

모범관행 가이드 - 패널 교체 시 및 스트링과 소비전력이 다른 패널 사용 시 발생하는 불일치 상태 관리하기

전기 시스템에서 패널 특성이 불일치하는 것은 일반적인 현상입니다. 이러한 불일치 현상은 동일한 속성을 갖지 않거나 전기적 또는 환경적 조건에 대한 반응이 다른 부품을 연결했을 때 발생합니다.

불일치 현상은 전기 시스템의 특성 차이를 일컫는 용어이며, 설비의 전반적인 전력 생산 능력이 성능이 가장 낮은 패널에 의해 결정되는 태양광 설비에서 특히 중요합니다. 비슷한 예로, 한 배에 여러 명이 타고 노를 젓는 경우를 생각해 봅시다. 이 때 노를 젓는 한 사람이 다른 사람과 같은 속도로 노를 젓지 못하면 전체 팀 및 배의 힘과 진행속도가 감소합니다.

태양광 설비에서 불일치 현상이 유발되는 전형적인 원인에는 동일하지 않은 전기적 특성, 음영, 동작 온도 차이 등이 있습니다. 이와 같이 잘 알려져 있는 원인과 더불어 현재 업계에서 새롭게 등장하고 있으며 아직 완전히 해결되지 않은 문제는 동일한 교체용 패널의 이용가능성입니다.

REC를 포함한 패널 제조업체들은 제품을 지속적이고 점진적으로 개선하기 위해 노력하고 있습니다. 즉, 와트 등급을 점진적으로 증가시키고 이용 가능한 와트 등급을 업그레이드하고자 노력합니다. 그 결과 설치자가 과거에 구매했던 패널의 사양과 현재 구매하는 패널의 사양이 정확하게 일치하지 않을 수도 있고 동일한 사양을 더 이상 이용할 수 없게 될 수도 있습니다. 그렇다면 패널을 교체해야 하는 경우 최선의 방법은 무엇일까요? 다음의 시나리오들은 패널의 불일치가 시스템 수준에 미치는 부정적 영향을 최소화하기 위한 일반적인 지침을 보여줍니다.

아래 목록은 동일한 교체용 패널을 이용할 수 없을 때 발생하는 이미지 1: 유틸리티 설비에 설치된 패널 스트링



몇 가지 불일치 현상과 관련된 상황과 권고사항입니다. 불일치 현상은 모든 전기 시스템에서 발생하는 일반적인 문제이며, 따라서 아래의 권고로 불일치 문제를 완전히 제거하는 것을 보장할 수 없다는 점에 유의하십시오. 이러한 권고사항의 목적은 심각한 불일치 현상으로 인해 유발되는 위험성을 줄이는 것입니다.

1. 제품 라인은 같지만 소비전력은 더 큰 패널로 교체하기
동일한 제품 라인에 속해 있는 패널의 기계적 특성은 정격 출력의 차이와 관계 없이 동일해야 합니다. 동일한 교체품을 이용할 수 없을 때 차선책은 같은 제품 시리즈에 속한 다른 패널을 이용하는 것입니다.

같은 제품 시리즈에 속해 있는 이종 장치의 회로 전류 출력은 전체 스트링에서 성능이 가장 낮은 장치의 전류에 제한을 받게 됩니다. 낮은 정격의 패널을 교체품으로 설치하면, 그 패널로 인해 전체 시스템 출력이 저하됩니다. 그러므로 필요한 경우, 동일한 제품 라인에서 높은 정격의 패널을 교체품으로 사용해야 합니다. 높은 정격의 패널은 I_{MPP} 에서 높은 전류 정격을 갖게 되고, 따라서 최대전력점(MPP) 전류가 감소되지 않습니다.

! 제조업체, 셀 사이즈 또는 적용 기술이 다른 제품은 절대로 혼용해서는 안됩니다. 스트링 전압이 인버터의 한계치 내에 있는지 항상 확인하십시오.

2. 성능 개선을 위해 기존 패널 재정비하기
음영 또는 기타 문제로 인해 기존 시스템에 중대한 불일치 현상이 발생한 경우, 패널을 재정비하여 음영 구역에 교체품(소비전력이 더 큰 것)을 배치하는 방안을 고려해 보십시오. 이 방법을 통해 기존 시스템의 불일치 현상을 보충하고 심각성을 줄일 수 있습니다.

