

## 태양광 시스템에서의 새로운 MPPT 알고리즘 제안

李庚垂<sup>\*</sup>, 鄭永錫<sup>†</sup>, 蘇楨訓<sup>\*\*</sup>, 劉權鍾<sup>\*\*\*</sup>, 崔載昊<sup>\*\*\*\*</sup>

## A Suggestion of New MPPT Algorithm in the PV system

Kyungsoo Lee, Youngseok Jung, Junghun So, Gwonjong Yu, and Jaeho Choi

## 요 약

일사량과 온도에 의해 태양광 어레이의 최대전력동작점(MPOP)이 결정되며 태양광발전시스템에서 중요하게 고려해야 할 사항 중 하나는 최대전력동작점을 정확하게 추종하도록 하는 것이다. 과거부터 여러 최대전력추종제어기법(MPPT)들이 사용되어 왔지만, 마이크로프로세서를 이용한 최대전력추종제어기법은 다른 태양광 어레이와의 호환성, 적응성 측면에서 유리하다. 이 논문에서는 기존의 P&O, IncCond 알고리즘에 대한 분석과 새로운 히스테리시스 밴드 변동 기법을 제안한다. 새로 제안된 제어기법의 우수성을 나타내주기 위하여 저자는 3가지의 기준을 만들어서 각 기법을 비교 및 분석하였다. 첫째로, 정상상태에서의 각 기법의 파형을 살펴보고, 다음으로 일사량을 급변하였을 경우의 파형을 나타내었고, 마지막으로 일사량에 따른 MPPT 추종효율을 보였다. MPPT 시뮬레이션과 실험은 부스트 컨버터에서 수행하였다.

## ABSTRACT

As the maximum power operating point(MPOP) of the Photovoltaic(PV) power systems alters with changing atmospheric conditions, the efficiency of maximum power point tracking(MPPT) is important in PV power systems. Many MPPT techniques have been considered in the past, but techniques using microprocessors with appropriate MPPT algorithms are favored because of their flexibility and compatibility with different PV arrays. In this paper, the author analyzes and studies two MPPT algorithms, which is named P&O(Perturbation and Observation) and IncCond(Incremental Conductance). Also, the author proposes Hysterisis-band alteration algorithm. To show the excellency of new Hysterisis-band alteration, the author suggests three references; 1) Comparing three MPPT algorithms in the steady-state condition, 2) Representing irradiation variation rapidly, 3) Showing MPPT efficiency. MPPT simulation and experiment perform in the boost converter.

**Key Words** : maximum power operating point, Photovoltaic, Maximum Power Point Tracking, Perturbation and Observation, Incremental Conductance

## 1. 서 론

<sup>†</sup>교신저자 : 정희원, 한국에너지기술연구원 태양광시스템연구센터 연구원

E-mail : jung96@kier.re.kr

<sup>\*</sup>학생회원, 한국에너지기술연구원 태양광시스템연구센터 학연생

<sup>\*\*</sup>정희원, 한국에너지기술연구원 태양광시스템연구센터 연구원

<sup>\*\*\*</sup>정희원, 한국에너지기술연구원 태양광시스템연구센터 센터장

<sup>\*\*\*\*</sup>정희원, 충북대 전기전자컴퓨터공학부 교수

접수일자 : 2004. 7. 6 1차 심사 : 2004. 8. 24

심사완료 : 2004. 9. 14

태양광발전시스템은 공해 없이 전기를 생산하고, 무한한 태양에너지를 전기로 직접 변환하는 장점을 가지고 있다. 그리고 태양전지 생산비용을 줄이고 태양전지와 인버터의 효율을 최대로 이용하는 것은 가까운 미래에 태양광발전시스템이 화석연료를 대체하여 중요한 신재생 에너지의 역할을 할 것이라는 기대를 가진다<sup>[1]</sup>.

일반적으로 태양광 어레이는 일사량과 온도에 따라서 크게 좌우되는데, 그림 1의 (a), (b)는 3[kW]급 태

양광 어레이 출력이 일사량에 따라 변하는 전류-전압, 전력-전압의 비선형 곡선을 각각 보여준다.

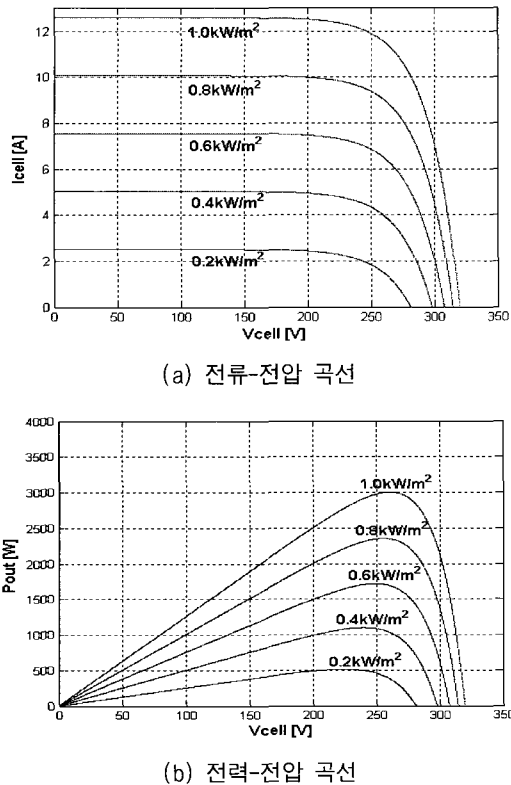


그림 1 일사량에 따른 태양전지 어레이 특성 곡선  
 Fig. 1 The characteristic of the PV array due to the changed irradiance

