

Simulation tool을 이용한 50kW PV System의 출력특성

박정민, 정병호, 박정국, 이강연, 조금배, 백형래  
조선대학교

generating characteristics of 50kW PV System by simulation tool

J M Park, B H Jeong, Z G Piao, K Y Lee, G B Cho, H L Baek  
chosun university

**Abstract** - A photovoltaic panel is a device that, through the photovoltaic effect, converts luminous energy into electric energy. Photovoltaic generation system uses infinity of solar energy, cost of fuel is needless and there is no air pollution or waste occurrence.

This paper summarizes the results of these efforts by offering a photovoltaic system structure in 50kW large scale applications installed in Chosun University dormitory roof and simulation tool. This describes configuration of utility interactive photovoltaic system which generated power supply for dormitory. In this paper represent 50kW utility PV system examination result.

1. 서 론

우리나라는 2004~2011년까지 7년동안 전력이 평균 2.5% 증가할 것으로 전망된다. 그리고 최대전력은 평균 2.7% 증가할 것으로 예상된다. 그러므로 발전설비 확충에 있어 태양광발전시스템은 발전소를 보완하는 분산전원의 역할을 한다. 태양광 발전시스템 중에서 향후 보급의 잠재력이 큰 계통연계형 태양광발전시스템은 주택용 소규모 발전시스템부터 중·대규모 전력사업용으로 이르기까지 분산형 전원으로서 혹은 전력사업용으로 전력부하의 피크전력을 감소시키는 발전방식으로서 필요성을 더하고 있다.

태양광발전시스템은 외부 환경조건, 태양전지 어레이, 계통 연계형 인버터 시스템의 설계 및 설치 조건 등 파라미터에 따라 발전량이 차이가 있어 최적 설계에 어려움을 가지고 있다. 그 결과 시스템의 설계에 앞서 출력특성을 시뮬레이션 할 수 있는 시스템이 필요하게 된다. 본 논문의 태양광발전 시스템 시뮬레이션 툴은 일사량에 따라 계통 연계형 태양광발전시스템의 태양전지 어레이의 발전량, 인버터 발전량, 시스템 효율, 시스템 성능을 시뮬레이션 할 수 있는 프로그램이다. 이 프로그램은 비주얼 베이직 기반의 Excel로 시뮬레이션을 수행할 수 있게 짜여져 있다.

본 논문에서는 태양광발전 시뮬레이션 툴을 이용한 실험결과에 대하여 실제 운영되고 있는 50 kW급 계통연계형 태양광 발전시스템에 대하여 운전특성과 운용효율에 관련하여 논하고자 한다.

2. 본 론

1. 시스템 구성

시뮬레이션 툴은 경사면 일사량과 수평면 일사량의 데이터를 입력하고 태양전지 모듈의 파라미터와 인버터 파라미터를 선택하면 비주얼베이직 기반으로 Excel을 이용하여 시뮬레이션이 된다.

시뮬레이션의 결과는 태양전지의 발전량, 태양전지 어레이발전량, 태양전지효율, 인버터 발전량, 인버터 효율 등을 알 수 있다.

표 1은 50kW태양광발전시스템의 같이 실제 50kW시스템과 같이 구성하였다.

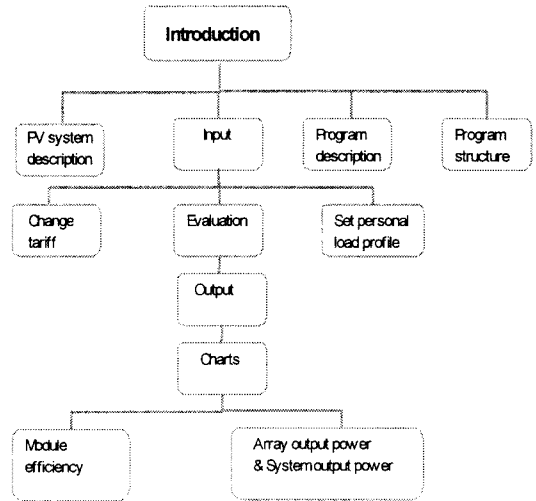


그림 1. 시뮬레이션 전체구성도

시뮬레이션의 시스템 구성은 실제 비교하기위한 50kW 태양광발전시스템과 같은 파라미터를 사용하였다.

시뮬레이션에 사용된 파라미터의 태양전지 모듈은 20 직렬×25병렬 형태의 1000개의 모듈로 구성되어 최대 50kW를 출력할 수 있는 직병렬형태로 구성하였고 시스템 파라미터는 표1에서와 같다.

표 1 시스템 파라미터

품명	구분	상능
태양전지모듈 (단결정 실리콘)	개방전압	21.0V
	단락전류	3.35A
	정격전압	17.4V
	정격전류	3.04A
	정격용량	53Wp
	외형크기	1291*328*35mm
인버터 (3상 PWM)	중량	6.2Kg
	정격용량	50KVA (계통연계형)
	선간전압	380V
	상전압	220V
	입력전압	DC280~430V
	출력주파수	60Hz ± 2%

2 태양광발전시스템 발전특성 분석

표 2는 시뮬레이션의 데이터와 2년 동안의 연간출력량을 데이터화 한 것이고 그림 2 ~ 그림5는 PV시스템의 월별 출력특성을 나타내고 있다.

