

독립형 태양광발전 시스템의 설계

Content

I. 독립형 태양광 발전의 개요

1. 독립형 태양광 system의 정의

II. 독립형 시스템의 계획과 설계

1. 개요

2. 독립형 태양광 발전 system의 설계 순서

III. 기기 선정

1. 독립형 PV 시스템의 모듈

2. 독립형 PV 시스템의 축전지

3. 납축전지의 작동방법 : 구조와 운용 원리

4. 충방전 제어기

◆ 10월호부터 연재된 내용입니다.

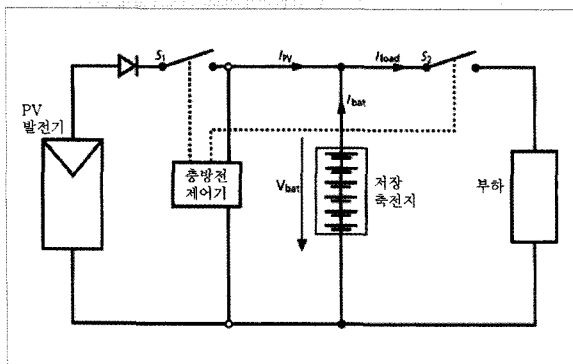


글 _ 이 현 화 (회원 No.8532)

한빛디엔에스(주) 대표이사/공학박사, 기술사

1) 직렬 제어기

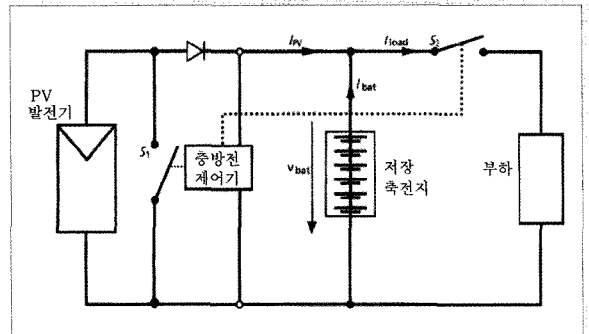
충전 차단 전압에 도달하면, 직렬 제어기는 릴레이 혹은 반도체 S_1 을 이용하여 모듈 전력 공급을 중단하고 설정된 전압 강하 후에 다시 켜다. 이것은 영구적인 전방 손실뿐 아니라 충전 차단 전압 부근에 계속적으로 변하는 스위치 작동 상태를 만들어 낸다. 이 불편 때문에, 계속적으로 조절하는 충방전 제어기가 개발되었다.



【그림 7-17】 직렬 충방전 제어기 원리

2) 분로 제어기(병렬 제어기)

분로 제어기는 충전 되어 있는 경우도 계속적으로 모듈 전력을 소비시킨다. 그러나 모듈에서 계속 전력을 생산하고 때문에, 모듈 전력이 필요없는 경우는 모듈에서 단락 전류(즉, 열로 전환)로 소비된다. 모듈은 어떤 문제없이 단락 전류를 받아들일 수 있다. 그것은 다만 약간 추가적으로 따뜻해지게 할 뿐이다. 이 방법은 충전이 안전하고 빠르기 때문에 축전지에 이상적이다.



【그림 7-18】 분로 충방전 제어기의 원리

3) 방전 보호

부하를 축전지에서 분리하기 위해 릴레이를 가진 딥 방전 보호기가 대부분의 충방전 제어기에 통합되어 있다(그림 7.17과 그림 7.18에서 S_2 그리고 그림 7.19에서 S_1). 스위치가 꺼지는 점에 도달하기 충분히 전에 신호가 있다면 유용하다. 이 경우 내장된 리셋 버튼이 도움이 된다. 예를 들어, 만일 축전지 전압이 짧은 동안의 높은 전류 방전(냉장고가 켜짐) 때문에 방전 차단 전압 아래로 내려갔고 제어기가 부하를 분리했다면, 그 결과 짧은 회복 중단 후 축전지 전압은 일반적으로 작은 부하(예를 들어, 축전지 전압이 다시 방전 차단 전압 이하로 내려 가지 않고 몇 시간 동안 더 전등을 켤 수 있다)에 전력을 공급할 수 있을 만큼 충분히 높다. 그러면 리셋 버튼은 전력 방전을 가능하게 한다.

