

단독운전 태양광발전시스템의 직류전동기와의 연계운전 시뮬레이션

변형준 노경수
동국대학교 전기공학부

Connection operation simulation of DC Motor of single operation PV system

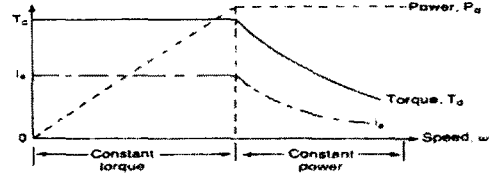
Hyoung-June Byun Kyoung-Soo Ro
Dongguk University

Abstract - 현 시대는 자원고갈 및 환경오염에 대한 대책으로 신재생 에너지시스템의 실용화 보급이 활성화하는 추세이며 이러한 일환으로 태양광 발전을 비롯한 분산형 전원은 계통될 경우 여러 가지 문제를 일으킬 수 있고 그 중 단독운전으로 계통보호측면에서 반드시 검출되어, 이 단독운전 태양광 발전시스템은 직류전동기와의 연계운전 시뮬레이션 하여 운전에 따른 시스템 주변장치의 성능개선 및 연계기술 개발을 도모한다.

그림 3은 직류전동기의 동작 특성은 그래프를 나타낸 것이다. 이 그림에서 처럼 기준속도에 다다를 때까지 속도를 올리기 위하여 전기자 전압을 변화시키고 토크는 일정 값으로 유지시킨다. 일단 정격전기자 전압이 인가되면, 속도-토크관계는 전동기의 고유 특성을 따른다. 전력(토크*속도)은 일정 값을 유지한다. 토크수요가 감소됨에 따라 속도는 증가한다.

1. 서 론

신재생 에너지의 하나인 태양광 에너지는 무궁무진한 에너지원을 바탕으로 최근 환경 친화적, 무한 에너지 생산성, 그리고 깨끗한 에너지원 등의 특징과 더불어 특히 산간, 낙도와 같은 오지에서 독립적으로 이용되는 소용량 형태로 이용되고 있다. 그리고 이에 대한 일환으로 독립형 태양광 발전이 이용되는 양수시스템의 도서지역이나 산간 등 오지에서의 식수 공급 등에 이용 될 수 있어 친환경적인 대체에너지로 각광받고 있어 본 논문에서는 일부분인 태양광발전에서 모터 쪽의 연계운전을 MATLAB의 SIMULINK를 이용하여 시뮬레이션 하였고 이 모델링한 계통연계 태양광발전 시스템의 시뮬레이션을 통하여 모델링의 적정성과 출력제어의 효율성을 입증하고, 태양광발전 시스템을 모터 부분의 계통 연계시 전압변동에 대하여 입력 부분과 직류 전동기 부분의 변화를 다룰 것이다.

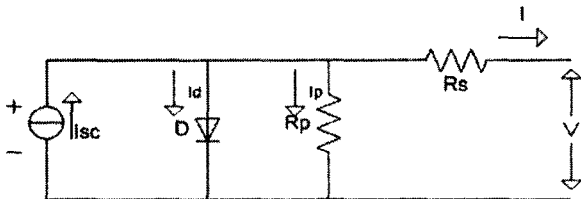


<그림 3> 직류 전동기의 동작 특성

2. 본 론

2.1.1 태양광 발전 시스템

다음의 그림 1의 회로는 PV cell의 등가회로이다.



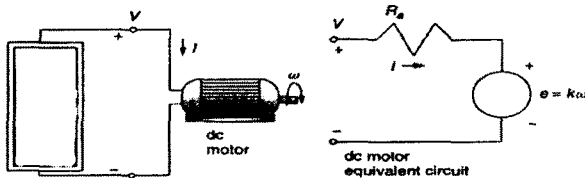
<그림 1> PV cell의 등가회로

$$I = I_{sc} - I_0 [e^{38.9(V + IR_s)} - 1] - \frac{1}{R_p}(V + IR_s)$$

위의 회로만으로 태양광발전모델을 만들어서 Isc값이 4.8[A]로 기준으로 기본 cell값은 전압0.364[V]이고 전류 4.76[A]이고 이것을 직렬로 36개 연결하여 모듈화 하면 전압13.11[V], 전류4.76[A] 직병렬 연결로 최종적인 어레이 값은 전압 209.76[V], 전류 19.0[A]로 전력 3993.83[W]정도로 나오기에 약4[KW]정도로 볼 수 있다.

