

배터리 에너지 저장 시스템을 위한 새로운 고효율 토폴로지

이일호, 김규동, 이용석, 김준구, 원충연
성균관대학교

Battery Energy Storage System with Novel High Efficiency Topology

Il Ho Lee, Kyu Dong Kim, Yong Suk Lee, Jun Gu Kim, Chung Yuen Won
Sungkyunkwan University

ABSTRACT

The proposed dc dc convertor for a battery energy storage system(BESS) can reduce the power rating and bidirectional power flow. This system consist soft switching bidirectional dc dc converter so it can reduce the energy loss when charging and discharging mode. Thus it can achieve high efficiency. Also, overall system utilizes the voltage compensation circuit. It is composed of small size and low cost due to reducing the power rating. In this paper, we proposed system about verified by simulation.

1. 서론

배터리와 전력 시스템간의 전력 공유는 배터리 에너지 저장 시스템 (BESS)에서 경제적인 관점에서 중요한 이슈가 된다. 그림 1에서 보는 바와 같이 전력 사용량이 많은 시간 즉, 피크 부하에서 요구하는 전력량이 발전 전력보다 크게 된다. 이런 부하조건에서는 잉여에너지를 저장하고 요구되는 전력을 공급할 수 있는 BESS 시스템이 필수적이다.^[1] 그림 2는 배터리 에너지 저장 시스템의 구성을 보여준다. 삼상의 계통과 삼상 PWM AC DC 컨버터가 연결되고 정류된 DC 링크 단에 양방향 DC DC 컨버터가 연결된다.

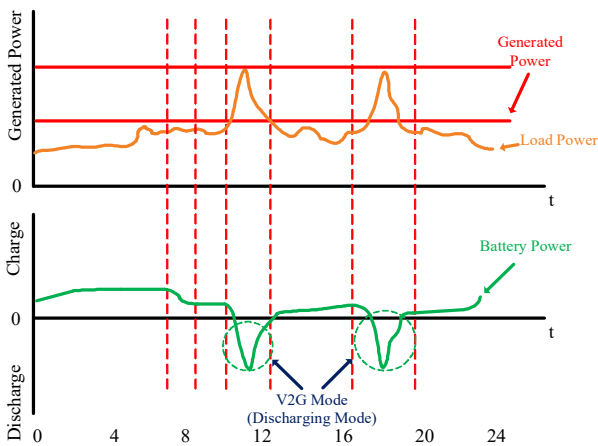


그림 1 에너지 저장 장치가 존재할 때 부하 조건에 따른 에너지 발전량의 예시

Fig. 1 Example of a generated energy in variable load condition which existed energy storage system

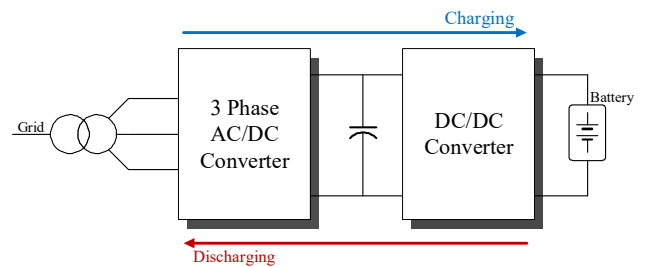


그림 2 배터리 에너지 저장 시스템의 구성

Fig. 2 Configuration of battery energy storage system

본 논문에서는 BESS 시스템을 위한 새로운 토폴로지를 제안한다. 제안하는 토폴로지는 양방향 전력전달이 가능한 풀브리지 방식의 양방향 컨버터로 영전압 스위칭 방식을 사용하여 스위칭 손실을 줄이고 전체적인 컨버터의 효율을 증가시킨다. 또한 높은 전압의 DC 링크 전압을 보상해주기 위하여 배터리와 DC 링크를 직렬 연결하였다.^[2, 3] 따라서 승압비를 낮출 수 있고 변압기의 권선비를 줄일 수 있어 변압기의 효율을 증가시킬 수 있다.

