

태양광 발전시스템의 그림자 영향을 고려한 PV 모듈의 재구성

(Reconfiguration of PV Module Considering the Shadow Influence of Photovoltaic System)

고재섭* · 정동화**

(Jae-Sub Ko · Dong-Hwa Chung)

Abstract

This paper proposes the reconfiguration of PV module considering shadow influence of photovoltaic system. The PV system is consisted series-parallel connection of PV module. The voltage and current between PV modules become unbalance when shadow occurs to PV module. If shadow occurs to the series connection PV module, the output current is limited to current of shaded PV module. Also if shadow occurs to the parallel connection PV module, the output voltage is limited to voltage of shaded PV module. These problems are caused power loss. Therefore, the PV module in this paper consist using the fixed module and variable module by shaded conditions. The reconfiguration of PV module can compensates the shadow influence by changing connection of a variable module when shadow is occurred to PV module. A validity of the reconfiguration of PV module proposed in this paper proves through comparing with performance of conventional PV module.

Key Words : Photovoltaic, Shadow Influence, PV module, Reconfiguration of PV Module, Fixed Module, Variable Module

1. 서 론

최근 전 세계적으로 석유자원의 고갈 및 고 유가, 기후변화협약 발효에 따라 에너지원에 대한 관심이 고

조되고 있다. 이에 따라서 세계 각국은 이에 대응하기 위해 지속적인 대체에너지 및 신재생에너지의 개발과 보급에 주력하고 있다. 이중 태양광 발전은 신재생에너지원에서 가장 경쟁력 있는 에너지원으로 각광받고 있다[1-2]. 그러나 태양광 발전시스템은 주요 부품인 태양전지의 제작비용이 감소되었지만, 종래의 발전 방법과 비교했을 때 초기 설치비용이 높고 에너지 밀도 및 효율이 낮아 발전단가가 높은 단점이 있다[3]. 따라서 태양광 발전시스템의 출력 효율을 높이기 위하여 일반적으로 태양전지 셀 자체의 효율 및 전력변환 시스템의 변환효율을 높이거나 MPPT(Maximum Power Point Tracking) 제어 및 태양이 항상 법선을

* 주저자 : 순천대학교 공학박사
** 교신저자 : 순천대학교 전기제어공학과
* Main author : Suncheon National Univ. Doctor of Engineering
** Corresponding author : Suncheon National Univ. Department of Electric Control Engineering
Tel : 061-750-3543, Fax : 061-752-1103
E-mail : hwa777@suncheon.ac.kr
접수일자 : 2012년 10월 18일
1차심사 : 2012년 10월 23일, 2차심사 : 2013년 1월 7일
심사완료 : 2013년 1월 30일

이루면서 PV 모듈에 입사되게 하는 추적식 방법등을 이용하고 있다[4-6].

태양광 발전을 위한 PV 모듈은 일사량 및 온도에 따라 성능이 크게 좌우된다. 또한 태양광 발전소는 필요한 전력생산을 위해 PV 모듈을 직·병렬로 연결하여 어레이를 구성하고 이러한 어레이를 직·병렬로 구성하여 전체 태양광 발전소를 구성한다. 이러한 태양광 발전소를 구성할 때 다수의 PV 모듈이 사용되며 이러한 PV 모듈 사이에 발생하는 전압 및 전류의 불균형은 전체적인 전력손실을 발생시킬 수 있다. 직렬로 구성된 PV 모듈에서 불균형이 발생하면 직렬회로의 특성에 따라 전체 전류가 성능이 좋지 못한 PV 모듈의 전류로 제한될 것이다. 또한 병렬로 연결된 PV 모듈은 병렬 회로의 특성으로 출력 전압이 성능이 좋지 못한 PV 모듈의 전압으로 제한된다. 이러한 문제는 PV 모듈의 특성에 따라서도 발생하지만 PV 모듈에 그림자가 발생했을 때 가장 크게 발생한다[7].

따라서 본 논문에서는 PV 모듈을 고정형 모듈과 가변형 모듈로 구성하여 PV 모듈에 그림자가 발생하여 출력이 저하된 PV 모듈의 구성을 변경하여 전체적으로 균일한 출력이 나타날 수 있도록 PV 모듈을 재구성하는 방법을 제시한다. PV 모듈의 재구성은 종래의 고정된 구성을 가지는 PV 모듈의 구성과 성능비교를 통해 타당성을 입증한다.

