광모듈은 조도와 주위온도 표면온도와 같은 환경조건에 따라 출력 특성이 변하는 원인이 된다<sup>[3]</sup>. 조도가 일정하고 태양광모듈의 온도가 변화하는 경우, 태양광모듈의 온도가 감소할수록 출력전압은 증가하지만 출력전류는 감소하는 특성을 가진다. 하지만 태양광모듈의 온도에 따른 출력전류의 변화는 출력전압변화 보다 작으므로 출력전력에 미치는 영향이 적어 태양광모듈의 온도가 감소하면 태양광모듈의 출력전력은 증가한다. 또한 태양광모듈의 온도가 일정하고 조도가 변화하는 조건에서, 조도가 감소함에 따라 출력전류가 감소한다.

본 논문의 태양광모듈 탑재 차량은 시내주행을 수행하였으므로 건축물의 그늘, 지하차도, 고가 차도가 포함되어 그림 3(a)와 같이 태양광모듈의 조도가 급격히 변하는 것을 알 수 있다. 태양광모듈 탑재 차량이 주행 시, 그림 3(c)와 같이 태양광모듈의 출력전류는 조도에 의존하므로 조도가 증가함에 따라 출력이 증가하였으며, 조도가 감소함에 따라 출력전류가 감소함을 알 수 있다. 태양광모듈의 출력전압은 태양광 모듈의 주위온도와 태양광모듈의 표면 온도에 영향을 받는다. 태양광 모듈의 온도가 증가함에 따른 출력전압이 감소하는 반비례 특성이 있으므로, 태양광모듈의 주위온도와 표면온도가 증가 시 출력이 감소하는 원인이 된다. 하지만 그림 3(e)와 그림 3(f)와 같이, 본 논문의 태양광모듈 탑재 차량의 경우 동계에 수행하여 온도 변화가 크게 변화하지 않으므로, 태양광 모듈의 출력전압이 태양광모듈의 주위온도와 표면 온도에 크게 의존하지 않음을 알 수 있다.

## 3. 결론

본 논문에서는 태양광모듈을 차량에 적용하기 위해 실제 태양광 발전모듈을 탑재한 차량의 실제 도로 운행 시 측정된 데이터를 통하여 태양광 발전모듈을 탑재한 차량의 발전특성을 연구하였다. 발전모듈을 탑재한 차량의 발전특성을 분석함에 따라 조도, 주위온도 및 태양광모듈의 표면온도에 따른 발전특성을 알 수 있다. 실험을 통해 태양광모듈을 차량에 적용하기 위해서는 실제 주행조건에서 급격한 조도변화에 따른 최대전력 점추종방법에 대한 연구가 필요하다.

이 연구는 2019년도 산업통상자원부 및 산업기술평가관리원(KEIT) 연구비 지원에 의한 연구임(20002777)

## 참고 문헌

- [1] 진준영, 최규영, 이병국, “태양광 발전시스템 기반 전기 자동차용 배터리 충전 시스템 설계 및 제어 알고리즘”, 대한전기학회 전기기기 및 에너지변환시스템부문화 춘계학술대회 논문집, pp. 290-292, 2010.
- [2] Femia, N., Petrone, G., Spanunolo, G., & Virelli, M. “Optimization of Perturb and Observe Maximum Power Point Tracking Method,” Power Electronics, IEEE Trans on., Vol. 20., 963-973, 2005, July.
- [3] M. G. Villalva, J. R. Gazoli and E. R. Filho, “Comprehensive Approach to Modeling and Simulation of Photovoltaic Arrays,” in IEEE Transactions on Power Electronics, vol. 24, no. 5, pp. 1198-1208, May 2009.