

부분 음영 조건에서 개선된 Global MPPT 기법

김준호*, 이귀준*, 현동석*, 김래영*, 임춘호**, 김우철**

*한양대학교 **LG 유플러스

Improved Global Maximum Power Point Tracking Scheme Under Partially Shaded Conditions

Jun Ho Kim*, Kui Jun Lee*, Dong Seok Hyun*, Rae Young Kim*, Chun Ho Lim**, and Woo Chull Kim**

*Hanyang University **LG Uplus

ABSTRACT

PV 어레이에 부분적으로 음영이 발생하면 그 P-V 특성은 여러 개의 MPP를 보인다. 이런 상황에서는 global MPP를 찾아내기 위한 특수한 기법이 요구된다. 본 논문에서는 기존에 제안된, 부분 음영 조건 발생 시 global MPP를 찾아내는 MPPT 기법^[1]을 개선하고 실험을 통하여 유효성을 검증한다.

1. 서론

PV 어레이에 부분적으로 음영이 발생하는 상황에서는 PV 어레이의 P-V 곡선에 여러 개의 MPP가 발생한다. 이 MPP 중에 가장 전력이 높은 MPP를 global MPP라고 하며, 다른 나머지 MPP를 local MPP라고 한다.

이와 같이, 여러 개의 MPP가 존재하는 상황을 고려하지 않은 MPPT 기법으로는 global MPP를 찾아낼 수 없는 경우가 존재하기 때문에, 이를 해결하기 위한 특별한 MPPT 기법^[1]이 제안되었다. 그러나 비록 이 기법이 대부분의 경우에 global MPP를 찾아낼 수 있을지라도 특정한 형태의 P-V 곡선이 발생할 경우에는 global MPP를 찾아낼 수 없다.

본 논문에서는 어떠한 형태의 부분 음영이 발생하더라도 global MPP를 찾아낼 수 있도록 기존의 MPPT 기법^[1]에 대한 수정안을 제안하고 제시된 MPPT 기법의 동작을 실험을 통해 확인한다.

2. 기존의 MPPT 기법^[1]

부분 음영이 발생한 PV 어레이의 P-V 곡선에는 여러 개의 MPP가 발생한다. 이 때 각 MPP 사이의 PV 전압 차는 대략 PV 모듈 V_{oc} 의 80%의 정수배가 된다. Global MPP를 찾아내는 기존의 MPPT 기법은 이 특성에 근거한다.

평상시에는 P&O나 IncCond 알고리즘에 의해 MPP를 추종하다가 전력의 갑작스러운 변화 또는 외부로부터의 인터럽트에 의해 global MPP 탐색을 시작하게 되는데, 탐색을 시작하기 전에 이미 P&O나 IncCond 알고리즘이 실행되고 있는 상태이므로 탐색을 시작할 때는 동작점이 여러 개 중 하나의 MPP에 위치하고 있다.

이 MPP로부터 PV 전압을 ΔV_{Large} (PV 모듈 V_{oc} 의 60~70%)의 간격으로 증가, 혹은 감소시키며 다른 MPP를 찾아 전력을 비교하는데, MPP를 찾기 위하여 PV 전압을 ΔV_{Large} 만큼 변화시킨 뒤 PV 전압을 작게 흔들며 그에 따른 전력의 변화로 다

른 MPP의 존재 가능성을 판별한다. 가능성이 있을 경우에 한하여 P&O나 IncCond 알고리즘으로 다른 MPP를 찾기 때문에 빠른 시간 안에 여러 개의 MPP를 찾아낼 수 있다.

Global MPP 탐색을 시작한 처음에는 PV 전압을 ΔV_{Large} 로 감소시키면서 MPP를 탐색하고 이전의 MPP보다 전력이 낮은 MPP가 발견되면 변화 방향을 바꿔 PV 전압을 증가시키면서 MPP를 탐색한다. PV 전압이 증가하는 방향에서 이전의 MPP보다 전력이 낮은 MPP가 발견되면 탐색을 중지하고 이때까지 찾아낸 가장 높은 MPP를 global MPP로 삼는다.

