

태양광 스트링 구성 모듈의 성능 저하 검출용 계측기 및 알고리즘

손한별*, 박성미**, 박성준*
전남대*, 한국승강기대**

The Measuring Instrument and Algorithm To Find Degraded Solar String Configuration Modules

Han Byeol Son*, Seong Mi Park**, Sung Jun Park*
Chonnam National University*, Korea Lift College**

ABSTRACT

태양광 발전시스템에서 태양광 모듈은 고압의 발전전압 형성을 위해 직렬로 구성된 스트링을 사용하고 있다. 그러나 직렬로 연결된 태양광 모듈 중 한 개의 모듈이라도 노후화가 발생하면 노후화가 발생한 스트링의 발전 효율이 감소하는 문제점이 있다. 따라서 본 논문에서는 태양광 스트링에서 노후화 모듈을 판정을 위해 순시 PV 특성곡선을 계측할 수 있는 토폴로지를 제안하고 계측된 PV 특성곡선을 이용한 노후화 판정 알고리즘을 제안한다.

서론

최근 태양광 보급사업 20년이 지난 현재 기 설치된 태양광 모듈은 백화, PID현상 등으로 노후화가 진행되고 있다. 태양광 모듈의 노후화에 따라 발전 출력저하로 노후화 모듈 교체 필요성이 대두됨에 따라 유지보수에 대한 기술 개발이 절실히 필요하다. 본 논문에서는 태양광 발전 중에 스트링에서 노후화 모듈을 판정을 위해 순시적으로 태양광 PV 특성곡선을 계측할 수 있는 토폴로지를 제안하고, PV 특성곡선 기반 태양광 모듈 노후화 판정알고리즘을 제안한다.

2. 순시 태양광 PV특성곡선 계측기

2.1 제안된 태양광 PV특성곡선 계측기

본 논문에서는 콘덴서 충전방식에 의한 태양광 PV 특성곡선을 계측할 수 있는 간단한 회로를 그림 1과 같이 제안한다. 또한 제안된 계측기는 이동용으로 사용 시 계측과 동시에 제어 전원을 배터리에 충전할 수 있는 장치도 구비하고 있다는 특징을 갖고 있다.

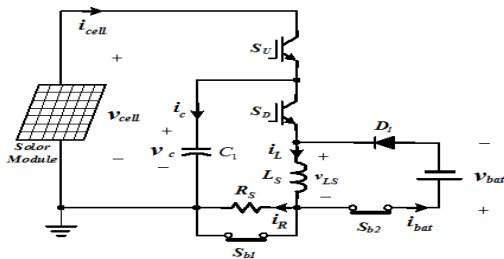


그림 1 제안된 태양광 PV 특성곡선 계측용 하드웨어
Fig.1 Proposed solar PV curve measurement hardware

2.2 제안된 태양광 노후화 검출 알고리즘

직렬로 연결된 태양광 스트링에서 태양광 모듈의 노후화가 진행되면 태양광 스트링의 PV 곡선에는 변곡점이 발생하게 된다. 이러한 변곡점은 직접적으로 계측하기는 현실적으로 어려운 실정이다.

