

태양광 발전시스템의 효율감소에 대한 특성 분석

*윤정필, *강병복, *임중열, *차인수, **조경재, ***윤석암
 * 동신대학교 전기전자공학과, **담양대학 초고속정보통신공학부
 ***송원대학 전자과

Characteristic analysis about efficiency decrease of PV system

*Jeong-Phil Yoon, *Byung-Bok Gang, *Jung-yol Lim, *In-Su Cha
 Gyung-Jae Jo, and *Seok-Am Yoon

*Dept. of Electrical & Electronic Eng. DongShin Univ.

** Dept. of Electronic Eng. SongWon College.

*** Dept. of Superhigh speed information communication Eng. DamYang College.

ABSTRACT

While PV system is clean energy that do not flow out environmental pollution, but is influenced much in surrounding environment. Efficiency decrease cause of PV system is various kinds, try to analyze several specification causes among them through simulation with reference for various kinds effect urea in treatise that see.

1. 서 론

에너지 고갈과 오존층 파괴라는 환경문제로 인하여 청정 에너지의 위상이 날로 높아지고 있다. 그 중에서도 태양광 발전에 대한 관심과 보급은 날로 높아지고 있다.

하지만, 태양광 발전시스템의 주요 구성품이자 전력원인 태양전지는 재료상의 효율의 한계성과 높은 발전단가라는 단점을 내재하고 있다. 더불어, 기후변화에 민감하다.

본 연구는 이러한 태양광 발전의 여러 가지 문제점 중에서, 기후 변화로 인한 태양광 발전시스템의 발전량 감소에 대하여 제시된 계수를 적용한 시뮬레이션을 통하여 분석·비교하려 한다.

2. 특성 파라미터

2.1 태양광 발전 효율 저하 요인

태양광 발전 시스템의 효율 저하 요인에는 일사량의 변화·대기온도 등에 기상조건 및 인버터 효율, 그리고 주변의 구조물 등에 의한 그들의 영향 등이 있다. 다음의 표 2-1은 시스템 효율을 저하시키는 시스템의 주요 손실 인자에 대한 것이다.

표 2-1 시스템의 주요 손실 인자
 Table 2-1 Main damage cause of PV system

그들의 영향에 관한 손실	λ_{HS}
PV-모듈의 더러워짐, 입사각 의존성, 직류회로손실	λ_{PO}
온도상승에서 모듈효율 저하에 관한 영향	λ_{PT}
최대전력점추종제어 (MPPT) mismatch 손실	λ_{PM}
입력전력감소에 의한 인버터 효율의 감소	λ_C

2.2 특성 파라미터 정의

태양광 입사 에너지부터 태양광 발전시스템 출력 전력량까지 나타낼 수 있는 특성 파라미터 블록선도를 그림 2-1에 나타내었다. 다음의 식 2-1은 시스템 출력계수 K 를 구하는 수식이다.

$$K = K_{HS} \cdot K_{PO} \cdot K_{PT} \cdot K_{PM} \cdot K_C \quad (2-1)$$

(시스템 출력계수)

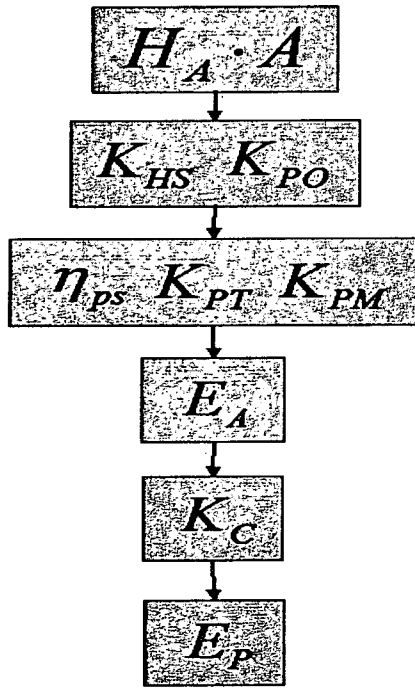


그림 2-1 특성 파라미터 블록선도
Fig. 2-1 parameter block diagram

여기에서,

- H_A : 경사면일사량 [kW/m^2]
- A : 태양전지 모듈면적 [m^2]
- E_A : 태양전지모듈출력전력량 [kWh]
- E_P : 태양광발전시스템 출력전력량 [kWh]
- η_{PS} : 모듈효율
- K_{HS} : 그늘보정계수
- K_{PO} : 입사각 의존성, 직류회로손실, 모듈 오염 등의 보정계수
- K_{PT} : 온도 보정계수
- K_{PM} : P_{\max} 제어 mismatch 보정계수
- K_C : 인버터 보정계수
- K : 시스템 출력계수
($= K_{HS} \cdot K_o \cdot K_{PT} \cdot K_{PM} \cdot K_C$)

이다.