2.1.2 직류 전동기의 전기 모델

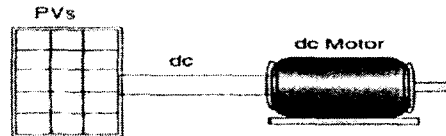
그림 2의 회로는 직류 전동기의 전기 모델



<그림 2> 직류 전동기의 전기 모델

2.2.1 태양광발전시스템과 직류 전동기의 계통연계의 구성

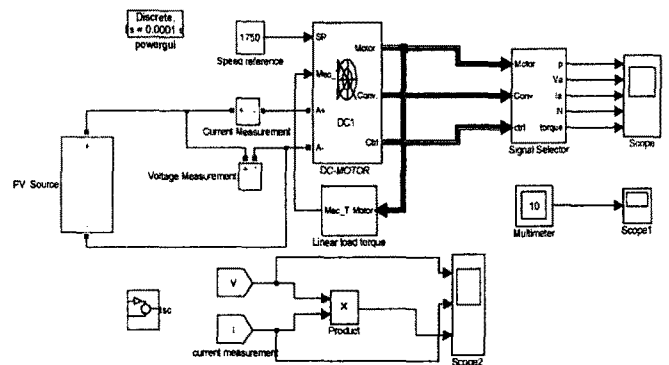
태양광발전 시스템과 직류전동기와의 계통연계는 그림 4와 같이 PV Source, 직류 전동기 부분으로 구성되어 있다. 이 태양광발전 시스템은 기본적으로 출력전압이 직류전압임으로, 이를 직류 전동기와의 연계를 하기위해서는 교류전압처럼 인버터등 여러 가지가 필요 없이 직접 연결가능하다.



<그림 4> 태양광 발전 시스템과 직류 전동기의 계통연계의 기본구성

2.2.2 태양광발전시스템과 직류 전동기의 계통연계의 모델링

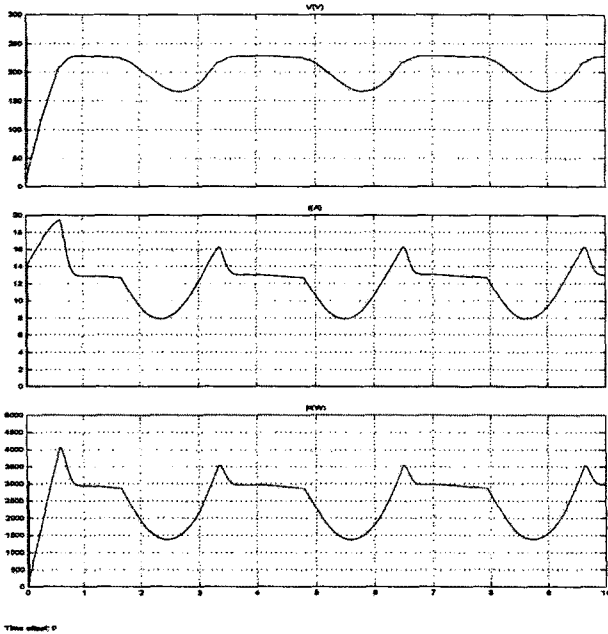
태양광발전시스템과 직류전동기의 계통연계의 시뮬레이션을 그림 5처럼 MATLAB의 SIMULINK를 사용하여 표현한 것이다. 여기에 4[KW]의 태양광발전 시스템과 220[V]의 5마력짜리 직류전동기를 시뮬레이션 하였다.



<그림 5> 태양광발전시스템과 직류전동기의 계통연계의 모델링

2.3.1 태양광발전시스템과 직류 전동기의 계통연계의 시뮬레이션 결과

그림 5의 모델로 여러 가지 사례에 대한 시뮬레이션을 수행하여 모델의 검증하고, 직류전동기와의 연계하여 운전할 때의 특성을 관찰하고자 한다. PV전원부에서 직류 전동기와의 연계에서 PV전원부의 시뮬레이션 결과는 그림 6의 scope2는 최고 전력점을 사인파로 인가하였을 때의 결과이다. 그림에서처럼 전동기에 들어가는 전압 전류와 전력을 보면 처음 전원부에서의 최고 출력 값인 4[KW]값이 들어가고 기동 후에는 전동기가 원하는 5[HP]인 값인 3.7[KW]의 정격을 기동하는 것을 전원부에서 확인할 수 있다.