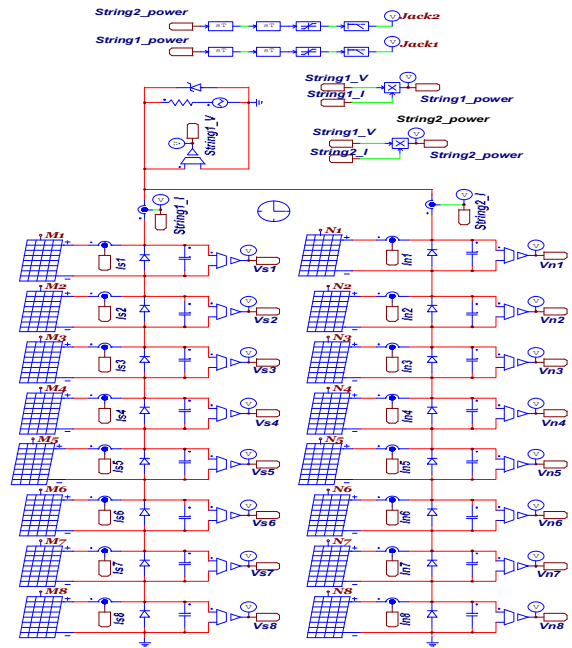


그림 2 태양광 노후화 검증 알고리즘 회로도
Fig.2 Solar Aging Verification Algorithm Schematic

본 논문에서는 엘리베이터 제어에 사용되는 Jerk의 개념을 엘리베이터 시스템에서 이용하여 승객이 원하는 위치로 가고자 할 때 엘리베이터는 높은 운전 효율과 승차감을 확보를 위해 엘리베이터의 속도 패턴은 시간에 따라 최적의 속도 지령치를 결정하여야 한다. 이때 속도변동을 결정하는 요소가 저크(Jerk)부이다. 따라서 저크 함수를 보면 엘리베이터의 속도변동을 알 수 있다. 이러한 개념을 태양광 스트링 노후화 모듈에 적용하면 미세 전력 변동분을 찾을 수 있을 것이다. 제안된 Jerk 함수는 태양광 스트링 전력을 2번 미분한 함수로 태양광 스트링 전력이 변곡점이 존재할 때 펄스형태의 출력이 발생하는 특징이 있다. 그림 4는 제안된 알고리즘의 타당성을 검증하기 위

해 현재 많이 사용되고 있는 420[W] 모듈 8개를 직렬로 연결한 약 3.3[kW] 스트링을 대상으로 정상 상태와 노후화 상태를 비교하기 위한 시뮬레이션 회로도도 그림 2와 같다. 또한 420[W] 태양광 모듈의 특성은 표 1과 같다.

표 1. 태양광 모듈사양

Table.1 Solar Module specifications

Pmax	420[W]	Voc	60.7[V]
Isc	9.0[A]	Vmp	49.7[V]
Imp	8.45[A]	Size	1.96*1.308
Efficiency	16.4%	Weight	35[kg]

그림 3은 M1 모듈이 Isc=8[A], Imp=6[A]로 노후화가 진행, M2 모듈이 Isc=5[A], Imp=4[A]로 노후화 진행, M3 모듈이 Isc=6[A], Imp=4[A], Voc=40[V], Vmp=30[V]으로 노후화가 진행되었다고 가정한 상태에서 시뮬레이션한 결과이다.

