

태양광발전용량에 따른 계통전압변동에 관한 시뮬레이션

변형준, 노경수
동국대학교

Simulation for Voltage Variation due to Change in Photovoltaic Power Capacity

Hyoung-June Byun, Kyoung-Soo Ro
Dongguk University

Abstract -

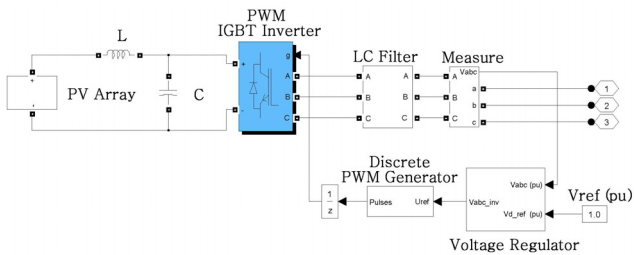
1. 서 론

태양광발전은 성장전망으로 다양한 이점을 보유하고 있으며 그 중에서 화력, 원자력 등 기존 에너지원과 달리 온실가스 배출, 소음, 환경파괴 등의 위험성을 초래하지 않는 무공해에너지란 점과 또한 태양광은 석유, 천연가스처럼 수입에 의존할 필요 없이 자체 조달이 가능해 에너지 안보 측면에서도 매우 유리하며 막대한 부존 량의 바탕으로 적용영역의 확대와 기술혁신을 통해 효율성 제고의 가능성이 매우 크다는 평가이다. 유지비용도 저렴하여 향후 기술혁신에 따른 원가절감 및 효율성 제고의 가능성도 풍부하므로 앞으로 크게 성장하기에 본 논문에서는 계통 연계 태양광발전 시스템의 모델링을 제시 계통과의 연계 시 전압변동에 대한 시뮬레이션을 수행하고자 한다.

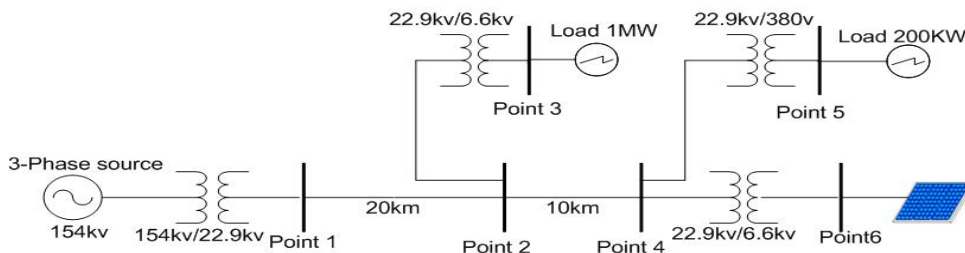
2. 본 론

2.1 계통연계 태양광발전시스템의 구성

태양광발전시스템과 전원부와의 계통연계의 시뮬레이션을 아래 그림 3처럼 계통연계 태양광발전시스템 개요도를 구성하였고 한 개의 태양광발전시스템과 2개의 부하로 이루어졌다. 태양광발전 시스템의 모델링은 태양광발전시스템에서 PV Array는 여러 개의 태양전지의 직·병렬연결을 통해 구성되며, 이러한 직·병렬연결 개수를 통해 PV 어레이를 계통연계를 위한 적절한 전류 및 전압의 출력 값을 확보할 수 있다. 구성으로는 1개의 전지를 직렬로 36개로 연결된 상태인 모듈 상태에서 시작하며 기본 모듈 제원은 Pmax 125W, Vmp 17.8V, Imp 7.04A, Voc 22.1V, Isc 7.66A인 PV모듈이며 이 모듈에서 직렬로 27개, 병렬로 30개로 구성하면 대략 100KW PV 어레이를 구성