2. 태양광 모듈의 직·병렬 연결

PV 모듈 한 장의 출력은 수십~수백 와트[W]이기 때문에 출력을 높이기 위해서는 PV 모듈의 상호간 연

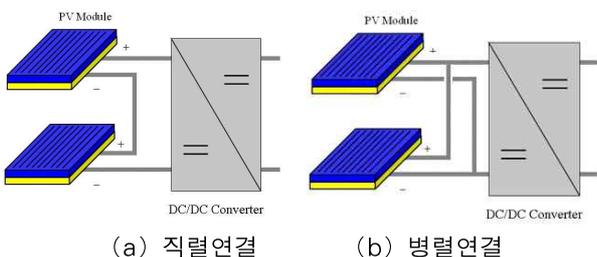


그림 1. PV 모듈의 직·병렬연결
Fig. 1. Series and parallel connection of solar cell

결을 통해 PV 어레이를 구성한다. PV모듈을 이용하여 어레이를 구성할 때 직렬연결은 전압을 상승시키고 병렬연결은 전류를 상승시킨다. PV 모듈의 직·병렬연결은 그림 1과 같다.

PV 모듈의 직렬연결을 통해 PV 모듈의 출력 전압이 상승한다. 그림 2에 나타난 것과 같이 PV 모듈의 직렬 연결시 최대전력점의 동작전압과 개방전압을 상승시킬 수 있다. 그러나 직렬연결은 부하와의 폐회로를 구성하므로 최대전력점의 전류 동작점은 변하지 않는다. 또한 그림 2에서 개방전압에서 최대전력점 동작 전압 사이의 과도상태는 태양전지의 직렬연결 수에 비례하여 증가한다.

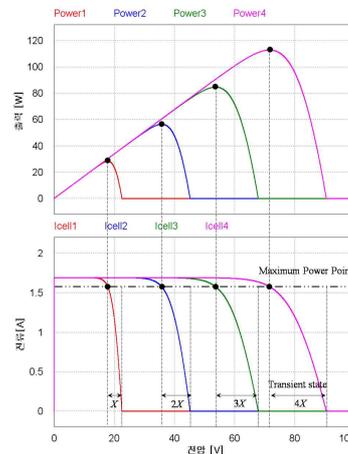


그림 2. PV 모듈의 직렬연결에 따른 특성곡선
Fig. 2. Characteristics curve with series connection of PV module

PV 모듈의 병렬연결은 그림 3과 같다. 그림에 나타난 것과 같이 PV 모듈의 병렬연결을 통하여 전류를 상승시킬 수 있다. 하지만 회로의 병렬연결과 같이 전압은 변하지 않는다. 또한 앞에서 정의한 과도상태 역시 병렬연결에서는 변하지 않는다.

3. 태양광 발전의 그림자 영향

태양광 발전의 성능 및 효율을 감소시키는 요인은 다양하게 발생할 수 있다. 특히 주변 환경에 큰 영향을 받는 태양광 발전 시스템은 태양전지에 발생하는

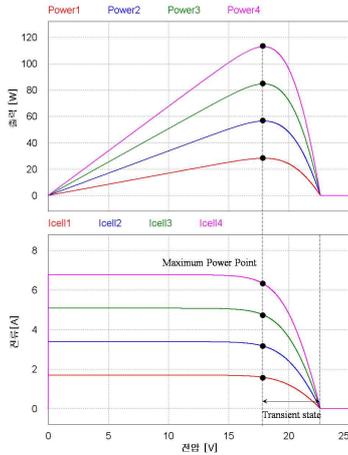


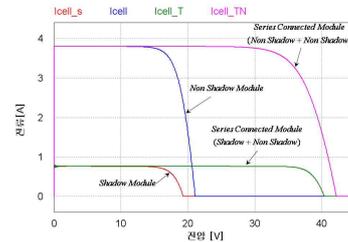
그림 3. 태양광 모듈의 병렬연결
Fig. 3. Parallel connection of PV module

그림자로 인한 태양전지의 전기적 특성의 변화 현상이 발생한다. 그림자로 인한 직렬연결 PV 모듈에서 전기적 특성 변화는 매우 큰 전력 손실을 발생시킨다. 일반적으로 전압을 증가시키기 위하여 PV 모듈을 직렬 연결하는데, 태양전지 자체의 결함 또는 그림자에 의해 태양전지 모듈간 전압의 차이가 크게 발생하게 되면 출력이 감소된 PV 모듈은 다른 PV 모듈에 역 전압이 인가되어 열이 발생하여 파손되기도 한다.

