

Newton Method와 정전압이 결합된 MPPT 출력특성 분석

백승학*, 최연옥*, 채 봉**, 김동휘***, 이성길****, 조금배*
 조선대*, 한국폴리텍 V대학**, 한영대학***, 광주보건대학****

Analysis of output characteristics Combined MPPT with Newton Method and Constant Voltage

S.H. Baek*, G.B. Cho*, Y.O. Choi*, b. Chae**, S.G. Lee***, D.H. Kim****
 Chosun University*, Korea Polytechnics College**, Gwangju Health College***, Hanyeong College****

Abstract - Now a days has problem of energy resource shortage and environmental pollution. We are looking up various solution plans regarding this problem. Solar power is one of the solution to solve the energy shortage problem. But solar power is affected by the weather. So variation weather we can use Maximum Power Point Tracing device for solar PV system.

In this paper, New MPPT method is proposed to tracking MPP at low and high insolation by combining constant voltage method with Newton Method method.

1. 서 론

에너지의 소비는 꾸준히 증가하고 있으며, 그로인한 화석연료 사용은 생태계를 파괴하고 있다. 태양광 발전 시스템은 오염이나 소음 등의 공해가 없고 무한하며 수명이 길고 발전설비에 대한 유지 관리가 거의 필요 없고 설치가 비교적 용이하다.

태양광발전에 사용되는 태양전지의 출력량은 일사량과 주변온도에 따라 변화 된다. 일사량에 따라 태양전지 어레이에서 출력되는 최대전력 점이 달라지는데, 이 점을 최대 전력 동작점(MPP)라 하고, 일사량과 주변온도의 영향에 의해 출력 전력이 변하여도 인버터를 이용하여 항상 태양전지 어레이의 최대 출력을 얻을 수 있도록 하는 제어를 최대 전력 추종 제어(MPPT)라고 한다.

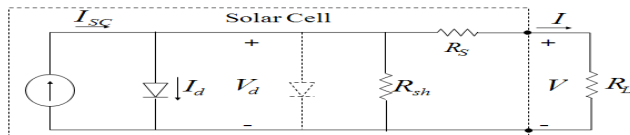
최대전력추종제어는 정전압제어 방식, Perturbation&Observation(P&O) 방식, Incremental Conductance (Inc Cond) 방식, Fuzzy 제어 방식 등 다양한 기법이 사용되고 있다.[1]

본 논문에서는 기존 Newton Method의 제어 기법에 낮은 일사량에서 빠른 추적을 보이는 정전압 제어방법을 결합하여 MATLAB-Simulink를 통해 최대 전력점의 추적과 특성곡선을 알아본다.

2. 본 론

2.1 태양전지 모델링

그림 1은 빛이 조사 될 때의 일반적인 태양전지의 등가회로 출력전류 I는 식(1)과 같다.

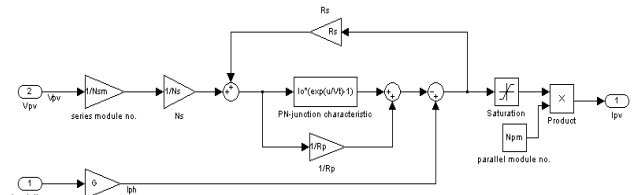


〈그림 1〉 태양전지 등가회로

$$I = I_{SC} - I_d - \frac{V_d}{R_{sh}} = I_{SC} - I_o \left(\exp \frac{qV_d}{nKT} - 1 \right) - \frac{V + R_s \cdot I}{R_{sh}} \quad (1)$$

- I : 출력전류
- V : 출력전압
- V_d : 다이오드 전압
- I_{sc} : 광전류
- I_o : 다이오드포화전류
- n : 다이오드상수
- K : 볼츠만상수
- q : 전자의 전하량
- T : 절대온도

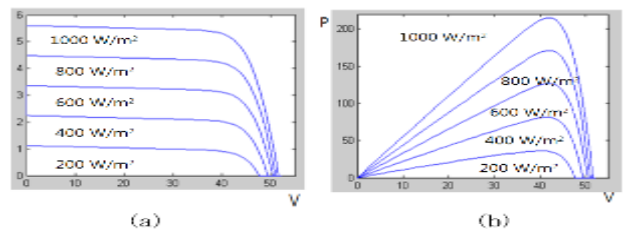
그림 2는 식(1)을 이용하여 MATLAB-Simulink를 이용하여 PV module 내부 회로도를 나타낸 것이다. <표 1>은 시뮬레이션에 사용한 태양전지 모듈의 파라미터 값을 나타 낸 것이며, 그림 3은 일사량 변화에 따라 나타나는 태양전지의 출력 특성을 시뮬레이션 한 것이다.