그림 1에서 일사량이 최소  $0.2[\text{kW}/\text{m}^2]$ 부터 최대  $1.0[\text{kW}/\text{m}^2]$ 로 가변하면서 태양전지 어레이의 비선형 곡선을 보여준다. 그림 (b)의 전력-전압 곡선에서 일사량에 따라서 최대전력점이 결정되는데 바로 이점이 태양전지 어레이가 가질 수 있는 최대전력동작점(MPOP)이 되며, 이러한 최대전력점에 대해 외부의 조건(일사량, 온도)으로 인하여 최대전력점이 변해도 태양광 인버터가 항상 태양전지 어레이의 최대출력을 얻어지도록 하는 것을 최대전력추종제어(MPPT)라고 한다.

최대전력추종제어를 위한 디지털 제어 알고리즘의 기법에는 일정전압 제어, Perturb & Observe(P&O), Incremental Conductance(IncCond), Fuzzy 제어 기법 등 다양한 제어 알고리즘이 사용되어 오고 있으나 실제 적용되는 알고리즘은 구현이 용이하고 안정성이 높은 측면에서 제어가 간단하고 연산량이 적은 알고리즘

이 채택되고 있다. 위에서 언급한 제어기법들 중에서 현재 널리 쓰이고 있는 P&O 제어기법, IncCond 제어기법과 제안한 Hysterisis-band 변동 제어기법의 특징을 살펴보기로 하겠다.

P&O 제어기법은 태양전지 어레이의 출력전압을 주기적으로 증가, 감소시키고 이전의 출력전력과 현재의 출력전력을 비교하여 최대전력동작점을 찾는다. P&O 제어기법은 알고리즘이 간단하여 널리 이용된다. 또한 일사량이 서서히 변하는 상황에서는 최대전력점이 안정하여 태양전지 어레이의 손실이 없다. 반면 일사량이 급변할 경우에 순간적으로 태양전지 어레이 출력전압이 최대전력동작점에서의 전압과 같지 않기 때문에 최대전력추종제어를 벗어나는 단점이 있다<sup>[2-5]</sup>.

IncCond 제어기법은 태양전지 출력의 컨덕턴스와 증분 컨덕턴스를 비교하여 최대전력동작점을 추종하는 방법이다. IncCond 제어기법의 장점은 최대전력점에 도달 시 다른 제어기법들과는 다르게 어레이 출력전력이 안정한 특징이 있다. 또한 일사량 급변시 태양전지 어레이 출력전압이 항상 최대전력동작점 전압에 추종하도록 함으로써 최대전력추종제어에서 벗어나지 않는 장점이 있다. 반면에 두 번의 나눗셈 연산으로 인하여 계산량이 많고 변환시간이 기존의 제어 방식 이상으로 필요하기 때문에 빠른 연산 처리를 할 수 있는 프로세서가 요구되는 단점이 있다<sup>[2-5]</sup>.

제안한 Hysterisis-band 변동 제어기법은 태양전지 어레이 출력전압을 최대전력점까지 증가 시킨 후, 임의의 계인을 최대전력점에서의 전력과 곱하여 최소전력값을 지정한다. 그래서 지정된 최소전력값은 두개가 생기므로 최대전력점을 기준으로 어레이 출력전압을 증가 혹은 감소시키면서 매 주기 동작한다. 이 기법의 장점은 어레이 그림자 영향 혹은 모듈의 특성으로 인하여 최대전력점 부근에서 최대전력점이 한개 이상 생기는 경우 최대전력점을 추종할 수 있다. 반면, 매 주기마다 어레이 출력전압을 증가 혹은 감소시키므로 최대전력점에서의 전력손실을 유발한다<sup>[6-8]</sup>.

본 논문에서는 최대전력추종제어기법 중에서 널리 알려진 P&O, IncCond 알고리즘에 대해서 분석하고, 새로이 제안한 Hysterisis-band 변동 알고리즘을 분석하고 그 우수성을 입증한다. 저자는 3가지 기준을 만들어서 새로 제안한 기법의 우수성을 입증한다. 첫째로, 위의 3가지 기법을 정상상태에서의 어레이 출력전압, 전류 그리고 전력의 안정성을 살펴본다. 둘째로, 일사량 급변시에 있어서 새로이 형성된 최대전력점을 얼마나 빠른 시간에 추종하는지 살펴본다. 셋째로, 일사량을 가변하면서 그에 따라서 MPPT 추종효율이 어

떻게 변하는지 살펴본다. MPPT는 부스트 컨버터에서 수행하였고 파형과 그래프는 PSIM을 이용한 시뮬레이션과 실험 결과이다.

