

# MPPT 알고리즘의 주기에 따른 발전 영향 분석

민준기

한밭대학교 전기시스템공학과

## Analysis of power generation characteristics of according of the MPPT algorithm period

Joonki Min

Department of Electrical System Engineering, Hanbat National University

### ABSTRACT

본 논문에서 계통연계형 태양광인버터에 적용되는 P&O와 InC의 2가지 MPPT 알고리즘을 주기에 따른 발전 특성을 비교하였다. MPPT는 태양전지 모듈 스트링의 전압과 전류를 검출하여 DC 링크로 전력을 전달하며, 이후 전력변환회로에 의해 계통연계가 이루어지기 때문에 계통연계 제어와 MPPT 제어는 서로 영향이 있다. MPPT 주기에 따른 발전 특성을 Psim 시뮬레이션을 통해 분석하였다.

### 1. 서 론

신재생에너지의 대표주자로서 태양광 에너지는 환경오염 및 고갈된 염려가 없고 태양광이 존재하는 지구 어느 곳이라도 필요한 곳에서 필요한 만큼의 에너지를 수급할 수 있다는 장점이 있어 각광받고 있다. 그리고 태양광 에너지의 응용분야로서 계통 전원과 연계 가능한 분산발전시스템에 대한 관심이 현재까지도 유지되고 있다<sup>[1]</sup>.

하지만 태양전지의 효율이 낮기 때문에 태양전지 모듈의 출력이 최대 전력으로 발전할 수 있도록 하기 위하여 최대 전력점 추종 제어 (MPPT: Maximum Power Point Tracking) 알고리즘이 필수적이며 P&O (Perturb and Observe), InC (Incremental Conductance), CV (Constant Voltage) 등과 같은 여러 가지 새로운 MPPT 알고리즘이 제안되고 있다<sup>[2]</sup>.

새롭게 제안되는 여러 가지 MPPT 알고리즘에 대하여 연산량뿐만 아니라 안정도가 우수한 P&O알고리즘에 대한 연구가 여전히 진행되고 있다. 이와 관련하여 전력 리플에 의한 국소 최대 전력점 때문에 최대 전력점 추종을 하지 못하는 것을 방지한 P&O 방식의 MPPT 알고리즘을 제안되었다<sup>[3]</sup>. 그리고 P&O MPPT 알고리즘에서 일사량 급변에 대하여 추종 속도가 느려지는 단점에 대하여 추종 속도 향상에 대한 연구가 진행되고 있다<sup>[4]</sup>.

MPPT를 구현하기 위한 전력회로는 일반적으로 부스트 컨버터가 사용되며, 계통연계 제어를 위한 전력회로는 인버터회로가 사용된다. 두 전력회로의 동작은 DC 링크단의 리플을 발생시키고, 이러한 전압 리플이 출력전류 THD에 영향을 줄 수 있으며, 추가적으로 리플 전압 주파수와 전력계통의 선로 임피던스와 공진현상이 발생할 가능성이 있다. 따라서 본 논문에서 P&O와 InC MPPT 알고리즘 주기에 의한 계통연계 발전에 대한 영향을 분석하였다.

### 2. 시뮬레이션

#### 2.1 전력회로

MPPT 알고리즘 주기에 의한 발전영향을 분석하기 위한 시뮬레이션 1,75kW 계통연계형 태양광 인버터의 전력회로는 그림1과 같다. 시뮬레이션에서 디지털 제어 특성을 구현하기 위하여 10kHz ZOH(Zero Order Holder)를 사용하였다.

시뮬레이션 프로그램은 Psim을 사용하였고, 일사량 및 온도에 의한 태양전지 모듈의 출력 특성에 대해 MPPT 알고리즘의 효과를 분석하기 위해 Psim에서 제공하고 있는 태양전지 physical 모델이 사용되었다. 태양전지 모듈의 physical 모델은 요즘 많이 사용되고 있는 300W급 태양전지 모듈 중에서 에스에너지의 단결정 72셀 350W 모듈을 사용하여 구성하였다.

전력계통의 선로 임피던스는 계통연계형 태양광인버터 KS 인증기준에 사용되는 KS C IEC 60725의 표준 임피던스<sup>[5]</sup>가 사용되었다.