<그림 1> PV어레이와 인버터연결 SIMULINK

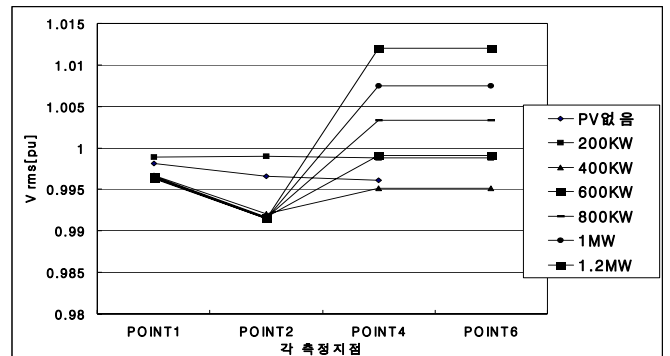


<그림 3> 계통연계 태양광발전시스템의 개요도

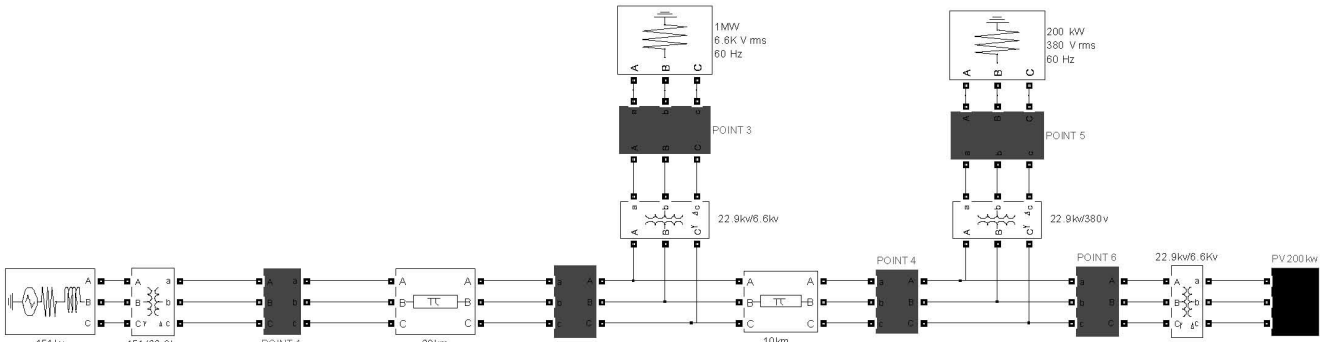
하며 제원으로서는 PVmax 101502W, Vmp 534V, Imp 190.08로 PV 어레이로 구성하였으며 인버터와 같이 연결하여 태양광발전 시스템을 SIMULINK로 그림 1처럼 구성하였다.

<표 1> PV 용량 증가에 따른 전압변동

	POINT1	POINT2	POINT4	POINT6
PV없음	0.9981	0.9966	0.9961	X
PV200KW	0.9989	0.999	0.9988	0.9988
PV400KW	0.9967	0.9921	0.9951	0.9951
PV600KW	0.9966	0.9917	0.9991	0.9991
PV800KW	0.9965	0.9916	1.0033	1.0033
PV1MW	0.9964	0.9915	1.0075	1.0075
PV1.2MW	0.9963	0.9915	1.012	1.012



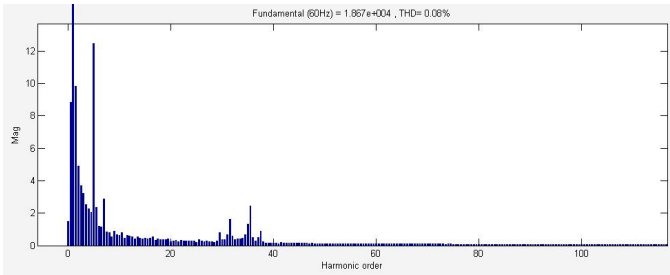
<그림 2> PV 용량 증가에 따른 전압변동



<그림 4> 계통연계 태양광발전 시스템의 Simulink 모델

<표 2> PV의 용량별 고조파 비율과 THD

	h3	h5	h7	h9	h11	13	h15	h17	h19	h21	h23	THD
PV200KW	0.49	10.42	2.20	0.12	0.28	0.21	0.11	0.13	0.09	0.07	0.08	0.08
PV400KW	0.74	5.83	2.77	0.14	1.57	1.31	0.61	1.16	0.85	0.14	1.08	0.22
PV600KW	0.64	8.57	4.42	0.26	2.23	1.88	0.93	1.73	1.28	0.27	1.62	0.34
PV800KW	0.89	11.40	5.90	0.35	3.10	2.50	1.25	2.30	1.71	0.37	2.16	0.46
PV1MW	0.71	14.57	7.33	0.73	3.64	3.19	0.90	2.43	1.85	0.63	3.27	0.57
PV1.2MW	0.78	18.49	9.63	0.21	5.19	3.62	2.00	1.75	1.39	1.37	3.87	0.69



