

# 태양광 발전시스템의 새로운 하이브리드 MPPT 제어

김수빈\*, 조영민\*, 최주엽\*†, 송승호\*, 최익\*\*, 이영권\*\*\*  
\*광운대학교 전기공학과, \*\*광운대학교 로봇학부, \*\*\*금비전자

## A Novel Hybrid MPPT Control for Photovoltaic System

Soo-Bin Kim\*, Yeong-Min Jo\*, Ju-Yeop Choi\*, Seung-Ho Song\*, Ick Choy\*\*,  
Young-Kwon Lee\*\*\*

\*Dept. of Electrical Engineering, Kwangwoon Univ., \*\*Dept. of Information and Control Engineering  
Kwangwoon Univ., \*\*\*Keumbee Electronics

### ABSTRACT

본 논문에서는 보편적으로 태양광 시스템에 적용되는 MPPT(Maximum Power Point Tracking) 기술들이 가지는 단점을 상호 보완하는 하이브리드 MPPT 제어 알고리즘을 제안하였다. 널리 사용되고 있는 MPPT 기술들을 비교하여 분석하였고, 이를 바탕으로 각 기술들의 단점을 상호 보완할 수 있는 요소들을 추출하여 MPPT 알고리즘에 적용하였다. 구현된 알고리즘은 최대전력점으로부터 동작점이 떨어져 있는 경우 빠르게 추적할 수 있는 속응성을 가지며, 정상상태에서는 안정도를 높이고, 국부적인 최대전력점(LMPP; Local Maximum Power Point) 발생 시 이를 감지하여 전체 특성 곡선의 최대전력점(GMPP; Global Maximum Power Point)을 찾아가도록 하였다. 또한 시뮬레이션을 통해 그 특성을 확인하였다.

### 1. 서론

태양광 모듈은 동작점에 따라 출력이 비선형적으로 변화하며, 일사강도나 온도 등의 외부요소에 의해 출력의 크기가 변하는 특성을 지니고 있다. 이러한 태양광 모듈의 비선형 특성으로부터 최대전력을 가지는 동작점을 추종하는 기술을 MPPT 제어라 한다. 태양광 발전 시스템은 다른 신재생 에너지 발전 시스템에 비해 발전효율이 낮기 때문에 MPPT 제어가 필수적이다. 태양광 발전 시스템에서 MPPT의 중요도가 높은 만큼 다양한 기법들이 제안되었다. 기존에 나와있는 MPPT 기법들은 수행방식이나 목적이 각각 다르며 그에 따른 장단점을 지니고 있다. 또한 기존 대부분의 MPPT 기법들은 PV 어레이에 부분음영이 생길 시 어레이를 구성하는 모듈 간의 출력 불균형이 일어나 다수의 LMPP가 발생하는 경우 전체 최대전력점을 추종하지 못하는 단점이 있다.

본 논문에서는 기존의 대표적인 MPPT 기법을 비교하였으며, 이를 통해 각 기법들의 장점을 살리면서 단점을 상쇄하고, 부분음영에 따른 LMPP가 발생하는 경우에도 올바른 최대 전력점을 추종할 수 있는 하이브리드 MPPT 기법 알고리즘을 제안하였다.

### 2. 본론

#### 2.1 기존의 MPPT 기법

기존의 태양광 시스템에서 보편적으로 사용되고 있는 Perturbation & Observation(P&O) 기법과 Incremental Conductance(IncCond) 기법, Linear Approximation(LA) 기법 등이 있다.

Perturbation & Observation(P&O) 기법은 전압과 전류를 센싱받아 PV 어레이의 출력을 계산하고, 전압의 변화량과 출력전력의 변화량에 따라 동작점을 증감시키며 최대전력점을 추종하는 제어기법이다.

Incremental conductance(IncCond) 기법은 센싱받은 전압과 전류값을 이용하여 PV 어레이의 컨덕턴스와 증분컨덕턴스를 계산하고 이를 통해 동작점을 증감시키며 최대전력점을 추종하는 기법이다.

