

One Switching Cycle 내에 최대전력점을 추종하는 태양광 발전의 아날로그 MPPT 제어 시스템

池常根^{*}, 權斗日^{*}, 柳哲熙^{*}, 韓翔圭^{**}, 盧政煜^{***}, 李孝範[§], 洪成洙[†]

Analog MPPT Tracking MPP within One Switching Cycle for Photovoltaic Applications

Sang-Keun Ji, Doo-Il Kwon, Cheol-Hee Yoo, Sang-Kyoo Han, Chung-Wook Roh,
Hyo-Bum Lee and Sung-Soo Hong

요 약

태양광발전시스템에서 태양전지의 최대전력점 추적(MPPT, Maximum Power Point Tracking)은 중요한 부분이다. MPPT 알고리즘은 태양전지가 주어진 일사량 및 온도에 의해 최대전력점에서 동작할 수 있도록 전압(V_{MPP}), 전류(I_{MPP})를 찾는다. 기존의 P&O, IncCond 알고리즘은 듀티를 증가 혹은 감소시키기 위하여 마이크로 프로세서나 DSP를 필요로 한다. 본 논문에서는 간단하면서 빠른 아날로그 MPPT 알고리즘을 제안한다. 이 방식은 기존 방식과 비교해서 매우 빠르게 MPP를 추적할 수 있으며 구현하기 쉽다. 또한 급격히 변하는 일사량에 기존 방식보다 대처가 빠르며 높은 효율을 보여준다.

ABSTRACT

Tracking the Maximum Power Point(MPP) of a photovoltaic(PV) array is usually an essential part of a PV system. The problem considered by MPPT techniques is to find the voltage V_{MPP} or current I_{MPP} at which a PV array should operate to generate the maximum power output P_{MPP} under a given temperature and irradiance. The MPPT control methods, such as the perturb and observe method and the incremental conductance method require microprocessor or DSP to determine if the duty cycle should be increased or not. This paper proposes a simple and fast analog MPPT method. The proposed control scheme will track the MPP very fast and its hardware implementation is so simple, compared with the conventional techniques. The new algorithm has successfully tracked the MPP, even in case of rapidly changing atmospheric conditions, and has higher efficiency than ordinary algorithms.

Key Words : Maximum Power Point Tracking, MPPT, Photovoltaic, Perturbation and Observation, Incremental Conductance, One Switching Cycle

1. 서 론

우리의 일상생활은 에너지를 사용하는 일부터 시작하여, 모든 것에 에너지 없이는 생존이 어려울 정도로 에너지에 의존해야만 하는 생활이 되었다. 그러나 에너지의 주된 공급원은 이 지구상에서 유한한 석탄이나 석유 등의 화석연료로 되어있다. 한편, 이 에너지 사용의 부산물로 발생하는 과대한 CO₂의 배출과 기타의 폐기물은 현재의 인류뿐만 아니라, 지구와 그 미래에 대한 유해한 산물이 되고 있다.

[†]교신저자 : 정회원, 국민대 전자공학부 부교수

E-mail : hongss@kookmin.ac.kr

^{*}학생회원, 국민대 전자공학과 석사과정

^{**}정회원, 국민대 전자공학부 조교수

^{***}정회원, 국민대 전자공학부 부교수

[§]정회원, 삼성전기 Power 사업 팀장

접수일자 : 2008. 8. 13

1차 심사 : 2008. 10. 30

심사완료 : 2008. 11. 17

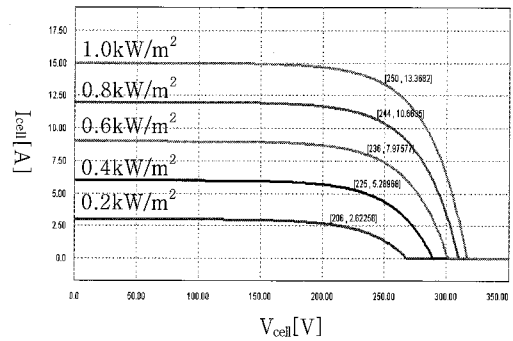
태양에너지는 태고로부터 현재까지 인류가 살고 있는 지구에 적당한 에너지를 끊임없이 공급하고 있다. 태양전지는 빛을 전기에너지로 변환하는 소자인 반도체를 사용하고 일찍부터 인공위성이나 등대 등의 전원으로 사용되었으며, 최근 고유가에 의해서 더욱 더 주목받고 있는 태양광 발전은 신재생 에너지 기술 중에서 가장 실용화에 근접하여 있고 운전이 쉬우며, 유지 및 보수가 간단하고 발전규모 선택이 자유롭다는 여러 가지 장점을 가지고 있어 미래의 자원고갈에 대처할 수 있는 강력한 대체에너지원으로 각광을 받고 있을 뿐 아니라 최근 문제되고 있는 환경문제 해결에도 부합할 수 있는 특징을 갖고 있다.^[1]

