

독립운전형 태양광 발전시스템 모델링에 관한 연구

김문환, 배영호, 이민아, 이슬기, 김재연
충북대학교 전기 공학과

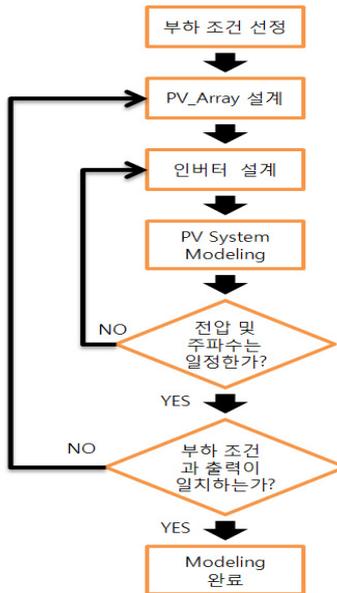
Stand-Alone PV Generation System Modeling

Moon-Hwan Kim, Young-Ho Bae, Min-A Lee, Seul-Ki Lee, Jae-Eon Kim
Chung-Buk National University

Abstract - 본 논문은 에너지 고갈로 인해 신재생에너지가 대두되는 가운데 독립형 태양광 발전시스템의 PV_Array 선정에 대한 논문이다. 독립형 태양광 발전 시스템만을 이용한 PV_Array 출력을 조정해서 부하에 안정적으로 공급하게 설계하였다. 본 논문에서는 PV_Array 내부 모듈의 개수와 인버터 변환 효율을 조정하였다.

1. 서 론

최근 화석 에너지의 고갈이나 환경문제 등으로 인하여 신재생 에너지에 대한 관심이 고조되고 있다.

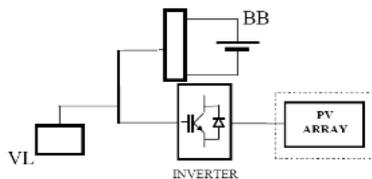


〈그림 1〉 PV_Array 설계 Flow Chart

본 논문에서는 이러한 관심에 초점을 맞춰 독립형 태양광 발전만을 사용하여 소용량 부하를 운전하는 시스템을 구성하였다. 시스템에 사용한 부하는 사무실용 5kW 에어컨으로 선정하여 PV_Array 용량을 설계하였다.

2. 본 론

2.1 독립형 태양광발전 시스템 설계



〈그림 2〉 PV 시스템 기본 구성

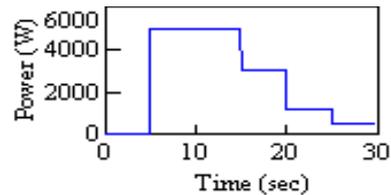
이 시스템에서 소용량 부하의 시간에 따른 변화에 적응되는

PV_Array의 내부 모듈을 선정하고 인버터 변환 효율을 조정함으로써 적절히 공급할 수 있도록 한다.

2.1.1 소용량 부하 특성

독립형 태양광발전 시스템은 응용 분야가 다양하기 때문에 시스템 설계에서 가장 먼저 해야 할 일은 부하 특성 분석이다. 부하의 크기 및 사용 조건에 따라 PV_Array 용량 및 배터리 용량이 결정되기 때문에 이것은 시스템 설계의 기본이 된다. 또한, 응용 제품에 사용되는 부하의 종류, 크기, 사용 시간 및 동작 특성을 분석하고 시스템의 동작 특성과 사용자가 원하는 시스템의 안정성을 고려하여 결정하여야 한다.

그림 3은 이번 시스템 설계에서 사용한 부하 특성 곡선이다. 1일을 30초로 환산하였고 5초부터 15초까지가 주간 부하 사용량, 15초부터 20초 까지가 저녁시간, 20초부터 25초까지가 야간의 부하 사용량이다.



〈그림 3〉 부하 특성 곡선

일반적으로 주간 사용량이 제일 많게 설정하였고 점차적으로 사용량이 줄어들도록 설계하였다.

2.1.2 PV_Array 설계

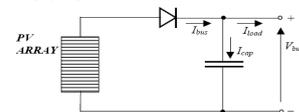
PV_Array 설계 시에 가장 중요시 되는 것은 PV_Array의 직렬 셀, 병렬 셀의 수와 변환 효율이다. 직렬 셀의 수가 증가하면 PV_Array에 걸리는 전압이 증가하지만 부하 공급에 대한 대응이 늦어져서 효율은 떨어진다.

안정적인 공급을 유지하기 위해서 직렬 셀의 수는 20으로 제한한다. 20개 이상으로 직렬 셀의 수를 설계하면 PV_Array의 발전 전압이 400V이상의 발전전압이 발생한다. 이때, 공급전압 220V를 넘는 과다 전압이 걸려 인버터에 부담을 주게 된다. 본 논문에서는 이러한 인버터의 부담을 덜기 위해 직렬 셀의 수를 20으로 설계하였다.

병렬 셀의 수를 20개 이하로 설계하면 공급부하의 변동이 커져 안정적인 부하의 공급이 어렵게 된다. 따라서 부하 공급의 안정성을 확보하기 위해서 병렬 셀의 수를 20개로 설계하였다.

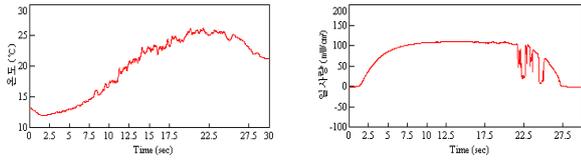
2.2 태양광 발전 시뮬레이터 구성

태양광 발전 시뮬레이터를 구성하기 위해서는 PV_Array의 등가 모델을 설계하는 것이 중요하다. PV_Array의 모델링 방법으로는 소수의 실측 데이터로부터 모델을 구할 수 있는 보간법과 광전력 효과 수학적 모델링하는 매개 변수법이 있다. 본 논문에서는 매개 변수법을 사용하여 그림.4와 같은 One-Diode 모델을 적용한 시뮬레이터를 구성하였다.



