

태양광 모듈의 출력회복을 위한 PID 현상 저감에 관한 연구

심우식, 조종민, 김지찬, 차한주
충남대학교 전기공학과

Study on PID Phenomenon Reduction for Output Recovery of Photovoltaic Module

Woosik Sim, Jongmin Jo, Jichan Kim, Hanju Cha
Department of Electrical Engineering, Chungnam National University

ABSTRACT

본 논문은 태양광발전 시스템에서 태양광 모듈의 출력 저하 특성을 야기하는 PID (Potential Induced Degradation) 현상의 발생원인 및 출력회복을 위한 PID 저감 기법을 연구하였다. 태양광 모듈의 프레임과 셀 간에 발생하는 전위차로 인한 PID 현상의 직접적인 원인인 분극현상에 대해 분석하였으며, PID 현상이 태양광 모듈의 출력특성에 미치는 영향을 I-V 특성곡선 변화를 통해 해석하였다. PID 현상의 발생 원인을 기반으로 태양광 모듈의 전극 출력단인 양극과 음극을 단락시키고 접지된 프레임을 기준으로 양의 전압을 인가함으로써 태양광모듈의 출력특성을 회복하는 PID 저감 기법을 제안하였다.

1. 서론

최근 지구의 온난화와 화석연료의 고갈로 인한 친환경 에너지원에 대한 관심이 많아짐에 따라 신재생에너지 시스템에 대한 연구와 보급이 늘어가고 있는 추세이다. 이러한 시스템 중에서 태양광 발전을 많이 사용하면서 태양광에 대한 많은 연구가 이루어지고 있으며, 태양광 발전에서는 모듈에 대한 연구와 태양광 발전 출력에 대한 연구들이 진행되고 있다. 태양광 시스템 연구들 중에서 출력 저하현상이 일어나는 문제가 있다. 그 중에는 모듈 관련에 의한 출력 저하 현상도 있지만 PID 현상이라고 해서 태양광 모듈에서 출력저하의 원인 중 하나로, 태양광 모듈의 PID는 주로 태양광 모듈과 프레임 간의 전위차 및 외부요인으로는 온도와 습도로 인한 다양한 조건에 영향을 받아 점진적으로 저하되어 몇 년 후에 최대 30% 도달하게 하여 출력을 저하 시키는 문제가 발생하게 된다.^[1] PID 현상이 일어나는 메카니즘은 PID 현상이 발생된 태양광 모듈에서 전면 재료로 사용하는 강화 유리에 포함되어있는 Na^+ 양이온이 음 전위로 인해 태양전지 표면으로 이동되어 축적이 되어 분극 현상이 생기며 태양전지 셀에서 생성된 전자가 전극으로 가는 것을 방해하며 누설전류가 증가하여 모듈의 전체 출력을 감소시킨다.^[2] 이를 기반으로 PID 현상을 저감하기 위해 태양광 어레이에 1000V를 인가하여 PID가 회복이 되어 해결할 수 있다.^[3]

본 논문에서는 PID 현상의 메카니즘에 대한 연구와 PID 현상을 저감 할 수 있는 기법에 관한 연구를 하였다.

2. PID 특성 분석

2.1 PID 원인

태양광 모듈은 그림 1과 같이 강화유리, EVA(Ethylene Vinyl Acetate), 셀, 백시트로 이루어져 있다. 태양광 모듈에서 PID 발생은 2가지 원인으로 분석할 수 있다. 첫 번째는 그림 2에서 보는 것과 같이 셀과 프레임 사이의 전위차로 인한 누설 전류가 발생하며, 전하가 유리를 통과하여 양전하를 띠는 프레임임을 통해 접지로 흐른다. PV 시스템의 높은 전압은 태양전지 셀과 PV 모듈의 프레임 사이에 전위차를 발생시키는데 이로 인하여 누설전류가 흐르게 되어서 출력이 저하된다. 또 다른 메카니즘으로 태양전지 전면 강화유리의 에서 전기장을 통해 Na^+ 양이온이 나와 EVA을 거쳐 태양전지 셀 표면에 전하들이 이동이 되어 분극 현상으로 인해 전자가 전극으로 가지 못해 발전 효율을 감소시키게 되어 출력 저하 현상인 PID가 발생하게 된다.

