

시뮬레이터를 이용한 30kW급 태양광발전시스템의 성능분석

박정국, 김대승, 최연옥, 조금배, 오금곤, 백형래
조선대학교

A Performance Analysis of 30kW Photovoltaic System Using Simulators

Z.G. Piao, D.S Kim, Y.O. Choi, G.B. Cho, G.K. Oh, H.L. Baek
Chosun University

ABSTRACT

태양광발전시스템은 태양전지 모듈, PCS 등의 구성요소의 성능평가 뿐만 아니라 일사강도 및 온도 등의 환경변화에 따라 발전성능이 결정된다. 따라서 실제 운전시 태양광발전시스템 및 구성요소기기의 성능개선, 시스템의 설계시공 및 사후운영 관리의 유용성을 위해 설계에 따른 시뮬레이션을 통한 성능특성과 주요 손실에 대한 평가분석이 필요하다.

본 논문에서는 30kW급 계통연계형 태양광발전시스템의 설계에 따른 시뮬레이션을 통하여 시스템의 성능특성과 주요 손실에 대하여 평가분석 하고자 한다.

1. 서 론

태양광발전시스템은 태양전지 모듈을 직병렬로 연결하여 구성하게 되는데, 구름이나 수목 등에 의한 음영이 발생하면 태양전지 어레이를 향한 일사량은 변화한다. 이러한 일사량의 변화는 단위 태양전지 어레이의 발전 출력을 저하시키거나 변동시킨다. 따라서 태양전지 어레이로부터 최대전력을 얻을 수 있는 방법과 전력손실을 최소화하는 연구가 최근 많이 수행되고 있다. 태양광발전을 얻기 위해 태양전지는 일사량, 부하의 조건, 셀의 온도, 등에 따라 출력의 전류-전압특성과 전력-전압특성이 비선형적으로 변화하는 특징이 있으므로 대다수의 연구는 이러한 파라미터를 이용하여 최대전력점을 추적하는 연구들을 진행하고 있다.^[1-3]

본 논문에서는 30kW급 계통연계형 태양광발전시스템의 설계에 따른 시뮬레이션을 통하여 시스템의 성능특성과 주요 손실에 대하여 평가분석 하고자 한다.

2. 태양광발전시스템

2.1 시스템 구성

본 논문에서 30kW 태양광발전시스템의 설계 조건은 충청남도 당진군 경도 126.25°, 위도 36.45° 에 위치하고 방위각 및 경사각은 일사량 분포를 고려하여 발전효율이 가장 양호한 경사각과 30° 경사각으로 하였다.

본 논문에서는 단상 및 3상 30kW PV시스템을 설계하였고 설계파라미터에 따라 시뮬레이션을 수행하여 출력특성을 비교 분석하여 파라미터 값을 선정하였다. 태양전지 모듈은 단상 및 3상 두 PV시스템 모두 정격출력이 210W인 SANYO사의

HIP-210NH 140장을 직병렬 연결하여 적용하였고 인버터는 단상 시스템의 경우 Xantrex사의 정격용량이 3kW인 GT3.0 10대를 적용하였고 3상 시스템의 경우는 같은 회사의 정격용량이 30kW인 PV30 1대를 적용하였다. 표 1은 태양전지 모듈의 파라미터를 나타내고 있고 표 2는 단상 및 3상 인버터의 파라미터를 나타내고 있다.

Table 1 Parameter of PV module

Parameter	Value
Cell Type	Mono crystalline Si
Cell Efficiency	18.9 [%]
Maximum Power (Pmax)	210 [W]
Max. Power Voltage(Vmp)	41.3 [V]
Max. Power Current(Imp)	5.09 [A]
Open Circuit Voltage(VOC)	50.9 [V]
Short Circuit Current(ISC)	5.57 [A]
Module Efficiency	16.5 [%]
Module Size	812*1570 [mm]