3. 동일한 스트링 내 전류 불일치
전류 불일치 현상은 동일한 스트링에 있는 패널들의 전류 출력(I_{MPP})이 다를 때 발생합니다. 전류가 일치하지 않으면, 스트링에서 성능이 가장 낮은 패널이 먼저 '포화 상태'에 도달하여 전체 스트링의 전류를 제한하게 됩니다. 그러면, 태양광에서 나오는 추가적인 에너지가 패널을 가열시키고 이는 성능이 가장 낮은 패널에서 특히 두드러지게 나타납니다. 전류 불일치로 인해 발생하는 문제를 줄이기 위해서는 I_{MPP} 편차가 10% 미만이어야 합니다. 전류 불일치 현상은 미세 균열 및 바이패스 다이오드 결함 등의 기존에 갖고 있는 문제를 더욱 심화시킬 수 있으므로 교체 작업에 앞서 전체 스트링을 철저히 점검하십시오.

4. 평행한 스트링 사이의 전압 불일치
전압 불일치는 두 개의 평행한 스트링에서 독립적으로 전압을 측정했을 때 서로 다른 전압값이 측정될 때 발생합니다. 교체용 패널(소비전력이 더 높은 것)은 전압 불일치 현상을 유발합니다. 전압이 일치하지 않는 경우, 스트링은 성능이 가장 낮은 스트링 맞춰 출력을 결정하는 것이 보통입니다. 심각한 전압 불일치 상태가 발생하면 패널은 MPP에서 훨씬 떨어진 범위에서 작동하게 되고 이것은 인버터의 효율성에 부정적인 영향을 미칩니다. 불일치 현상으로 인버터 PV 곡선의 정점이 변하면, MPP를 추적하는 전자기기가 혼란을 일으키고, 그 결과 인버터가 장시간 최적 출력 범위에서 한참 벗어난 구간에서 작동할 수 있습니다. 10% 미만의 V_{MPP} 편차를 권장합니다.

5. 패널의 50%를 교체해야 할 때 전체 스트링 교체하기
동일한 스트링에서 패널의 50%(이상)를 교체해야 하는 경우, 전체 스트링을 교체할 것을 권장합니다. 이는 심각한 불일치 현상이 발생할 위험을 줄이기 위한 것입니다.

! 정격이 더 높은 패널로 전체 스트링을 교체할 때에는 스트링 전압이 다른 시스템 구성요소(예: 콤바이너 박스 및/또는 인버터)의 한계 내에 속하는지 확인하십시오.

6. 인버터 정격과 퓨즈 정격에 의해 설정되는 한계
전용 MPPT에서 작동하는 스트링의 경우, 스트링 사이에 불일치 현상이 발생할 수 없습니다. 유일한 걱정거리는 인버터 정격입니다. 총 P_{MAX} 와 I_{MPP} 는 권장되는 인버터 정격을 초과해서는 안 되며, 스트링 전압은 인버터의 MPPT 창 내부에 있어야 합니다. 하나의 MPPT에 스트링이 많은 인버터의 경우, 불일치 현상은 경미하게 나타납니다. 그러나 V_{oc} 와 I_{sc} 에 대한 점검작업은 수행해야 합니다.

더 나아가 퓨즈 정격도 문제가 될 수 있습니다. 보다 높은 정격의 패널을 스트링에 설치할 때에는 총 I_{sc} 가 기존의 퓨즈 정격에 초과되어서는 안됩니다. 혹시 초과되는 경우에는 패널과 다른 시스템 구성요소가 적절히 보호되도록 새로운 퓨즈를 선택해야 합니다.

요약

불일치 현상이 있으면 같은 스트링에 있는 패널 사이에 문제가 유발될 수 있습니다. 그러나 상기의 조언을 따르면 스트링 내에서 발생하는 불일치 현상을 극복하고 설비 작동을 최적화할 수 있습니다. 시스템이 계속 계획대로 작동하고 교체로 인해 다른 구성요소에 부정적인 영향을 미치는 것을 방지하려면 세심한 주의를 기울여야 합니다.

예시:

아래는 스트링 하나에 여러 개의 패널을 교체하는 작업을 간략하게 설명합니다. 불일치 현상이 발생했을 때 전기적 작동 파라미터를 결정하기 위해서는 첨단 모델링이 필요합니다. 이 예시는 패널 교체 후 시스템의 안전성을 보장하기 위해 따라야 하는 지침을 제공합니다.

