

## PV 모듈의 온도특성에 따른 태양광 발전시스템의 MPPT 제어

강성민\*, 고재섭, 서태영, 김유탁, 정동화\*\*  
 순천대학교 전기제어공학과\*

### MPPT Control of Photovoltaic system considering temperature characteristic of PV module

Sung-Min Kang\*, Jae-Sub Ko, Tae-Young Seo, Yu-Tak Kim, Dong-Hwa Chung\*\*  
 Sunchon National University, Department of Electric Control Engineering\*

**Abstract** - This paper proposes MPPT control considering temperature characteristic of PV module. Conventional CV(Constant Voltage) and PO(Perturbation and Observation) methods have the weak problem about the insolation and temperature change. Thus, in this paper, in order to improve this problem, the optimal voltage and current is determined and the MPPT control is performed. MPPT algorithm proposed in this paper analyze the performance about insolation and temperature change and proves the validity.

### 1. 서론

최근 주 에너지원인 화석연료는 대기 오염 및 지구 온난화 등의 환경 문제를 일으키고 있으며, 기술적인 발달로 인한 에너지 수요의 증가로 인해 에너지원이 고갈됨에 따라 대체 가능한 에너지원인 신·재생에너지에 대한 관심이 높아지고 있다. 이 중 태양광 에너지는 무공해, 청정에너지원으로 비교적 설치가 자유롭고 일상생활에 적용하기 쉬우므로 많은 관심을 받고 있다.

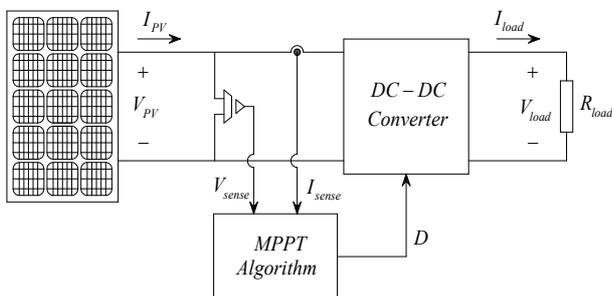
태양전지의 특성은 변하지 않으나 최대전력점은 일사량과 온도에 따라 변하므로 이에 따라 최대전력점에서 동작하도록 제어해야 한다. 종래의 MPPT(Maximum Power Point Tracking) 방법은 CV(Constant Voltage) 방법, PO(Perturbation and Observation) 방법, IC(Incremental Conductance) 방법 등이 대표적이다. 그러나 정상상태에서 최대전력점 주변에 진동이 발생하고, 일사량 및 온도가 변동하는 경우에 정확한 최대전력점을 추적하지 못한다[1-4].

이러한 문제점을 해결하기 위해 본 논문에서는 PV 모듈의 온도특성을 고려한 태양광 발전시스템의 MPPT 제어를 제시한다. 본 논문에서 제시한 MPPT 방법은 PV 모듈의 온도를 측정하여 그에 알맞은 최적전압을 계산하여 최대전력점을 추적하는 방법으로 구조가 간단하고 구현이 용이하며, 기존의 전류 센서 대신 온도 센서를 사용하여 비용을 절감하였다. 제시한 제어 알고리즘은 종래의 CV 방법 및 PO 방법과 응답특성을 비교하여 그 타당성을 입증한다.

### 2. 본론

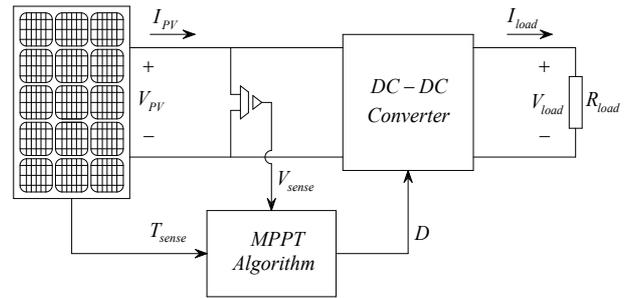
#### 2.1. MPPT 제어 알고리즘

그림 1은 종래의 MPPT 시스템을 나타내는 그림으로 기존의 전류 센서와 전압 센서를 이용한다.



