

에너지 저장 장치가 적용된 태양광 하이브리드 모듈형 시스템의 전력 조류 제어

이순령*, 김영호*, 장진우*, 최봉연*, 원충연*
성균관대학교*

Power Flow Control of PV Hybrid Module System with ESS

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

ABSTRACT

In this paper, a power flow control of PV hybrid module system with ESS is proposed. Photovoltaic(PV) hybrid module system is consist of individual converter , central inverter, and energy storage system(ESS). Because PV power can be changed in particular hours and environment condition, the power management control for ESS is required. In this paper, the power flow control method for PV hybrid module system with ESS is proposed. The validity of proposed control method is verified by simulations and theoretical analysis.

그림 1의 ESS가 적용된 태양광 하이브리드 모듈 시스템은 DC DC 컨버터로 플라이백 컨버터가 사용되어 최대 전력점 추종을 통한 태양광 발전량을 제어한다. 각각의 플라이백 컨버터는 병렬로 연결되어 있어서 전류원으로 동작하여 DC link단에 전류를 축적한다. DC AC 인버터로써의 Unfolding bridge는 계통의 2배 주파수로 동작하여 태양광 에너지를 전력 계통에 전달한다. 그림 2에서 태양광 발전량과 전력 소비량은 비례하지않기, 때문에 에너지를 저장하여 사용하기 위한 에너지 저장 장치가 필요하다. 따라서 하이브리드 모듈 시스템에서 에너지 저장 장치의 양방향 컨버터를 이용하여 전력 계통 및 부하 조건에 따라 배터리를 충·방전한다.

1. 서론

급격한 산업 발달으로 에너지의 사용량이 증가함에 따라서 에너지 관련 문제가 대두되고 있으며 신재생 에너지는 그 대안으로 각광 받고 있다. 특히 태양광 발전 시스템은 무공해, 무한한 자원으로서 관련 연구가 각국에서 진행되고 있다. 하지만, 태양광 발전 에너지는 특정 시간대 및 조건에서 변화하기 때문에 시간에 따른 부하량, 태양광 에너지의 발전 특성을 고려해야한다. 태양광 에너지를 극대화하기 위한 태양광 하이브리드 모듈 시스템에 적용된 에너지 저장 장치 제어가 필요하다. 따라서 본 논문에서는 일사량 및 부하에 따른 적절한 에너지 사용을 하기위해 전력 조류 제어를 제안하였다. [1]

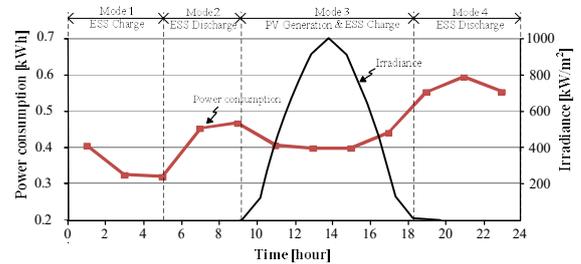


그림 2 가정의 소비 전력량과 태양광 일사량
Fig. 2 Residential power consumption and Irradiance condition

2. 제안된 태양광 발전 시스템

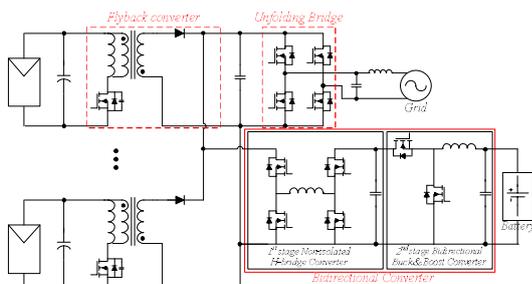


그림 1 ESS가 적용된 태양광 하이브리드 모듈 시스템
Fig. 1 PV Hybrid module system with ESS

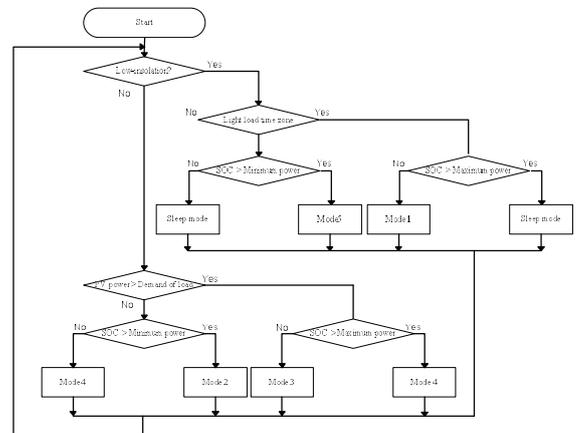


그림 3 제안된 시스템의 모드 선택 순서도
Fig. 3 Mode selection flow chart of the proposed system

그림 2에 따르면 태양광의 특성상 발전을 할 수 있는 시간대가 일반적으로 약 9시에서 약 16시까지로 정해져있고, 날씨와 같은 조건 등의 영향을 많이 받는다. 또한 태양광 발전이 가능한 시간대는 가정의 소비전력이 크지 않기 때문에 에너지 저장 장치를 적용시켜서 에너지가 필요한 시간대에 사용하기 위한 모드 선택 알고리즘이 필요하다. 그림 3은 제안된 시스템의 순서도로서 태양광 발전량과 부하의 크기를 비교하고 배터리의 충전 상태를 고려하여 아래의 6가지 모드중 가장 적합한 동작 모드를 선택하여 동작하게 한다.