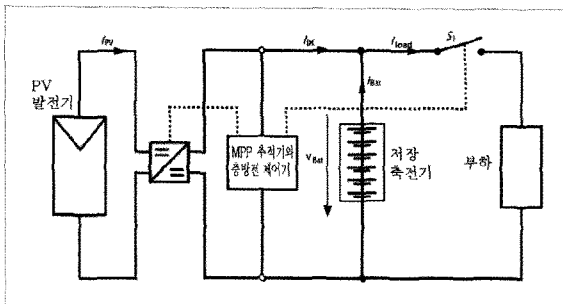
최신의 충방전 제어기들은 대기 온도를 측정하는 내장된 온도 센서를 갖고 있다. 보통, 충방전 제어기는 축전기 가까이

있어서 두 장치의 온도는 매우 유사하다. 축전지에 과 부하가 걸렸을 때만 뜨거워져서 따라서 충방전 제어기보다 온도가 높다. 이런 사건은 축전지 용량을 충분하게 함으로써 배제할 수 있다. 축전지에 설치한 외부 온도 센서가 여기서 유리한 것으로 나타났다. 충전 상태, 축전지 전압, 충전 전류와 부하 전류와 같은 가장 중요한 전기적 변수를 위한 읽을 수 있는 표시가 여러 장치에 통합되어 있다. 여러 충방전 제어기에 통합되어 있는 Atonic이라는 브랜드명의 집적회로는 추가적 혜택을 제공한다. 이것은 축전지 노화 상태를 기록하고 그것을 위한 적절한 참고를 하도록 하는 자기학습 알고리즘을 가지고 있다.

충방전 제어기는 모듈 쪽과 부하 쪽 모두에 제한된 전류만을 수용할 수 있다. 민감한 전자제품을 보호하기 위해 적절한 퓨즈가 내장되어 있다. 일반적으로 최대 허용 모듈 전류와 최대 허용 부하 전류에 같은 제한치가 설정되어 있는데 그것은 두 전류 모두에 공동의 퓨즈가 있음을 의미한다. 상업적으로 구입할 수 있는 장치에서 최대 전류 흡수를 위한 표준 값은 약 4A에서 30A의 범위이다. 더 높은 전류를 내는 더 큰 시스템에서 특별 모듈이 사용되거나 고장이 일어날 때 전체 시스템이 중단되지 않도록 시스템은 여러 그룹으로 나뉘어진다. 축전지 쪽에서 전류는 다시 모인다. 그렇지 않으면 축전지 그룹들이 동등한 부하 하에 있지 않을 위험이 있다.

4) MPP 충방전 제어기(DC/DC 컨버터)

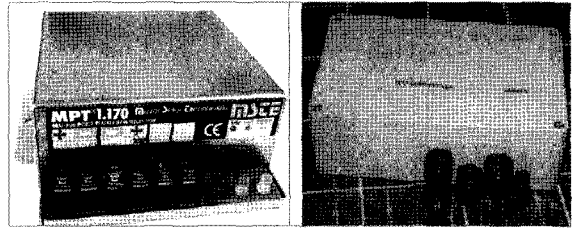
축전지 전압이 PV 특성 곡선 상의 작용점을 결정하기 때문에, PV 어레이는 MPP 점에서 흔히 작동하지 않고 직렬과 분로 충방전 제어기는 항상 사용할 수 있는 태양 에너지를 최적으로 사용하는 것이 아니다. 이 전력 손실은 축전지 전압, 일사량과 온도에 따라 10퍼센트에서 40퍼센트 사이에 이를 수 있다. 이것은 MPP 추적기를 사용하여 피할 수 있다. MPP 추적기는 근본적으로 조정된 DC/DC 컨버터로 되어 있다.



