

에너지 저장 장치를 갖는 태양광 하이브리드 모듈의 제어 전략

최봉연*, 장진우*, 이순령*, 김영호*, 원충연*
성균관대학교*

Control Strategy for Hybrid Module with Energy Storage for Island Mode

Bong Yeon Choi, Jin Woo Jang, Soon Ryung Lee, Young Ho Kim, Chung Yuen Won
Sungkyunkwan University, Republic of Korea

ABSTRACT

Abstract This paper presents the control method of a photovoltaic(PV) hybrid generation with energy storage system(ESS). To stabilize power control between PV generation system with ESS and local load, the proposed control method performs grid connected and islanding operations. Through the simulation results the theoretical analysis of proposed method is verified.

1. 서론

태양광 에너지는 환경 문제 해결을 위한 해결책으로 각광받고 있으며, 환경 요인에 의해 영향을 받는 태양광 발전의 한계를 극복하기 위해 태양광 발전과 에너지 저장 기술이 결합한 시스템이 연구되고 있다^[1].

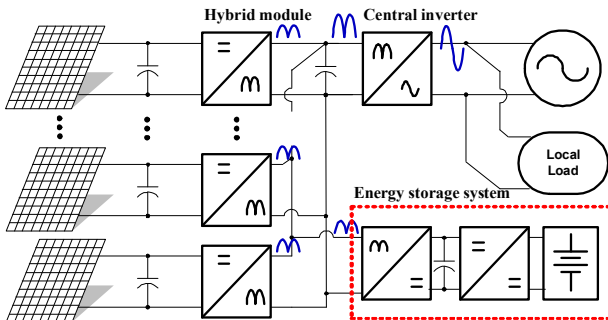


그림 1. 에너지 저장 장치를 갖는 태양광 하이브리드 모듈 시스템
Fig. 1. PV hybrid module system with energy storage

그림 1의 에너지 저장장치를 포함한 하이브리드 모듈형 태양광 발전 시스템은 각 전류원 하이브리드 모듈과 에너지 저장 장치가 DC Link 측과 병렬로 연결된 구조를 지니고 있다. 계통 연계 모드에서 각 하이브리드 모듈은 태양전지의 MPPT를 수행하고, 발전된 에너지를 효율적으로 사용하기 위해 에너지 저장장치에 발전된 에너지의 일부를 저장한다. 저장된 에너지는 계통 문제 발생 시 부하에 안정적인 전력을 공급하기 위해 사용한다.

본 논문에서는 에너지 저장 장치를 포함한 하이브리드 모듈형 태양광 발전 시스템의 계통 연계 상황과 단독운전 상황에서 안정적인 전력 공급을 위한 제어 방법을 제안하였다.

2. ESS를 지닌 태양광 발전 시스템의 제어기법

제안된 시스템은 크게 계통 연계 모드와 단독 운전 모드로 구분된다. 계통 연계 모드 시 에너지 저장 장치는 배터리 충전을 위해 동작을 수행하며, 단독 운전 상황 시 에너지 저장장치에 저장된 에너지를 사용하여 부하에 안정적으로 에너지를 공급한다.

2.1 하이브리드 모듈 및 중앙 인버터 제어

그림 2는 하이브리드 모듈형 컨버터와 중앙 인버터의 제어 기법을 나타내고 있다. 계통 연계 모드 시, 각 태양광 하이브리드 모듈은 전류원으로 동작하여 DC Link를 전류원으로 사용하게 된다. 이때 DC Link는 정류된 정형파 형태의 전류가 흐르게 되고, 중앙 인버터는 전류의 방향만을 전환하는 Unfolding 동작을 수행하게 된다. 단독운전 모드 시, 인버터는 전압원으로 동작하여 부하에서 필요로 하는 에너지를 공급한다.

