

소프트 스타팅을 이용한 태양광모듈 접속장치용 스위칭 소자의 제어기법에 관한 연구

김은수, 하용호, 황선환, 이재석
경남대학교

A Study on Control Algorithm of a Switching Device for Junction of Photovoltaic Modules by Using Soft Starting

Eun Soo Kim, Yong Ho Ha, Seon Hwan Hwang, Jaeseok Lee
Kyungnam University

ABSTRACT

본 논문에서는 태양광모듈과 전력변환장치간의 접속장치로 사용된 전력용 반도체 스위칭 소자의 소프트 스타팅 기법을 통해 초기 돌입전류를 저감하는 알고리즘을 제안하고자 한다.

태양광 모듈의 경우, 릴레이나 DC차단기 등을 사용하여 전력 변환장치와 연동하는 것이 일반적이나, 이 경우 태양광모듈의 수명과 접속장치의 전압 강하 및 응답성 등의 문제를 야기한다. 또한, 전력변환장치 출력단의 커패시터에 초기 동작 시 과도한 동일전류가 발생하게 되고 이는 태양광모듈의 과전류 현상을 발생시켜 모듈의 수명과 더불어 퓨즈의 차단 및 발열 등 비이상적인 현상을 발생시킨다.

따라서, 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하고자 스위칭 소자를 사용한 접속장치 적용하였고, 소프트 스타팅 기법을 이용하여 돌입전류를 저감하고자 한다.

제한한 알고리즘의 경우, 시뮬레이션을 통해서 검증하고자 한다.

1. 서론

태양광 발전 시스템은 세계의 에너지 고갈 문제를 해결하기 위한 여러 신재생에너지 중에서 가장 각광받고 있는 분야 중 하나이다. 특히 태양광 발전용 전력변환장치의 연구 또한 지속적으로 진행되고 있다.

본 논문에서의 태양광 발전 시스템은 태양광모듈과 부스트 컨버터 사이에 스위칭소자를 구성하였다.

그림 1은 태양광모듈과 전력변환장치 사이에는 DC차단기나 퓨즈를 많이 사용한다. 퓨즈의 경우 일회성 사용이라는 단점을 가지고 있어 DC차단기를 사용하고 있다.^[1] DC차단기는 전력변환장치 내에 있는 커패시터가 충전하기 위해 돌입전류가 발생하게 된다. DC차단기의 경우 단순히 온/오프 동작만 하는 스위치이므로 돌입전류 제어에 어려움이 있다. 그리고 차단기나 퓨즈는 제품은 과전압과 과전류에 특성 조건에 만족해야 차단이 되지만 저전압 또는 저전류에서 차단이 되지 않고 고사양일 수록 비싼 단점이 있다.

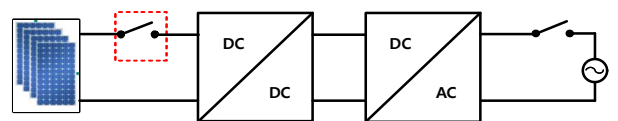


그림 1 일반적인 스위치를 사용한 태양광 발전 시스템
Fig. 1 Photovoltaic Power Generation Systems Using Common Switches

최근에는 전력전자 기술의 발전과 반도체 제품이 저렴해짐에 따라 필요한 고가의 차단기 설치비를 고려했을 때 가격적인 면에서 충분히 가치가 있으며 또한 효율적인 측면에서 떨어지지 않는 제품이 상용화되고 있다.

그림 2는 태양광 어레이와 전력변환장치 사이에 전력용 반도체 스위칭 소자인 IGBT를 사용하였다.

IGBT를 사용할 경우 모든 조건에서 제어가 가능하다는 장점을 가지고 있으나, DC차단기와 마찬가지로 전력변환장치 내에 있는 커패시터를 충전하기 위해서 돌입전류가 발생하게 된다. 이러한 돌입전류를 저감하기 위해서 소프트 스타팅 알고리즘을 적용하여 제어가 가능하다.

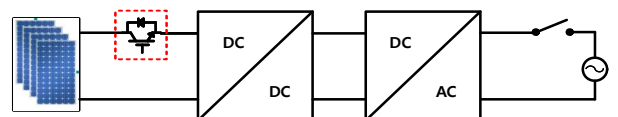


그림 2 전력용 반도체 스위칭 소자를 사용한 태양광 발전 시스템
Fig. 2 Photovoltaic Power Generation Systems Using Power Semiconductor Switching Device

그러나 스위칭소자를 턴 온 할 경우 부스트 컨버터 내부의 커패시터를 충전하기 위해서 순간적인 돌입전류가 발생하게 된다. 이로 인해 태양광모듈과 커패시터 수명 단축과 성능저하 등 많은 문제점이 야기된다.

이러한 문제점을 해결하고자 새로운 소프트 스타팅 알고리즘이 제안되었다. 따라서 본 논문에서는 제안한 소프트 스타팅 알고리즘을 적용하여 시뮬레이션을 통해 그 타당성을 검증하고자 한다.

2. 본론

2.1 태양광모듈 등가회로

그림 3은 태양광모듈의 등가회로이며 전류원과 다이오드, 직병렬 저항으로 연결된 구조이다.