### 2. 태양전지 모델링

태양전지 모델링은 여러 참고 문헌에 나와 있으므로 이 논문에서는 태양전지 모델링 결과 수식을 이용하여 시뮬레이션을 어떻게 구성하는지 나타낸다. 수식 (1)은 태양전지 모델링의 결과이고, 그림 2는 수식 (1)을 이용하여 PSIM 시뮬레이션의 DLL(Dynamic Link Library)파일을 구성하였다.

$$I_{out} = I_{sc} - \left[ \frac{I_{max}}{\exp\left(\frac{q}{BkT} \times K\right) - 1} \right] \times \left[ \exp\left(\frac{q}{BkT} \times \frac{V_{out}}{V_{oc}} \times K\right) - 1 \right] \quad (1)$$

- I<sub>ph</sub> : 광 발생전류
- I<sub>out</sub> : 부하측에 흐르는 전류
- V<sub>out</sub> : 태양전지 출력전압
- B : PN 접합 재료 계수
- k : 볼츠만 상수(1.38\*10<sup>23</sup>)
- T : 절대온도(기준 300K)
- q : 전하량(1.6022\*10<sup>19</sup>)
- I<sub>sc</sub> : 일사량에 따른 단락전류
- I<sub>max</sub> : 일사량이 1kW/m<sup>2</sup>일 경우의 단락전류
- V<sub>oc</sub> : 일사량이 1kW/m<sup>2</sup>일 경우의 개방전압
- K : 계수(다이오드 순방향 전압 V<sub>D</sub>)

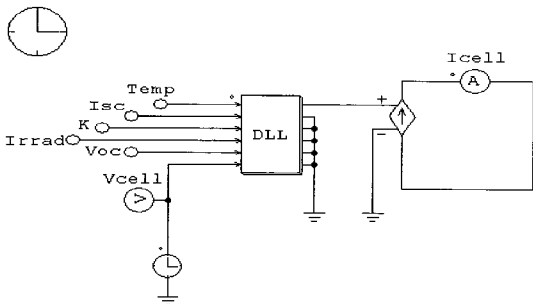


그림 2 PSIM을 이용한 태양전지 회로도  
Fig. 2 Schematic circuit of PV array with PSIM

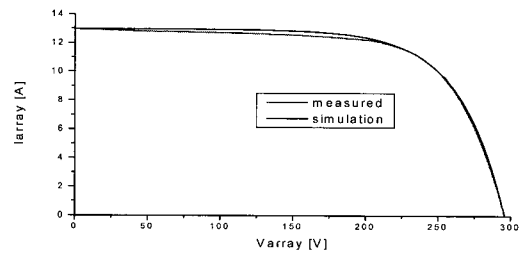
표 1은 어레이 시뮬레이터의 시뮬레이션과 실제 측정에 쓰인 변수 값이고, 그림 3의 (a), (b)는 태양광 어

레이 시뮬레이터와 실제 측정된 어레이의 출력 곡선을 나타낸다. 시뮬레이터의 곡선과 실제 측정된 출력 곡선에는 오차가 거의 없음을 확인할 수 있다. 이로부터 태양광 어레이 시뮬레이터의 신뢰성을 확인할 수 있다.

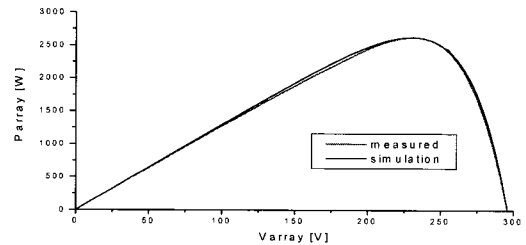
표 1 태양전지 어레이 시뮬레이션과 실제 어레이 측정에 사용된 계수값

Table 1 Parameter values for PV array

Parameter	Value
I <sub>sc</sub>	12.95[A]
V <sub>oc</sub>	295.95[V]
K	0.2464
Irrad	0.86[kW/m <sup>2</sup> ]



(a) 태양전지 어레이의 전류-전압 특성곡선



(b) 태양전지 어레이의 전력-전압 특성곡선

그림 3 태양전지 어레이의 출력 특성 시뮬레이션  
Fig. 3 The simulation of PV array output

### 3. MPPT 제어알고리즘 분석

#### 3.1 Perturbation & Observation MPPT 알고리즘

P&O 제어기법은 태양전지의 출력전압을 주기적으로 증가, 감소시킴으로써 동작하며 이전의 출력전력과 현재의 출력전력을 비교하여 최대전력의 상태를 추적하며 찾는다. 제어가 간단하여 널리 사용되지만, 최대 전력점에서 태양전지 출력전압이 연속적으로 미소 진동하여 어레이 출력전력의 손실을 가져온다. 그림 5는 P&O 알고리즘의 순서도를 나타낸다<sup>[2,5]</sup>.