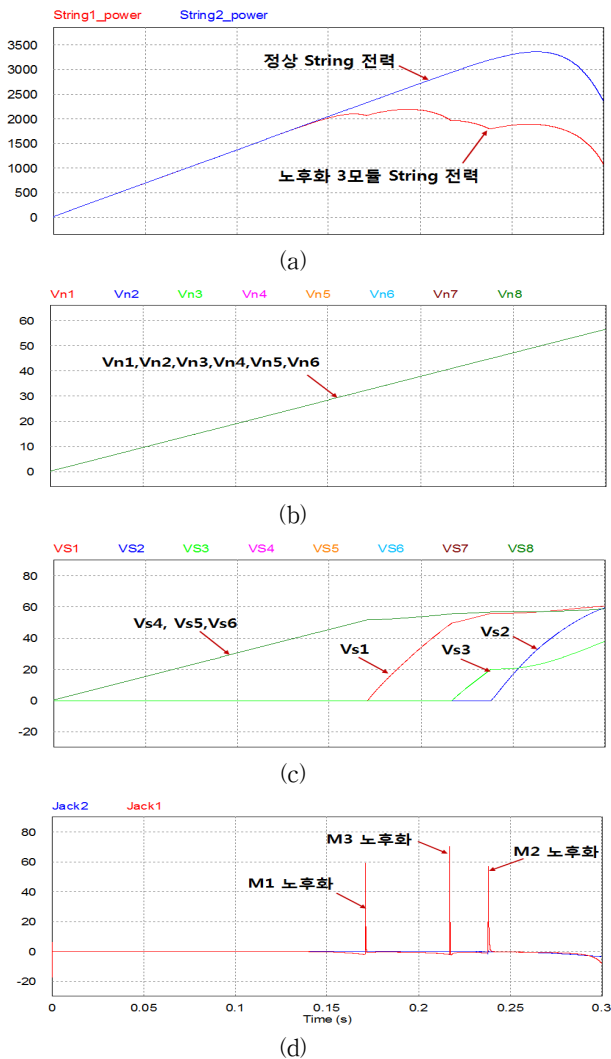


그림 3 3개 모듈 노후화시 시뮬레이션 결과
Fig.3 Three aging modules simulation results

그림 3(a)의 정상스트링의 전력곡선은 1개의 변곡점을 갖는 형태가 되나, 3개의 모듈이 각기 다른 조건에서 노후화가 진행

된 스트링에서는 4개의 변곡점이 존재하여 3개의 모듈이 노후화가 된 것을 추정할 수 있다. 그러나 이러한 변곡점을 노후화 정도에 따라 크기가 다르게 나타나며 계측기에서 구별하기는 어려운 실정이다. 그림 3(b)의 정상 스트링의 각 모듈전압은 일치하나 그림 3(c)에 나타난 노후화 모듈이 포함된 스트링에서는 각 모듈전압이 상이하게 된다. 따라서 스트링을 이루는 각 모듈의 전압을 검출할 수 있다면 노후화 모듈 검출은 용이하게 된다. 그러나 각 모듈에 전압센서를 부착하는 것은 경제적인 면에서 큰 부담이 되고 있다. 그러나 본 논문에서 제안한 태양광 전력을 2번 미분한 Jerk 과형을 분석하면 노후화 된 모듈 갯수만큼 펄스형태가 나타나며 이 펄스의 갯수에 의해 노후화 모듈 수를 검출할 수 있다.

3.결론

현재 국내 태양광 보급사업이 20년간 지속되었으며 기존 태양광 발전소의 태양광 모듈 노후화가 진행됨에 따라 태양광 발전량 저감이 초래하고 있다. 따라서 향후 태양광 유지보수사업에 대한 요구가 급증할 것으로 예상된다. 본 논문에서는 태양광 유지보수를 위해 태양광 스트링 내의 노후화 모듈을 신속히 계측할 수 있는 계측장비를 개발하였고, 노후화 모듈 계측 알고리즘을 Jerk 개념에서 접근하여 간단히 계측할 수 있는 알고리즘을 제안하였다. 제안된 계측장비 및 알고리즘을 3.3[kW] 스트링을 대상으로 시뮬레이션 한 결과 우수한 특성을 검증하였다. 따라서 본 개발 장비 및 알고리즘은 향후 태양광 유지보수 사업에 활용이 가능할 것으로 사료된다.

참고 문헌

- [1] Y.S Jung, S.W Ko, C.M Lee, K.H Kang, J.S Lee, G.H Hang, "Research of the fire probability for the DC joint box of PV system", Journal of the Korean Society for New and Renewable Energy, pp 223, 2015
- [2] K.M Park, S.B Bang, D.O Kim, K.Y Lee, J.H Kim, J.Y Park, "A study on the electrical fire Hazard by the tracking of Solar Connection box", Journal of the Korean Institute of Electrical Engineers, pp 1531 1532 , 2015
- [3] Y.M Lee, H.S Kim, Y.K Kang, C.H Kim, " Electrical Fire Prevention system of photovoltaic power system junction box", Journal of the Korean Institute of Illuminating and electrical Installation Engineers, pp 109, 2016
- [4] J.S Jeong, J.B Yoon "The Fire analysis of junction box of photovoltaic system", Journal of the Korean Society for New and Renewable Energy, pp 68, 2014
- [5] J.H Park, U.R cho, W.C Cha, H.J Lee, J.C Kim , " A study on electrical safety of photovoltaic system Junction box", Journal of the Korean Institute of Illuminating and electrical Installation Engineers, pp 197 198, 2014
- [6] Johnny Weiss, "Photovoltaics Design and installation Manual", New Society Publishers, pp. 52 54, 2007