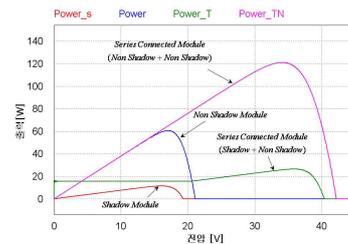
그림 4는 직렬 연결된 PV 모듈에 그림자가 발생했을 때의 특성곡선을 나타내고 그림 4 (a)는 $I-V$ 곡선, 그림 4 (b)는 $P-V$ 곡선을 나타낸다. 그림자가 발생하지 않은 PV 모듈과 그림자가 발생하여 낮은 단락 전류를 가지는 PV 모듈이 직렬 연결되면 낮은 단락 전류로 인하여 전류가 제한된다. 직렬 연결된 PV 모듈의 그림자 영향은 PV 모듈의 서로 다른 단락전류를 발생시킨다. 각 모듈과 부하의 연결 시 폐회로가 형성되고 폐회로 내에서는 전류가 항상 같기 때문에 그림자가 발생하지 않은 PV 모듈의 전류는 그림자가 발생한 PV 모듈의 전류로 제한된다. 이와 같이 직렬연결 PV 모듈에 발생한 그림자 영향의 두 가지 단점은 첫째, 그림자가 발생하지 않은 PV 모듈은 낮은 단락 전류를 따라야 하므로 그림자가 발생하지 않은 PV 모듈의 단락전류에서 그림자가 발생한 PV 모듈의 단락전류 차이만큼 제한되기 때문에 손실이 발생한다. 둘째,

전체 개방전압에서 그림자가 발생한 PV 모듈의 개방 전압 값을 뺀 값 이하에서 전압 동작점이 존재할 때에 그림자가 발생한 PV 모듈의 전류가 역방향으로 된다. 따라서 역 전압이 인가되고 부하처럼 동작되어 열이 발생하게 되어 PV 모듈의 파손을 일으키는 원인이 된다.

직렬연결의 폐회로는 전류가 같기 때문에 그림자가 발생하지 않은 PV 모듈의 전류가 그림자가 발생한 PV 모듈의 전류로 제한된다. 따라서 그림자가 발생하지 않은 PV 모듈의 제한된 전류만큼 손실로 발생하게 된다. 또한 그림자가 발생한 PV 모듈은 단락전류 보다 큰 전류가 흘러 역 전압이 인가되고 PV 모듈에 열이 발생하거나 파손되는 원인이 된다.



(a) $I-V$ 곡선

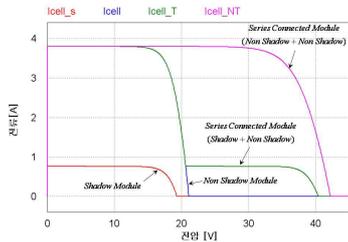


(b) $P-V$ 곡선

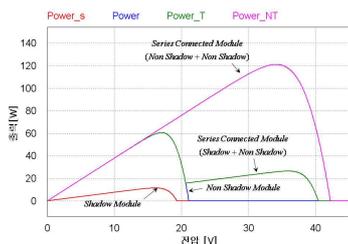
그림 4. 직렬연결 PV 모듈의 그림자 영향
Fig. 4. Shadow influence of series connection PV module

최근에는 이러한 직렬연결에 대한 문제를 해결하기 위하여 바이패스 다이오드를 PV 모듈에 연결한다. PV 모듈에 바이패스 다이오드를 연결함으로써 역 전압이 인가될 경우 바이패스 다이오드의 동작전압까지만 역 전압이 인가된다. 즉 역 전압에 의해 바이패스 다이오드가 동작할 때에 외부에서 흘러들어오는 전류는 PV 모듈을 통해 흐르지 않고 바이패스 다이오드를

통하여 도통이 된다. 이를 통해서 태양전지와 모듈의 파손을 방지한다. 그림 5는 바이패스 다이오드가 연결된 직렬 PV 모듈의 그림자 영향을 나타낸다. 바이패스 다이오드를 가진 PV 모듈이 직렬 연결되어 있고 하나의 PV 모듈에 그림자가 발생하면 그림자가 발생한 모듈에서 전류가 역방향으로 흐르기 때문에 그림자가 발생한 PV 모듈의 전류는 바이패스 다이오드에 의해 차단되고 그림자가 발생하지 않은 PV 모듈만 동작된다. PV 모듈의 동작전압이 증가함에 따라서 동작 전류가 감소하여 그림자가 발생한 PV 모듈의 단락전류 이하가 되면 그림자가 발생한 PV 모듈의 전류가 정 방향으로 흐르기 때문에 모든 PV 모듈이 동작하게 되어 PV 모듈의 직렬연결 형태로 구성된다.