그림2와 그림3은 시뮬레이션한 하루 동안의 시간별 월평균 어레이전력량을 나타낸 것이다.

표2. 출력데이터

	PV어레이 출력량(kWh)	인버터 출력량(kWh)	발전효율 (%)	어레이 변환효율 (%)
simul	72582	66474	9.17	10.02
2003년	62146	55929	8.28	9.20
2004년	70455	64066	8.99	9.89
	PCS효율 (%)	시스템 이용률(%)	성능비 (%)	
simul	91.58	15.17	84.27	
2003년	90.00	12.77	74.59	
2004년	90.93	14.63	81.02	

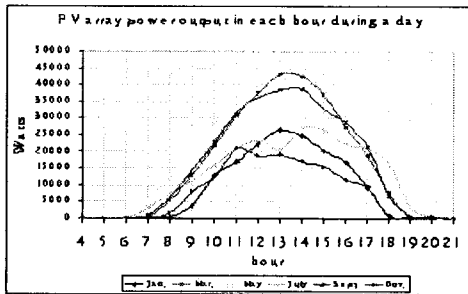


그림 2. 시뮬레이션의 PV어레이 출력특성

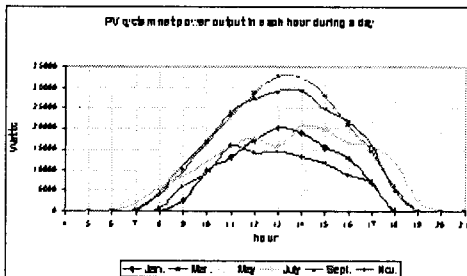


그림 3. 시뮬레이션의 인버터 출력특성

그림 4는 시뮬레이션의 출력특성과 2년 동안 월별 일사량에 따른 PV어레이 출력특성을 보여주고 있다. 일사량이 좋은 봄, 가을에 출력이 많고 여름에는 장마에 의한 일사량 저하 및 외기온도 상승에 의해 출력이 저하되고 겨울에는 눈 등에 의한 낮은 일사량부족으로 출력이 저하되는 것은 시뮬레이션과 실 데이터와 유사하게 나타내었다.

그리고 시뮬레이션의 값과 차이가 나는 것은 시뮬레이션의 일사량값은 2003년과 2004년의 일사량을 시간별로 평균을 내어 그 일사량 값에 대한 출력값을 나타내기 때문에 차이가 나타났다.

실제 시스템 발전량과 시뮬레이션한 발전량의 차이가 현재 일사량데이터를 2년간의 것을 모아 평균한 값을 파라메타로 입력하여 차이가 나며, 실제 운영시 구름, 날씨 기상조건에 따른 변수가 많이 있으므로 시뮬레이션과 실제 운영값과 차이가 있었다.

그러나 1년간 일사량과 2년간의 일사량의 데이터를 입력하였을 때 실제 데이터와 오차가 줄어들음을 알 수 있었다.

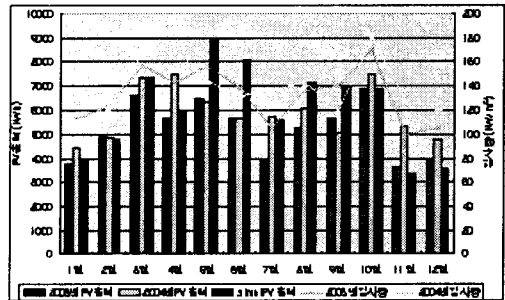


그림 4. 월별 일사량 및 PV어레이 출력특성

표 3은 시뮬레이션 한 월별 시간에 따른 인버터 성능을 나타내고 있고 표 4는 실제 월별 시간에 따른 인버터 성능을 나타내고 있다.

태양전지의 출력량이 많을수록 인버터의 효율이 높다는 것을 알 수 있다. 태양전지의 출력이 정격출력의 30%이하일 경우 인버터의 효율은 현저히 저하한다.

