

# 에너지 저장장치를 갖는 피크컷 세이버 시스템의 출력특성 연구

서현욱, 한동화, 이영진, 전태원\*, 최규하  
건국대학교 전기공학과, SMTECH\*

## Output Characteristics of Peak-Cut Saver System with Energy Storage Device

Hyou-Uk Seo, D.H Han, Y.J Lee, T.W Chun\*, Gyu-Ha Choe  
Dept of Electrical Engineering Konkuk Univ. Electrical Engineering, SMTECH\*

### ABSTRACT

It is very important thing to efficiently utilize the solar power. The conventional solar power system has no energy storage device. So the conventional system cannot cut the peak load. In this paper, the solar power system with the energy storage device and the operation algorithm of peak cut function was proposed to cut the peak load. The algorithm principle is proposed based on the insolation curve and load curve. The simulation and experiment was performed to demonstrate the validity of the peak cut algorithm.

### 1. 서론

현재 많은 신재생 에너지가 보급되고 있는 가운데 태양광 발전의 비율이 큰 부분을 차지하고 있다. 그러나 이러한 태양광 발전은 태양이 있을 경우 즉 일사량이 존재할 경우에만 전력이 발생하여 부하의 피크전력을 삭감하는 효과를 기대하기 어렵다. 이러한 피크전력은 인입되는 전기설비의 용량을 키우며, 전기요금의 누진세 등의 금전적인 손실을 야기한다<sup>[1]</sup>.

이러한 단점을 보완하기 위해서 기존의 태양광시스템에 배터리 에너지 저장시스템을 추가한 피크컷 세이버 알고리즘을 제안한다. 이 피크컷 세이버 알고리즘은 부하의 상태가 피크가 아닐 경우에는 태양광의 발전전력을 배터리에 저장시키며, 부하곡선에서 피크부하가 발생할 경우에만 태양광에서 발전된 전력을 부하에 공급하여 부하곡선의 피크를 삭감시켜 태양광 에너지를 보다 효율적이며 활용도를 높이는 것이다.

본 논문에서는 배터리 저장장치를 이용하여 피크컷 세이버 알고리즘을 제안하며 이의 검증에 위해 시뮬레이션을 시행한다. 또한 실험과 구현을 위하여 시스템을 구축하여 제안된 알고리즘에 대한 타당성에 대하여 검증하고자 한다.

## 2. 피크컷 기능을 갖는 태양광 시스템

### 2.1 시스템 구성

그림 1은 본 논문에서 제안하는 에너지 저장장치를 갖는 피크컷 세이버 시스템의 전체 회로도를 나타낸다 기존의 태양광 시스템에서 배터리를 추가한 형태이며 이에 시스템은 크게 4부분으로 나누어 구성되며 이는 태양광모듈, DC/DC 승압형 컨버터, 에너지저장장치용 배터리, DC/AC 인버터로 이루어진다.

DC/DC 승압형 컨버터는 태양광의 전력을 최대한 사용하기 위하여 태양광전압 및 전류를 제어하는 역할을 가지며 또한 태양광전압을 DCLink전압으로 승압하는 역할을 가진다. DC/AC 인버터는 태양광에서 발전된 에너지를 계통으로 발전하기 위한 기능을 가지며 이를 위하여 계통의 위상을 검출, DCLink 전압을 제어, 계통 전류를 제어하는 역할을 가진다. 또한 배터리는 모드별 동작에 따라 태양광의 에너지와 계통의 에너지를 저장하거나 방전하는 역할을 가진다.