(a) $I-V$ 곡선



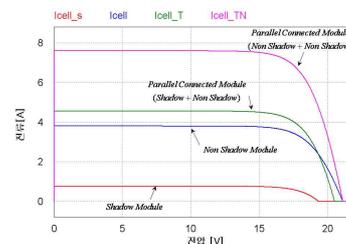
(b) $P-V$ 곡선

그림 5. 바이패스 다이오드가 내장된 직렬연결 모듈의 그림자 영향

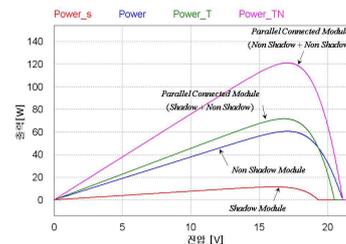
Fig. 5. Shadow influence of series connection PV module with bypass diode

병렬 연결된 PV 모듈의 그림자 영향은 출력전압에 영향을 미친다. 병렬 연결된 PV 모듈의 그림자 영향은 서로 다른 개방전압에 의해 발생하며 큰 개방전압을 가지는 PV 모듈은 개방전압은 낮아지며, 낮은 개방전압을 갖는 PV 모듈은 개방전압이 높아진다. 최대전력점은 병렬연결에 의해 새롭게 형성된 $I-V$

곡선의 최대전력점을 따른다. 새로이 형성된 $I-V$ 곡선의 최대전력점에 의해 각 모듈의 동작점이 개별 $I-V$ 곡선의 최대전력점과 다른 위치에 존재하게 된다. 결국 개별 모듈 측면에서 최대전력점에 동작점이 존재하지 않으므로 발전하지 못하는 전력만큼 손실이 발생한다. 그림 6은 병렬 연결된 PV 모듈의 그림자 영향을 나타낸다. 그림 6 (a)는 병렬 연결된 PV 모듈의 $I-V$ 곡선, 그림 6 (b)는 $P-V$ 곡선을 나타낸다.



(a) $I-V$ 곡선



(b) $P-V$ 곡선

그림 6. 병렬 연결된 PV 모듈의 그림자 영향

Fig. 6. Shadow influence of parallel connection PV module

4. 그림자 영향을 고려한 PV 모듈의 재구성

PV 모듈의 직·병렬연결은 균일하지 못한 PV 모듈의 특성으로 전압과 전류가 감소하여 전력 손실을 발생시킨다. 따라서 본 논문에서는 종래에 고정된 방식으로 구성된 태양 전지 상호간의 연결을 환경조건에 따라서 연속적으로 태양 전지를 직렬 및 병렬로 재구성하는 방법을 제시한다. 그림 7은 직·병렬로 구성된 태양전지를 나타낸다.

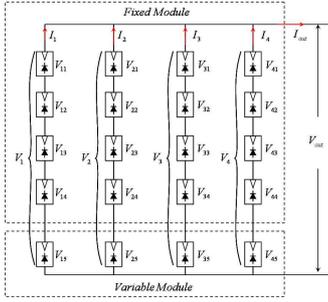


그림 7. PV 모듈의 직·병렬연결
Fig. 7. Series & parallel connection of PV module

그림 7에서 출력전압과 전류는 다음식과 같다.

$$V_1 = V_{11} + V_{12} + V_{13} + V_{14} + V_{15} = V_2 = V_3 = V_4 = V_{out} \quad (1)$$

$$I_{out} = I_1 + I_2 + I_3 + I_4 \quad (2)$$

그림 8은 직렬 연결된 모듈에만 그림자가 발생하였을 때를 나타낸다.

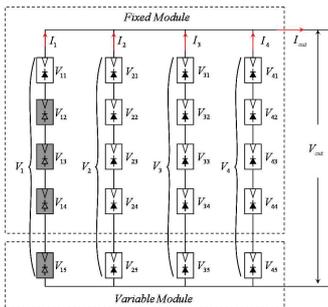


그림 8. PV 모듈의 직·병렬연결(직렬연결 모듈에 그림자 발생)
Fig. 8. Series & parallel connection of PV module (only shaded to series connection module)

직렬 연결된 모듈에 그림자가 발생하면 그림자가 발생한 PV 모듈은 바이패스 다이오드에 의해 단락상태가 되어 $V_{12}, V_{13}, V_{14}, V_{15}$ 는 “0”이 된다. 따라서 V_1 의 전압은 V_{11} 이 되고 병렬연결 회로의 특성에 따라 각 열의 출력전압과 전류는 다음과 같다.

$$V_1 = V_2 = V_3 = V_4 = V_{out} = V_{11} \quad (3)$$

$$I_{out} = I_1 + I_2 + I_3 + I_4 \quad (4)$$

따라서 직렬 연결된 다수의 모듈에 그림자가 발생할 경우 심각한 전력손실의 원인이 된다.

이러한 문제점을 해결하기 위하여 본 논문에서는 고정된 PV 모듈과 가변 PV 모듈을 이용하여 직렬 연결된 다수의 모듈에 그림자가 발생할 경우 가변 PV 모듈을 이용하여 전압을 보상하여 균일한 전압을 갖게 하는 PV 모듈의 재구성을 제시한다. 그림 9는 고정 PV 모듈과 가변 PV 모듈을 이용하여 그림자가 발생한 직렬연결의 전압강하를 보상하는 그림을 나타낸다.