Table 2 Parameter of inverter

Parameter	Single-phase	Three-phase
Model	GT3.0	PV30
Nominal AC Power	3kW	30kW
AC Frequency	60Hz	60Hz
Nominal AC Voltage	240VAC	208VAC
Maximum AC Line Current	14.2A	94A
Line Power Factor	>0.9	>0.99
AC Current Distortion	<5% THD	<5% THD
Peak Inverter Efficiency	>95%	>95%
Minimum MPP Voltage	195VDC	330VDC
Maximum MPP Voltage	550VDC	600VDC
Night Time Tare Loss	1W	30W
Weight	20kg	118kg

태양전지 어레이는 수평배열방식으로 구성하였고 인버터는 스트링 배선방식으로 10개의 태양전지 어레이군에 10개의 정격 용량이 3kW 인버터를 설치하였다. 어레이 이격거리는 7.8m ($d/a=2.8$)로 하였으며 바이패스 다이오드 및 역류방지소자를 설치하였다.

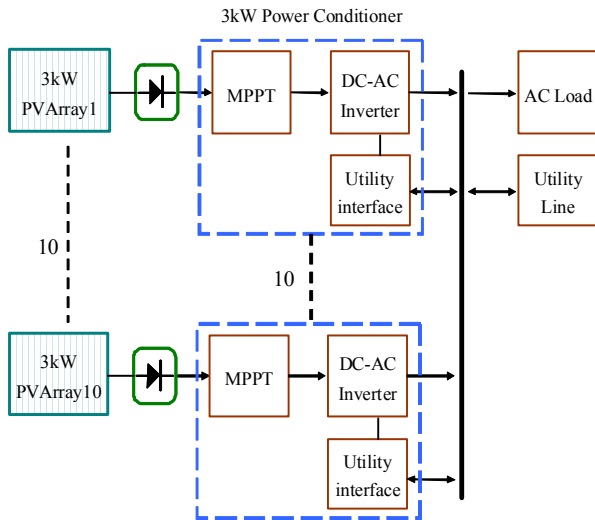


Fig. 1 Block diagram of Single-phase 30kW PV system

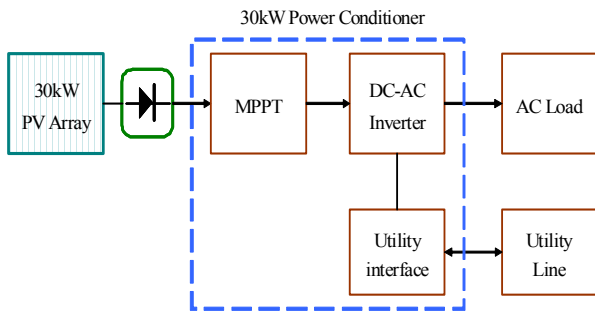


Fig. 2 Block diagram of three-phase 30kW PV system

2.2 시뮬레이션

본 논문에서는 30kW PV시스템의 단상 및 3상에 대한 시뮬레이션을 수행하여 출력특성을 비교 분석하였다. 표 3은 단상 및 3상 시스템의 출력데이터를 나타내고 있고 그림 3과 그림 4는 월별 PV 어레이 발전량 및 어레이 변환효율의 변화분포를 나타내고 있으며, 그림 5와 그림 6은 인버터 효율 및 인버터 손실의 변화분포를 나타내고 있다. 그림 7과 그림 8은 월별 시스템 이용률 및 시스템 성능비 특성 변화분포를 나타내고 있다.

연간 PV 어레이 발전량은 단상 및 3상의 발전량이 동일하게 나타나고 있으며 인버터 발전량은 단상 및 3상은 각각 30,078kWh, 30,131kWh로 나타났고 시스템 이용률은 각각 12.89%, 12.91%로 나타났으며 시스템 성능비는 각각 76.9%, 77.0%로 3상이 더 좋게 나타났으나 0.1% 정도의 차이밖에 나타나지 않았다.