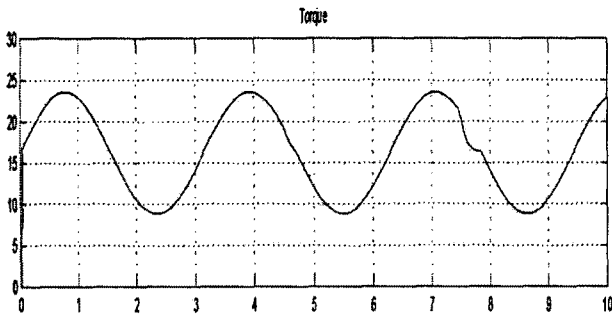


〈그림 6〉 PV 전원부 scope2

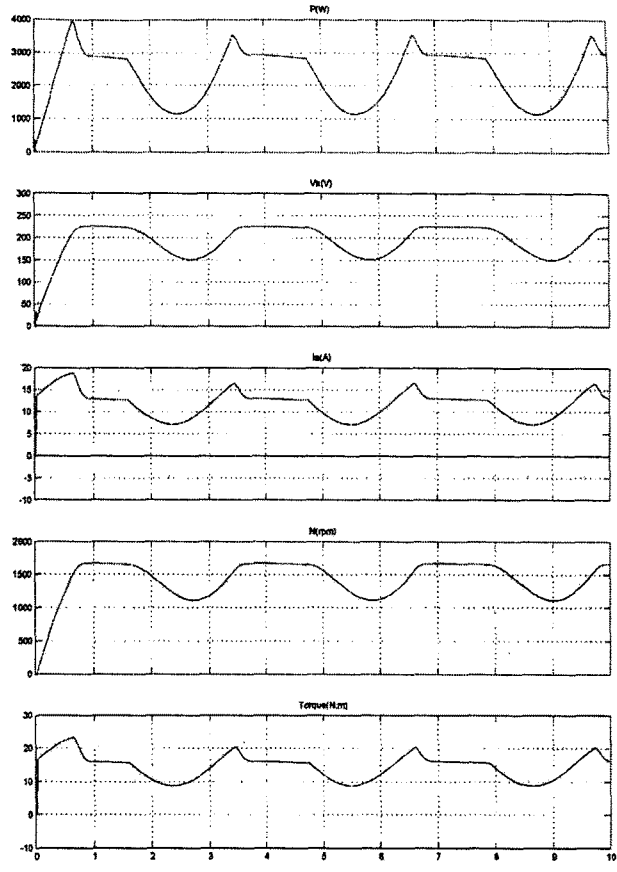
그림 7에서의 결과와 같이 직류전동기의 시뮬레이션의 결과를 보면 앞에서 전동기의 특성과 같이 기준속도에 이를 때까지 속도를 올리기 위하여 전기자 전압을 변화시키고 토크는 일정값으로 유지시킨다(0.6-0.7초 사이) 일단 정격전기자 전압이 인가되면(210[V]), 속도-토크관계는 전동기의 고유 특성을 따른다. 전력(토크*속도)은 일정 값을 유지한다. 토크수요가 감소됨에 따라 속도는 증가한다. 이와 기본적인 이론과의 시뮬레이션결과와는 같다고 볼 수 있다.

2.3.2 시뮬레이션 결과

본 연구의 실험 결과는 일정한 최대 전력점을 인가 시켰을 때를 시뮬레이션 하여 결과 보았고 이 결과를 보기 위해 사인파를 첨가 하여 처음 사인파의 출력을 태양광 발전 시스템의 최고 전력(0-1초 사이)을 표시하고 다시 사인파의 시작에서는 전동기의 기동 후 최고 출력(2-4, 6-7, 9-10초 사이) 이상 증가하지 않는다는 것을 볼 수 있다. 또 하나 그림 5에서의 Linear load torque 사용하지 않고 일정한 토크 주었을 때와 그림 7과 Linear load torque 사용했을 때를 그림 8의 토크 부분과 비교하면 사용하였을 때 토크의 효율적으로 제어 가능하다.



〈그림 7〉 일정한 torque 직류전동기 scope



Time offset: 0

〈그림 8〉 직류전동기부 scope

3. 결 론

본 연구의 결과적으로 태양광 발전 시스템의 시뮬레이션 하여 가상구현 응답특성을 토대로 사용자에 향후 다양한 태양발전의 모델링 및 데이터를 기반으로 한 다양한 실험이 필요하며 좀 더 실제에 가까운 태양발전의 특성을 낼 수 있는 시스템 구현이 필요할 것으로 사료된다. 또한 태양광 발전이 앞으로의 삶에 있어 많은 부분을 차지할 것이며 국제간에서 전력사업에 크게 이바지 할 것이다. 하지만 우리나라 사정상 소규모이며 설비투자 실험할 경우 경비가 많이 드는 관계로 많은 어려움이 있으므로 본 논문에서는 제한된 태양광 발전 시스템을 MATLAB의 SIMULINK를 시뮬레이션 하여 적은 투자로 가능하게 하였고 하지만 직접 설비 투자하여 실험한 현장에서 여러 가지 문제점을 직접적으로 포함되지 않아 이론적 한계로만 기술하였다. 하지만 이런 시뮬레이션을 반복하여 설비 투자에 여러 가지 문제점을 줄일 수 있는 방안을 준비할 수 있을 것이다.

〔참 고 문 헌〕

- [1] Mohannad A.S. Masoum, Hooman Dehbonei ,and Ewald F.Fuchs, Fellow "Theoretical and Experimental Analyses of Photovoltaic Systems With Voltage- and Current-Based Maximum Power-Point Tracking" IEE Transactions on energy conversion Vol. 17, NO.4, December 2002
- [2] H. S. Rauschenbach, Solar Cell Array Design Handbook: The Principle and Technology of Photovoltaic Energy Conversion. New York:Van Nostrand, 1980
- [3] M. A. S. Masoum and H. Dehbonei, "Optimal power point tracking of photovoltaic system under all operating conditions," in 17th Congress of the World Energy Council, Houston, TX, Sept. 12-18, 1998
- [4] Gilbert M. Master, Renewable and Efficient Electric Power Systems Handbook: Photovoltaic Systems
- [5] Gyu Bun Joung and Jae-Dong Choi " Design of Solar Array Simulator for Spacecraft" KIEE International Transactions on EMECS 12B-2, 52-56(2002)