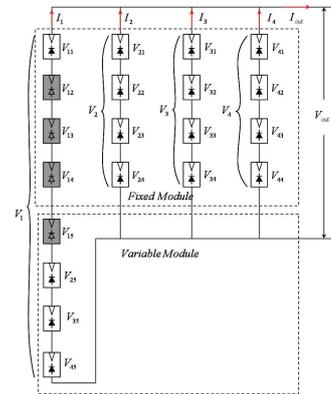


그림 9. 그림자 영향에 따른 PV 모듈의 재구성
Fig. 9. Reconfiguration of PV module with shadow influence

그림 9에서 첫 번째 열에 발생된 그림자에 의해 전압 강하를 보상하기 위해 2~4열의 가변모듈을 그림자가 발생한 1열에 연결한다. 본 논문에서 제시한 PV 모듈의 재구성후에 전압과 전류는 다음 식과 같다.

$$V_1 = V_{11} + V_{25} + V_{35} + V_{45} = V_2 = V_3 = V_4 = V_{11} = V_{out} \quad (5)$$

$$I_{out} = I_1 + I_2 + I_3 + I_4 \quad (6)$$

식 (1)~(6)에서와 같이 직렬 연결된 PV 모듈에 그림자가 발생할 경우 그림자에 의해 전압강하가 발생하고 발생한 전압강하는 병렬 연결된 다른 열의 PV 모듈의 전압에 영향을 미치게 되어 결과적으로 출력 전력을 감소시키게 된다.

본 논문에서 제시하는 PV모듈의 재구성은 다음과 같은 단계로 진행한다.

- Step 1 : 병렬 연결된 PV 어레이의 고정된 모듈 전압 ($V_{f1}, V_{f2}, \dots, V_{fn}$) 과 가변모듈($V_{v1}, V_{v2}, \dots, V_{vm}$)의 전압을 측정한다.
- Step 2 : PV 어레이의 고정된 모듈 전압을 비교하여 전압이 낮은 순서로 배열한다.
- Step 3 : 가변모듈의 전압은 전압이 높은 순서로 배열한다.
- Step 4 : 고정된 PV 어레이의 전압에서 최대값과 최소값을 비교하여 그 차이가 δV 보다 큰 경우에 PV모듈의 재구성을 시작한다.

$$\left(\delta V = \frac{V_{f1} + V_{f2} + V_{f3} + \dots + V_{fn}}{n \times m} \right) \quad (7)$$

여기서 m 은 하나의 열에 직렬 연결된 고정된 PV 모듈의 수, n 은 병렬 연결된 열의 수를 나타낸다.

- Step 5 : PV모듈의 재구성은 가장 낮은 전압을 가지는 고정된 PV 어레이와 가장 높은 전압을 가지는 가변 PV 모듈을 연결한다.
- Step 6 : PV모듈의 재구성은 가변 PV 모듈이 다 연결될 때까지 반복한다.

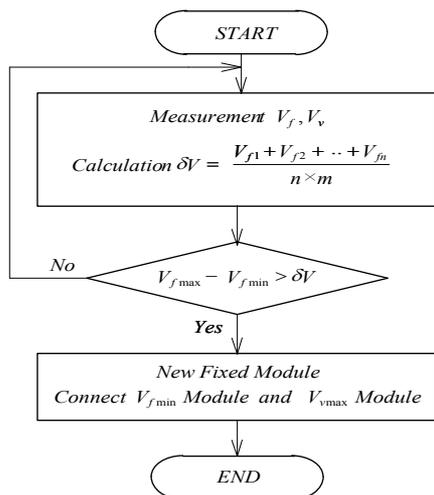


그림 10. PV모듈의 재구성을 위한 순서도
Fig. 10. Flow chart for reconfiguration of PV module

그림 10은 본 논문에서 제시하는 PV모듈의 재구성을 위한 알고리즘을 나타낸다.