3.2 Incremental Conductance MPPT 알고리즘

IncCond 제어기법은 태양전지 출력의 컨덕턴스와 증분 컨덕턴스를 비교하여 최대전력동작점을 추적하는 방법이다. IncCond 제어기법의 주요 개념은 태양전지 출력전력이 최대전력동작점의 왼쪽에 위치했을 경우에 출력전력은 전압의 증가에 따라 증가하게 되며( $dP/dV > 0$ ), 반대로 최대전력동작점의 오른쪽에 위치하였을 경우에 출력전력은 전압의 감소에 따라 감소한다( $dP/dV < 0$ ). 이러한 관계는 식 (2)로 표현된다.

$$\frac{dP}{dV} = d\frac{VI}{dV} = I\frac{dV}{dV} + V\frac{dI}{dV} = I + V\frac{dI}{dV} \quad (2)$$

양변에  $1/V$ 을 각각 곱하면,

$$\frac{1}{V} \frac{dP}{dV} = \frac{I}{V} + \frac{dI}{dV} \quad (3)$$

여기서 태양전지 컨덕턴스와 증분 컨덕턴스를 정의하면,

$$G = \frac{I}{V}, \quad \Delta G = \frac{dI}{dV} \quad (4)$$

IncCond 제어기법은 전력-전압의 관계에서 설명되어지므로, 그림 1 (b)의 전력-전압 곡선을 살펴보면,

$$G > \Delta G \text{ 이면(최대전력점의 왼쪽), } dP/dV > 0 \quad (5)$$

$$G = \Delta G \text{ 이면(최대전력점), } dP/dV = 0 \quad (6)$$

$$G < \Delta G \text{ 이면(최대전력점의 오른쪽), } dP/dV < 0 \quad (7)$$

결국, IncCond 제어기법은 태양전지 출력전압을 최대전력동작점 전압에 일치시킴과 동시에 태양전지 컨덕턴스와 증분 컨덕턴스가 같도록 한다<sup>[2-5]</sup>.

3.3 제안한 Hysteresis-band 변동 MPPT 알고리즘

제안한 제어방법은 태양전지 어레이의 출력전력이 최대전력동작점에 도달할 때까지 태양전지 출력전압의 레퍼런스를 동일한 방향으로 증가 또는 감소시키며 최대전력( $P_{max}$ )을 추종한다. 또한 최대전력값에 일정한 계인값(1이하)을 곱하여 flag가 바뀌는 최소전력값을 만들어준다. 태양전지 어레이의 출력전압이 최대전력동작점에 도달한 후 다시 어레이 출력전압은 최소한의 출력전력과 같아질 때까지 추종한다. 임의로 만들어준 최소전력값보다 낮아질 경우, flag를 바꿔서 다시 반대 방향으로 어레이 출력전압을 증가시킨다. 최대전력점을 통과하고 어레이 출력전압은 같은 최소전력값에 도

달하게 된다. 이 최소전력 값보다 작게 되면 다시 flag를 반전하여 어레이 출력전압을 감소시킨다. 이렇게 최대전력점을 기준으로 어레이 출력전압을 증가 혹은 감소시키면서 최대전력추종제어를 하게 된다. 본 논문에서는 시뮬레이션에 사용된 계인값과 최소한의 전력값( $P_m$ )을 식 (8)에 나타내었다<sup>[6,7]</sup>.

$$P_m = P_{max} \times 0.99 \quad (8)$$

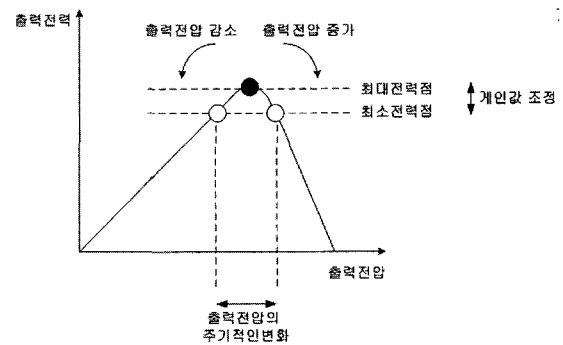


그림 4 Hysteresis-band 변동 기법  
Fig. 4 Hysteresis-band alteration algorithm

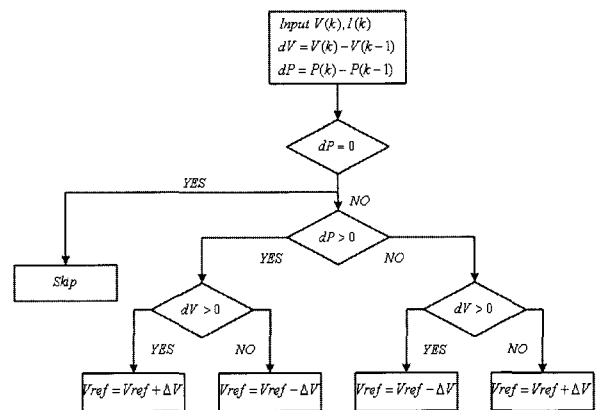


그림 5 P&O 순서도  
Fig. 5 The flow chart of P&O algorithm

그림 4는 제안한 Hysteresis-band 변동의 동작원리를 보여주고 있다. 그림에서 보듯이, 최대전력점을 기준으로 최소전력점은 항상 2개가 존재하게 된다. 이것을 이용하여 이 기법은 어레이 출력전압을 항상 낮은 출력전압과 높은 출력전압 사이를 반복하도록 한다. 이렇게 반복하여 전력-전압곡선을 추종하면서 최대전력점을 찾게 된다. 이 기법의 관건은 과연 계인값을 얼마나 주느냐 하는 것이다. 계인값에 따라서 MPPT 추종제어의 효율이 달라지기 때문이다.