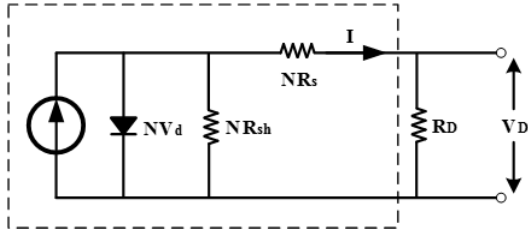


그림 3 태양광모듈 등가회로
Fig. 3 Solar Module Equivalent Circuit

태양광모듈의 등가회로에서 전압손실은 직렬저항 NR_s 이며 누설 전류는 병렬저항 NR_{sh} 로 표현할 수 있다. 여기서 태양광모듈과 전력변환장치 사이에 스위치를 턴 온하게 될 경우 돌입전류가 발생하며 직렬저항 NR_s 가 손실 또는 파괴되는 현상이 발생하게 된다. 이러한 문제점이 야기되면서 태양광모듈의 수명 단축과 태양광모듈이 파괴되는 현상이 발생하게 된다.

2.2 멀티스트링 전력변환장치의 구성

본 논문에서는 점차적으로 활용도가 높아지는 방식인 멀티스트링 방식이다. 그림 4는 태양광모듈마다 DC/DC컨버터가 연결되어 있다. 멀티스트링 방식에서도 태양광모듈과 DC/DC컨버터만 사용하여 시뮬레이션을 진행하였다. 멀티스트링 방식의 특징은 각각의 스트링을 개별적으로 동작시킬 수 있으며, 높은 에너지를 얻을 수 있다는 장점이 있다. 또한 기존 태양광모듈에 추가 모듈을 연결하여 쉽게 용량을 증설할 수 있어 높은 효율과 확장성이 용이하다는 장점도 있다.^[2]

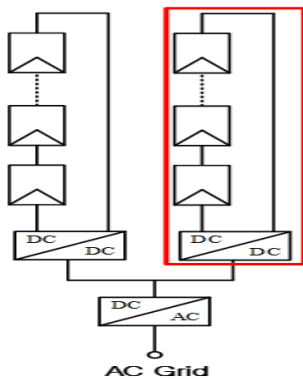


그림 4 멀티스트링 전력변환장치
Fig. 4 Multi string PCS

2.3 시뮬레이션

그림 5는 태양광모듈과 전력변환장치 사이 소프트 스타팅 알고리즘을 적용하지 않은 스위칭 시뮬레이션 파형이다. 초기 돌입전류가 600[A]이상 상승하는 것을 확인 할 수 있다.

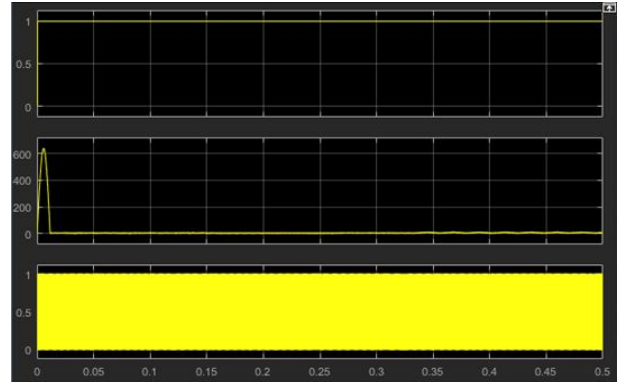


그림 5 일반적인 스위칭 방식의 시뮬레이션 결과
Fig. 5 Simulation Result Of General Switching Method

하지만 그림 6과 같이 확인할 수 있듯 태양광모듈과 전력변환장치 사이 소프트 스타팅 알고리즘을 적용한 스위칭 시뮬레이션 전력변환장치와 각각의 스위치에 듀티를 고정하고 위상차이를 주어 소프트 스타팅 알고리즘을 적용시킨 후 돌입전류가 감소되는 것을 확인 할 수 있다.



그림 6 소프트 스타팅 방식이 적용된 시뮬레이션 결과
Fig. 6 Simulation Results With Soft Starting Method

3. 결론

본 논문에서는 태양광모듈과 전력변환장치 사이 전력용 반도체 스위칭 소자를 사용하였고, 스위칭 소자가 턴 온 시에 발생하는 돌입전류를 저감하기 위해 소프트 스타팅 알고리즘을 사용하였다. 시뮬레이션 결과에서 확인 할 수 있듯이 소프트 스타팅 알고리즘을 돌입전류를 저감하는 것을 확인 할 수 있다. 향후 실제 실험을 통해서 시뮬레이션 결과에 대해 검증해야 할 것이다.

이 논문은 2017년도 정부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업 (NONRF 2017R1D1A1B03031807)의 연구비 지원에 의하여 연구 되었음

참고 문헌

- [1] 박성준, 박성미, and 이정환. "직류 배전과 DC 차단기 기술 동향." 전기의세계 64.11 (2015): 27-33.
- [2] 고광수, 박종형, 김홍근, 전태원, & 노의철. (2010). 대용량 PV 시스템용 멀티센트럴 인버터 제어. 전력전자학술대회 논문집, 385-386.