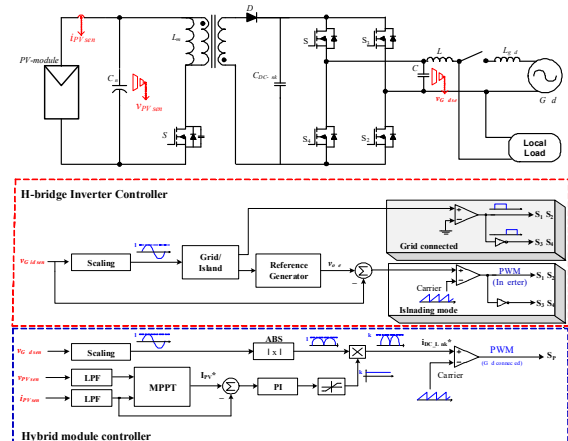


그림 2. 하이브리드 모듈과 중앙 인버터의 제어 기법
Fig. 2. Hybrid module and central inverter control method

2.2 에너지 저장 장치 제어

그림 3은 에너지 저장 장치의 제어기법이다. 계통연계 모드에서 DC Link는 전류원으로 동작을 수행하고 정류된 정형파 전류가 하이브리드 모듈에 의해 공급되게 된다. 이때, 에너지 저장장치는 DC Link 측 정류된 정형파 전류의 왜곡을 방지하기 위해 입력 측 전류 제어를 수행하며 배터리를 충전한다.

단독운전 발생 시, 에너지 저장 장치는 DC Link 전압 제어를 수행하기 위해 H bridge 컨버터의 Bypass 스위치 S_{Bypass} 가

도통되고 배터리 측 양방향 컨버터의 출력 측 전압제어를 통해 전압원으로 동작한다. 이때, 태양광 발전이 가능하다면, 태양광 하이브리드 모듈은 계통 연계 모드와 동일하게 전류원으로 동작을 수행한다.

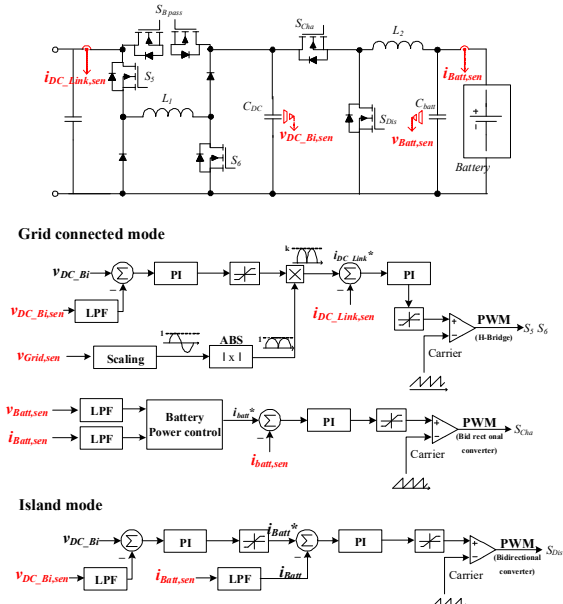


그림 3. 계통연계 및 단독운전 모드에서 ESS 제어기법
Fig. 3. Energy storage system control method for grid connected and islanding mode

3. 에너지 저장 시스템의 모드 선택 알고리즘

그림 4는 에너지 저장 시스템의 모드 선택 알고리즘 이다. 에너지 저장 시스템 동작 모드는 계통연계 모드와 단독운전 모드로 나누어지며 계통연계 시 에너지 저장 장치는 배터리 충전 모드로 동작한다. 태양광 발전이 불가능한 시간대에서는 부하 조건을 판단하여 전기요금이 값싼 경부하 시간대 배터리를 충전하고 경부하가 아닌 시간대에서는 슬립 모드로 전환 한다.

단독운전 모드 시, 배터리의 잔용량 SOC를 고려하여 배터리의 최소 용량보다 클 시에는 배터리 방전을 통해 에너지 저장장치로부터 부하로 에너지를 공급한다.