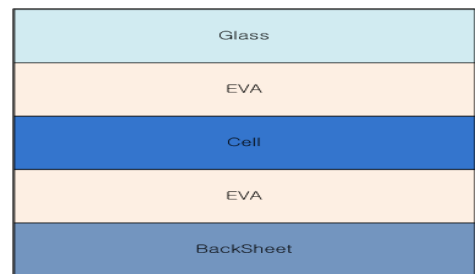


그림 1 태양광 모듈 구조
Fig. 1 Solar module structure

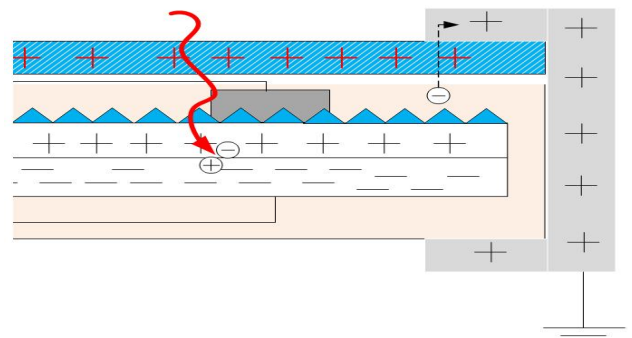


그림 2 PID 현상 발생원인
Fig. 2 Cause of PID phenomenon

2.1.1 환경적 요인

PID가 생기는 원인 중에서 환경적 상대습도 및 온도는 일반적으로 PV 시스템 성능에 부정적인 영향을 미친다. 이러한 동일한 환경적 요인 또한 PID 영향을 미치며 온도 및 상대습도의 증가로 인해 성능 저하가 가속이 된다.

2.1.2 모듈의 요인

유리, 캡슐화의 선택은 모두 PID에 영향을 미치며, 전면 유리의 Na^+ 양이온이 원인이다. 가용성과 높은 이동성으로 인해 Na^+ 양이온이 주요한 원인 인 반면, 모듈을 캡슐화하기 위한 다양한 수단은 PID에 똑같이 중요한 영향을 미치며, 습기와 함께 EVA에 함유 아세트산은 유리 부식으로 알려진 유리 계면에서 금속 이온의 용해를 일으킬 수 있다. PID는 EVA와 세포 표면 사이의 인터페이스뿐만 아니라 유리와 EVA 사이의 인터페이스를 통해 전달 과정과 연관되어 있다. 또 다른 물질인 폴리 비닐 부티랄로 적층 된 모듈 샘플이 PID에 가장 높은 민감성을 갖는다. PVB는 습기 침투에 대한 저항성이 매우 낮으며 습기가 많을수록 전도성이 높아진다.

2.2 PID 영향

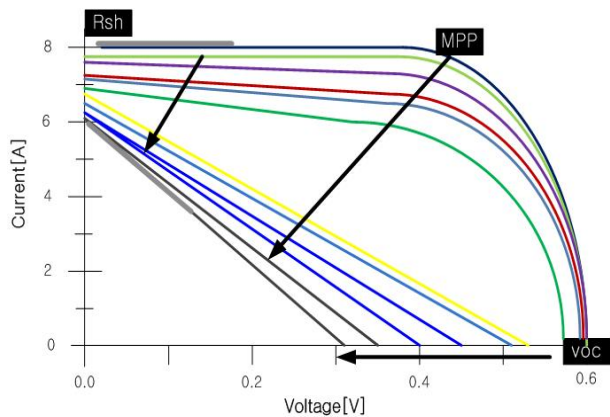


그림 3 PID 현상의 출력저하 특성으로 인한 I-V 특성 곡선
Fig. 3 I-V characteristic curve due to the output degradation characteristic of PID phenomenon