〈그림 2〉 MATLAB-Simulink를 이용한 PV module 내부 블록도

〈표 1〉 태양전지 모듈 파라미터 값

Parameter	value
peak power [wp] ± 5%	215
peak power voltage [Vmpp]	42.0
peak power current [Impp]	5.13
open circuit voltage [Voc]	51.6
short circuit current [Isc]	5.61



(a) 태양전지 모듈의 전류-전압 특성곡선
 (b) 태양전지 모듈의 전력-전압 특성곡선

〈그림 3〉 MATLAB-Simulink를 이용한 태양전지 어레이 출력 특성 곡선

2.2 Newton Method의 MPPT

Newton Method 방법은 일반적인 함수의 근사 값이나, 실제 값을 찾는 데 매우 효율적인 방법이다. 이 방법은 구하고자 하는 근의 값 근처에서는 수렴되는 속도가 매우 빠르므로, 원하고자 하는 값을 찾는 속도가 일반적인 미분 방정식을 이용하여 근을 찾는 것보다 빠르게 찾을 수 있다. 하지만 방정식의 기울기가 작게 되면 해를 구하기 힘들어지며, 처음 접근 포인트 점을 잘못 잡게 되면 원하는 근의 값을 찾을 수 없다는 단점이 있다.

Newton Method를 이용하여 근을 구하는 법을 알아보면, 그래프 상에 먼저 임의의 x 값을 지정하여 준다. 그리고 이 값을 x₀ 라 한다. 다음 단계로 x₀ 에서 접선을 그려주어 이 접선과 x 축이 만나는 점을 x₁ 라고 하며, 접선의 방정식은 식(2)와 같이 나타낼 수 있다.

$$y = f'(x)(x_1 - x_0) + f(x_0) \quad (2)$$

식(2)를 이용하여 x절편값을 구하기 위해 y값을 0으로 놓고, x 절편값은 식(3)과 같다.

$$x_1 = x_0 - \frac{f(x_0)}{f'(x)} \quad (3)$$

식(3)을 이용하여 Newton Method를 이용한 식(4)을 참고하여 MPPT 제어를 하기 위한 수학적 모델링을 하면, 식(5)과 식(6)변과 같이 나타낼 수 있다.

$$V_{k+1} = V_k - \frac{f(V_k)}{f'(V_k)} \quad (k = 0, 1, 2 \dots N) \quad (4)$$

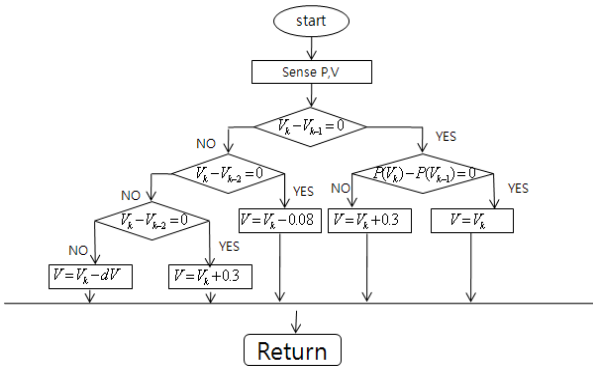
$$V_{k+1} = V_k - \frac{\frac{P(V_k) - P(V_{k-1})}{V_k - V_{k-1}}}{\frac{P(V_k) - P(V_{k-1}) - P(V_{k-2})}{V_k - V_{k-1}} - \frac{P(V_{k-1}) - P(V_{k-2})}{V_{k-1} - V_{k-2}}} \quad (5)$$

(k = 2, 3, 4... N)

식 (5)을 정리하면 식(6)와 같다.[2]

$$V_{k+1} = V_k - \frac{(V_k - V_{k-2})(V_{k-1} - V_{k-2})(P(V_k) - P(V_{k-1}))}{(V_{k-1} - V_{k-2})(P(V_k) - P(V_{k-1})) + (V_k - V_{k-1})(P(V_{k-1}) - P(V_{k-2}))} \quad (6)$$

그림 4는 위 식을 바탕으로 Newton Method를 이용한 mppt 제어 알고리즘을 설계하였다.



〈그림 4〉 Newton Method를 이용한 MPPT제어 알고리즘

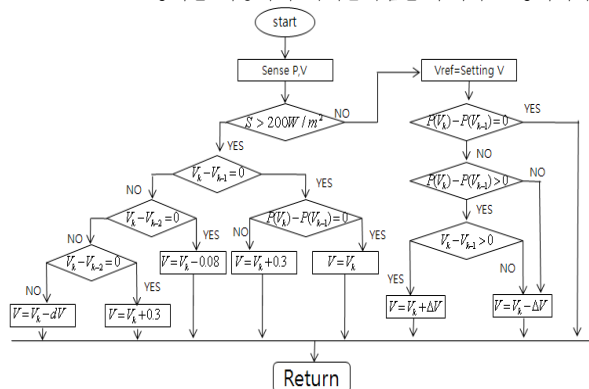
2.3 정전압 제어방법

태양전지의 최대 출력전압은 일사량과 태양전지 온도에 크게 영향을 받지 않는다. 태양전지 어레이의 출력전압은 일사량의 변화에 대해서 약간의 변동 폭을 가지는 정전압 특성을 나타낸다. 이 전압을 제어하는 방법을 정전압 제어방법이라고 한다.