Table 3 Characteristics of PV system

PV array output [kWh]		Inverter Output [kWh]		PV array efficiency [%]		Inverter loss [kWh]		PV system efficiency [%]		PR [%]	
단상	삼상	단상	삼상	단상	삼상	단상	삼상	단상	삼상	단상	삼상
2225	2226	2072	2076	14.62	14.62	153.8	151.2	13.61	13.64	0.812	0.814
2741	2742	2563	2568	14.59	14.6	178.6	174.4	13.64	13.67	0.814	0.816
3273	3274	3060	3067	14.41	14.42	213.7	208.5	13.47	13.5	0.804	0.806
3473	3474	3245	3253	13.95	13.95	228.1	222.6	13.03	13.06	0.778	0.779
3286	3287	3062	3067	13.67	13.68	224.6	221.4	12.74	12.76	0.760	0.761
3025	3025	2814	2819	13.36	13.37	212.7	209.9	12.43	12.45	0.742	0.743
2422	2422	2238	2239	13.05	13.05	184.9	185.5	12.06	12.06	0.719	0.720
2482	2482	2299	2301	13.07	13.07	183.8	183.3	12.11	12.12	0.722	0.723
2729	2730	2544	2549	13.44	13.44	187	183.7	12.53	12.55	0.747	0.749
2777	2778	2591	2597	13.88	13.88	186.8	183.3	12.95	12.97	0.772	0.774
2009	2010	1866	1869	14.15	14.16	143	141.6	13.15	13.17	0.785	0.786
1859	1860	1724	1726	14.35	14.36	135.3	134.6	13.31	13.32	0.794	0.795
32300	32310	30078	30131	13.84	13.85	2232.4	2200	12.89	12.91	0.769	0.770

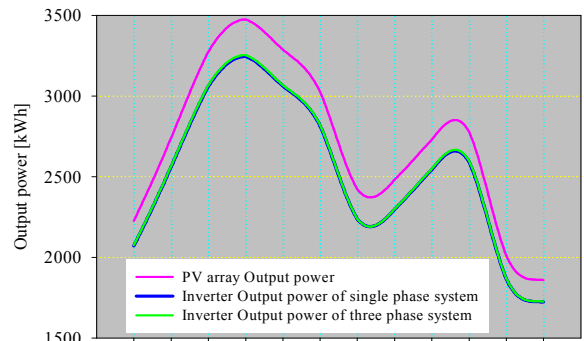


Fig. 3 A monthly PV generation value

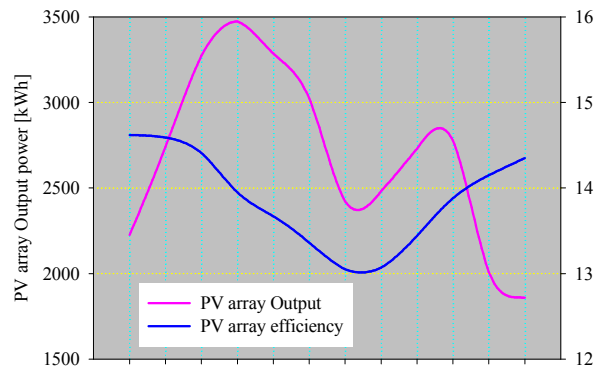


Fig. 4 A monthly PV array efficiency value

3. 결론

본 논문에서는 미래의 신재생에너지원의 하나로 최근 들어 국내외적으로 약 30%이상 급성장하고 있는 산업분야로 주목을 받고 있는 태양광발전시스템 중 국내에서는 3kW급 주택 보급용 태양광발전시스템이 아닌 30kW급 중규모 태양광발전시스템의 단상 및 3상 시스템의 운전특성을 시뮬레이션을 통해 비교분석하였다.

단상 및 3상 30kW 태양광발전시스템을 시뮬레이션으로 구성하여 특성을 비교 분석한 결과 단상 시스템이 3상 시스템에 비하여 시스템 성능비가 0.1% 정도밖에 저하되지 않으므로 단상으로 설계 및 설치 가능하다고 사료된다.