표 2-1에서 소개되었던 주요 손실인자는 그림 2-1의 블록선도에 표시된 각 함수들로부터 야기된다. 표 2-2는 각 손실 인자별 연관관계를 나타낸 것이다.

표 2-2 손실인자의 연관관계
Fig. 2 damage cause relationships

K_{HS} (그늘)	λ_{HS}
K_{PO} (입사각 의존성 (직류회로손실))	λ_{PO}
η_{PS} (모듈효율) K_{PT} (온도상승)	λ_{PT}
K_{PM} (P_{\max} 제어 mismatch 보정계수)	λ_{PM}
K_C (인버터 효율)	λ_C

2.3 시스템 계수

다음의 수식들은 시뮬레이션에 적용된 각 항목별 수식들을 나열한 것이다.

① 시스템 손실계수

$$K = \frac{E_p}{P_{AS} \cdot \frac{H_A}{G_S}} = K_{HS} \cdot K_{PO} \cdot K_{PT} \cdot K_{PM} \cdot K_C$$

② 태양전지 출력 전력량

$$E_S = P_{AS}(\text{태양전지 정격출력}) \times H_A / G_S$$

여기서,

G_S : 표준상태에서의 일사 강도

③ $K_{PT} = 1 + \alpha P_{max}$ 평균Module 온도 - 표준Module 온도)

④ 태양광 발전 시스템의 연간 전력량

$$E_p = Y_A \times P_{AS} \times K_{PT} \times K_{HS} \times K_o \text{ [kWh/y]}$$

Y_A	년간 array 면적 증가 일조시간
P_{AS}	태양전지 정격출력전력
K_{PT}	온도보정계수
K_{HS}	그늘보정계수
K_o	시스템 출력계수

3. 시뮬레이션

3.1 Simulation DATA

그림 3-1과 3-2는 본 시뮬레이션에 적용된 실제 기후 데이터를 그래프화 한 것이다.

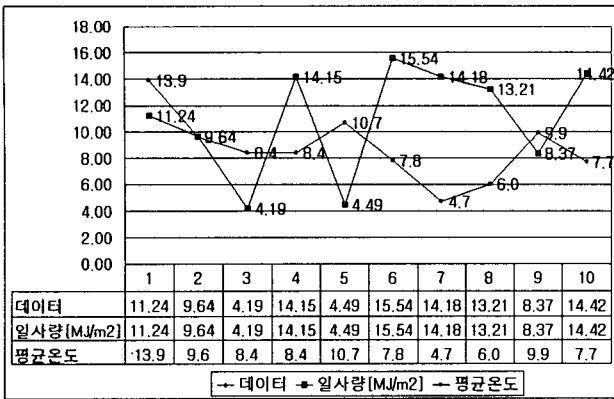


그림 3-1 일사량 (예제-진주지역)
Fig. 3-1 Quantity of sunshine

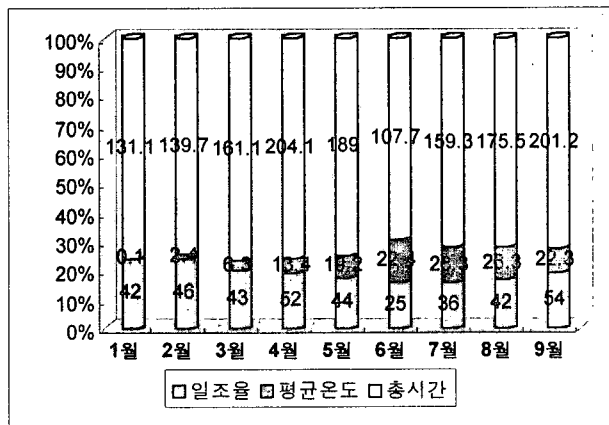


그림 3-2 일조시간 데이터
Fig. 3-2 Time that sunlight lightens

3.2 Simulation 결과

표 3-1은 본 연구에 적용된 시뮬레이션 조건에 대한 것이다. 사용된 데이터들은 기상청에서 제출된 일사량과 일조시간의 데이터를 사용하였다.