그림 3은 PID 현상의 출력저하 특성의 I V 특성 곡선으로 PID로 인한 셉트 저항 (Rsh) 감소는 모듈의 최대 전력 점 (MPP)과 개방 회로 전압(Voc)을 감소시킨다. 그림 3에 나타난 I V 특성 곡선에서 보는 것과 같이 셉트 저항, 최대 전력점 및 개방회로 전압의 감소로 표시된 것처럼 PID는 PV 시스템의 출력을 크게 줄어든게 하는 것을 볼 수 있으며, 그림 3에 나타난 I V 특성 곡선은 Voc 만으로는 추론 할 수 없지만 Voc 측정값을 스트링 위치로 플로팅하거나 어레이의 반대쪽 끝에서 Voc 측정값을 비교하여 PID 범위를 나타낼 수 있다. 비가역 PID는 전형적으로 전기 화학적 반응에 의해 유발되어 모듈에서 부식을 일으킨다. 모듈은 전위에 의해 발생하는 힘으로 인해 이동성 나트륨 이온이 전면 유리에서 셀 표면으로 확산 될 수 있다. 유도된 양전하를 띤 이온의 속도는 캡슐 재료, 온도, 습도 및 인가 된 전압에 의해 주로 영향을 받는다.

3. PID 저감 방법

태양광 모듈이 발전하지 않는 경우에 PID 발생 조건과 반대로 1000V의 역 전압을 인가해 준다. 그림 4에서 보듯이 프레임에는 (-)전압을 인가하며 셀에는 (+)전압을 각각 인가 해준다. 1000V 역 전압을 인가해주면 셀의 전위가 프레임보다 높아짐에 따라서 PID 특성이 회복 할 수 있다. 하지만 셉트저항은 완벽하게 회복이 되지 않아서 출력은 초기 값보다 감소한다. 그림 4에 나온 PID 저감 방법은 추후에 실험 할 예정이다.

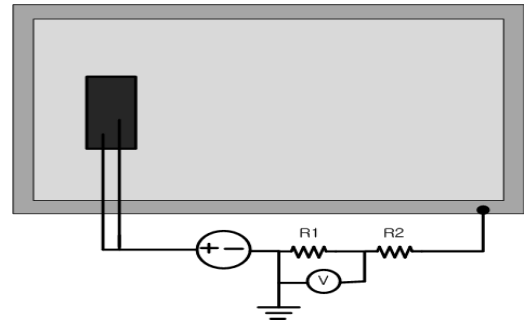


그림 4 PID 저감 방법
Fig. 4 PID reduction method

4. 결론

본 논문은 PID(Potential Induced Degradation) 현상에 대한 PID 저감 기법을 연구하였다. 태양광 발전 시스템에서 태양광 모듈의 출력저하 특성을 야기 하는 PID 현상은 태양광 모듈의 프레임과 셀 간에 발생하는 전위차로 인한 발생이 되는 현상이다. PID 현상은 직접적인 원인인 분극현상 분석을 통해 PID 현상에 영향을 미치는 것을 I V 특성곡선을 통해 확인 하였다. PID 현상의 발생 원인을 기반으로 태양광 모듈의 저감 기법을 확인 하였으며, PID 저감을 위해서는 태양광 모듈의 전극 출력단인 양극과 음극을 단락 시키고 접지로 된 프레임의 기준으로 양의 전압 1000V를 인가 해줌으로써 태양광 모듈의 출력 특성이 회복이 되지만 셉트저항은 완벽히 회복이 되지 않아 출력은 초기 값 보다 감소하는 결과를 확인하였다.

참고 문헌

- [1] Lee Eun Suk, Jung Tae Hee, Go Seok Hwan, Ju Young Chul, Chang Hyo Sik, Kang Gi Hwan "PID Recovery Characteristics of Photovoltaic Modules in Various Environmental Conditions".
- [2] Han Byul Kim, Tae Hee Jung, Gi Hwan Kang, and Hyo Sik Chang "The Effect of PID Generation by Components of the PV Module".
- [3] Peter Hacke, Kent Terwillger, Ryan Smith, Stephen Glick, Joel Pankow, Michael Kempe, Sarah Kurtz Ian Bennett, Mario Kloos, "System voltage potential induced degradation mechanisms in PV modules and methods for test "