

ESS가 탑재된 3kW급 가정용 태양광 PCS

김학수, 강성관, 배종우, 이재운, 노의철
부경대학교

3kW Residential PV PCS with ESS

Hak-Soo Kim, Sung-Kwan Kang, Jong-Woo Bae, Jaewoon Lee, Eui-Cheol Nho
Pukyong National University.

ABSTRACT

본 논문에서는 ESS가 탑재된 3kW급 가정용 태양광 PCS를 다루었다. 높은 효율을 얻기 위해서 소프트 스위칭 동작을 하는 배터리 충방전용 비절연형 고승압 DC-DC 컨버터를 적용하였으며 시뮬레이션을 통하여 모드별 동작의 타당성을 검증하였다.

1. 서론

신재생 에너지원 중 큰 비중을 차지하고 있는 태양광 발전 산업은 세계 각국의 중견업체들을 비롯하여 유수의 기업들까지 뛰어들면서 과잉공급이 우려되고 있음에도 여전히 국제적인 성장세를 보이고 있다. 국내에서도 가격의 하락 및 정부의 보조금 정책에 힘입어 각 지방의 관공서 및 중소기업체를 비롯하여 일반 가정에서도 설치를 점점 확대하고 있는 추세이다.^[1] 또한 Peak Shifting 및 신재생에너지원의 백업역할 등의 다양한 활용성으로 인해 ESS의 개발 및 보급이 확대되면서 대부분의 태양광 발전시스템은 ESS를 탑재하여 운용하고 있다.

그림 1은 ESS가 탑재된 가정용 태양광 PCS의 블록 다이어그램을 나타낸 것이다. 일반적으로 태양광에서 발전된 전력은 부하로 전달되거나 남은 전력은 배터리를 충전하는데 쓰인다. 배터리는 태양광 발전량이 작거나 계통사고 발생 시 계통을 대신해 부하에 전력을 공급한다. 그리고 전기요금의 싼 야간에는 배터리를 충전하는데 이러한 동작모드는 정형화된 것이 아니라 각 가정의 전력 사용 패턴에 맞추어서 운용될 수 있다.^[2]

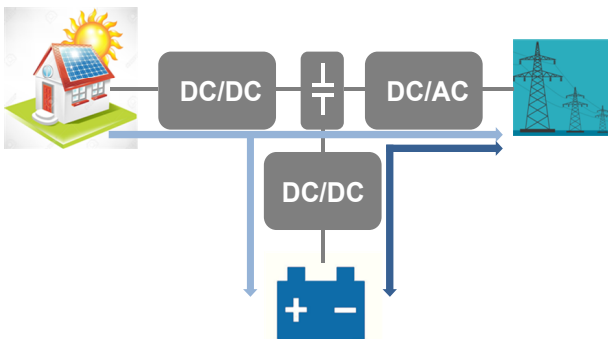


그림 1 ESS가 탑재된 태양광 PCS의 블록 다이어그램
Fig. 1 Block Diagram of PV PCS with ESS

2. 제안하는 ESS 연계형 가정용 태양광 PCS

그림 2는 제안하는 ESS가 탑재된 3kW급 가정용 태양광 PCS를 나타낸 것으로 시스템의 구성은 단상 계통 연계 인버터, 배터리 충방전용 양방향 DC-DC 컨버터. 그리고 PV용 부스트 컨버터로 크게 3부분으로 구분할 수 있다. 먼저, 220 [V] 60 [Hz]의 상용전원에 연계되는 인버터는 Full-Bridge 구조로 이루어졌으며, 평소 계통과 연계 운전 시 DC링크 전압을 350 [V]로 제어하고 계통사고가 검출되면 계통과 연결된 STS 로 빠르게 독립운전 모드로 전환하여 부하에 220 [V]를 공급할 수 있도록 전압 제어를 한다.

배터리 충방전용 DC-DC 컨버터는 충전과 방전의 양방향 전력전달을 이루기 위해서 백-부스트 컨버터의 구조로 이루어진다. 350 [V]의 DC-link와 이에 비해 상대적으로 낮은 72 [V]의 정격 전압을 가지는 배터리 간의 충방전 시 손실을 줄이기 위해서 ZVS 턴온 및 턴오프의 소프트 스위칭 기법을 적용하였다. DCM으로 인한 큰 전류리플은 배터리 수명에 안 좋은 영향을 미치므로 LC 필터를 이용해서 배터리에 흐르는 전류는 평활한 전류가 흐를 수 있도록 하였다.

태양광용 부스트 컨버터는 최대출력을 낼 수 있도록 P&O 기법을 이용하여 MPPT 제어를 한다.

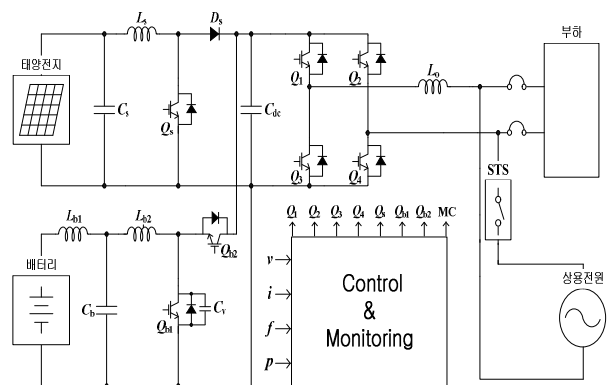


그림 2 ESS가 탑재된 3kW급 가정용 태양광 PCS
Fig. 2 3kW Residential PV PCS with ESS

3. 시뮬레이션을 통한 주요 동작모드 분석

표 1은 제안하는 시스템의 파라미터를 나타낸 것이다.