#### 2.2 P&O 알고리즘

P&O 알고리즘의 순서도는 그림 2와 같다. 알고리즘에서  $\Delta V$ 값은 2를 적용하였다. 제어주기 10Hz 와 일사량 1000W/m<sup>2</sup> 지속은 그림 4에서 최대전력(적색)에 대한 전력 추종(청색)과 출력전류를 보여주고 있다. 1000W/m<sup>2</sup>에서 500W/m<sup>2</sup>로 변동에 대해서 그리고 제어주기는 10Hz와 20Hz에 대한 시뮬레이션 결과는 그림 5와 7에서 최대전력(적색)에 대한 전력 추종(청색)과 출력전류를 보여주고 있다. 이때의 DC 링크 전압의 변동은 그림 6에서 나타내었다. 일사량 변동과 같은 과도상태에서의 DC 링크전압의 변동은 출력 전류의 왜형을 크게 만드는 현상을 보여주고 있다.

#### 2.3 InC 알고리즘

InC 알고리즘의 순서도는 그림 3과 같다. 알고리즘에서  $\Delta V$ 값은 2를 적용하였다. 제어주기 10Hz 와 일사량 1000W/m<sup>2</sup> 지속은 그림 8에서 최대전력(적색)에 대한 전력 추종(청색)과 출력전류를 보여주고 있다. 1000W/m<sup>2</sup>에서 500W/m<sup>2</sup>로 변동에 대해서 그리고 제어주기는 10Hz와 20Hz에 대한 시뮬레이션 결과는 그림 9와 11에서 최대전력(적색)에 대한 전력 추종(청색)과 출력전류를 보여주고 있다. 이때의 DC 링크 전압의 변동은 그림 10에서 나타내었다. 일사량 변동과 같은 과도상태에서의 DC 링크전압의 변동은 출력 전류의 왜형을 크게 만드는 현상을 보여주고 있다.