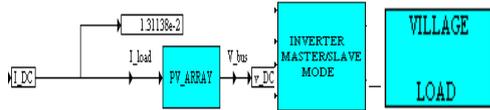
〈그림 4〉 매개 변수법을 사용한 One Diode 모델

시뮬레이터에 적용된 조건으로는 직·병렬 셀의 수, 온도, 일사량이 있다. PV_Array의 직·병렬 셀의 수는 각각 20으로 설계하고 효율은 50%로 한정하였다.



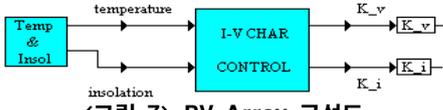
〈그림 5〉 시뮬레이터에 적용된 온도와 일사량

온도 변화와 일사량의 측정값은 그림 5와 같다.



〈그림 6〉 PV_Array 시뮬레이터

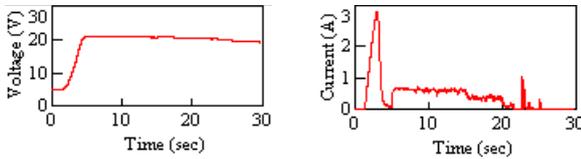
그림 6는 시뮬레이터에서 사용한 PV_Array로 직렬 전압 390V를 공급한다. 앞의 L_DC는 전류 변화에 따른 PV_Array의 발전 전력을 보정하기 위해 적용된다. PV_Array의 구성도는 그림 7과 같다.



〈그림 7〉 PV_Array 구성도

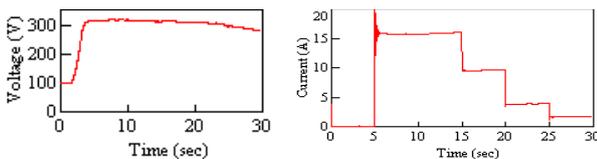
2.3 시뮬레이션 분석

2.3.1 PV_Array



〈그림 8〉 PV모듈 1개의 전압과 전류

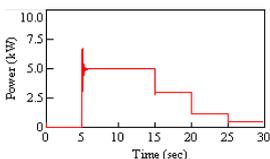
PV모듈 1개의 전압은 20V이고 전류는 PV_Array의 전류에 따라 0.6A에서부터 점점 감소한다.



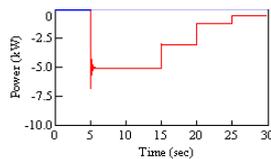
〈그림 9〉 PV_Array의 전압과 전류

PV_Array의 전압은 300V이고 전류는 걸리는 부하에 따라 최고 15A에서 2A까지 점차 감소한다.

2.3.1 인버터 & 사용 부하

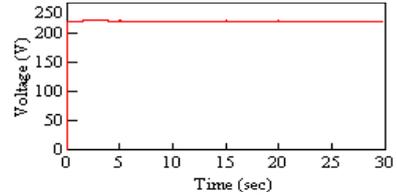


〈그림 10〉 인버터 출력 곡선



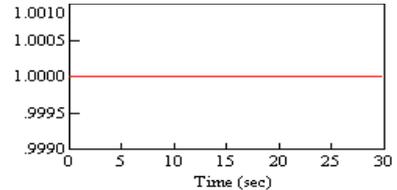
〈그림 11〉 부하 출력 곡선

그림 10는 인버터에서의 출력을 나타냈고 그림 11은 부하의 소비 출력 곡선을 나타낸다. 인버터 출력을 부하에서 소비하는 것을 보인다.



〈그림 12〉 인버터 출력 전압

그림 12은 PV_Array에서 입력받은 전압을 인버터에서 변환시킨 전압을 나타낸다. 220V를 출력함으로써 부하 조건을 충족시킨다.



〈그림 13〉 입력주파수에 대한 출력주파수 비

그림 13은 시스템이 운전하는 동안 주파수의 변동이 없음을 보여준다. 이를 통해 시스템에 일정한 주파수가 공급되는 것을 알 수 있다.

3. 결 론

태양광 발전 시스템은 일사량에 따라 출력이 결정 되는데 낮 시간대에는 발전량이 많고 이른 아침이나 늦은 오후 시간대에는 발전량이 적은 것을 알 수 있다. 사무실에서 많이 사용하는 소용량 부하들은 태양의 일사량이 거의 없는 늦은 밤 시간이나 새벽시간에 거의 사용하지 않는다. 그렇기 때문에 독립형 태양광 발전 시스템을 통해 충분히 운전이 가능하다.

이번 시뮬레이션에서 5KW의 소용량 부하를 사용하였는데 이는 현재 실제로 사무실에서 사용하는 에어컨이나 공기 청정기 등의 부하이다. 시뮬레이션 결과 독립형 태양광 발전 시스템으로 소용량 부하의 운전이 충분히 가능하다는 결과를 얻을 수 있었다.

건물의 옥상이나 외벽에 태양광 셀을 설치하여 발전을 한다는 장점을 가지기 때문에 태양광 발전 분야는 신재생 에너지로 각광 받고 있다. 소용량 부하부터 대용량 부하까지 자유롭게 변화가 가능하기 때문에 꾸준한 연구가 기대된다.

[참 고 문 헌]

[1]강신영, “소규모 독립형 태양광발전 시스템 설계 및 시뮬레이터 개발”, 전남대 대학원 학위논문, 2003년