- 스트링 두 개가 평행하게 연결되어야 합니다
- 각각의 스트링에 REC265TP2(265Wp) 패널 10개를 설치합니다.
- 스트링에서 다수의 패널을 교체할 때, 265Wp 패널은 더 이상 생산되지 않기 때문에 정격이 높은 모델로 교체해야 합니다.
- 전류 불일치 현상이 발생하지 않도록 하기 위해서는 I_{MPP} 편차가 10% 미만이어야 합니다

표 1에 따르면, REC265TP2 패널은 소비전력이 265Wp ~ 315Wp인 모듈로 교체할 수 있습니다.

표 1: 데이터시트 및 I_{MPP} 편차

전기 데이터 @ STC	REC265TP2	REC300TP2M	REC305TP2M	REC310TP2M	REC315TP2M	REC320TP2M	REC325TP2M
공칭전력 - P_{MAX} (Wp)	265	300	305	310	315	320	325
와트 등급 분류 - (W)	0/+5	-0/+5	-0/+5	-0/+5	-0/+5	-0/+5	-0/+5
공칭전력전압 - V_{MPP} (V)	31.1	33.0	33.3	33.5	33.7	33.9	34.0
공칭전력전류 - I_{MPP} (A)	8.53	9.11	9.17	9.26	9.36	9.45	9.56
개방 회로 전압 - V_{OC} (V)	38.3	38.3	38.8	39.1	39.6	40.0	40.3
단락 전류 - I_{SC} (A)	9.21	10.01	10.04	10.07	10.10	10.13	10.15
패널 효율성 (%)	16.1	18.0	18.3	18.6	18.9	19.2	19.5
I_{MPP} 편차(%)	-	6.78	7.50	8.56	9.73	10.79	12.08

두 스트링의 전압이 불일치하는 경우, 교체품으로 REC315TP2M을 선택했을 때의 스트링 전압은 다음과 같이 추산할 수 있습니다.

- 전체 스트링의 I_{MPP} 는 8.53A(성능이 가장 낮은 패널의 값, 즉 265Wp)

로 설정되므로 315Wp 패널의 경우:

- 새로운 V_{MPP} 는 $315W/8.53A = 36.9V$ 가 될 것입니다.
- • 스트링 전압 = $31.1 \times (\text{REC265TP2의 양}) + 36.9 \times (\text{REC315TP2M의 양})$

표 2는 서로 다른 정격을 가진 패널의 개수 차이에 따른 스트링 전압 편차를 보여줍니다.

표 2: V_{MPP} 편차

	REC265TP2	REC315TP2M	스트링 전압(V)	다른 스트링과의 편차(%)
패널 개수	10	0	311	-
	9	1	316.8	1.86%
	8	2	322.6	3.73%
	7	3	328.4	5.56%
	6	4	334.2	7.46%
	5	5	340	9.32%
	4	6	345.8	11.19%
	3	7	351.6	13.05%
	2	8	357.4	14.79%
	1	9	363.2	16.68%
0	10	337	8.36%	

표 2에 따르면, REC265TP2 패널 다섯 개는 전압 편차 한계 내에서 REC315TP2M으로 교체할 수 있습니다. 그러나 10-패널 스트링의 경우, 다섯 개 이상의 패널을 교체해야 한다면 전체 스트링을 교체할 것을 권장드립니다. 전체 스트링을 315Wp 패널로 교체하면, 스트링의 I_{MPP} 가 9.36A(315Wp 패널 정격)가 되므로 스트링의 전압은 $33.7 \times 10 = 337V$ 로 추산할 수 있습니다. 다른 스트링(265Wp 패널)과 비교할 때, 전압 편차는 8.02%가 됩니다.



REC Solar Pte. Ltd.
20 Tuas South Avenue 14
Singapore 637312
Singapore
전화: +65 6495 9228

1996년에 노르웨이에서 설립된 REC는 선도적인 수직통합형 태양에너지 업체입니다. REC는 실리콘에서부터 웨이퍼, 셀, 고품질의 패널에 이르는 전 제조과정을 통합하고 태양열 솔루션 영역으로 사업을 확대하면서 전 세계에 신뢰할 수 있는 클린 에너지 자원을 제공하고 있습니다. 업계 최저 수준의 보증 청구율은 명성이 자자한 REC의 제품 품질을 보여주는 증거입니다. REC는 노르웨이에 본사를 두고 싱가포르에 운영본부를 두고 있는 Bluestar Elkem의 자회사로, 전 세계적으로 2천 여명의 직원을 고용하고 있으며 매년 1.5GW의 태양광 패널을 생산하고 있습니다.