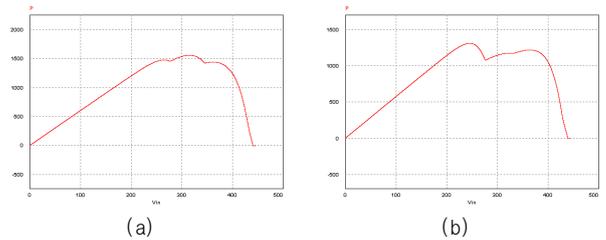


그림 1 부분 음영 조건에서의 P-V 곡선
Fig. 1 P-V curve under partially shaded condition

3. 개선된 MPPT 기법 제안

기존의 MPPT 기법은 빠르게 여러 개의 MPP를 찾아서 전력을 비교하고 global MPP 탐색 중에 PV 전압이 변화하는 폭을 제한할 수 있다는 장점이 있다. 그러나 부분 음영이 발생했을 때의 P-V 곡선이 그림 1(a)와 같이 global MPP를 정점으로 local MPP들이 점점 낮아진다는 가정 하에 MPP 탐색 범위를 이전의 MPP보다 전력이 낮은 첫 번째 MPP로 제한하기 때문에 그림 1(b)와 같이 가정을 벗어난 상황이 발생하면 global MPP를 찾아낼 수 없다.

위에 나타난 문제를 해결하기 위하여 본 논문에서는 시스템이 운전 가능한 PV 전압의 전 영역에 걸쳐 MPP를 탐색하는 형태로 기존의 MPPT 기법을 수정하였다.

Global MPP의 탐색을 시작할 때의 전압은 기존의 MPPT 기법^[1]과 마찬가지로 임의의 MPP에 위치해있다. 이 MPP로부터 PV 전압을 ΔV_{Large} 만큼 낮춰가며 MPP를 탐색한다. PV 전압이 운전 범위의 하한에 이르면, 다시 처음의 MPP로 복귀하여 PV 전압을 ΔV_{Large} 만큼 높여가며 PV 전압이 운전 범위의 상한에 이를 때까지 MPP를 탐색한다. 새로운 MPP를 찾아낼 때마다 이전에 가장 전력이 높았던 MPP와 비교하여 전력이 더 큰 MPP의 정보를 남김으로써 시스템이 운전 가능한 PV

전압의 전 영역에서 탐색이 완료되었을 때, global MPP를 알아낼 수 있다.

이와 같이, 운전 가능한 PV전압의 영역에 존재하는 모든 MPP를 탐색하므로 PV 어레이의 P V 곡선이 어떤 형태를 띠고 있더라도 global MPP를 확실하게 찾아낼 수 있다.

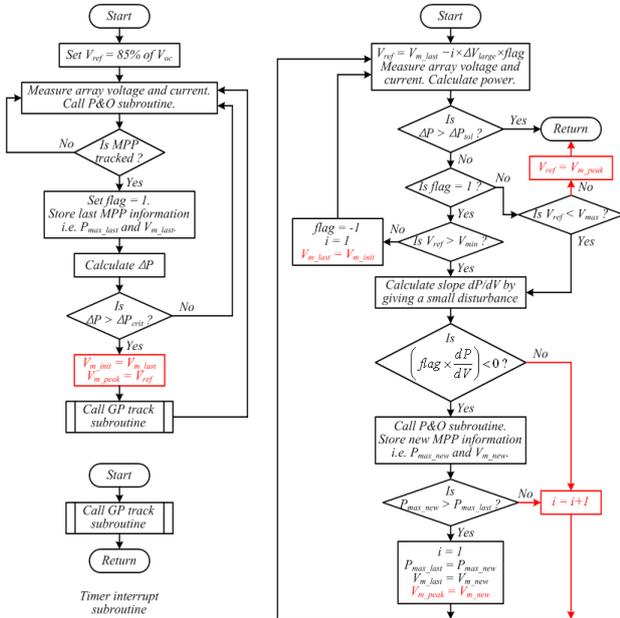


그림 2 제안된 MPPT 기법의 순서도
Fig. 2 Flow chart of the proposed MPPT scheme

4. 실험

표 1에 나타난 시스템과 PV simulator를 이용하여 제안된 MPPT 기법을 실험하였다.