태양광발전시스템을 설계하는데 있어 본 논문에서 제안한 조건들을 고려하여 설계한다면 향후 태양광발전시스템의 안정성과 신뢰성 확보 및 효율향상에 기여할 것으로 사료된다.

참고 문헌

- [1] Dr. F. Lasnier, Tony Gan Ang, "Solar Photovoltaic Handbook", Energy Technology Division Asian Institute of Technology, Vol. 1 (1998), pp. 10-50.
- [2] Kazuyoshi Tsukamoto, "Photovoltaic Power System Inter connected with Utility", Proceedings of the American Power Conference, Vol. 1 (1990), pp.276-281.
- [3] M. Mirkaemi-Moud, B. W. Williams, "A Single Chip Pulse-Width Modulator Based on a Compressed Look-up Table", IEEE IECON, Vol. 1 (1992), pp. 246-251.

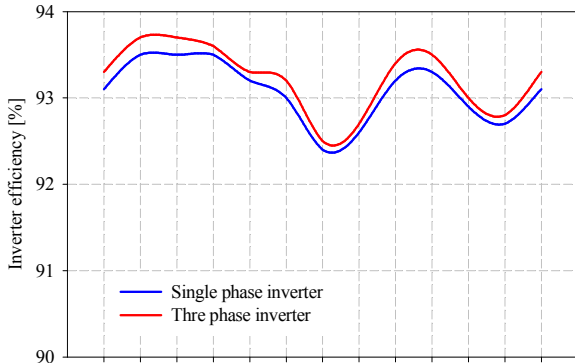


Fig. 5 A monthly inverter efficiency value

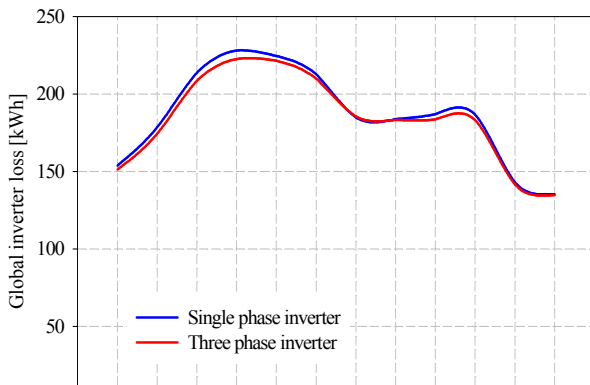


Fig. 6 A monthly global inverter loss value

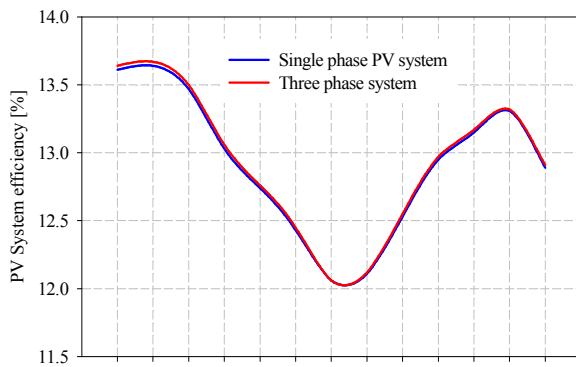


Fig. 7 A monthly PV system efficiency value

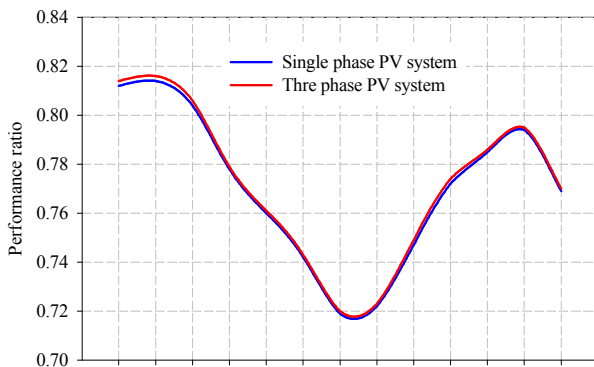


Fig. 8 A monthly performance ratio value