2. BESS 시스템을 위한 새로운 토폴로지

2.1 토폴로지 구성

제안하는 풀브리지 방식의 양방향 컨버터는 직렬 전압 보상 기법을 사용하였다.^[2] 기존 방식의 양방향 컨버터는 승압을 위하여 방전 시 부스트 동작을 하게 되고 이 때 1차측 스위치의 통류율과 권선비에 의해서 승압이 된다. 이 때 고승압을 위해서 높은 변압기 권선비가 요구되는데 이는 2차측 권선수를 증가시켜 사이즈 증가, 동손 증가의 단점을 갖는다. BESS 시스템의 효율을 증가시키기 위해서는 정류기 뒷단의 양방향 DC DC 컨버터 효율을 높여야 한다. 따라서 본 논문에서는 제안하는 새로운 방식의 양방향 컨버터에서는 배터리를 DC 링크 단에 직렬 연결하여 높은 전압을 요구하는 DC 링크의 전압을 보상하여 준다. 배터리 전압이 출력 단에 보상이 되기 때문에 고승압을 위한 변압기 권선비를 줄일 수 있어 2차측 권선수를 감소시킬 수 있고 동손으로 인한 손실을 저감시킬 수 있다. 또한 풀브리지 컨버터는 위상 천이 방식으로 동작하기 때문에 영전압 스위칭이 가능하고 시스템의 효율을 증가시킨다.

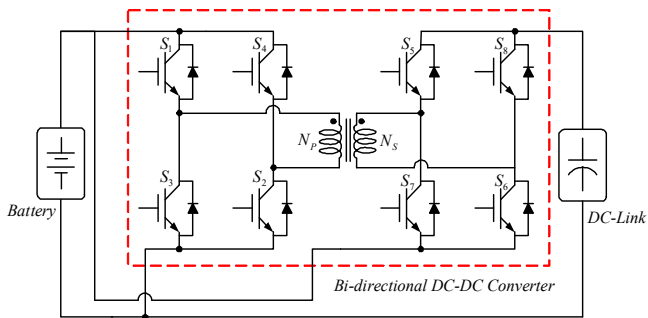


그림 3 제안하는 양방향 DC-DC 컨버터
Fig. 3 Proposed bidirectional DC-DC converter

2.2 동작 모드

그림 4는 제안하는 토폴로지의 동작모드를 보여준다. 동작모드는 크게 배터리 충전모드와 방전모드로 나뉜다. 기본적인 양방향 컨버터는 위상천이 방식의 풀브리지 컨버터를 사용하고 있고 충전모드와 방전모드 모두 위상천이 방식을 사용하기 때문에 배터리 측과 DC 링크 측의 스위치가 모두 소프트 스위칭이 가능하다. 그림 4 (a)는 배터리 충전 모드를 나타내고 DC 링크단의 스위치가 위상천이 방식으로 스위칭을 하고, 배터리 측 스위치는 동작하지 않고 다이오드가 도통하게 된다. 반대로 그림 4 (b)의 배터리 방전 모드에서는 배터리 측 풀브리지 스위치가 동작을 하고 DC 링크 스위치는 동작을 하지 않는다. 배터리 전압은 200[V] 이고 DC Link 단의 전압은 400[V] 이므로 보상이 되는 전압은 200[V]다. 배터리 방전 모드 시 DC DC 컨버터의 출력단 전압은 오직 200[V] 정도만 요구되므로 변압비를 줄일 수 있다.