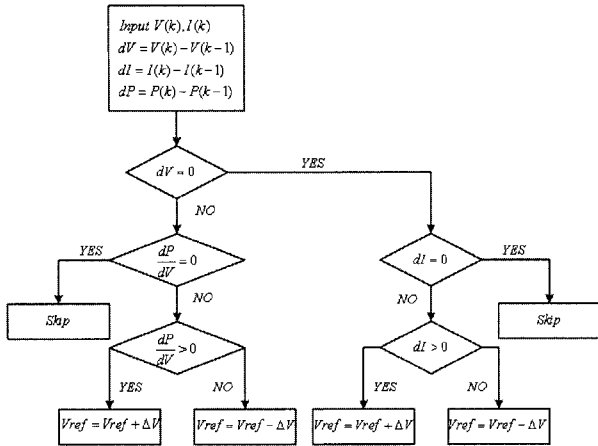


그림 6 IncCond 순서도  
Fig. 6 The flow chart of IncCond algorithm

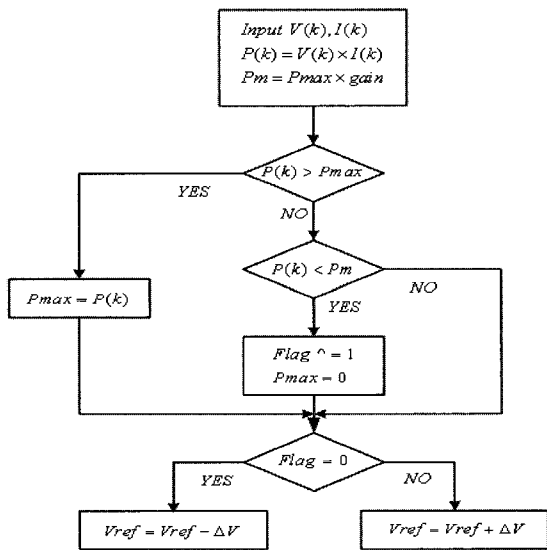


그림 7 Hysterisis-band 변동 순서도  
Fig. 7 The flow chart of Hysterisis-band alteration algorithm

#### 4. 시뮬레이션

저자는 제안한 Hysterisis-band alteration MPPT 제어기법의 우수성을 보여주기 위하여 다음의 3가지 기준을 제시한다.

- (1) 정상상태에서의 어레이 출력전압, 전류 및 전력의 안정성
- (2) 일사량 급변시 어레이 출력전압, 전류 및 전력의 새로운 최대전력점에서의 추종시간
- (3) 일사량 가변에 따른 MPPT추종 효율

위의 3가지 내용을 바탕으로 MPPT 제어기법을 평가하였다. 표 2는 시뮬레이션과 실험에 사용된 파라미터 값을 보여주고 있다. 태양전지 어레이 파라미터는 일사량이 최대(1kW/m<sup>2</sup>)일 경우에 3[kW]급 전력이 출력되도록 하였고, 컨버터 파라미터는 태양광 어레이로부터 최대전력을 얻을 수 있도록 설계된 값들이다.

그림 8은 시뮬레이션에 사용된 부스트 컨버터 회로도를 나타낸다. PSIM을 이용하여 앞서 태양전지 모델링에서 나온 태양전지 DLL과 부스트 컨버터 제어 코딩이 담긴 부스트 DLL 파일로 구성된다. 회로도에서 MPPT 동작전압은 260.6V가 되고, 이 전압을 부스트 컨버터를 이용하여 405V로 승압하게 된다.

표 2 시뮬레이션에 사용된 파라미터 값  
Table 2 Parameter values for simulation

태양전지	컨버터
Temp = 25[°C]	C1 = 2400[uF]
Isc = 12.6[A]	L = 1[mH]
K = 0.34	C2 = 2400[uF]
Irrad = 1.0⇒0.7[kW/m <sup>2</sup> ]	R = 55[Ω]
Voc = 320[V]	Switching fre. = 12.5[kHz]
Pmax = 3[kW]	MPPT fre. = 125[Hz]

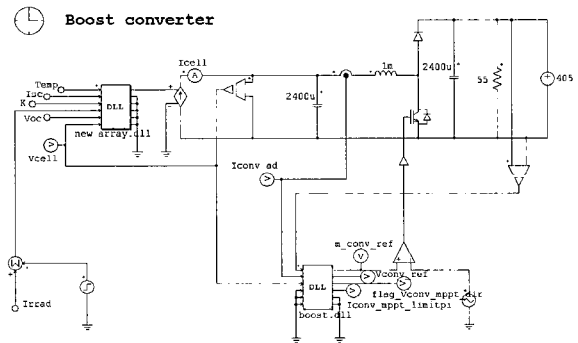


그림 8 부스트 컨버터 회로도  
Fig. 8 The schematic of the boost converter

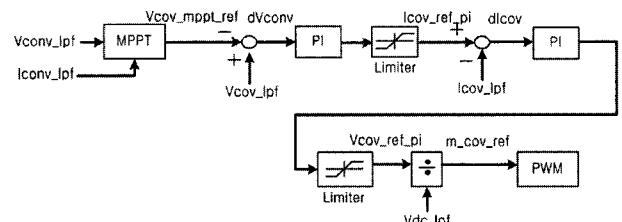


그림 9 부스트 컨버터 제어 블록도  
Fig. 9 The control block of boost converter

그림 9는 부스트 컨버터 제어 블록도를 나타내주고 있는데, MPPT로부터 나온 전압 레퍼런스를 이용하여 PI 제어기를 통하여 전류레퍼런스가 생성되고 다시금 PI 제어기를 통하여 컨버터 전압 레퍼런스를 만든다. 결국, 이 전압은 삼각파와의 비교를 통해서 PWM 제어를 행한다.