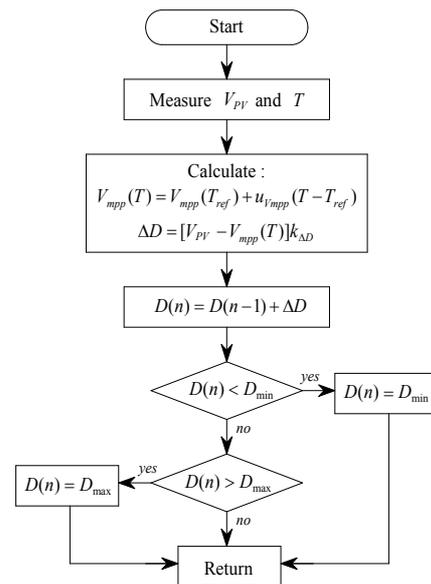
〈그림 1〉 종래의 MPPT 시스템  
 〈Fig. 1〉 conventional MPPT system

그림 2는 본 논문에서 제시한 온도 측정을 기반으로 한 MPPT 시스템으로 온도 센서를 이용한 최대전력점 추적 알고리즘에서 종래의 전류 센서 대신 PV 어레이 뒷 표면에 고정된 온도 센서로 대체된다.



〈그림 2〉 제시한 MPPT 시스템  
 〈Fig. 2〉 Proposed MPPT system

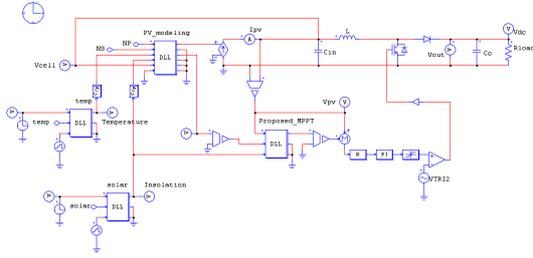
그림 3은 본 논문에서 제시한 온도측정을 기반으로 한 MPPT 알고리즘을 나타낸다. PV 어레이의 전압과 온도를 측정하여 측정된 온도에서의 최적 전압  $V_{mpp}$ 를 계산하여 실제 PV 어레이의 전압  $V_{pv}$ 와 계산된  $V_{mpp}$  사이의 오차를 계산하여 듀티비를 계산하여 최대전력점 제어를 하는 알고리즘이다.



〈그림 3〉 제시한 MPPT 알고리즘 순서도  
 〈Fig. 3〉 Flowchart of proposed MPPT algorithm

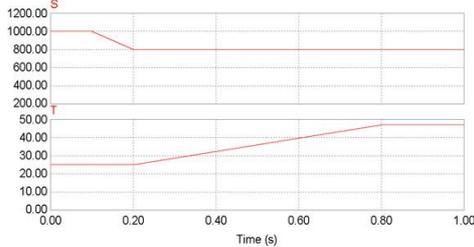
#### 2.2. 시스템 성능결과

MPPT 제어를 위해 PSIM을 사용하였으며 그림 4는 본 논문에서 제시한 MPPT 방법의 PSIM 회로도를 나타낸다.



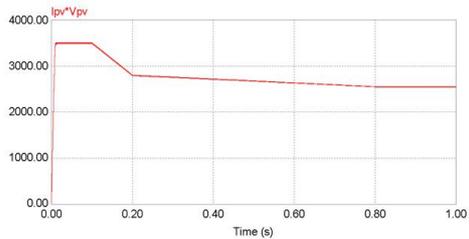
**<그림 4> 제시한 MPPT 방법의 PSIM 회로도**  
**<Fig. 4> PSIM circuit of proposed MPPT method**

그림 5는 일사량 및 온도 변화에 대한 성능 분석을 위한 조건을 나타낸다.  $S$ 는 일사량,  $T$ 는 온도 조건을 나타낸다.

