

간략화된 MPPT 추종 기법을 적용한 소형 태양전지 배터리 충전 시스템 설계에 관한 연구

이대희, 김남준
대전대학교 전기공학과

A study on a simplified MPPT method for battery charging system using small size solar cell

Dai-Hee Lee, Nam-Joon Kim

Dept of Electrical Engineering DaeJin University, San11-1 Sundan-dong, Pocheon-si 487-711, KOREA

ABSTRACT

그린 에너지에 대한 연구가 활성화 되면서 태양광전지의 효율에 관한 연구가 많이 이루어 지고 있다. 그중 제일 중요한 주제는 태양광 전지 관련 MPPT 제어이다. 태양전지에서 MPPT 제어는 효율을 높이기 위해 꼭 필요하지만, MPPT 제어는 대부분 대형 태양전지에서 적용되고 구현비용이 높아 소형 태양전지에 적용하기 어렵다.

그러므로 소형 태양전지를 대상으로 간략화된 MPPT 제어를 적용하고 시뮬레이션과 실제 배터리 충전 시스템을 구성하여 그 타당성을 알아보았다.

1. 서론

태양전지는 온도, 광량에 따라 출력 전압과 전류가 변화한다. 이에 따라 최대전력량이 변하기 때문에 MPPT를 통하여 항상 최대전력점을 유지하도록 하여야한다. 하지만 소형태양전지에 적용하기 위한 MPPT는 구현비용 대비 가성비가 낮게 나타나 효율면에서 떨어진다. 소규모 태양전지의 특성상 적은 광량에서는 전류가 거의 출력되지 않으므로 소규모 태양전지의 최대 전력점이 일정 범위내에 존재함을 고려하여 그 범위를 추종하는 알고리즘을 본논문에서 제안하고자 한다. 또한 MPPT 추종 방식을 시뮬레이션 구성으로 그 타당성을 입증하고 배터리 충전시스템 구성 방법을 제안한다..

2. MPPT 추종 기법

소규모 태양전지의 특성상 작은 광량에서는 전류가 거의 출력되지 않으므로 소규모 태양전지가 최소한의 전류가 흐르는 광량을 적용했을 때 V-I 특성 그래프와 최대전력점의 그래프는 선형적인 식으로 구성할 수 있다. 본 논문에서는 태양전지의 모델화 식 중 보간형 모델에 대한 식을 이용하여 MPPT 추종 기법을 적용하였다. 보간형 모델은 I-V 특성곡선에서 유도할 수 있다.

식(1)은 태양전지의 출력전압, 출력전류, 개방전압, 단락전류, 전압상수와 전류상수에 관한 보간형 모델식이다. 개방전압단락전류, 전압상수와 전류상수는 태양전지의 기본적인 파라미터이므로 출력전류만 알수있다면 최대전력점을 가지는 출력전압을 구할 수 있다.

제안된 MPPT 추종 기법은 소규모 태양전지의 특성을 미리

입력함으로써 소규모 태양전지의 전류량을 구하여 간단한 수식을 통해 최대전력점을 추종하는 전압 크기를 추종하는 방식이다.

$$\left(\frac{V_{cell}}{V_{oc}}\right)^m + \left(\frac{I_{cell}}{I_{sc}}\right)^n = 1 \quad (1)$$

- V_{cell} : 태양전지의 출력전압
- I_{cell} : 태양전지의 출력전류
- V_{oc} : 개방전압
- I_{sc} : 단락전류
- m : 전압상수
- n : 전류상수

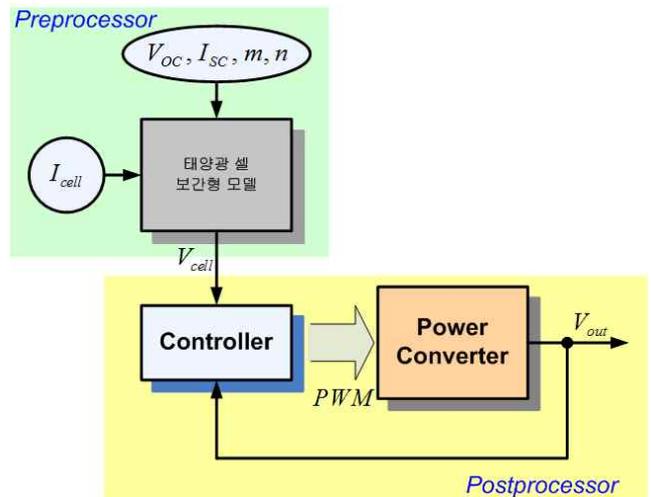


그림 1 제안된 MPPT 제어 방식의 알고리즘

그림 1은 제안된 MPPT 방식의 알고리즘이다. 전류량을 측정해 식(1)을 거쳐 최대전력점을 가지는 전압을 측정한다. 그 후 출력전압과 비교후 최대전력점을 가지는 전압을 PWM 방식으로 추종하도록 구현한다.

표 1. Boost 컨버터의 파라미터

L	0.2[mH]
C	47[uF]
R	100[Ω]

표 2. 태양전지의 파라미터

개방전압 (V_{oc})	4.887[V]
단락전류 (I_{sc})	0.136[A]
전압상수 (m)	-5.5
전류상수 (n)	0.06

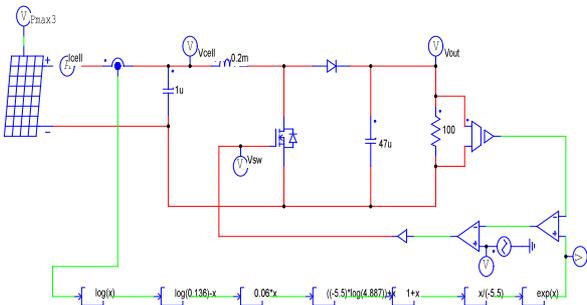


그림 2 제안한 MPPT 추종 방식을 적용한 boost 컨버터

3. 시뮬레이션

제안한 MPPT 추종방식을 적용한 Boost 컨버터를 설계하고 시뮬레이션을 통해 타당성을 알아보았다. 설계한 Boost 컨버터는 그림2에서 확인할 수 있다. Boost 컨버터와 태양전지의 기본 파라미터는 표1 및 표2에 제시되어 있다.