Boost 컨버터의 Duty는 제어회로에 의해 결정되고, 출력 측 DC 전압은 정상상태 조건의 V값에 의해 일정한 값으로 유지된다. 하지만 일사량 급변시 정확한 MPP를 추종하지 못해 출력효율이 감소되고 태양전지 모델링의 정확성에 성능이 좌우되는 단점이 있지만 어레이 및 DC 측의 센서를 줄일 수 있는 장점을 갖는다. [3]

2.4 제한된 알고리즘

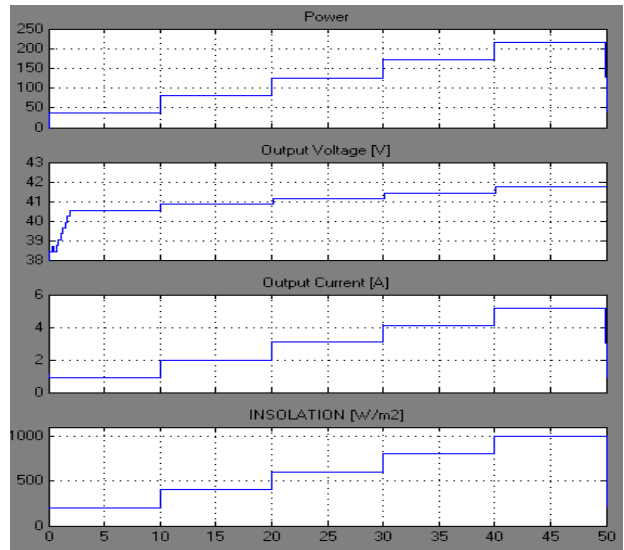
Newton Method과 정전압을 같이 사용하여 제어한다. 일사량이 적은 200[W/m²]일때 정전압 방식을 사용하고, 그 이상의 일사량일 경우 Newton Method 방식을 이용하여 최대출력점을 추적하는 방식이다.



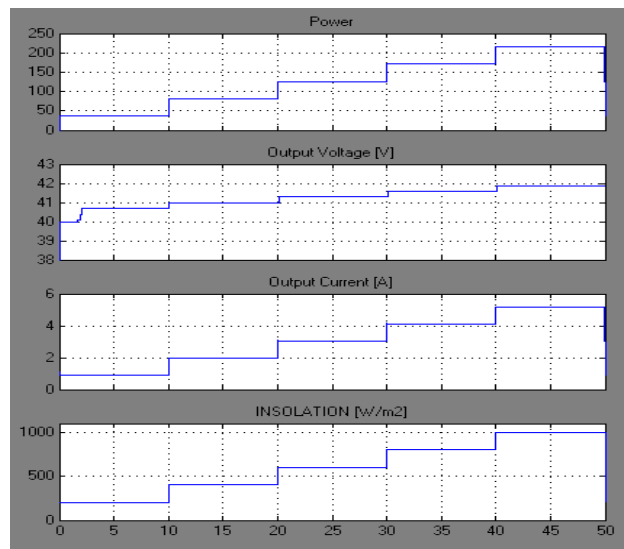
〈그림 5〉 Newton Method와 정전압이 결합된 제어 알고리즘

2.5 시뮬레이션

그림 6은 Newton Method 제어 방법으로 일사량 200,400,600,800,1000 [W/m²] 일 때 최대 출력점을 시뮬레이션이다. 그림 7은 제한된 제어에 의한 시뮬레이션이다. 그림6에서 일사량이 낮은 200[W/m²]에서 정상상태 전압값을 추종하는게 늦음을 알 수 있으며, 제한된 그림7에서는 일사량이 200[W/m²]에서 빠르게 일정값을 추종하는걸 알 수 있다.



〈그림 6〉 Newton Method 제어 시뮬레이션



〈그림 7〉 Newton Method와 정전압이 결합된 시뮬레이션

3. 결 론

태양전지의 효율에 있어서 최대 출력 전력점을 찾는 것을 매우 중요하며, 보다 빠르고 안정적으로 최대 출력 전력점을 찾아 태양전지의 효율을 높이는 것을 매우 중요한 부분이다.

본 논문에서는 기존의 사용되는 Newton Method를 정전압제어와 결합하여 더욱 빠르고 정확하게 최대 출력점을 찾는다. Newton Method 제어는 기술기가 작으면 해를 구하기 어렵고 추적 속도가 느리다. 문제점을 보완하기 위해 일사량이 낮은 경우에는 정전압 제어를 사용하여 안정적이고 빠르게 최대 출력 전력점을 찾도록 하였다. 하지만 전압값과 전력값의 초기값 설정을 정확하게 설정해 주지 않으면 최대 출력 전력점을 찾는 과정에 있어서 불안정한 과정이 나타난다.

[참 고 문 헌]

- [1] 정희원, "태양광 시스템에서의 새로운 MPPT 알고리즘 제안", 전력전자학술대회 우수추진논문, 2월호, 21page, 2005년
- [2] Fang Luo and Pengwei Xu and Yong Kang and Shangxu Duan, "A Variable Step Maximum Power Point Tracking Method Using Differential Equation Solution", 2007 Second IEEE Conference on Industrial Electronics and Applications, 2261page, 2007
- [3] 정병진, "일사량 조건을 고려한 태양광 방전의 하이브리드 mppt 제어", 순천대학교석사논문, 2009년