태양전지 어레이의 최대전압은 일사량과 온도에 의해서 시시각각으로 변한다. 또한 부하상태도 변하기 때문에 태양전지 특성이 변화하지 않아도 동작점은 변하게 되어 최대출력이 얻어지는 부하와는 같지 않게 된다. 즉, 태양전지의 고유한 비선형 특성으로 인해, 항상 태양전지의 최대전력점(Maximum Power Point)에서 동작하도록 하는 제어가 필요하다. 이러한 제어는 DC/DC 컨버터 또는 DC/AC 인버터 등 전력 변환 장치에서 수행하고 있다.

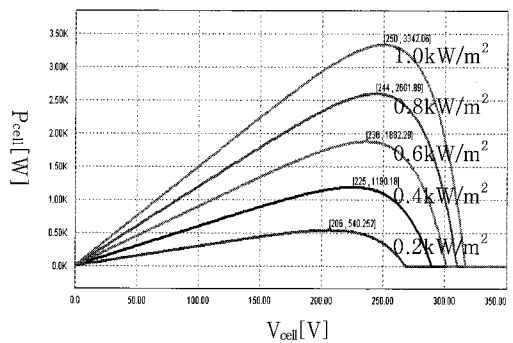
일사량 변동조건에 따른 태양전지 어레이에서 전력 변동 관계는 다음 그림과 같다. 그림 1에서 일사량이 최소 0.2[kW/m²]부터 최대 1.0[kW/m²]로 가변하면서 태양전지 어레이의 전류-전압, 전력-전압 곡선 특성을 보면 태양전지 셀이 전기적으로 비선형 특성임을 알 수 있다. 그림 (b)의 전력-전압 곡선에서 일사량에 따라서 최대전력점이 결정되는데 바로 이 점이 태양전지 어레이가 가질 수 있는 최대전력동작점이 되며, 이러한 최대전력점에 대해 외부의 조건(일사량, 온도)으로 인하여 최대전력점이 변해도 태양광 인버터가 항상 태양전지 어레이의 최대출력을 얻어지도록 하는 것을 최대전력추종제어(MPPT)라고 한다.

가장 많이 알려진 MPPT 제어방식으로 P&O (Perturbation and Observation)방식과 IncCond (Incremental Conductance) 방식의 특징을 살펴보기로 하겠다.

P&O 제어방식은 태양전지 어레이의 출력전압을 주기적으로 증가, 감소시키고 이전의 출력전력과 현재의 출력전력을 비교하여 최대전력동작점을 찾는다. P&O 제어방식은 알고리즘이 간단하여 널리 이용된다. 또한 일사량이 서서히 변하는 상황에서는 최대전력점이 안정하여 태양전지 어레이의 손실이 적다. 반면 일사량이 급변할 경우에 순간적으로 태양전지 어레이 출력전압이 최대전력동작점에서의 전압과 같지 않기 때문에



(a) 전류-전압 곡선



(b) 전력-전압 곡선

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

최대전력추종제어를 벗어나는 단점이 있다.^[2-5]

IncCond 제어방식은 전력-전압 그래프의 미분값, 즉 기울기를 이용한 방식이다. 최대전력동작점에서 기울기가 '0' 임을 이용한 것으로 이 방식의 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 변환 시간이 기존의 제어방식 이상으로 필요하기 때문에 빠른 연산 처리를 할 수 있는 프로세서가 요구되는 단점이 있다.^[2-5]

위에서 설명한 대부분의 MPPT 제어방식은 일반적으로 고가의 DSP를 이용한 디지털 제어방식으로, 곱셈이나 나눗셈과 같은 복잡한 연산을 수행하여 대용량의 태양광 시스템에 적용되었다. DSP를 이용한 디지털 제어방식은 노이즈와 같은 외란에 매우 민감하고

이것은 시스템에 치명적인 오동작을 초래할 수 있다. 또한 저전력 시스템(수십~수백 W)의 경우 크기 및 가격면에서 단점으로 지적될 수 있다. 이 경우 저가의 간단한 하드웨어로 구성된 제어방식을 사용해야 할 것이다. 따라서 본 논문에서는 저전력에서 실용적으로 구현 가능한 간단한 아날로그 회로로 구성된 새로운 MPPT 제어방식을 제안한다.