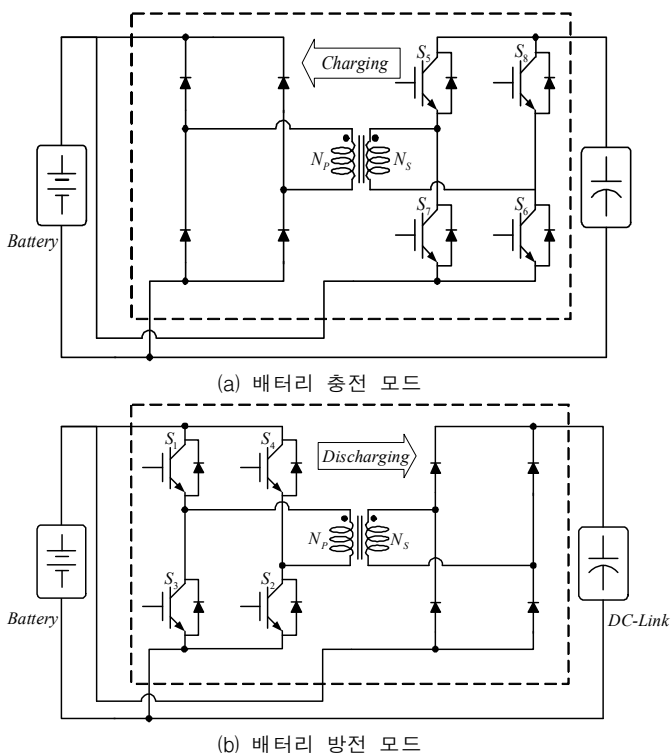


그림 4 제안하는 시스템의 동작 모드
Fig. 4 Operating modes of proposed system

3. 시뮬레이션 결과

그림 5는 제안하는 컨버터의 시뮬레이션 결과를 보여준다. 각각의 파형은 배터리로부터 50A로 방전 조건일 때 배터리 전류 지령. 실제 배터리 전류, 배터리 전압, 컨버터의 파워를 나타낸다.

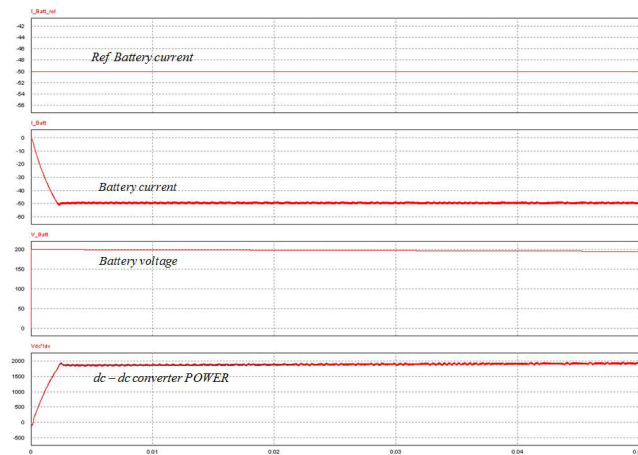


그림 5 제안하는 컨버터의 시뮬레이션 결과
Fig. 5 Simulation results of proposed converter

4. 결론

본 논문에서는 BESS 시스템을 위한 새로운 방식의 고효율 양방향 DC DC 컨버터를 제안하였다. BESS 시스템의 양방향 컨버터 부 효율을 증대시키기 위하여 위상천이 방식의 풀브리지 컨버터를 사용하였고 직렬 전압 보상 방식을 적용하였다. 높은 DC 링크 전압을 배터리 전압으로 보상하기 때문에 권선비를 줄일 수 있어 변압기의 손실을 줄일 수 있다.

이 논문은 2012년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. 2012 0005371).

참고 문헌

- [1] P.F Ribeiro, B.K. Johnson, M.L. Crow, A. Arsoy, Y. Liu, "Energy storage systems for advanced power applications", Proc. of the IEEE, Vol. 89 Issue:12, pp. 1744 1756, Dec. 2001.
- [2] Jong Pil Lee, Byung Duk Min, Tae Jin Kim, Dong Wook Yoo, Ji Yoon Yoo. "A Novel Topology for Photovoltaic DC/DC Full Bridge Converter With Flat Efficiency Under Wide PV Module Voltage and Load Range" IEEE Trans. on Industrial Electronics, Vol. 55, pp. 2655 2663, 2008.
- [3] S. J Chiang, K. T. Chang, C. Y. Yen "Residential photovoltaic energy storage system" IEEE Tran. on Industrial Electronics, Vol 45, NO.3, June., 1998.