표3. 시뮬레이션 한 시간별 인버터 효율

hour	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
8	0.2	1.0	11.1	52.2	26.6	25.1	16.2	17.2	13.6	9.9	1.7	0.2
9	6.9	14.9	27.9	66.7	43.3	39.6	24.3	32.8	32.1	31.6	17.2	9.2
10	28.4	31.0	47.8	79.6	63.2	55.6	34.8	50.2	50.2	55.4	27.1	23.5
11	37.4	52.4	67.6	79.0	77.6	70.2	45.5	62.9	69.6	73.7	45.6	40.2
12	49.0	65.5	82.6	65.1	87.9	83.1	51.2	65.4	79.4	84.9	40.8	45.2
13	57.8	73.1	94.8	54.3	90.3	86.2	45.2	73.0	84.5	83.1	41.7	45.4
14	54.1	67.5	93.5	30.0	96.2	82.9	60.1	77.5	85.0	86.8	37.2	46.1
15	44.5	60.1	80.7	1.0	84.9	74.1	57.5	70.9	71.7	71.4	33.8	39.8
16	36.9	46.0	59.6	0.1	75.2	66.6	48.0	52.6	62.9	52.9	25.1	31.9
17	20.2	30.0	41.0	0.2	55.8	60.1	46.2	47.2	47.1	30.6	19.9	17.2
18	0.5	8.8	16.3	51.2	55.5	55.1	36.2	56.2	14.7	6.4	0.1	0.1
19	0.1	0.1	0.2	14.6	5.9	10.4	6.5	7.5	0.6	0.1	0.1	0.1

표 4. 실제 시간별 인버터 효율

hour	Jan	Feb.	Mar	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct	Nov.	Dec.
8	0.0	0.0	33.7	57.5	58.3	71.3	60.1	59.0	51.8	29.4	4.3	0.0
9	24.4	46.3	74.2	81.1	85.8	84.7	77.1	80.2	80.8	79.9	58.8	26.0
10	78.8	84.1	88.5	89.9	91.4	90.3	84.9	89.2	90.1	91.1	86.5	78.4
11	89.4	91.1	92.7	93.0	92.9	92.4	88.2	91.7	92.4	93.7	91.4	89.5
12	91.4	93.2	93.9	93.2	93.3	93.0	89.9	92.2	92.8	94.0	92.3	92.1
13	92.4	93.4	93.9	93.1	93.4	93.0	89.9	92.0	92.9	93.9	93.0	92.8
14	92.7	93.4	93.9	93.0	93.3	92.8	90.6	92.4	93.3	93.7	92.7	93.1
15	92.2	93.2	93.6	92.8	93.2	92.5	90.1	91.9	92.7	93.5	91.9	92.6
16	90.3	92.9	93.1	92.5	92.7	91.9	89.8	91.5	92.0	93.3	90.9	91.5
17	87.1	91.7	91.6	91.3	91.4	90.9	87.8	89.9	91.1	91.8	87.2	86.6
18	69.0	83.3	86.2	86.9	86.6	87.8	84.7	86.0	85.2	83.8	66.1	58.1
19	29.5	33.9	60.3	71.9	71.8	79.5	68.1	71.7	60.7	28.8	0.0	0.0

그림 5에서는 시스템 이용률 특성을 보여주고 있다.

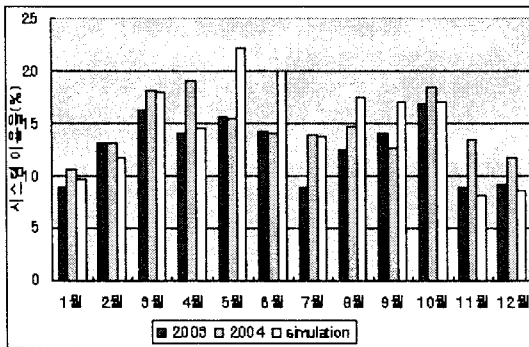


그림 5. 월별 시스템 이용률 특성

### 3. 결 론

본 논문의 태양광발전 시스템 시뮬레이션 툴은 일사량에 따라 계통 연계형 태양광발전시스템의 태양전지 어레이의 발전량, 인버터 발전량, 시스템 효율, 시스템 성능을 시뮬레이션 할 수 있는 프로그램이다.

시뮬레이션한 데이터와 실제 설치 되어있는 시스템의 발전량을 비교해 보았다.

시뮬레이션 툴을 이용한 연간 발전량은 72562kW이고, 실증실험한 50kW 시스템의 발전량은 2003년 62146kW 2004년에는 70455kW로 발전되었다.

향후 태양광발전시스템의 시뮬레이션 툴을 보완하여 시스템을 설치시 시스템의 위치에 따른 선정 그리고 시스템의 경제적 측면에 대하여도 연구하여 태양광발전시스템의 이용을 극대화하는데 기여하도록 연구하고자 한다.

#### [참 고 문 헌]

- [1] Dong. H. Sugimoto, "A New Utility Interactive Photovoltaic Power Conditioning System And Its Maximum Power Tracking Control", IPEMC97 . PP238-243, 1997
- [2] C. Hua, C. Shen, J. Lin, "Implementation of a DSP Controlled photovoltaic System with peak PowerTracking", Proceeding of

the 23rd International Conference on Industrial Electronics, Control, and Instrumentation Vol 2, 1997

- [3] S.Nonaka,K.Kesamaru,K.Yamasaki,etal,"Interconnection System with Sinusoidal Output PWM Current Source Inverter between Photovoltaic Arrays and the Utility Line", IPEC Tokyo, pp. 144 ~151, 1990