

피크컷 기능을 가지는 태양광 시스템의 동작 및 모니터링

한동화, 이영진, 반충환, 전태원*, 최규하
 건국대학교 전기공학과 전력전자연구실(KOPEL), 에스엠텍*

The Operation and Monitoring of PV System with Peak-Cut Function

Donghwa Han, Y.G. Lee, C.H. Ban, T.W. Chun*, G.H. Choe
 Dept of Electrical Engineering., Konkuk Univ, SMTECH*

ABSTRACT

화석연료의 고갈로 인하여 신재생에너지의 중요성이 부각되고 있는 현재, 신재생에너지가 부각되고 있다. 본 논문에서는 신재생에너지원중 대부분을 차지하는 태양광에서 발전되는 에너지를 효율적으로 사용하기 위함을 목적으로 한다. 기존의 태양광 시스템에 배터리를 이용하여 에너지를 저장하여 부하의 수요가 클 경우 배터리의 에너지를 방전하여 전체수요의 최대 전력을 삭감하고자 한다. 이를 위한 알고리즘, 실험, 모니터링을 통하여 이를 입증하고자 한다.

1. 서론

화석연료의 사용으로 인하여 우리의 생활은 급속한 성장을 가능케 하였으나 이러한 화석연료의 사용으로 발생하는 환경오염문제, 화석연료의 고갈문제로 인하여 신재생에너지의 중요성이 부각되고 있다. 이러한 신재생에너지원으로는 태양광, 풍력, 연료전지 등이 존재한다. 신재생에너지원중 큰 부분을 차지하는 태양광발전은 태양이 존재할 경우에만 발전이 가능하여 부하의 상태나 조건에 맞출 수 없는 단점이 존재한다. 이러한 단점은 풍력의 경우도 마찬가지이다. 그러나 이 단점은 시스템에 배터리가 연결될 경우 에너지를 저장할 수 있어 부하의 상태에 따라 사용할 수 있는 장점을 가지게 된다. 에너지저장장치가 연결된 태양광 시스템은 기존의 태양광 시스템과는 다른 운용 알고리즘이 요구된다.

본 논문에서는 기존의 태양광 시스템에 에너지 저장장치가 추가되어 부하의 상태에 따라 에너지의 공급을 조절하여 부하의 사용량이 많을 경우 계통으로부터 유입되는 전력을 조절하여 피크부하를 줄이고자하며, 이를 운영알고리즘, 실험, 모니터링을 통하여 입증하고자한다.

2. 피크컷 기능을 가지는 태양광 시스템의 구성 및 제어

2.1 시스템의 구성

그림 1은 피크컷 기능을 가지는 태양광 시스템의 구성을 나타내고 있다. 본 시스템은 크게, 태양광 모듈, 태양광 전압을 승압하는 DC/DC 부스트 컨버터, 승압된 전압은 계통과 연계하는 DC/AC 인버터, 에너지를 저장하는 배터리 부로 구성된다.

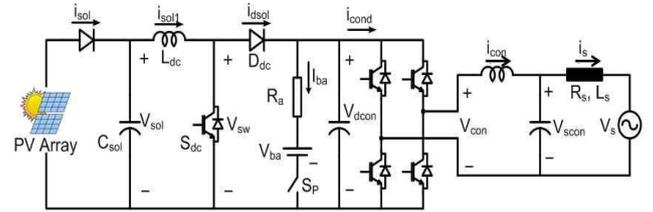


그림 1 피크컷 기능을 가지는 태양광 시스템
 Fig. 1 PV Generation System with Peak-Cut Function

2.2 시스템의 제어

DC/DC 부스트 컨버터는 전압이 낮은 쪽 즉 태양광 모듈에서 전압이 높은 쪽 DClink측으로 전력을 전달하기 위해 사용되며 DC/DC 부스트 컨버터는 MPPT(Maximum Power Point Tracking)기능을 수행하여 태양광전압의 기준신호를 만들어 내며 이를 제어하기 위해 전압제어기/전류제어기가 동작하여 제어를 수행한다. DC/AC 인버터는 DC/DC컨버터를 통해 승압된 태양광전력을 계통과 연계되는 동작을 수행하며 또한 DClink부에 연결된 배터리에 에너지를 저장한다. 이를 위해 DC/AC 인버터제어기에서는 먼저 계통의 위상을 추종하는 PLL(Phase Lock Loop)제어를 수행한다. 그리고 또한 DClink의 전압을 일정하게 유지하여 양방향운전이 가능하게 하며 DClink 전압제어기의 출력인 DClink 전류의 지령을 PLL을 통해 얻어진 위상과 교류측의 크기성분을 고려하여 계통전류의 지령치를 만들어 낸다. 이 만들어진 계통전류의 지령치는 계통전류 제어기를 통하여 제어된다. 이러한 동작들은 먼저 State 제어기를 통하여 현재의 State에 따라 동작되며 이러한 State는 운영알고리즘에 의해 구분되어진다.

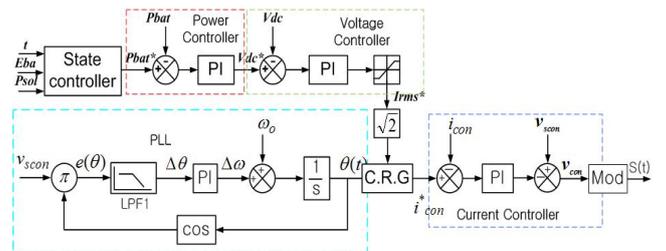


그림 2 태양광 시스템의 제어
 Fig. 2 The Control of PV Generation System

3. 피크컷 기능의 운영알고리즘 및 모니터링

3.1 운영 알고리즘

피크컷 기능을 가지는 태양광 발전시스템의 운영알고리즘은 크게 연평균일사량에의해 크게 3가지의 모드로 구분된다. 이는 그림 3에 나타내어져있다.