5. 시스템 성능분석

본 논문에서는 PV모듈 재구성의 성능분석을 위하여 PSIM을 이용하여 시뮬레이션을 수행하였다. 성능 분석을 위한 PSIM 회로도에는 그림 11과 같다. 표 1은 PV모듈 재구성의 성능시험을 위한 PV모듈의 성능 및 시뮬레이션 조건을 나타낸다. PV 모듈의 파라미터는 AM 1.5, 온도 25°C 및 일사량 1,000W/m²의 실험조건에서 측정된 값을 나타낸다. PV모듈의 재구성 성능시

표 1. PV모듈의 파라미터 및 시뮬레이션 조건
Table 1. Parameter PV module and simulation condition

| 파라미터 | 기호 | 측정값 | 단위 |
|---------|-----------|-------|--------------------|
| 개방전압 | V_{oc} | 41.2 | [V _{dc}] |
| 단락전류 | I_{sc} | 3.69 | [A] |
| 최대전력 전압 | V_{mp} | 32.9 | [V _{dc}] |
| 최대전력 전류 | I_{mp} | 3.34 | [A] |
| 최대전력 | P_{mp} | 110 | [W] |
| 직렬회로수 | N_s | 7 | [EA] |
| 병렬회로수 | N_p | 4 | [EA] |
| 전체 전력 | P_{out} | 3,080 | [W] |

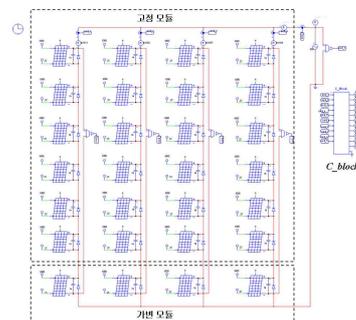


그림 11. 능동형 PV 모듈 구성을 위한 회로도
Fig. 11. Circuit diagram for active PV module configuration

태양광 발전시스템의 그림자 영향을 고려한 PV 모듈의 재구성

힘을 위한 PV 모듈은 고정형과 가변형로 구성하였다. 또한 각 부분의 전압 측정 및 능동형 구성을 위하여 C_block으로 구성되었다.

그림 12는 그림 11의 PV 모듈 구성에 그림자가 발생하지 않았을 경우의 응답특성을 나타낸다. 그림 12 (a)는 $I-V$ 곡선을 나타내고, 그림 12 (b)는 $P-V$ 곡선을 나타낸다. 그림자가 발생하지 않은 경우의 최적 전압은 218.5V, 최적전류는 14.1A, 최대전력은 약 3,080W로 나타나고 있다.

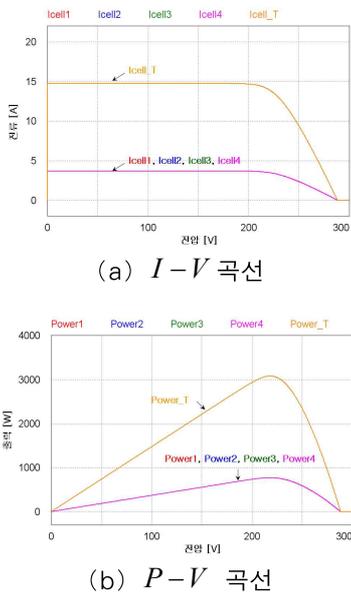


그림 12. 그림자가 없는 PV 모듈의 응답특성
Fig. 12. Response characteristics of PV module without shadow

그림 13은 직렬 연결된 고정 모듈 4개에 그림자가 발생했을 때 PV 모듈의 회로도를 나타낸다.

그림 14는 그림 13의 조건에 대한 일반형 PV 모듈의 응답특성을 나타낸다. 그림 14 (a)는 $I-V$ 곡선을 나타내고 직렬로 연결된 모듈에 그림자가 발행했을 때 바이패스 다이오드에 의해 개방전압은 감소하고 단락전류는 같은 값을 가진다. 그림 14 (b)는 $P-V$ 곡선을 나타내며 발생된 그림자에 의해 국부적인 최대 전력점이 존재하고 전체적인 최대전력도 감소하게 된다. 이때 최적전압은 218.1V, 최적전류는 10.6A, 최대

전력은 약 2,310W로 나타나고 있다.

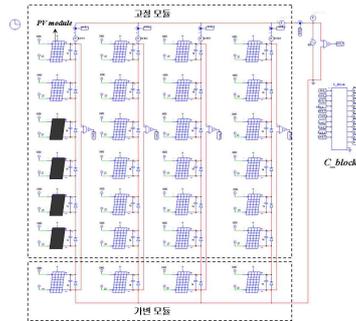


그림 13. 직렬모듈 그림자 발생에 대한 PV 모듈 회로도
Fig. 13. Circuit diagram of PV module with shaded to series module

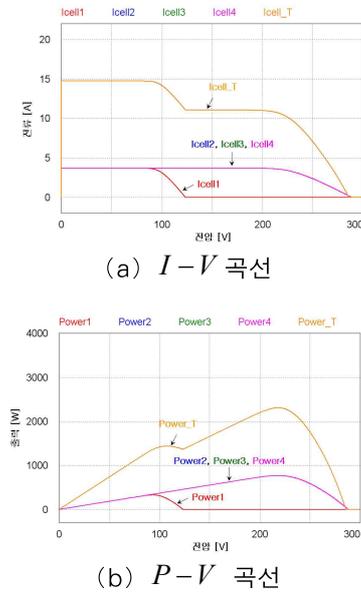
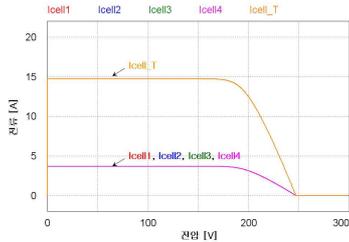