【그림 7-19】 MPP 충방전 제어기의 원리

조절은 MPP 추적기가 수행하는데 MPP 추적기는 약 5분마다 PV 어레이의 전류/전압 특성 곡선을 따라 지나가면서 MPP 전력을 결정한다. 그리고 PV 어레이로부터 최적의 전력을 가져오고 축전지의 충전 전압에 맞추도록 DC/DC 컨버터가 설정된다.

DC/DC 컨버터의 효율은 약 90퍼센트에서 96퍼센트이다. MPP 추적기의 사용은 200Wp 이상의 PV 어레이에만 의미가 있다. 전력이 낮은 어레이에는 컨버터의 변환 손실이 제어기에서 얻는 이익보다 일반적으로 손실이 더 높다. 관련된 회로가 좀 더 복잡하기 때문에 MPP 충방전 제어기의 가격은 약간 더 높다. 현재 경제의 이유로 MPP 충방전 제어기는 흔히 500Wp 이상의 PV 어레이에만 사용된다.



【그림 7-20】 MPP 충방전 제어기 【그림 7-21】 MPP 충방전 제어기

4.1 독립형 인버터

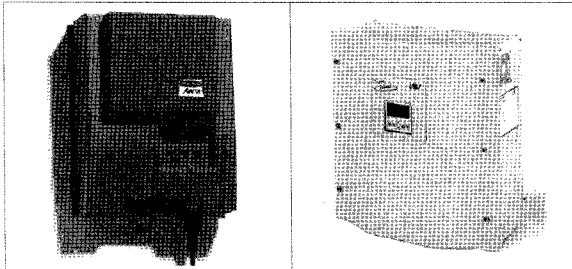
모듈에서 발생된 DC를 PV 독립형 시스템에서 저장은 축전지와 직류를 사용한 수많은 부하의 작동으로 실현된다. 220/380V AC 계통에 사용하기 위해 독립형 인버터가 필요하다. 어떤 인버터들은 통합된 충방전 제어기를 가지고 있기도 하다.

독립형 인버터의 목적은 넓은 범위의 부하 동작을 하도록 하는 것이다. 이 범위는 거친 건설 현장에서 가정용 가구 그리고 통신 기술의 민감한 전자 장치에 이른다.

독립형 인버터에 다음 요건이 필요할 수 있다.

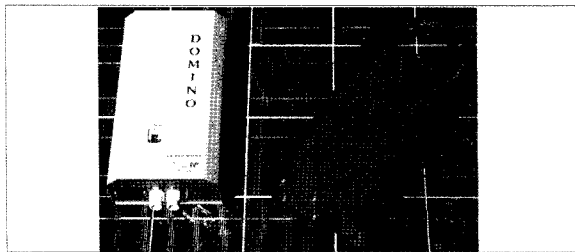
- 안정적 전압과 안정적 주파수를 가진 가능한 한 사인파 모양으로 변하는 교류
- 작은 부하 범위에서도 훌륭한 변환 효율
- 스위치 켜기와 시작 순서를 위한 매우 높은 과부하 능력
- 축전지 전압 변동에 대한 내성
- 자동 부하 탐지와 함께 경제적 대기 상태
- 출력 쪽이 단락 손상에 대한 보호
- 높은 전자기 호환성(뛰어난 EMI 억제)

- 낮은 고조파 포함
- 급상승 전압 보호
- 양방향 작동(즉, 만일 필요한 경우 축전지를 AC 발전기에서 충전할 수 있도록 AC에서 DC로 변환하는 것도 가능)



【그림 7-22】충방전 제어기 기능을 가진 독립형 인버터
 【그림 7-23】인버터 충방전기라고도 알려진 통합된 충방전 제어기를 가진 양방향 독립형 인버터

주: 이것들은 계통에 연결될 수 있지만 계통에 연결된 시스템에서 사용되는 인버터와 혼동되어서는 안 된다. 인버터 충방전기는 축전기 배크를 충전시키기 위해 계통에서 전력을 받을 수는 있지만 계통에 전력을 송전 할 수는 없다.