표 1 시스템 파라미터
Table 1 System Parameters

Parameter	Value
V_{bat}	67 ~ 86 [V]
V_{pv}	200 [V]
V_{DClink}	350 [V]
V_{grid}	220 [V]
f_s	20 [kHz]
f_L	60 [Hz]
P_{rate}	3 [kW]

그림 3은 시뮬레이션 모델을 나타낸 것으로 배터리 특성과 태양광 PV의 특성을 자세히 묘사하기 위해서 PLECS Blockset을 이용하여 일사량과 배터리 충전량, 그리고 부하크기에 따라 달라지는 시스템의 동작과형을 분석할 수 있도록 하였다.

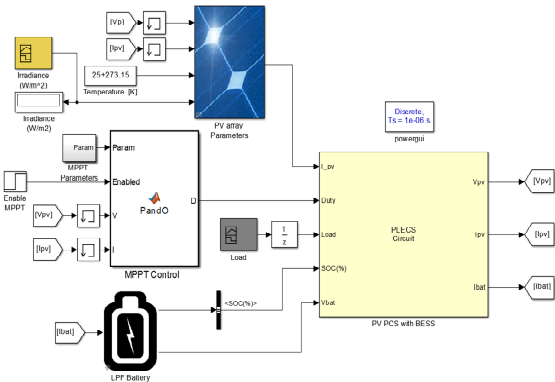


그림 3 PLECS Blockset 시뮬레이션 모델
Fig. 3 PLECS Blockset simulation model

그림 4는 배터리의 충방전 성능 확인을 위해 부하 크기의 변화에 따라서 변화하는 각 파형을 나타낸 것이다.

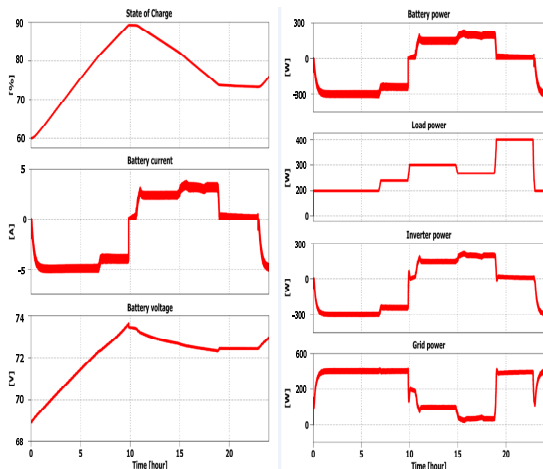


그림 4 부하변동에 따른 각 부분 파형
Fig. 4 Waveforms of each part with load variation

그림 5는 계통에 연계되어 배터리 충전 도중 정전사고 발생 시 독립운전모드로 전환될 때의 각 부 파형과 이에 따른 전력의 변화를 나타낸 것으로 인버터는 부하측 전압제어를 하고 부하전력은 배터리에에서 공급해주는 것을 확인할 수 있다.

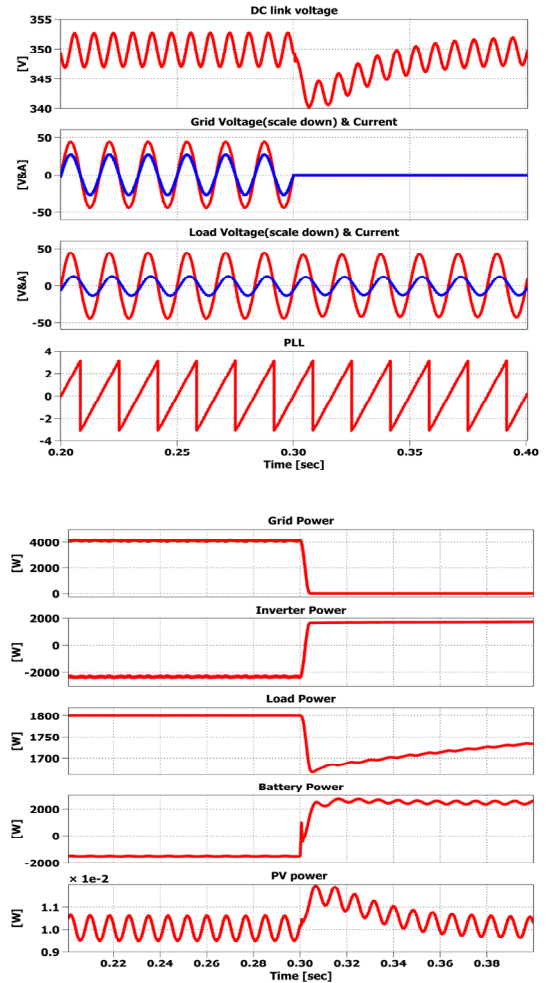


그림 5 정전사고 발생시 각 부분 파형
Fig. 5 Waveforms of each part in case of outage

4. 결론

본 논문에서는 ESS가 탑재된 3kW급 가정용 태양광 PCS를 제안하였다. 스위칭 손실을 줄이기 위해 배터리 충방전용 DC-DC 컨버터에 소프트 스위칭 기법을 적용하였으며 시뮬레이션을 통해 부하의 변화에 따른 파형 및 모드 전환 시 특성을 살펴보고 동작의 타당성을 확인하였다.

참고 문헌

- [1] 강정화, 이재우 “2015년 3분기 태양광 산업 동향”, 한국수출입은행 산업동향보고서
- [2] 정두용, 김지환, 최성춘, 이수원, 한희민, 원충연, “가정용 ESS를 고려한 하이브리드 PCS”, 대한전기학회 논문지 제 62권 제 1호, 2013.1 page(s): 63-69