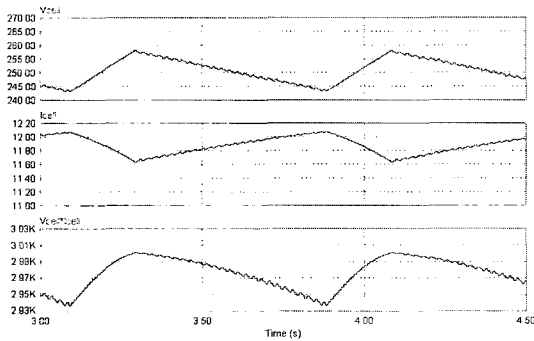


그림 10 P&O 정상상태 파형  
Fig. 10 The steady-state waveform of P&O

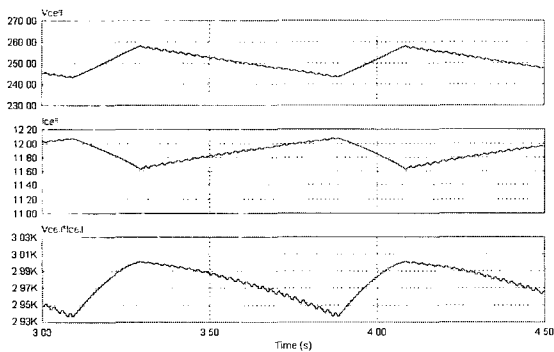


그림 11 IncCond 정상상태 파형  
Fig. 11 The steady-state waveform of IncCond

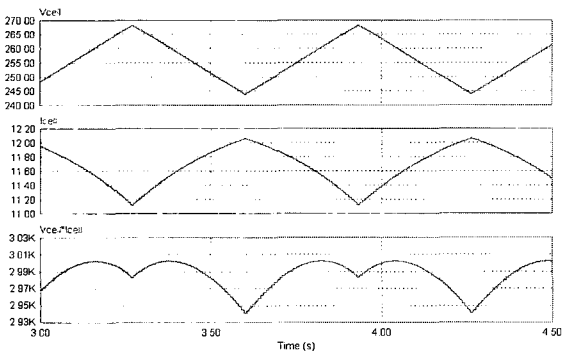


그림 12 Hysterisis-band 변동 정상상태 파형  
Fig. 12 The steady-state waveform of Hysterisis-band alteration

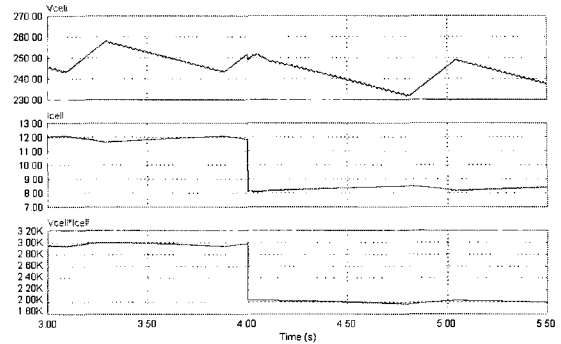


그림 13 P&O 일사량 급변 파형(1.0kW/m<sup>2</sup> -> 0.7kW/m<sup>2</sup>)  
Fig. 13 Irradiation variation of P&O

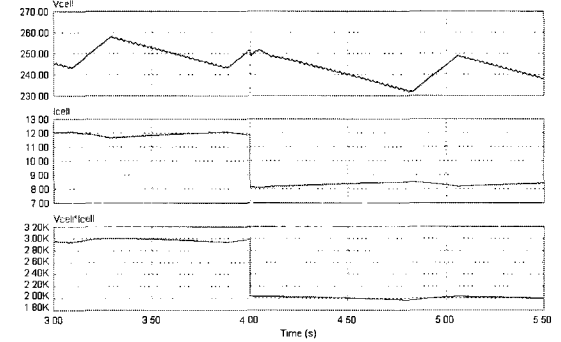


그림 14 IncCond 일사량 급변 파형(1.0kW/m<sup>2</sup> -> 0.7kW/m<sup>2</sup>)  
Fig. 14 Irradiation variation of IncCond

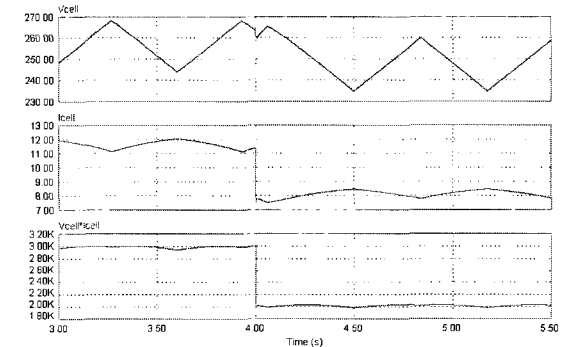


그림 15 Hysterisis-band 변동 일사량 급변 파형  
(1.0kW/m<sup>2</sup> -> 0.7kW/m<sup>2</sup>)  
Fig. 15 Irradiation variation of Hysterisis-band alteration