Model : 평균일사량과 발전량이 일치할 경우

계통으로부터 충전 및 방전이 이루어 지지않고 태양광의 발전전력을 피크부하시간에 모두 방출

Mode2 : 평균일사량보다 발전량이 많을경우

태양광의 발전전력을 피크부하시간에 방출하여 남은 잉여전력을 발전

Mode3 : 평균일사량보다 발전량이 적을경우

태양광의 발전전력을 피크부하시간에 방출하며 부족전력을 계통을 통하여 배터리에 저장

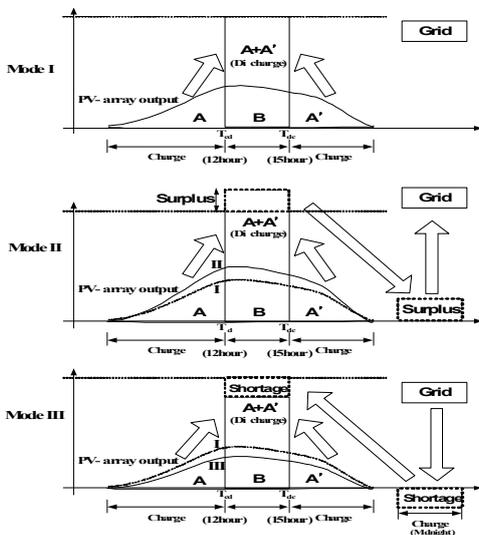


그림 3 일사량에 따른 동작 모드
Fig. 3 Operation Mode by Insolation

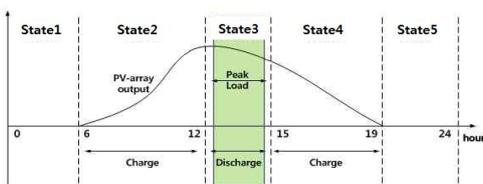


그림 4 시간 및 부하에 따른 동작 STATE
Fig. 4 Operation State by time and load

각 모드에 따라 세부적으로 그림 4와 같은 5개의 STATE가 존재하며 이는 아래와 같다.

State 1 (0 ~ 06시) : 부하의 전력공급은 계통에서 이루어지며 PV 시스템은 동작하지 않는다.

State 2 (06 ~ 12시) : PV시스템에서 생산된 에너지로 배터리를 충전하고, 완충 시 계통으로 에너지를 전달한다.

State 3 (12 ~ 15시 peak load) : 배터리와 PV시스템에 의해 계통으로 전력이 전달된다.

State 4 (15 ~ 20시) : 방전된 배터리를 PV시스템에서 충전하고, 완충시 계통으로 에너지를 전달한다.

State 5 (20 ~ 24시) : 배터리의 용량이 90%미만일 경우

계통전력을 이용하여 배터리를 충전한다.

3.2 모니터링

피크컷 기능을 가지는 태양광 시스템의 모니터링은 National Instrument사의 Labview 8.5상에서 구현하였으며, 그림 5와 같이 SCB 68이라는 인터페이스 제품을 이용하여 A/D 혹은 Digital출력을 이용하였고, 시스템에서 모니터링 되는 값 및 수집된 데이터의 흐름은 아래의 그림 6에서 확인할 수 있다. 모니터링 되는 값으로는 컨버터 출력전압/전류, 배터리 전압/전류 및 계통의 전압/전류 등이 있고, 모니터링 된 데이터는 DSP로 보내어 컨버터의 게이트 신호, 인버터의 PWM신호 및 배터리로 보내어 제어를 하게 된다. 이때 이 값은 모니터를 통하여 정성적으로 보는 것이 가능하다.

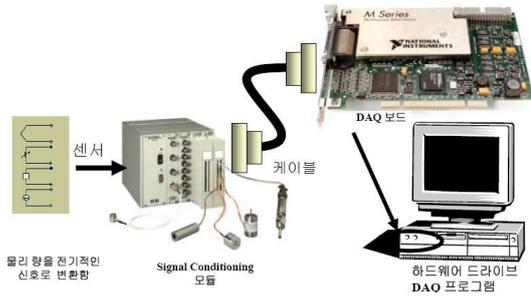


그림 5 모니터링 프로그램
Fig. 5 Monitoring Program



그림 6 모니터링 프로그램
Fig. 6 Monitoring Program

4. 결론

본 논문은 태양광의 발전시간과 부하곡선의 불일치로 인해 전력설비의용량을 최소화하기위해 배터리측 에너지저장장치를 이용한 태양광 전력변환기기를 나타내고있다. 본 논문은 전력변환 기기의 운영알고리즘과 실제 시스템의 구성,실험, 모니터링을 통하여 제안된 본 시스템에 대한 타당성을 입증하였다.

본연구는중소기업청의중소기업이전기술개발사업의 일환으로 수행되었습니다.

참고 문헌

[1] H. Nagayoshi et al, "Peak power reduction with 100kW PV and battery combined system at Shonan Institute of Technology", Solar Energy Materials & Solar Cell 67, pp601 609, 2001