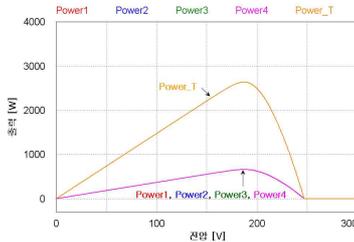
그림 14. 직렬모듈 그림자 발생에 대한 일반형 PV 모듈의 응답특성
Fig. 14. Response characteristics of general PV module with shaded to series module

그림 15는 그림 14와 같은 조건으로 본 논문에서 제시한 PV모듈의 재구성에 대한 응답특성을 나타낸다. 그림 15 (a)는 $I-V$ 곡선, 그림 15 (b)는 $P-V$ 곡선을 나타낸다. 직렬연결 모듈에 발생된 그림자에 의해 감소된 전압을 보상하기 위해 그림자가 발생하지 않은 PV 모듈에 연결된 가변 PV 모듈이 직렬로 연결되어 전압을 보상한다. PV모듈의 재구성 후 최적전압은

187V, 최적전류는 14.1A, 최대전력은 약 2,640W로 나타난다. 본 논문에서 제시한 PV모듈의 재구성 방법이 종래의 일반적인 PV 모듈 구성에 비해 출력전력이 약 15% 정도 전력이 상승됨을 알 수 있다.



(a) $I-V$ 곡선



(b) $P-V$ 곡선

그림 15. 직렬모듈 그림자 발생에 대한 PV 모듈의 재구성 응답특성
 Fig. 15. Response characteristics of reconfiguration of PV module with shaded to series module

그림 16은 PV 모듈의 직·병렬연결에서 첫 번째 직렬열의 3개 PV 모듈, 두 번째 직렬열의 2개 PV 모듈, 3번째 직렬열의 1개 PV 모듈에 그림자가 발생했을 때를 나타낸다. 그림 17은 그림 16의 조건에서의 일반적인 PV 모듈의 응답특성을 나타낸다. 그림 17 (a)는 $I-V$ 곡선이며 직렬 연결된 PV모듈에 발생된 그림자에 의해 각 직렬 연결된 열의 개방전압은 다르게 나타나고 단락전류는 같은 값을 가진다. 또한 직렬 연결된 열이 서로 병렬로 연결되어 있기 때문에 전체적인 단락전류는 병렬연결 수만큼 증가하고 개방전압은 직렬연결의 특성에 따라 단계적으로 나타난다. 그림 17 (b)는 $P-V$ 곡선을 나타내고 발생된 그림자에 의해 다수의 국부적인 최대전력점이 나타난다. 이 때 최적전압은 142.2V, 최적전류는 13.5A,

최대전력은 약 1.914W로 나타난다.

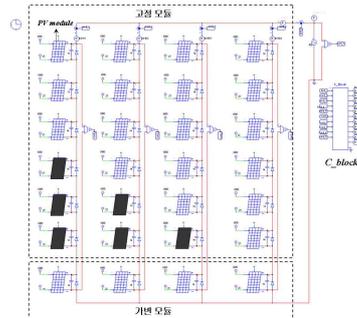
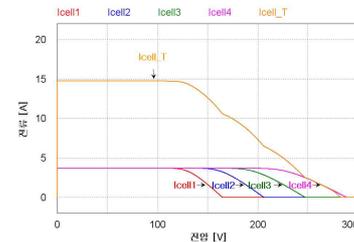
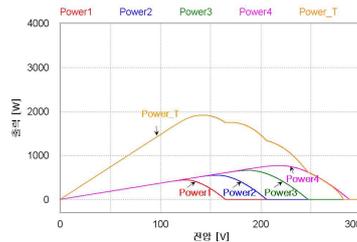


그림 16. 직·병렬 그림자 발생에 대한 PV 모듈 회로도
 Fig. 16. Circuit diagram of PV module with shaded to series and parallel module



(a) $I-V$ 곡선



(b) $P-V$ 곡선

그림 17. 직·병렬 그림자 발생에 대한 일반적인 PV 모듈의 응답특성
 Fig. 17. Response characteristics of general PV module with shaded to series and parallel module

그림 18은 그림 17과 같은 조건으로 본 논문에서 제시한 PV모듈의 재구성 방법을 이용했을 때 응답특성을 나타낸다. 그림 18 (a)는 $I-V$ 곡선, 그림 18 (b)는 $P-V$ 곡선을 나타낸다. PV모듈의 재구성에 따른 최적전압은 162.9V, 최적전류는 13.9A, 최대전력은 약 2,275W로 나타난다. 직·병렬 연결에 다수의 그림자

가 발생했을 경우에도 본 논문에서 제시한 PV모듈의 재구성의 최대전력이 약 19% 높게 나타나고 있다.