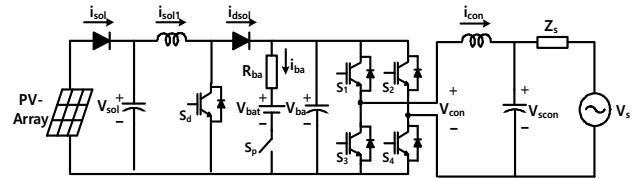


그림 1 에너지 저장장치를 갖는 피크컷 세이버 시스템  
Fig 1 Peak-Cut Saver System with Energy Storage

### 2.2 운용알고리즘

아래의 그림 2의 실제 부하의 곡선과 태양광 발전 곡선을 나타낸다. 그림을 살펴보면 태양광 발전 곡선과 부하의 곡선은 시간의 지연이 생기고 있으며 이는 태양광의 전력을 실제 부하의 피크를 삭감하는데 효율적으로 사용하고 있지 못함을 나타낸다. 이 부하곡선은 특정한 지역의 부하를 나타내고 있으며 실제 다른 지역에서의 부하곡선은 태양광 발전 곡선과 보다 더 상이하게 형성될 수 있다. 태양광에서 발전된 에너지를 보다 효율적으로 사용하기 위해서는 부하의 상태에 따라 부하가 피크일 경우 발전하게끔 운용알고리즘을 제어할 필요가 있으며, 이러한 운용알고리즘의 모드는 배터리의 충전시간과 발전시간에 따라 나뉜다.

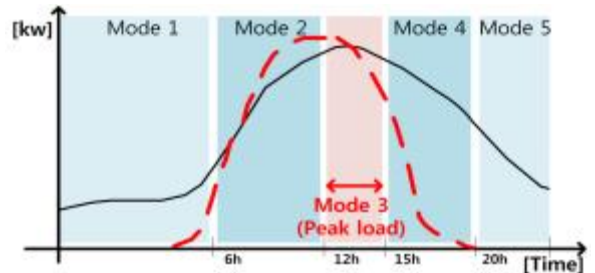


그림 2 부하곡선에 따른 모드 분류  
Fig 2. Mode Setting of Load Curve

이에 제안된 피크컷 세이버 기능의 운용알고리즘을 살펴보면 5개의 모드로 나뉘어 동작된다.

- ① Mode 1 (0 ~ 06시) ==> 배터리의 용량이 90%미만일 경우 계통전력을 이용하여 배터리를 충전한다.
- ② Mode 2 (06 ~ 12시) ==> PV시스템에서 생산된 에너지로 배터리를 충전하고, 완충 시 계통으로 에너지를 전달한다.
- ③ Mode 3 (12 ~ 15시) : peak load ==> 배터리와 PV시스템에 의해 계통으로 전력이 전달된다.
- ④ Mode 4 (15 ~ 20시) ==> 방전된 배터리를 PV시스템에서 충전하고, 완충 시 계통으로 에너지를 전달한다.
- ⑤ Mode 5 (20 ~ 24시) ==> 부하의 전력공급은 계통에서 이루어지며 PV 시스템은 동작하지 않는다.

### 3. 시뮬레이션

본 시뮬레이션은 피크컷 세이버 시스템을 운용 알고리즘을 구현하기 위하여 수행되었으며, 시뮬레이션 툴 PSIM 9.0 을 사용하였다. 그림 4는 위의 운용알고리즘을 바탕으로 인버터의 출력 전력, 부하전력과 계통전력을 나타낸다.