그림 10, 11, 12는 일사량 1kW/m<sup>2</sup>에서의 각 기법별 정상상태의 파형을 나타낸다. 각 기법별 정상상태에서의 어레이 출력전압, 전류 그리고 전력을 살펴보면 모든 제어 알고리즘이 안정하지 않고 일정한 주기로 최대전력점과 그 주위를 추종하는 것을 알 수 있다. 결

론적으로 정상상태에서의 비교는 서로 비슷하다는 것을 알 수 있다. 하지만, 대부분의 문헌에서는, IncCond 제어기법이 최대전력점 부근에서 진동이 제일 적다고 알려져 있다<sup>[3,4,5,9]</sup>.

그림 13, 14, 15는 일사량을 4초에  $1\text{kW/m}^2$ 에서  $0.7\text{kW/m}^2$ 으로 급격히 감소시켰을 때의 급격한 일사량 변화에 대하여 최대전력점을 얼마나 빨리 추종하고 안정되는지를 알아보기 위한 시뮬레이션이다. 일사량을 급변할 시에 P&O, IncCond 그리고 Hysterisis-band 변동기법 모두 즉시 바뀐 최대전력점을 추종하였다. 이것은 MPPT 출력으로 나오는 전압레퍼런스는 일사량의 변화에 큰 변화가 없고, 그리고 MPPT 제어주는 125Hz에 주기마다 레퍼런스 전압 변동값이 0.6V이어서 모든 제어기법은 일사량이 바뀐 이후 곧장 추종함을 알 수 있다.

MPPT 효율을 측정하는 것은 태양전지가 외부조건 특히, 일사량에 따라서 전력의 변화가 크므로 일사량에 따른 MPPT 효율을 살펴보는 것은 중요한 요소이다. MPPT 효율은 다음의 수식으로 나타낼 수 있다.

$$\eta = \frac{\int_0^t P_{\text{actual}}(t) dt}{\int_0^t P_{\text{max}}(t) dt} \quad (9)$$

수식 (9)에서 Pmax는 어레이에서 계산된 전력이고, Pactual은 인버터 입력 전력을 나타낸다.

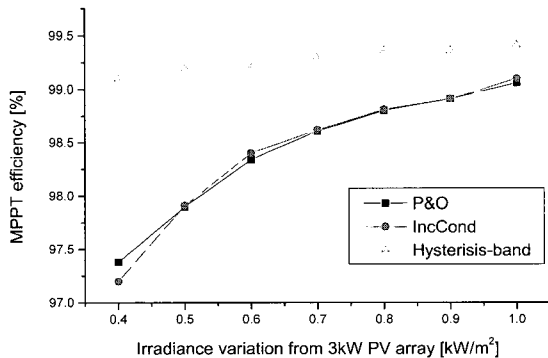


그림 16 일사량의 변화에 따른 MPPT 추종효율  
Fig. 16 MPPT efficiency due to Irradiance variation

그림 16은 일사량  $1\text{kW/m}^2$ 에서 즉, 3kW 어레이 출력에서 일사량을  $0.4\text{kW/m}^2$ 까지 가변 하였을 경우의 각 제어기법의 MPPT 추종효율을 보여준다. 그림에서

제안한 Hysterisis-band 변동 기법이 최대전력동작점 추종 효율이 우수하였다. 그 이유는 그림 10, 11, 12의 정상상태 시뮬레이션에서, 최대 3kW의 어레이 출력전력에서의 동작전압은 260.6V가 되어야 하는데 실질적으로 동작전압을 추종하는 것은 Hysterisis-band 변동 기법이였다. P&O와 IncCond은 각각 동작전압 이하에서 추종하고 있다. 일사량을 가변하여도 P&O와 IncCond 제어기법은 최대전력동작점의 전압보다 낮은 영역에서 MPPT 제어를 하였다. P&O와 IncCond 제어기법이 최대전력점을 제대로 추종하지 못하는 이유는, 최대전력점에서의 전압을 정확히 추종하지 못하고 있음으로 전력은 그에 상응하여 실제 최대전력점보다 낮은 곳에서 출력전력이 나오고 있다. P&O제어기법과 IncCond 제어기법의 파형이 비슷하게 나오는 이유는, IncCond에서  $dP/dV=0$ 이 거의 일어나지 않음으로 결국, 이것은 P&O와 제어 알고리즘이 비슷하게 되었고 시뮬레이션 결과 또한 비슷하였다. 시뮬레이션의 결과에 대해서 살펴본 문헌에서는, P&O와 IncCond 제어기법의 MPPT효율은 실험을 통하여 거의 차이가 나지 않는다는 것을 알 수 있었다<sup>[9]</sup>.