2. MPPT 제어 알고리즘 고찰

2.1 Perturbation & Observation 알고리즘

P&O MPPT 알고리즘은 태양전지의 출력전압을 주기적으로 미소 변동시킴으로써 동작하며, 변동 이전의 출력전력과 변동 이후의 출력전력을 비교하여 최대동작점을 추적한다. 따라서 MPP(Maximum Power Point)에 도달했을 경우, 동작전압이 진동하게 되어 출력전력의 손실이 발생하게 된다.^[2-5]

2.2 Incremental Conductance 알고리즘

P&O MPPT 알고리즘의 단점을 보완하기 위한 IncCond 알고리즘은 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 다음과 같이 식 (1)로 표현된다.

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

그러므로, 태양전지 어레이의 컨덕턴스에 대한 증분과 순시치($dI/dV, I/V$)를 측정하여, 태양전지 어레이의 출력전압을 MPP전압으로 제어하게 된다. 이러한 IncCond 제어방법은 MPPT 성능이 우수한 장점이 있으나, 두 번의 나눗셈이 필요하므로 연산속도에 제한이 있거나, 소수점 연산이 지원되지 않는 컨트롤러로는 구현하기 어렵다는 단점이 있다. 또한 dI/dV 의 값은 매우 작으므로, 급격한 일사량의 변동시에 센싱값의 오차가 발생할 경우 MPPT 제어에 실패할 확률이 높다.^[2-5]

3. 제안한 아날로그 MPPT 알고리즘

3.1 부스트 컨버터의 듀티가 PV 어레이에 미치는 영향

그림 2은 부스트 컨버터를 PV 어레이에 연결한 회로이다. 이 때 부스트 컨버터의 듀티가 PV 어레이에 미치는 영향을 알아보면 부스트 컨버터의 듀티가 증가하면 인덕터 전류가 증가하고 PV 전류 또한 증가하게 된다. 이는 태양전지 특성곡선에서 알 수 있듯이 PV 전압은 감소하게 된다. 마찬가지로 듀티가 감소하면 인덕터 전류가 감소하게 되고 PV 전류 또한 감소하게 된다. 이에 따라 PV 전압은 증가하게 된다.

즉, 부스트 컨버터를 이용한 모든 MPPT 알고리즘은 그림 3과 같은 경향이 있다. 현재값이 MPP를 기준으로 오른쪽에 위치하면 부스트 컨버터의 듀티를 증가시키고, 반대로 현재값이 왼쪽에 위치하면 듀티를 감소시켜 MPP를 찾아가게 된다.

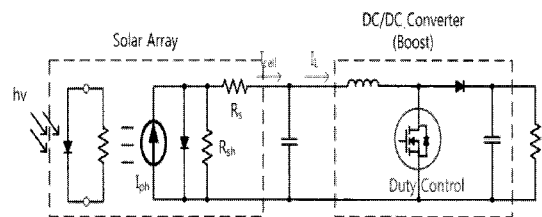


그림 2 부스트 컨버터의 듀티가 PV 어레이에 미치는 영향

Fig. 2 The effects of the Duty Cycle in PV Array

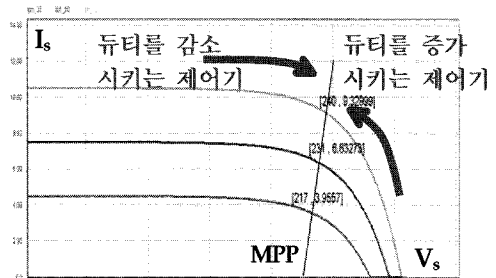


그림 3 부스트 컨버터를 사용한 MPPT의 원리

Fig. 3 The principle of the MPPT using boost converter

3.2 제안 아날로그 MPPT 알고리즘의 기본원리

기존의 MPPT 알고리즘은 태양전지 특성곡선에서 최대전력점(MPP)을 기준으로 그 이하의 PV 어레이 전압에서는 전력-전압 그래프에서 전압과 전력이 정비례하고, MPP 이상의 PV 어레이 전압에서는 기울기가 반비례한다. 이 같은 특성을 이용해 디지털 제어에서는 전력값의 이산된 현재값과 이전값의 미소 변동차를 측정하여 스위치 동작을 결정하였다.^{[6][7]} 하지만 제안된 방법은 메모리를 필요로 하는 미소 변동차를 이용

하지 않고 간단하게 아날로그 회로를 이용하여 구성하였다.