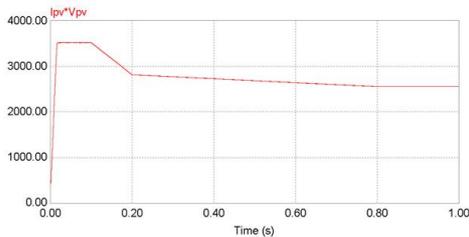


**<그림 5> 일사량과 온도 변화**  
**<Fig. 5> Insolation and temperature change**

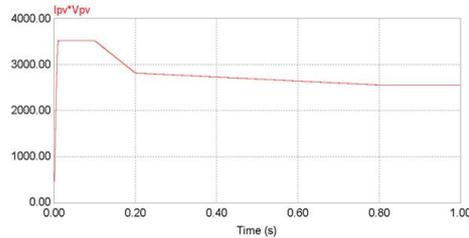
그림 6은 그림 5의 조건에 대한 MPPT 제어의 응답특성을 나타낸다. 그림 6(a)는 CV, 그림 6(b)는 PO, 그림 6(c)는 본 논문에서 제시한 MPPT 제어 방법에 의한 전력의 변화를 나타낸다. 그림 7은 그림 6의 명확한 분석을 위한 과도상태 부분 및 정상상태 부분을 확대한 그림을 나타낸다. 그림 7(a)는 CV, 그림 7(b)는 PO, 그림 7(c)는 본 논문에서 제시한 MPPT 제어 방법의 과도상태 및 정상상태를 나타낸다. 본 논문에서 제시한 MPPT 방법은 최대전력점 추적속도는 CV 방법과 비슷하지만 CV 방법에 비하여 정상상태에서 오차가 현저하게 감소하며, 정상상태 오차는 PO 방법과 비슷하지만 최대전력점 추적속도가 매우 빠르게 나타나고 있다.



(a) CV

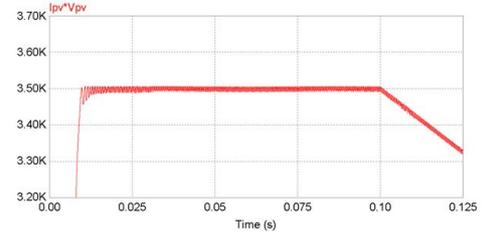


(b) PO

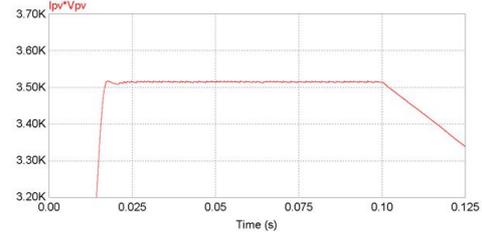


(c) 제시한 방법

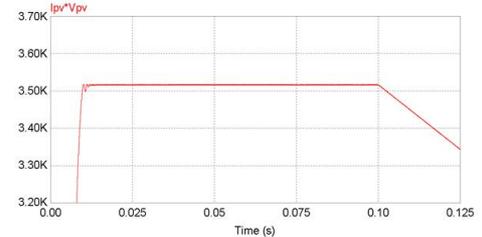
**<그림 6> MPPT 방법에 따른 출력전력**  
**<Fig. 6> Output power with MPPT methods**



(a) CV



(b) PO



(c) 제시한 방법

**<그림 7> MPPT 방법에 따른 출력전력 (그림 8 확대)**  
**<Fig. 7> Output power with MPPT methods (Expansion of Fig. 8)**

### 3. 결 론

본 논문에서는 PV 모듈의 온도특성을 고려한 태양광 발전시스템의 MPPT 제어를 제시하였다. 종래의 MPPT 방법은 정상상태에서 최대전력점 주변에 진동이 발생하고 일사량 및 온도가 변화할 때, 정확한 최대전력점 추적이 어려움이 있으므로 본 논문에서는 온도 추정을 기반으로 한 새로운 MPPT 알고리즘을 제시하였다. 타당성을 입증하기 위해 PSIM 시뮬레이터를 사용하였고, 일사량 및 온도를 변화시켰을 때, 종래의 방법에 비해 상승속도가 빠르고 최대전력점 주변에 진동이 작으므로 본 논문에서 제시한 온도 추정을 기반으로 한 새로운 MPPT 알고리즘의 타당성을 입증하였다.

### [참 고 문 헌]

- [1] N. Femia, G. Petron, G. Spagnuolo, and M. Vitelli, "Optimization of perturb and observe maximum power point tracking method," IEEE Trans. Power Electron., Vol. 20, no. 4, pp. 963-973, Jul. 2005.
- [2] E. Roman, P. Ibanez, S. Elorduizaparietxe, R. Alonso, D. Goitia, and I. Martinez de Alegia "Intelligent PV module for grid-connected PV systems," in Proc. IEEE 30th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, pp. 3082-3087, Nov. 2004.
- [3] J. A. Abu-Qahouq, H. Mao, H. J. Al-Atrash, and I. Batarseh, "Maximum efficiency point tracking (MEPT) method and digital dead time control implementation," IEEE Trans. Power Electron., Vol. 21, no. 5, pp. 1273-1281, Sep. 2006.
- [4] R. Kiranmayi, K. Vijaya Kumar Reddy and M. Vijaya Kumar "Modeling and a MPPT method for solar cells" J. Eng. Applied Sci., 3(1) pp. 128-133, 2008.