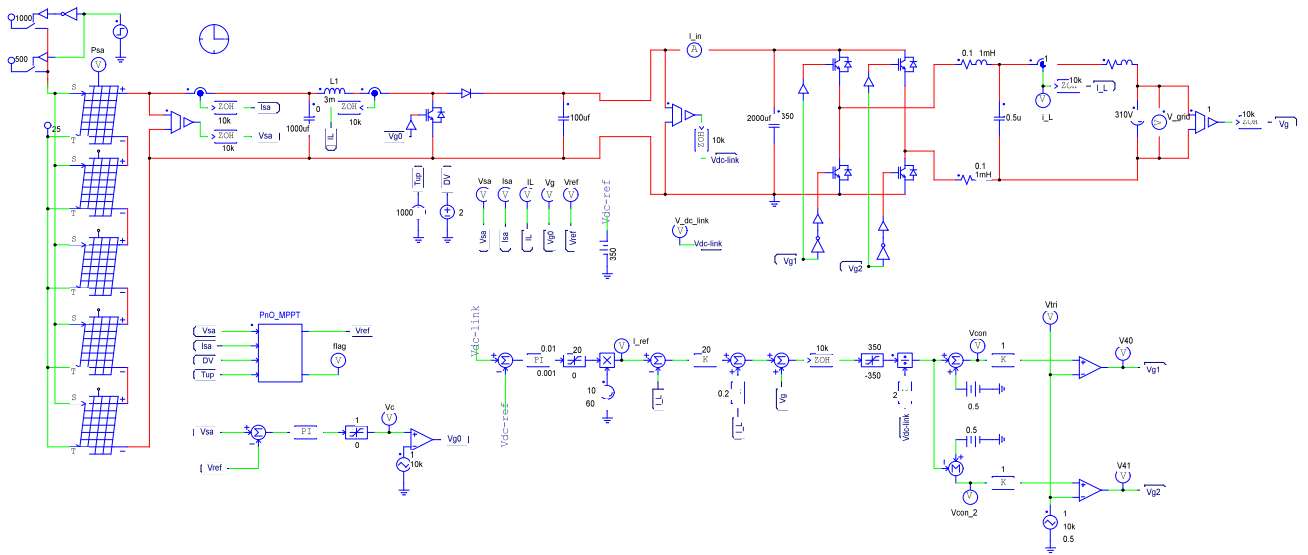


그림 1. 시뮬레이션 전력회로

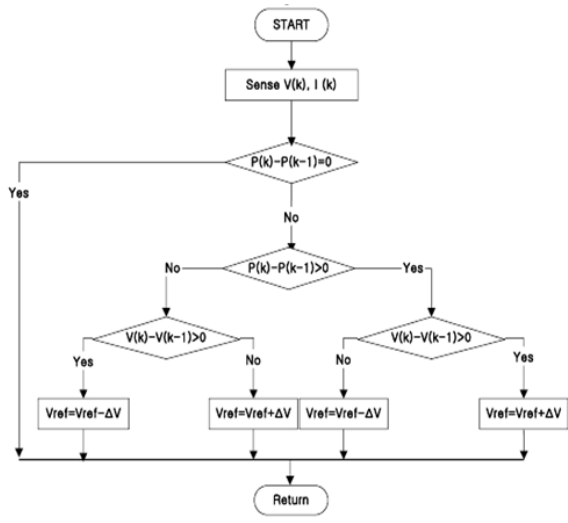


그림 2. P&O 알고리즘

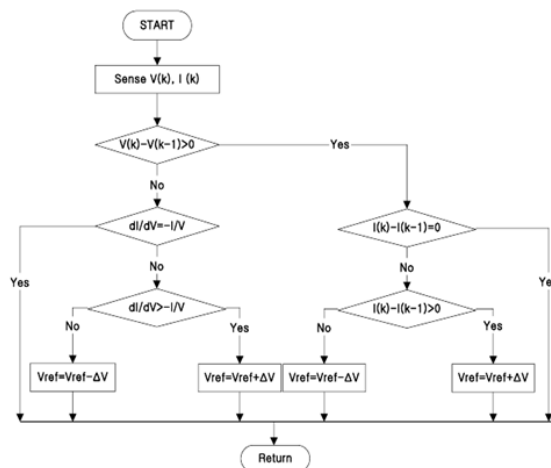


그림 3. InC 알고리즘

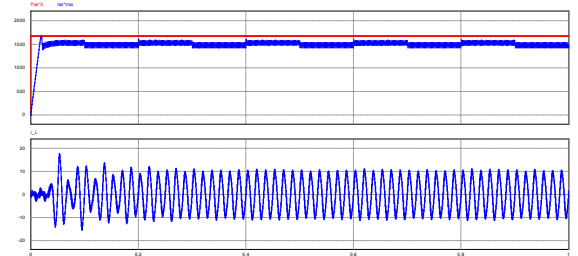


그림 4. 10Hz P&O 알고리즘 (일사량: 1000W/m²)

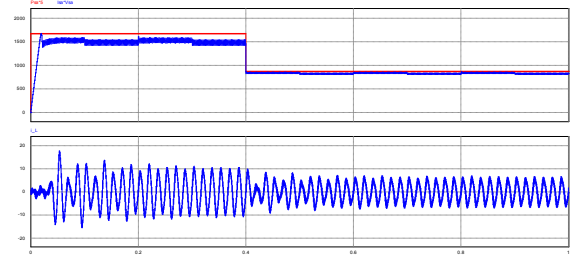


그림 5. 10Hz P&O 알고리즘 (일사량: 1000W/m² → 500W/m²)

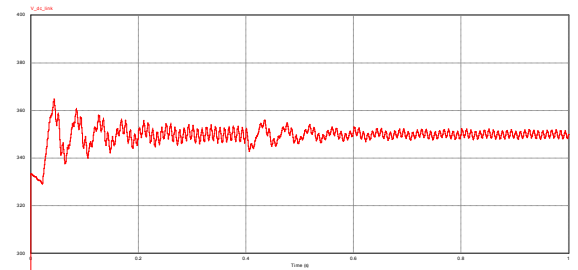


그림 6. 일사량 변동시 DC link 전압

### 3. 결 론

계통연계형 태양광인버터 출력 전류에 대해 일사량 변동 및 P&O 와 InC MPPT 알고리즘의 제어주기의 영향을 살펴보기 위해 표준 선로임피던스 조건에서 시뮬레이션을 수행하였다.

초기 동작조건에서의 전류왜형의 경우, 일반적인 계통연계형 태양광인버터가 소프트스위칭을 적용하고 있기 때문에 크게 문제되지 않지만, 일사량 변동을 MPPT 알고리즘이 추종하는 과정에서 DC 링크 전압 변동으로 인한 출력전류 왜형의 증가가 MPPT 알고리즘과 연관이 있다는 것이 확인되었다. 상대적으로 추종 속도가 빠르고, 정상상태 오차가 작은 InC 알고리즘이 우수한 특성을 나타내었다. 하지만, 일사량 변동시 DC 링크 전압 변동과 출력 전류의 왜형증가가 MPPT 수행만이 원인이라고 하는 것에 다소 무리한 점이 있다고 판단된다.

향후, 전류 제어기 설계 최적화를 통해 MPPT 수행의 영향을 명확히 할 필요가 있으며, 연약 그리드(weak grid)에 대한 영향을 확인할 예정이다.