그림 4은 제안된 MPPT 방식의 회로도다. 제안된 MPPT 알고리즘의 제어단은 곱셈기, 리셋 기능을 가지고 있는 피크 디텍터, 옵셋이 있는 비교기, 그리고 D 플립플롭으로 구성되어 있다.

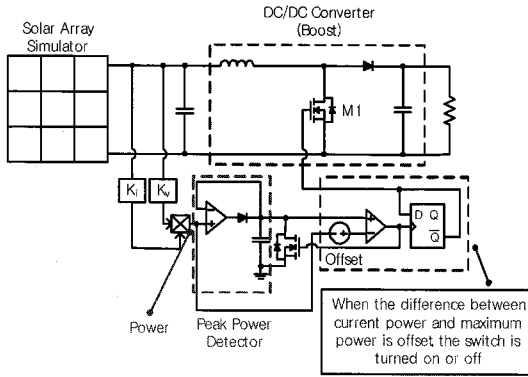


그림 4 제안한 MPPT 방식의 회로도
Fig. 4 The schematic of proposed MPPT

그림 5는 제안한 MPPT 방식의 동작 파형을 나타낸다. 초기 동작은 (a)와 같이 동작한다. 초기의 PV 어레이 출력전압은 V_{oc} (개방전압)이고 그림 5의 시작점 지점이다. 앞에서 설명했듯이 현재값이 MPP보다 오른쪽에 있으므로 듀티를 증가시켜주어야 하기 때문에 부스트 컨버터의 M1 스위치를 '턴온' 시켜 주어야 한다. 초기점에서 피크점에 도달할 때까지 비교기의 출력은 옵셋으로 인해 '로우'가 된다. 그러면 D 플립플롭의 \bar{Q} 출력 초기값은 '하이' 이므로 M1 스위치는 '턴온' 된다. 그러면 PV 어레이의 전류와 출력 전력은 최대전력점(MPP)을 향해 상승한다. MPP를 지나기 전까지, \bar{Q} 값을 변화시키는 D 플립플롭의 클럭은 비교기의 옵셋 전압 때문에 현 상태를 유지한다.

Mode 2의 동작은 MPP를 지나면 피크 디텍터의 출력은 MPP의 값을 가지고 있고, PV 어레이의 출력 전력은 감소한다. 감소하다가 MPP와 옵셋만큼 차이는 A지점에서 곱셈기 출력과 옵셋값의 합은 MPP 보다 작아지므로 비교기 출력은 '하이'가 되고 또한 클럭 신호도 '하이'가 된다. 그러면 피크 디텍터는 리셋되고 \bar{Q} 는 토글되어 '로우'가 되고 M1 스위치는 '턴오프' 된다.

Mode 3에서는 현재값이 MPP보다 왼쪽에 있으므로 스위치를 '턴오프'시켜야 한다. M1 스위치가 '턴오프' 되면 PV 어레이 전류는 감소하고 전력은 증가하여 다