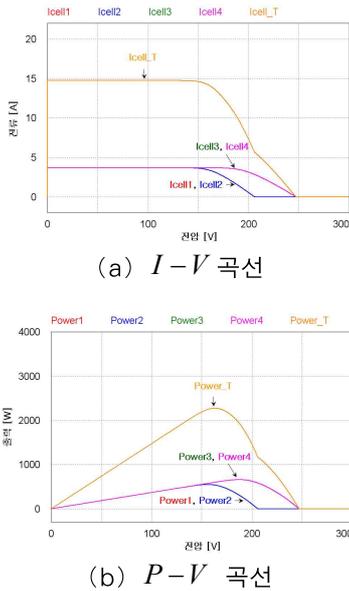


그림 18. 직·병렬 그림자 발생에 대한 PV모듈 재구성의 응답특성
 Fig. 18. Response characteristics of reconfiguration of PV module with shaded to series and parallel module

6. 결론

본 논문에서는 태양광 발전을 위해 구성된 PV 모듈의 그림자에 의해 발생하는 전력손실을 저감시킬 수 있는 PV 모듈의 재구성 제시하였다. 직·병렬로 구성된 PV 모듈은 그림자가 발생할 경우 전기적인 특성차이로 인하여 출력전력의 손실이 발생한다. 따라서 본 논문에서는 PV 모듈을 고정 모듈과 가변 모듈로 구성하여 그림자가 발생함에 따라 PV 모듈의 구성을 자동으로 변경시키는 PV 모듈의 재구성을 제시한다. PV 모듈의 재구성은 그림자가 발생하여 저하된 출력을 가변 모듈의 접속 변경을 통해 보상해줌으로서 PV 모듈의 출력을 균일하게 하여 전체적인 출력을 개선한다. 본 논문에서 제시한 PV모듈의 재구성은 종래의 고정형 PV 모듈과 다양한 그림자 조건에 대해 출력전력을 비교하였으며 본 논문에서 제시한 PV 모듈의 재

구성은 종래의 일반적인 PV 모듈에 비하여 그림자 영향에 대하여 최대 19%까지 최대전력이 향상됨을 확인하였다. 따라서 본 논문에서 제시한 능동형 모듈의 타당성을 입증 하였다.

References

- [1] K. Kurokawa, "Energy from Desert", 2003.
- [2] C. J. Winter, R. L. Sizmann, L. L. Van-Hull, "Solar Power Plants", Springer-Verlag, 1991.
- [3] S. D. Kim, "Incorporating the Power Generation Capacities of New and Renewable Energy into Long-Term Electricity Supply Planning, 2005.
- [4] K. T. Park, J. S. Choi, D. H. Chung, "A Novel PV Tracking System Control Considering the Power Loss with Change of Insolation", Journal of the KIIE, vol. 22, no. 6, pp. 89-99, 2008.
- [5] J. S. Choi, J. S. Ko, D. H. Chung, "Efficiency Analysis of PV Tracking System with PSA Algorithm", Journal of the KIIE, vol. 23, no. 10, pp. 36-44, 2009.
- [6] J. S. Ko, D. H. Chung, "TMOV MPPT Control of PV System with Temperature Measurement based Optimal Voltage", Journal of the KIIE, vol. 26, no. 11, pp. 30-39, 2012.
- [7] E. J. Kim, "Study for decreasing mismatch losses of photovoltaic array under shading conditions", Chungnam National University.

◇ 저자소개 ◇



고재섭 (高在涉)

1980년 2월 2일생. 2005년 순천대학교 공대 전기제어공학과 졸업 2007년 2월 순천대학교 대학원 전기공학과 졸업(석사). 2012년 8월 동 대학원 전기공학과 졸업(박사).

Tel : (061)750-3543

Fax : (061)752-1103

E-mail : kokos22@scnu.ac.kr



정동화 (鄭東和)

1955년 8월 15일생. 1979년 영남대 공대 전기공학과 졸업. 1981년 한양대 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1987년 동 대학원 전기공학과 졸업(박사). 1988~1989년 현대중전기(주) 기술연구소 책임연구원. 1989년~현재 순천대학교 전기제어공학과 교수.

Tel : (061)750-3543,

Fax : (061)752-1103

E-mail : hwa777@sunchon.ac.kr