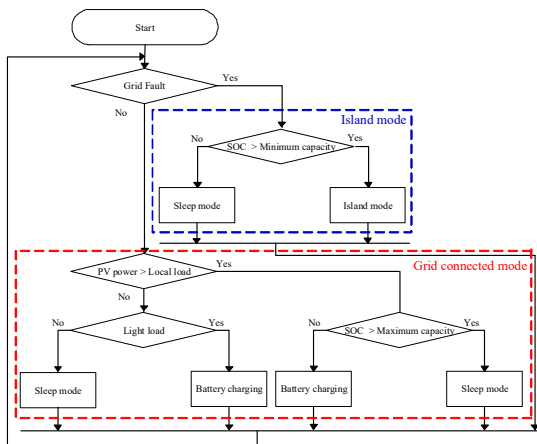


그림 4. 태양광 발전을 위한 에너지 저장 장치의 동작모드
절차 알고리즘.
Fig. 4. Operating mode select algorithm for energy storage system.

4. 시뮬레이션

그림 5는 제안된 하이브리드 모듈형 태양광 발전 시스템의 시뮬레이션 결과로 그림5 (a)는 계통연계 시, (b)는 단독운전 상황에서의 시뮬레이션 파형이다.

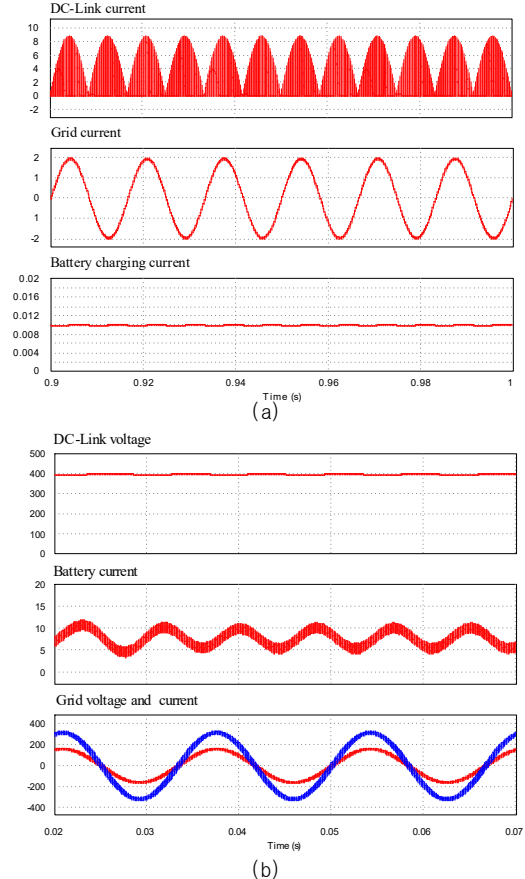


그림 5. ESS를 갖는 태양광 발전 시스템의 동작 모드 시뮬레이션.
(a) 계통연계 모드, (b) 단독운전 모드
Fig. 5. PV hybrid module system with ESS simulation result.
(a) Grid connected mode, (b) Islanding mode

4. 결론

본 논문에서는 에너지 저장 장치를 갖는 태양광 하이브리드 모듈을 사용한 발전 시스템의 단독운전 상황을 고려한 제어 기법을 제안하였다. 제안된 제어 알고리즘은 PSIM 9.0 시뮬레이션 툴을 통하여 검증하였고, 시뮬레이션 결과 제안된 제어 기법이 안정적으로 수행됨을 확인하였다.

본 연구는 2012년도 상업통상자원부의 재원으로 한국에너지기술연구원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구과제 (No. 20124010203300)입니다.

참고 문헌

[1] D. Velasco de la Fuente, C.L.T. Rodriguez, G. Garcera, E. Figueres, R.O. Gonzalez, "Photovoltaic Power System With Battery Backup With Grid Connection and Isolated Operation Capabilities", IEEE Trans. Ind. Electron., vol.50, no. 4, pp. 1571-1581, April 2013