Linear Approximation(LA) 기법은 일사강도나 온도의 변화에 따른 최대전력점들을 하나의 직선으로 근사화한 후 관측된 전력을 선형화된 직선(MPP curve)에 대입하며 최대전력점을 추종하는 기법이다.

#### 2.1.1 각 MPPT 기법간의 특성 비교

MPPT 기법들을 각 비교하면, 연산수행 복잡성에서는 P&O 기법의 알고리즘이 단순하였으며 IncCond 기법이 가장 복잡하였다. 동적 응답속도에서는 LA 기법이 가장 빨랐으며, 최대전력지점 도달 시 안정도에는 IncCond 기법이 우수하였다. 그러나 위 세 기법들은 PV 어레이에 부분음영에 따른 Local MPP(LMPP) 발생 시, 경우에 따라서는 Global MPP(GMPP)를 추종하지 못하는 문제를 가지고 있다.

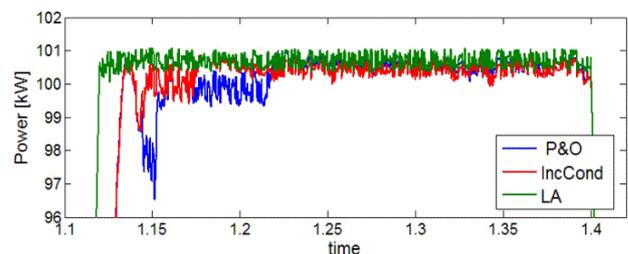


그림2 각 기법 별 성능 비교 파형

## 2.2 제안하는 새로운 MPPT 기법

P&O 기법의 경우 알고리즘이 단순하지만 성능적으로는 다른 두 기법에 비해 낮았으며, IncCond 기법은 정상상태에서의 응답특성은 준수하였으나 과도상태에서는 속응성이 LA 기법에 비해 떨어졌다. LA 기법은 과도 및 정상상태구간에서 속응성과 정확성은 높았으나 일사량과 온도 외적인 요인에 능동적으로 반응하지 못하여 오차가 발생할 수 있다.

정상운전 시 최대전력점으로부터 현재의 동작점이 떨어져 있는 경우 추종속도가 높은 LA 기법을 적용하였으며, 최대전력점 도달 시에는 정상상태에서 안정적인 IncCond 기법을 적용한다. 그러나 이 두 기법은 부분음영발생에 따른 GMPP 발생 시 문제점을 가지고 있다. 이를 보완하기 위해 MPP 커브를 이용하여 LMPP 발생여부를 검출하고, 동작점을 일정하게 이동시키며 P-V 곡선을 스캐닝하는 방식을 적용하였다.

우선 LA 기법을 수행하여 MPP 커브와 P-V 커브가 교차하는 지점으로 동작점을 이동시키고 교차점에서 P-V 커브의 기울기를 검사한다. 이 교차점에서의 기울기가 0에 근접하면 교차점을 최대전력점에 근접하다 판단하고 IncCond 기법으로 전환한다. 그러나 교차점에서의 기울기가 일정 크기 이상일 시에는 MPP 커브에서 MPP가 벗어났다고 판단하고 P-V 커브 스캐닝을 수행한다. 그림 2는 제안하는 MPPT 제어 알고리즘의 순서도를 나타낸다.