<그림 5> PV 200kw 고조파

초래할 우려가 있기에 본 연구에서는 한전 규정으로 왜형률(THD)이 5%를 초과하지 않도록 차수별로 하며 표2는 고조파 기준과의 실제 허용범위와 시뮬레이션 결과에 대하여 알아보면 먼저 PV 200KW에 대한 고조파를 그림 5로 확인 되며 표 2는 용량증가에 의해 고조파와 THD의 증가를 확인할 수 있기에 PV용량이 증가에 따른 THD를 확인하였으며 허용 범위 안에 있지만 고조파 증가로 인하여 고조파 전류가 상한치를 초과하며 고조파 유출 억제대책이 필요하다.

3. 결 론

본 연구는 계통연계 태양광발전 시스템을 모델링하고 전압변동, 고조파에 대한 시뮬레이션을 통하여 전압변동의 관점에서 적절한 결과를 얻고자 하였다. 모델링한 계통연계 태양광발전 시스템에 대한 다양한 시뮬레이션의 결과는 다음과 같다. 본 연구에 사용하기 위해 모델을 시뮬레이션 결과 모델의 정당함과 적절한 출력 제어가 이루어짐을 입증하며 태양광 발전시스템의 연계용량대비 전압상승률을 확인하며 전압제어 한계를 고려 최대 연계용량을 산정 할 수 있다. 태양광 발전 시스템의 배전계통 연계 시 역 조류로 인한 전압 상승과 고조파 증가를 시뮬레이션으로 확인하며 이와 같은 결과를 살펴보면, 태양광 발전 시스템이 계통과 연계하여 운전할 경우 전력 품질 면에서 본 도입한계량 검토 등이 더 이루어져야 하며 역 조류의 전압 변동 대한 보완 조치가 취해져야 한다.

[참 고 문 헌]

- [1] Gyu Bun Joung and Jae-Dong Choi " Design of Solar Array Simulator for Spacecraft" KIEE International Transactions on EMECS 12B-2, 52-56(2002)
- [2] Gilbert M. Master, Renewable and Efficient Electric Power System Handbook: Photovoltaic Systems
- [3] 박정욱, 이수원, 이성룡 "계통연계 분산전원시스템" 전력전자학회지
- [4] H. S. Rauschenbach, Solar Cell Array Design Handbook: The Principle and Technology of Photovoltaic Energy Conversion. New York:VanNostrand, 1980

2.2 계통연계 태양광발전시스템 시뮬레이션

태양광발전시스템과 전원부와의 계통연계의 시뮬레이션을 그림 4.처럼 MATLAB의 SIMULINK를 사용하여 표현하였고 여기서 PV용량을 각각 200KW, 400KW, 600KW, 800KW, 1MW, 1.2MW로 증가하여 구성하며 태양광발전시스템과 주전원부 154KV와 부하 1MW와 200KW로 구성하여 계통 연계하여 PV 측과 계통과의 전압변동과 고조파를 알아보고 그림4처럼 SIMULINK로 구현하였다.

2.3 계통연계 태양광발전시스템 시뮬레이션 결과

2.3.1 전압변동에 대한 결과

태양광발전시스템이 공통접속점에서의 전압을 능동적으로 조절하지 않도록 하며, 해당 수용가의 전압과 해당 발전설비로 인하여 기타 수용가의 전압유지범위를 벗어나지 않도록 하기 위해 한전규정 상시 저압(+3/-3%), 특 고압(+2/-2%), 순시(+4/-4%)이며 본 연구는 PV가 없는 경우를 기준으로 용량 증가에 따른 계통에서의 전압 특성의 변화를 확인하며 이를 3상 실효치[pu]로 측정하면 위 결과에 의해 태양광 발전 시스템이 계통 투입 시 배전 계통과 태양광 발전 시스템의 연계지점에서 전압이 상승하는 것을 확인하며 태양광발전 시스템에 용량을 단계적으로 증가하는 경우 각 전압 측정 지점에서의 전압변화를 표 1과 그림 2로 확인 할 수 있다.

2.3.2 고조파에 대한 결과

태양광 발전의 직류발전 시스템은 인버터로 직·교류변환을 하기 때문에 고조파가 발생하게 된다. 고조파 발생량은 인버터의 방식에 따라 다르지만 그것이 계통의 허용량을 초과하게 될 경우는 전력계통에 접속되어 있는 타 부하기기의 동작에 악영향을