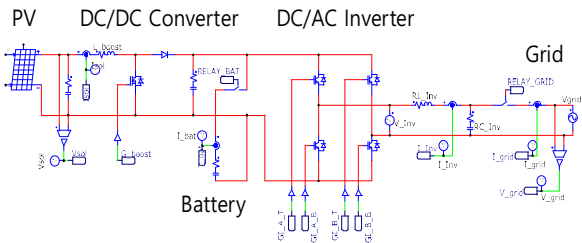


그림 3 피크컷 세이버 시스템 시뮬레이션  
Fig. 3 The Simulation of Peak-cut Saver System

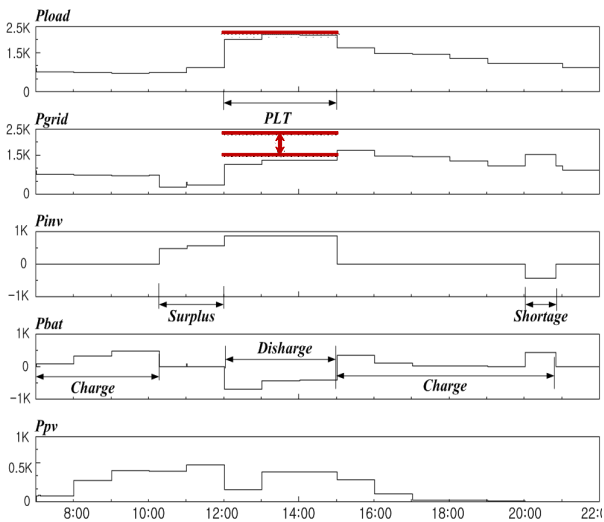


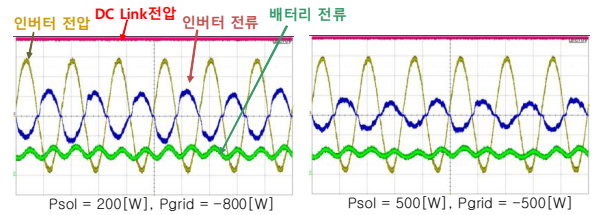
그림 4 시뮬레이션 - 전력 흐름도  
Fig. 4 Simulation - Power Flow

그림 4의 시뮬레이션 파형은 태양광으로 운도 및 일사량이 인가될 경우의 태양광의 발전량과 운용알고리즘에 의해 배터리로 충전 및 방전되는 전력흐름을 나타내고 있다. 운용알고리즘에 의해 PLT(Peak Load Time)에서는 배터리와 태양광의 에

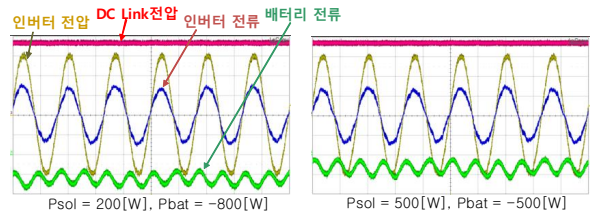
너지가 부하에 공급되고 있으며 모드별 동작에 따라 배터리가 만충시 계통으로 에너지를 공급하는 경우와 배터리의 에너지가 부족할 경우 계통으로부터 에너지를 공급받아 배터리를 충전시키는 경우가 나타나져있다.

### 4. 실험

본 시스템의 운용알고리즘의 타당성을 검증하기 위하여 실제 제품을 구성하여 모드별 동작에 따라 실험을 진행하였다. 아래의 그림 5는 배터리의 충전 및 방전실험을 나타내며 이 경우 인버터의 출력전압, 배터리 DClink 전압, 인버터 전류, 배터리 전류의 파형을 나타내고 있다. 계통으로부터 들어오는 혹은 나가는 인버터의 전류는 계통의 위상과 일치되어 동작되는 것을 확인할 수 있다.



(a) PV 및 GRID에 배터리로 공급



(b) PV 및 배터리에서 계통으로 공급

그림 5 피크컷 세이버 시스템의 주요 실험 파형

### 5. 결과 및 검토

본 논문에서 부하의 피크를 삭감하지 못하는 기존의 태양광의 단점을 보완하고자 태양광 시스템의 DClink부에 배터리를 연결하여 태양광 에너지를 저장하여 부하가 피크일 경우 발전하여 피크컷 기능을 가지게 하는 운용알고리즘을 제안하였다.

이 운용알고리즘은 부하의 곡선과 태양광의 발전곡선에 따라 모드가 구분되며 운용알고리즘의 검증을 위해 시뮬레이션을 수행하였으며 이를 바탕으로 실제 제품을 구성하여 각 모드별 동작 및 전체 시스템의 안정적인 동작을 구현하였다.

○ 본 연구는 중소기업청의 중소기업 이전기술개발사업의 일환으로 수행되었습니다.

### 참 고 문 헌

[1] Gyu-Ha Choe, Hong-Sung Kim, Hye-Seong Heo, "Utility Interactive PV Systems with Power Shaping Function for Increasing Peak Power Cut Effect" 2008 JOURNAL OF POWER ELECTRONICS, Page : 371-380