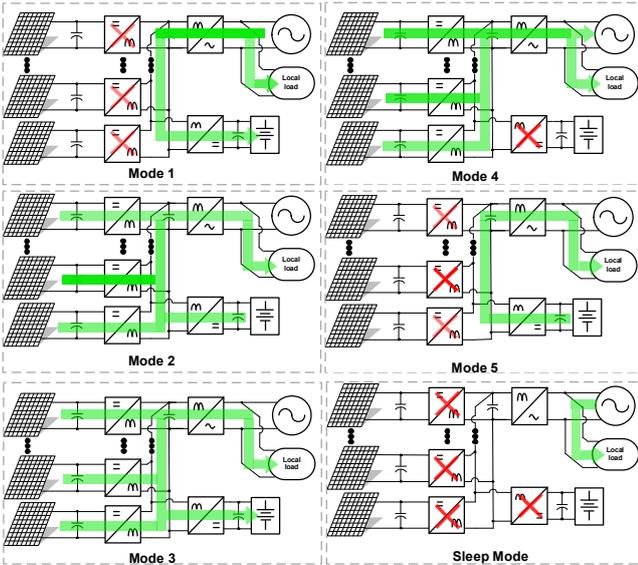


그림 4 제안된 시스템의 동작 모드
Fig. 4 Operation modes of the proposed system

A. Off peak 부하 구간 (Mode 1)

태양광 발전이 불가능 하고, 배터리가 완충상태가 아닐 경우 값싼 심야전력을 이용하여 배터리를 충전하는 모드이다.

B. 저 일사량 구간 (Mode 2)

일사량이 부족해 태양광 발전량이 부하를 감당하지 못할 경우 부족한 에너지를 배터리에서 부하로 공급하는 모드이다.

C. 고 일사량 구간 (Mode 3)

고 일사량 구간에서는 태양광 발전량이 부하에 에너지를 공급하기 충분하기 때문에 공급하고 남은 에너지는 최대 부하를 대비하여 배터리를 충전하는 모드이다.

D. 배터리 완충 모드 (Mode 4)

배터리가 완충 됐을 경우, 태양광 발전량이 부하에 공급함과 동시에 남은 잔여 량은 배터리를 충전하지 않고 전력 계통에 공급되는 모드이다.

E. 최대 부하 구간 (Mode 5)

일사량이 낮아 태양광 발전이 불가능하기 때문에 부하를 감당할 수 없다. 따라서 배터리가 최대한의 부하를 감당 부하하기 위해서 방전하는 모드로, 부족한 에너지는 전력 계통에서 공급 받게 된다.

F. 완전 방전 구간 (Sleep Mode)

태양광 발전이 불가능하고 배터리가 방전되 부하를 감당할 수 없기 때문에 전력 계통에서 에너지를 부하에 공급하는 모드이다.

3. 시뮬레이션

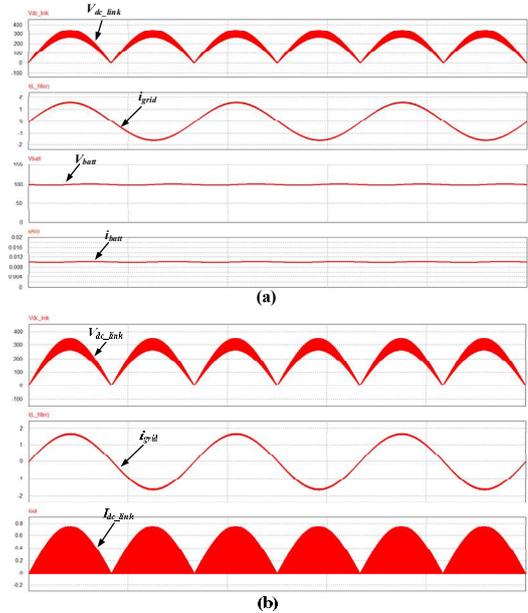


그림 5 (a) 제안된 시스템의 주요 출력 파형,
(b) Mode 4의 주요 출력 파형
Fig. 5 (a) Output waveform of the proposed system,
(b) Output waveform of operation mode 4

그림 5는 제안된 시스템의 주요 시뮬레이션 결과 파형을 나타낸다. (a)는 고 일사량 구간의 시뮬레이션 파형으로 태양광 전력이 부하의 요구량보다 높기 때문에 부하에 공급하며 배터리 충전을 동시에 수행한다. (b)는 배터리가 완충된 상태이기 때문에, 태양광 발전량이 상용 전력 계통과 연계된다.

4. 결론

에너지 저장 장치가 적용된 태양광 하이브리드 모듈 시스템을 제안하였다. 또한 시간의 변화에 따른 일사량 및 부하의 변화에 따른 동작 모드를 구분하여 시스템의 타당성을 시뮬레이션을 통해 검증했다.

이 논문은 삼성전기의 연구비 지원에 의하여 연구되었습

참고 문헌

[1] C. Chen S. Duan T. Cai B. Liu G. Hu, "Smart energy management system for optimal microgrid economic operation," IET Renew, Power Gener., Vol. 5, pp 258 267 2011.