이 논문은 2017년도 정부(산업통상자원부)의 재원으로 한국에너지기술평가원의 지원(20173010012810, 수상태양광 시스템 MW급 해외 실증)을 받아 수행된 연구임

### 참 고 문 헌

- [1] Yi Huang, Jin Wang, Fang Z. Peng, Dong-wook Yoo, "Survey of the Power Conditioning System for PV Power Generation," Power Electronics Specialists Conference, PESC '06, 37th IEEE, pp. 1-6, 2006, June.
- [2] 최영식, 김은경, 정진우, "태양광 발전시스템의 MPPT 제어 기법", 전력전자학회 학회지, 제18권, 제1호, pp.29-36, 2013, Feb.
- [3] 서현우, 권정민, 권봉환, "무변압기형 3상 계통연계 PV PCS", 전력전자학회 논문집 제12권 제5호, pp. 355-363, 2007, Oct.
- [4] 정가준, 조종민, 이정섭, 차한주, "가변 스텝 사이즈를 적용한 P&O 방식 기반의 고효율 MPPT 알고리즘 연구", 전력전자학회 2018 하계학술대회 논문집, pp. 120-122, 2018, July.
- [5] KS C IEC 60725, 전기자기적합성(EMC) — 전기기기 방해특성 결정을 위한 기준 임피던스 고려 (상당 정격전류 75 A 이하)

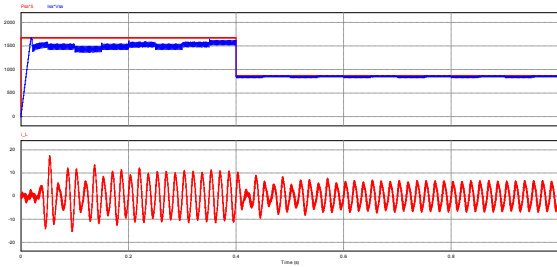


그림 7. 20Hz P&O 알고리즘(일사량:1000W/m<sup>2</sup> → 500W/m<sup>2</sup>)

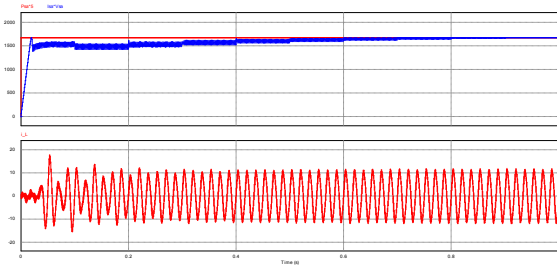


그림 8. 10Hz InC 알고리즘(일사량:1000W/m<sup>2</sup>)

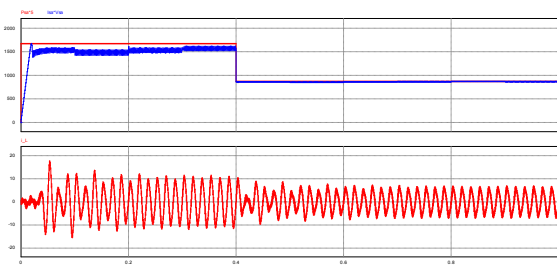


그림 9. 10Hz InC 알고리즘(일사량:1000W/m<sup>2</sup> → 500W/m<sup>2</sup>)

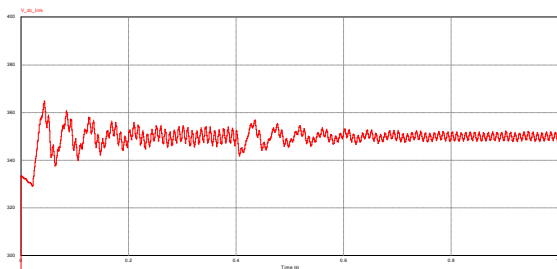


그림 10 일사량 변동시 DC link 전압

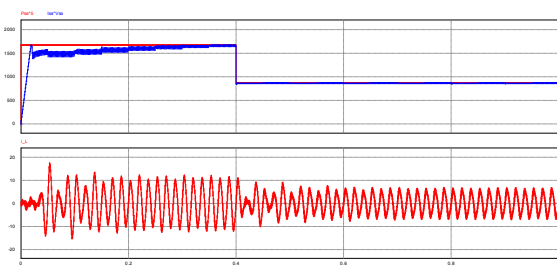


그림 11. 20Hz P&O 알고리즘(일사량:1000W/m<sup>2</sup> → 500W/m<sup>2</sup>)