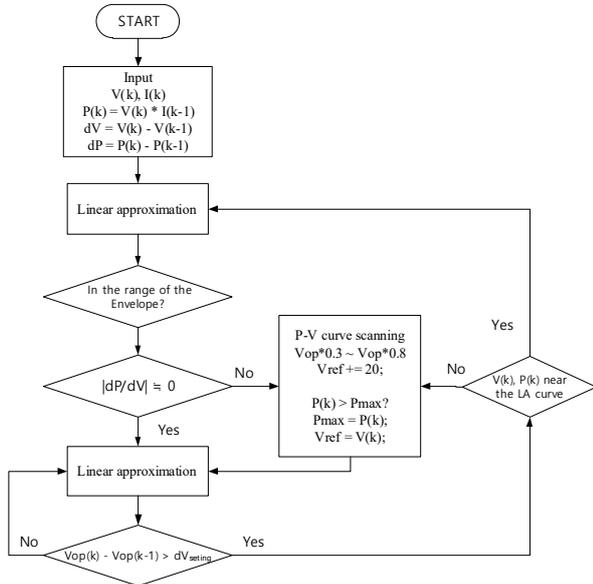


그림2 제안하는 MPPT 제어 알고리즘 순서도

## 2.3 시뮬레이션 모델

제안하는 MPPT 제어 알고리즘을 검증하기 위해 100kW 급 계통연계 태양광 발전 시스템에 적용하여 그 특성을 확인하였다. 시뮬레이션은 정상운전 시와 부분 음영 시를 모의하였다. 그림 4는 정상운전 시에 설정된 일사강도를 나타내며 그림 6은 부분음영에 따른 P-V 커브를 나타낸다.

## 2.4 시뮬레이션 결과

정상운전 시에는 일사강도 변화에 따라 IncCond와 LA 기법이 교차하며 수행되었다. 그림 5는 정상운전에서의 제안하는 MPPT의 출력을 나타낸다. 시뮬레이션 결과 파형은 LA 기법의 속도와 특성이 유사하였으며 두 기법의 결과간의

오차가 거의 없었다.

그러나 부분음영 시에는 그림 7과 같이 분명한 성능 차이를 확인할 수 있었다. 그림 7에서 ①은 MPPT제어 전 구간을 나타내고, ②는 LA 제어구간, ③은 P-V 커브 스캐닝, ④는 P-V 커브 스캔을 통해 수확한 MPP로 동작점을 이동시킨 후 IncCond로 전환된 구간을 나타낸다.

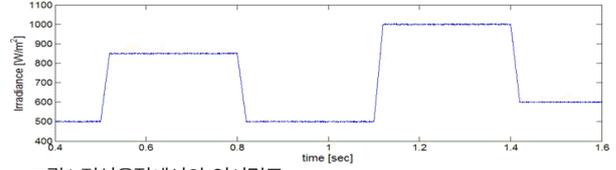


그림4 정상운전에서의 일사강도

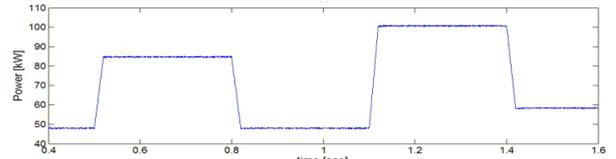


그림5 제안하는 MPPT 제어기의 출력

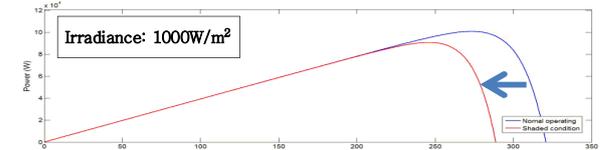


그림6 정상운전 시와 부분음영 발생 시의 P-V 커브

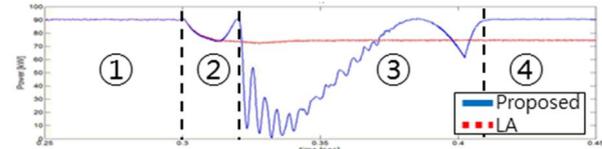


그림7 각 기법 별 성능 비교 파형

## 3. 결론

본 논문에서는 대표적인 MPPT 기법들을 비교하여 각 기법의 장점들을 살리고 단점을 상호보완하는 하이브리드 MPPT 제어 알고리즘을 제안하였다. 제안된 알고리즘은 기존의 알고리즘으로부터 과도 및 정상상태 응답특성이 개선되었으며 부분음영 발생상황에도 대비되었다. 이를 시뮬레이션을 통하여 확인하였다.

본 연구는 교육과학기술부 대구경북과학기술원 일반사업(14-BD-01)에 의해 수행되었습니다.

## 참고 문헌

- [1] Young-Sik Choi, et al., MPPT Control Methods for Photovoltaic System, Journal of the Korean Institute of Power Electronics, Vol. 18, No. 1, 2013, pp29~36.
- [2] Shim, J.-H., et al., A New Compensation MPPT Algorithm for Mismatched Solar Cell, 2011 Power Electronics Annual Conference, 2011.7, pp.76~77.