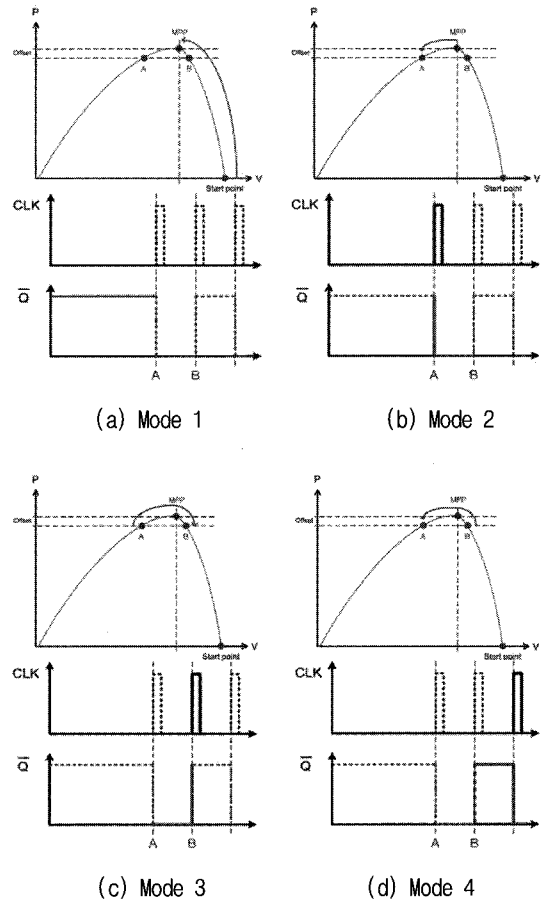


그림 5 제안한 MPPT 방식의 동작 파형
Fig. 5 The basic principle of proposed MPPT

시 전압 소스 영역으로 움직여서 MPP를 지나게 된다. MPP를 지나는 순간 피크 디텍터는 다시 MPP값을 유지하게 되고, MPP를 지나 B지점에 도달하면 비교기 출력이 '하이'이므로 클럭은 다시 '하이'가 된다. 피크 디텍터의 출력은 다시 리셋되고 \bar{Q} 는 '하이'가 되어 M1 스위치는 '턴온' 된다.

Mode 4에서는 현재값이 다시 MPP보다 오른쪽에 위치하므로 스위치를 '턴온'시켜야 한다. M1 스위치가 다시 '턴온' 되었으므로 PV 어레이 전류는 증가한다. 그러므로 PV 어레이는 전류 소스 영역으로 이동하고 다시 MPP를 지나게 되어 앞의 과정을 반복한다. 결론적으로 제안 방식은 MPP를 기준으로 A와 B 지점을 오가며 동작하게 된다. 이 동작들이 반복되며 듀티를 만들고 One Switching Cycle 내에서 M1 스위치를 번갈아 '턴온', '턴오프' 하면서 MPP를 추적 가능하게 된다.

제안 방식이 기존 방식에 비해 장점은 Mode 1에서

와 같이 초기구간(재기동)이나 일사량 급변시에 나타난다. Mode 1의 상황에서 기존 방식이 시작점에서 MPP를 찾아가는 동작을 살펴보면 이전값과 현재값을 비교해 전압명령을 바꾸어서 찾게 된다. 하지만 전압명령을 작게 줄수록 MPPT 효율에 좋지 않기 때문에 그만큼 트래킹 시간이 오래 걸린다. 반면에 제안방식은 한번의 스위칭으로 MPP를 찾아감으로써 빠른 트래킹 속도를 가져 일사량 변동에 빠르게 대처할 수 있다. 또 다른 장점은 MPP를 기준으로 읍셋 만큼 차이나는 두 지점을 번갈아 동작함으로써 작은 읍셋을 주어 MPPT 효율을 높일 수 있다.

5. 실험결과

제안된 알고리즘을 검증하기 위해 앞에서 살펴본 축소모델 PCS를 Solar array simulator를 이용하여 실험하였다. 실험에 사용된 파라미터의 값은 표 1과 같다. 그림 4과 같은 제안 방식이 MPP를 효율적으로 추종하기 위해서는 작은 값의 읍셋을 가져야만 한다.

그림 6는 제안 방식의 초기 상태로 위에서부터 곱셈기 출력, 피크 디텍터 출력, 게이트 파형을 나타낸다. 앞에서 설명한 것과 같이 피크 디텍터 출력이 MPP의 값을 유지하고 있고 곱셈기 출력인 PV 어레이 전력값과 읍셋만큼 차이 날 때, 스위치가 '턴온', '턴오프'하는 것을 알 수 있다. 또한 대부분의 MPPT 방식과는 다르게 One Switching Cycle 이내에 MPP를 추종할 수 있다.

표 1 실험에 사용한 특성값
Table 1 Parameter values for experiment

Parameter values for solar Array		Parameter values for boost	
V _{oc}	64.2[V]	L	1.50[mH]
I _{sc}	2.27[A]	C _{out}	220[uF]
V _{mp}	50[V]	R _o	200[Ω]
I _{mp}	2.00[A]	Offset	0.16[V]
Max. Power	100.42[W]	K _v	0.167
		K _i	0.43