표 3-1 시뮬레이션 조건
Table 3-1 Simulation configure

$Y_A =$ 그림 3-2 참조.		
$P_{AS} = 30$ kwh		
$K_{PT} = 1 + aP_{max}$ 평균Module 온도 - 표준Module 온도)		
$K_O =$ 인버터손실×부하부정합손실×Array 손실		
	손실(%)	보정계수
K_C	6.9	0.931
K_{PO}	5.1	0.949
Array 손실	6.7	0.933

1개월 일조시간 합계	데이터 참조
PV-Module 정격출력전력	15 kwh
표준PV-Module 온도	25°C
평균PV-Module 온도	데이터 참조
시스템 출력계수 K_O	0.8243
aP_{max}	-0.002 (비정질)

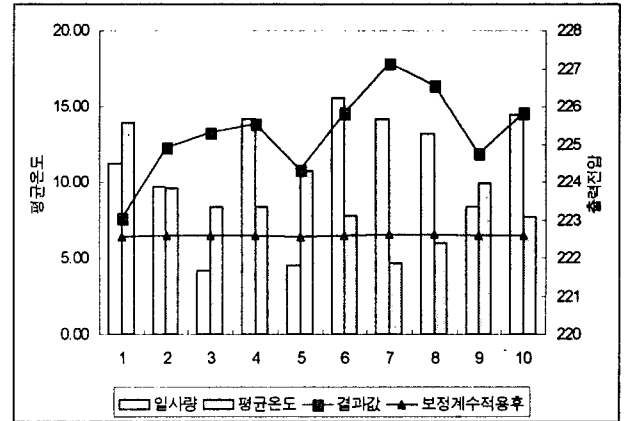


그림 3-3 시뮬레이션 결과 1
Fig. 3-3 Simulation result 1

그림 3-3은 진주지역 일사량 데이터와 온도보정계수를 조건으로 하여 시뮬레이션 하였을 때 얻어지는 그림이다. 그림에서 볼 수 있듯이 평균온도가 무조건 높다거나, 일사량이 무조건 높다고 하여 출력값을 높게 얻는다고 볼 수는 없었다. 태양전지에 대한 적정온도 유지와 더불어 태양광 발전 시스템의 임의 설치각도도 함께 고려되어야 할 것으로 여겨진다.

4. 결 론

본 연구는 레이저 추적장치를 이용하여 구름의 이동을 추적하고, 그것이 태양광 발전 시스템에 미치는 영향과 전체적인 시스템 손실 인자에 대한 연구를 위한 것이다. 표준온도 25°C를 기준으로 하여 실제 데이터를 넣고 시뮬레이션을 한 결과, 온도와 일사량 둘 중의 하나가 태양광 발전의 출력을 이끌어가는 것이 아니라 최대 출력 점을 낼 수 있는 온도 일사량 복합의 제어법의 필요성이 대두되었다. 현재 전체적인 시스템 구성을 추진 중이며, 향후 논문에서는 본 논문에서 미비했던 점을 보강하여, 태양광 발전 시스템의 효율저하 요인 중 큰 부분이라 할 수 있는 인버터 손실과 주변건물이나 구름 등의 그림자가 모듈에 미치는 영향에 대하여 연구할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 登守利征他、"寫眞測量法による太陽光發電システムの日照障害特性の推定"、本太陽エネルギー學會・風力エネルギー協會合同研究發表會(平成11年度日), 1999
- [2] N.G. Hingorani, "Power Electronics in Electric Utilities : Role of Power Electronics in Future Power System," *Proceedings of the IEEE*, Vol. 76, No. 4, pp. 481~482, April 1988.
- [3] Kurokawa, K. et al, "Sophisticated Verification of Simple Monitored Data for Japanese Field Test Program", 2nd World Conference and Exhibition on Photovoltaic Solar Energy Conversion, Vienna Austria. 1998.
- [4] Erbs, D. G. et al, "Solar Energy", 28(4), p.293, 1982.