【그림 7-24】PV 독립형 시스템에 적절한 사인파 인버터

4.2 사인파 인버터

위에 설명한 요건은 사인파 인버터가 가장 잘 만족된다. 이들 장치들은 펄스폭 변조 원리에 작용한다. 그것들은 민감한 전자 장치의 작동에도 적절하다. 구형 사인파 인버터들은 회로가 훨씬 더 복잡하여 값이 더 비싸다.

4.3 '수정 사인파' 인버터

'수정 사인파' 인버터의 품질은 위의 요건의 대부분을 만족시킬 것이지만 전부를 만족시키지는 않는다. 사인파 인버터에 요구되는 복잡한 전자공학이 성숙해져서 여러 제조사들은 이제 이것들을 단계적으로 없애고 사인파 인버터로 대체하고 있다. '수정 사인파' 인버터를 사용한다면 인버터 매뉴얼에 적용이 명시되어 있는 경우를 제외하고 제조사에 특정 적용의 적절성을 확인하여야 한다.

4.4 구형파 인버터

구형파 인버터는 매우 흔하고 값이 더 싸다. 직류를 구형 특성을 가진 60Hz 교류로 잘라서 변압기를 이용하여 220V로 전압을 높인다. 그것들은 매우 비효율적일 수 있고 권장되지 않는다. 민감한 장비는 손상될 수 있다.

4.5 독립형 시스템에서 인버터에 대한 적용 기준

12V, 24V 혹은 48V DC시스템은 큰 부하를 공급하고 긴 케이블 거리를 피할 수 없을 때 한계에 쉽게 봉착된다. 원하는 부하의 DC 모델이 없거나 그것이 너무 비싸거나, 상당한 량의 전력을 전송하는 것은 낮은 전압 범위에서 과도한 케이블 굵기가 필요 하는데, 그것은 또한 비용을 상승시킨다. 흔히 작은 부하(전등 등)에는 DC 계통을 설치하고 큰 부하에는 인버터를 매치하는 것이 이득이다. 인버터를 이용하여 전체 공급을 AC 220V로 변환하는 것은 높은 전류는 일반적으로 짧은 동안만 가져오기 때문에 이상적인 해결책이 아니다. 그러므로, 대부분의 경우, 인버터는 어쩔 수 없는 높은 변환 손실과 함께 낮은 부분 부하 범위에서 작동할 것이다. 별도의 DC와 AC 시스템은 더 작고 더 낮은 비용의 인버터 선택과 그것을 더 잘 사용하는 것을 가능하게 한다.

인버터의 전력 용량을 선택할 때, 부하의 공칭 전력 용량을 안내로 사용할 수 있다.

$$\text{인버터의 공칭 전력} = \text{모든 AC 부하의 공칭 전력의 합} + \text{용량 여유분}$$

안전 예비분은 높은 기동 전류를 가진 부하가 얼마나 많이 동시에 작동할 것인지 그리고 반대로 인버터의 단기 과부하가 얼마나 클 것인지에 따라 용량이 정해진다. 여러 부하가 있는 큰 시스템에서는, 하나 혹은 두 개의 부하만 동시에 기동되도록 하기 위해 부하 관리 시스템을 사용할 필요가 있을 지 모른다. 이것은 상당한 정도로 인버터 용량과 비용을 절약한다.

낮은 전력 소비를 가진 인버터는 다른 연결된 부하의 전력과 함께 최대 전력이 충방전 제어기의 최대 허용값을 초과하지 않는다는 것을 조건으로 부하로서 충방전 제어기에 연결될 수 있다. 그러나 일반적으로, 인버터들은 그들이 가져오는 전류가 너무 높기 때문에(특히 큰 230V 부하를 시작할 때) 축전기에 직접 연결된다. 이것은 충방전 제어기에 너무 큰 요구를 해서 충방전 제어기의 퓨즈가 끊어지게 한다. 그러나 축전지에 직접 연결하는 것은 모든 경우 인버터가 통합된 딥 방전 모니터 시스템을 갖고 있어야 함을 의미한다. ❖

마침 ❖