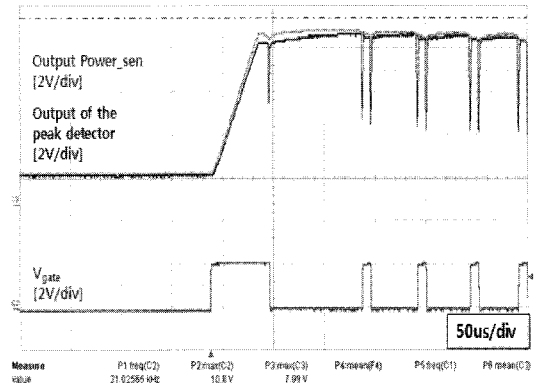


그림 6 초기 구동 상태
Fig. 6 The startup transient waveforms

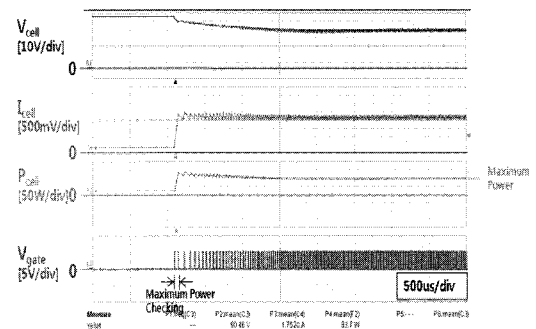


그림 7 MPPT 추종 실험 결과 파형
Fig. 7 Experimental results of maximum power point tracking

그림 7은 MPPT 추종 실험 결과 파형으로 위에서부터 V_{cell}, I_{cell}, P_{cell}, 게이트 파형을 나타낸다. P_{cell}은 오실로스코프의 math-function을 이용하여 계산하였다.

또한 정상상태에서 솔라 시뮬레이터의 세팅값인 V_{mp} : 50[V]와 I_{mp} : 2[A] 를 일정한 주기로 최대전력점을 추종하는 것을 알 수 있다.

제안방식은 한번의 스위칭으로 MPP를 추적하기 때문에 트래킹 속도가 약 54us으로 매우 빠르다.

그림 8는 제안방식의 효율을 알아보기 위한 P_{cell} 리플 파형이다. 제안 방식은 읍셋값에 따라 P_{cell} 리플이 결정된다.

$$P_{cell_ripple} = \frac{V_{offset}}{(V_{MPP} \times K_v) \times (I_{MPP} \times K_i)} \times P_{MPP} \quad (2)$$

여기서 K_v는 V_{cell}의 센싱 게인, K_i는 I_{cell}의 센싱 게인이다. 표 1의 값을 대입하여 이론적으로 계산한 P_{cell} 리플은 2.23[W]이고 실험적으로 얻은 값은 2.25[W]로

유사한 값을 보였다. 또한 I_{cell} 과 V_{cell} 은 최대전력점에서 전류, 전압값인 2[A], 50[V]를 중심으로 동작하는 것을 알 수 있다. 따라서 제안 방식의 MPPT 동안 유지하는 P_{cell} 레벨은 최대전력점과 동등함을 알 수 있다. 이는 곧 제안 방식이 MPP를 잘 추종하고 있으며 이때의 MPPT 효율은 99.3%를 얻었다.

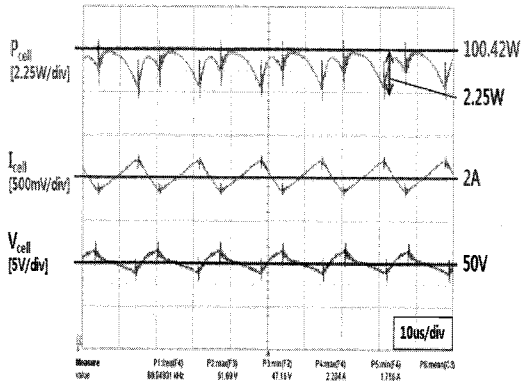


그림 8 Tracking 상세 파형
Fig. 8 Tracking waveforms

4. 결 론

태양전지는 전류-전압, 전력-전압의 관계가 비선형 특성을 가지고 있고 외부조건(온도, 일사량)에 의해서 최대전력점이 수시로 변하므로 태양전지로부터 최대전력을 얻는 것은 중요하다. 기존 MPPT 제어기법은 디지털 제어방법인 P&O와 IncCond와 같이 전력값의 이산된 현재값과 이전값의 미소 변동차를 측정하여 스위치 동작을 결정하는 방법이었다.