10[KHz]의 스위칭주파수와 10[ms]의 시뮬레이션 시간을 두고 듀티 50%의 스위칭과 제안한 MPPT 추종방식을 비교하였다.

그림 [3]은 듀티 50%의 스위칭을 가지는 소규모 태양전지의 시뮬레이션 결과이다. MPPT 제어를 하지 않았을 시 출력전압은 -4.12 ~ 3.51[V]로 큰 리플을 가지고 있다. 큰 리플을 가진 출력전압 때문에 출력전력도 큰 리플을 가지고 있다.

그림 [4]은 제안한 MPPT 추종방식을 적용한 소규모 태양전지의 시뮬레이션 결과이다. 약 2.5[ms]부터 안정화를 가지며 안정화 이후 출력전압은 3.52 ~ 3.59[V]를 가지며 출력 전력은 0.479 ~ 0.501[W]가 나온다. 출력 전력의 평균값은 0.500[W]로 측정되었다. 시뮬레이션에 적용한 소규모 태양전지의 최대 출력값은 0.510[W]이다. 이와 같은 결과로 제안된 MPPT 제어 방식의 타당성을 알 수 있다.

4. 결론

본 논문에서는 간략화된 MPPT 추종 방식을 제안하였다. 소형 태양전지는 낮은 광량에서 전류가 거의 출력되지 않으므로 이를 이용하는 MPPT 추종 방식이다. 보간형 모델을 이용해 MPPT를 추종하고 그 타당성을 시뮬레이션을 통해 증명하였다. 태양전지의 전류광과 출력 전압값을 측정하여 간단한

알고리즘으로 추종되는 방식이기 때문에 구현비용이 매우 저렴하다. 또한 디지털과 아날로그 방식 양쪽으로 구현이 가능해 원하는 방식으로 시스템을 구성할 수 있다. 차후 본 논문의 MPPT 추종 방식을 이용한 실험적인 실제 배터리 충전 시스템을 구성하여 타당성을 확보할 것이다.

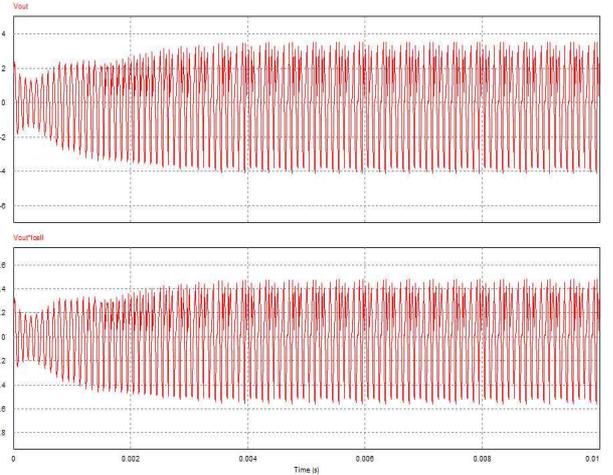


그림 3 MPPT 제어를 적용하지 않았을 때 출력(V_{out}, P)

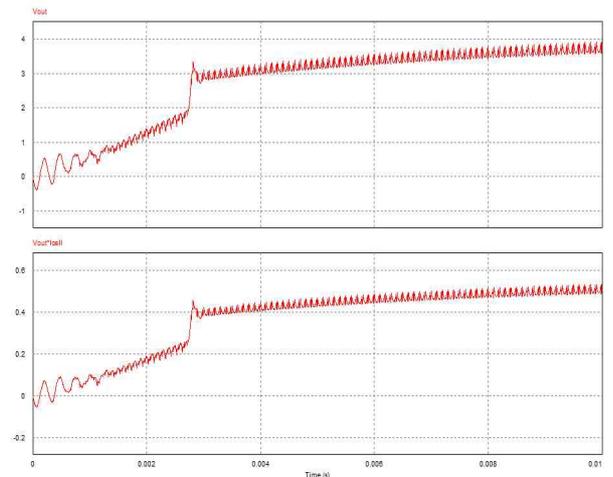


그림 4 제안된 MPPT 추종 방식 적용시 출력(V_{out}, P)

참고 문헌

- [1] 권두일, 지상근, 유철희, 한상규, 노정욱, 홍성수, "Solar Attay의 전압-전력 특성을 이용한 MPPT 제어 시스템" Trans. KIEE. Vol. 61, No. 1, JAN, 2012
- [2] 이효근, 서효동, 김경훈, 박민원, 유인근, "FPGA를 이용한 소형 태양광 발전 니켈 수소 전지 충전 시스템의 POS MPPT 제어" 전기학회논문지 61권 1호 2012년 1월
- [3] 유권중, 정영석, 최주엽 "새로운 고효율 MPPT 제어 알고리즘 고찰" 한국태양에너지학회 논문집 Vol. 22, No. 3, 2002
- [4] 김제하, 주무정, 정용덕, 박래만, 성희경, "박막형 태양전지 기술 및 산업 동향", 전자통신동향분석 제 23권 제6호 2008