## 5. 결 론

태양전지는 전류-전압, 전력-전압의 관계가 비선형 특성을 가지고 있고 외부조건(온도, 일사량)에 의해서 최대전력점이 수시로 변함으로 태양전지로부터 최대전력을 얻는 것은 중요한 일이다. 이를 위해서 태양전지의 수학적인 모델링을 행하였고, 모델링의 결과는 PSIM을 이용하여 시뮬레이션으로 구현하였다.

MPPT 제어기법은 기존에 사용되어온 여러 기법들 중에서 P&O와 IncCond를 분석하였고, 더불어 이 논문에서 제안한 Hysterisis-band 변동 기법을 설명하고 분석하였다. 제안한 기법의 우수성을 입증하기 위하여 저자는 3가지 기준 조건을 만들었다. 첫째로, 정상상태에서의 어레이 출력 전압, 전류 그리고 전력의 안정성, 다음으로 일사량 급변시의 새로운 최대전력점의 추종 시간, 마지막으로 일사량을 가변하였을 경우의 MPPT 추종효율이었다. 정상상태에서의 어레이 출력의 안정성은 모든 제어기법이 비슷한 주기를 가지고 있어서 안정성은 판별하기 힘들다. 일사량 급변시에도 MPPT 출력레퍼런스가 전압으로 나오기 때문에 모든 기법은 거의 같은 결과를 보였다. 마지막으로 일사량 가변시의 MPPT 효율을 살펴보았는데, Hysterisis-band 변동, P&O 그리고 IncCond 제어기법 순으로 MPPT 효

율이 우수하였다. 결국, 제안한 Hysterisis-band 변동 기법은 저자가 제시한 3가지 요건 중 1가지에서 우수하였다.

**참 고 문 헌**

[1] C. R. Sullivan and M. J. Powers, "A high-efficiency maximum power point tracker for photovoltaic array in a solar-powered race vehicle," *Proceedings of the IEEE*, pp.574~580, 1993.

[2] K. H. Hussein and I. Muta, "Modified algorithms for photovoltaic maximum power tracking," *Record of 1992 Joint conference of electrical and electronics engineers in Kyushu, Japan*, pp.301, October, 1992.

[3] K. H. Hussein, I. Muta, T.Hoshino and M. Osakada "Maximum photovoltaic power tracking: An algorithm for rapidly changing atmospheric conditions," *Proceedings of the IEE*, Vol. 142, No. 1, pp. 59~64, 1995.

[4] C. Hua, J. R. Lin and C. Shen, "Implementation of a DSP-Controlled Photovoltaic System with Peak Power Tracking," *IEEE Trans. Industrial Electronics*, Vol. 45, No. 1, February, 1998.

[5] C. Hua and C. Shen, "Study of Maximum Power Tracking Techniques and Control of DC/DC Converters for Photovoltaic Power System," *PESC 29th Annual IEEE*, Vol. 1, pp. 86~93, 1998.

[6] 정영석, 유권중, 소정훈, 최주엽, 최재호, "P&O 알고리즘을 개선한 새로운 MPPT 알고리즘," *전력전자학회 학술대회논문집(II)*, pp. 925~928, 2003.

[7] 정영석, 유권중, 소정훈, 최재호, "태양전지 모의 전원을 이용한 MPPT 알고리즘의 비교 고찰," *전력전자학회 학술대회논문집*, pp. 234~237, 2003.

[8] 이경수, 정영석, 소정훈, 유권중, 최재호, "Analysis and study for MPPT algorithms in transformerless PV PCS," *전력전자학회 학술대회논문집(II)*, pp. 606~609, 2004.

[9] D.P. Hohm and M. E. Ropp, "Comparative Study of Maximum Power Point Tracking Algorithms", *Progress in Photovoltaics: Research and Applications*, pp. 47~62, 2003.

**저 자 소 개**



**이경수(李庚垂)**

1978년 12월 21일생. 2003년 호서대 전자공학과 졸업. 2003~현재 충북대 전기공학과 석사과정. 한국에너지기술연구원 태양광시스템연구센터 학연생.



**정영석(鄭永錫)**

1970년 12월 9일생. 1994년 충북대 전기공학과 졸업. 1996년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1996~현재 한국에너지기술연구원 태양광시스템연구센터 연구원.



**소정훈(蘇楨訓)**

1970년 5월 4일생. 1994년 영남대 전기공학과 졸업. 1996년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1996~현재 한국에너지기술연구원 태양광시스템연구센터 연구원.



**유권중(劉權鍾)**

1955년 8월 5일생. 1982년 조선대 전기공학과 졸업. 1985년 일본 KOBE 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1989년 동 대학원 전기공학과 졸업(공학). 1989~1990년 일본 Fuji전기(주) 종합연구소 주임연구원. 1990년~현재 한국에너지기술연구원 태양광시스템연구센터 센터장. 1997년 일본전력중앙연구소 객원연구원. 1998년 태양에너지학회 학술상 수상. 당 학회 부회장.



**최재호(崔載昊)**

1955년 9월 27일생. 1979년 서울대 전기공학과 졸업. 1981년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1989년 동 대학원 전기공학과 졸업(공학). 1981년~1983년 중경공업전문대학 전자과 전임강사. 1983년~현재 충북대 전기전자컴퓨터공학부 교수. 1993년~1994년, 1997년~1998년, 2003년~2004년 University of Toronto(Visiting Professor). 당 학회 부회장.