본 논문은 MPP를 매우 빠르게 추적하고 메모리를 필요로 하는 미소변동차를 이용하는 방법이 아닌 간단한 아날로그 회로를 이용하여 MPP를 추적한다. 제안 방법은 One Switching Cycle 동안에 빠르게 MPP를 추적하고 MPP와 옅셋 만큼 차이 나는 두 지점을 오가며 동작을 하기 때문에 옅셋값이 작을 수록 MPPT 효율이 높게 나온다. 실험을 통해서 제안방식이 빠르게 MPP를 추종하고 효율이 높게 나오는 것을 확인하였다.

제안된 아날로그 MPPT 방식은 저전력 PCS, 독립형 시스템 및 가격 저감에도 유리한 것으로 판단된다. 또한 알고리즘에 대한 원리가 간단하기 때문에 DSP로도 기존 제어기법보다 쉽게 구현할 수 있는 장점을 가진다.

이 논문은 국민대학교 2008년도 교내 연구비와 삼성전기(주)의 연구비 지원에 의하여 연구되었음

참 고 문 헌

- [1] 김영록, "태양광 발전 계통 연계형 PCS의 기술과 시험", *전력전자학회지*, Vol. 13, No. 3, pp. 31-35, 2008.
- [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, 1992, October.
- [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 an DSP-Controlled Photovoltaic System with Peak Power Tracking", *IEEE Trans. Industrial Electronics*, Vol. 45, No. 1, 1998, February.
- [5] C. ua and C. Shen, "Study of Maximum Power Tracking Techniques and Control of DC/DC Conberbers for Photovoltaic Power System", *PESC 29th Annual Ieee*, Vol. 1, pp. 86-93, 1998.
- [6] Charles. R. Sullivan, Matthew JPowers, "A high-efficiency maximum power point tracker for photovoltaic array in a solar-powered race vehicle", *Proceedings of the IEEE*, pp. 574-580, 1993.
- [7] Kasemsan Siri, Vahe A. Caliskan, C. Q. Lee, "Maximum Power Tracking in Parallel Connected Converters", *IEEE Transaction on Aerospace and Electronic systems*, Vol. 29, No 3, 1993, July.

저 자 소 개



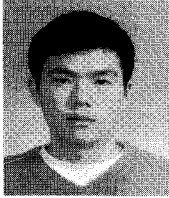
지상근(池常根)

1981년 10월 5일생. 2007년 국민대 공과대학 전자공학부 졸업. 2007년~현재 동 대학원 전자공학과 석사과정.



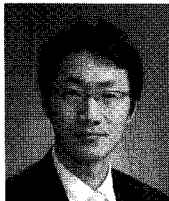
권두일(權斗日)

1981년 10월 3일생. 2007년 국민대 공과대학 전자공학부 졸업. 2007년~현재 동 대학원 전자공학과 석사과정.



유철희(柳哲熙)

1982년 6월 8일생. 2007년 국민대 공과대학 전자공학부 졸업. 2007년~현재 동 대학원 전자공학과 석사과정.



한상규(韓翔圭)

1973년 12월 13일생. 1999년 2월 부산대학교 전기공학과 졸업. 2001년 2월 한국과학기술원 전자전산학과 졸업(석사). 2005년 2월 동 대학원 전자전산학과 졸업(공박). 2005년 3월~2005년 8월 한국과학기술원 정보전자연구소 박사후연구원. 2005년 9월~현재 국민대 전자정보통신공학부 조교수.



노정욱(盧政煜)

1971년 9월 10일생. 1993년 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 졸업. 1995년 동 대학원 전기 및 전자 공학과 졸업(석사). 2000년 동 대학원 전기 및 전자 공학과 졸업(공박). 2000년~2004년 삼성전자(주) 영상 디스플레이 사업부 책임연구원. 2004년~현재 국민대 전자정보통신공학부 부교수. 당 학회 편집위원.



이효범(李孝範)

1956년 2월 18일생. 1980년 항공대 전자공학과 졸업. 2002년~2005년 삼성전기 영상Network 사업본부 Digital사업부장. 2005년 1월~2005년 12월 삼성전기 RF사업부 Power사업 팀장. 2006년~현재 삼성전기 Power사업 팀장.



홍성수(洪成洙)

1961년 1월 25일생. 1984년 서울대 전기공학과 졸업. 1986년 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 졸업(석사). 1992년 동 대학원 전기 및 전자공학과 졸업(공박). 1984년~1999년 현대전자(주) 정보통신 연구소 책임연구원. 1999년~현재 국민대 전자정보통신공학부 부교수.