PV simulator를 이용하여 부분 음영이 발생한 P V 곡선을 만들고 제안된 MPPT 기법이 실행되는 과정에서의 전압, 전류의 변화와 실행 전후의 동작점 변화를 그림 3, 4에 나타내었다.

그림 4에서, global MPP의 탐색이 시작되면 시작 시점의 PV 전압(360V)에서 전압을 ΔV_{Large} (20V)만큼 감소시키면서 MPP를 탐색하고 PV 전압이 탐색 범위의 하한(225V)에 도달하면, PV 전압을 시작 시점의 전압으로부터 ΔV_{Large} 만큼 증가시키면서 탐색 범위의 상한(400V)까지 MPP를 탐색하여 최종적으로 global MPP를 찾아내는 과정을 확인할 수 있다.

그림 3에서는, 탐색이 완료된 후 동작점이 global MPP로 이동했음을 확인할 수 있다.

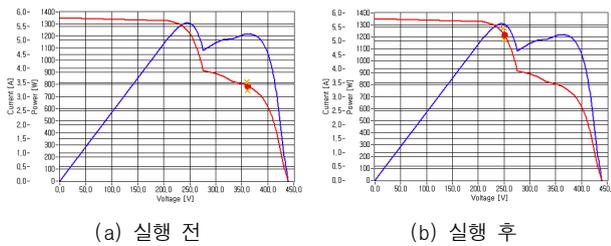


그림 3 Global MPP 탐색 전후의 동작점 변화
Fig. 3 Movement of the operation point after scanning the global MPP

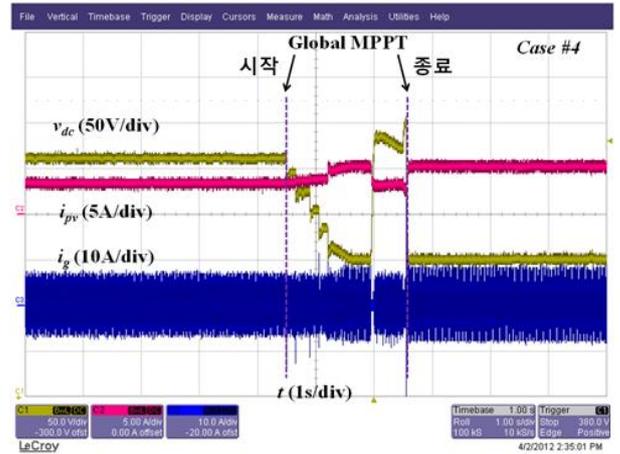


그림 4 제안된 MPPT 기법 동작 중의 v_{dc} , i_{pv} , i_g 파형
Fig. 4 Waveform of v_{dc} , i_{dc} , i_g during operation of the proposed MPPT scheme

표 1 시스템 사양
Table 1 System Specifications

인버터 출력 파워 (P_n)	3 kW
계통 선간전압 (v_g)	220 Vrms
계통 주파수	60 Hz
변압기	220:140
필터 인덕터 (L)	4 mH
DC 링크 커패시터 (C)	1100 μ H
샘플링 주파수	16 kHz
스위칭 주파수	8 kHz
MPPT 전압 범위	225 ~ 400 V

5. 결론

기준에 존재하는 MPPT 기법이 특수한 P V 곡선을 나타내는 부분 음영이 발생한 상황에서 global MPP를 찾아내지 못하는 문제를 발견하고 이를 해결하기 위하여 수정된 기법을 제안하였다. 실험을 통하여 제안한 MPPT 기법이 주어진 상황에서 global MPP를 찾아내는 것을 확인하였다.

이 논문은 LG 유플러스의 연구비 지원에 의하여 연구되었음.

참고 문헌

- [1] Hiren Patel and Vivek Agarwal, "Maximum Power Point Tracking Scheme of PV System Operating Under Partially Shaded Conditions", IEEE Transactions On Industrial Electronics Vol. 55, No. 4, pp. 1689-1698, April, 2008.