양방향 인터리브드 하프브리지 DC-DC 컨버터의 공진 스위치 제어 방법

장현석, 김가인, 이정효
군산대학교

A method of controlling a resonance switch of a bidirectional interleaved half-bridge DC-DC converter

Hyeon-Seok Jang, Ga-In Kim, Jung-Hyo Lee
Kunsan National University

ABSTRACT

본 논문에서는 하프브리지 타입의 인터리브드 dc/dc 컨버터를 3병렬일 때의 토폴로지를 제안한다. 제안된 토폴로지는 기존의 공진형 하프브리지 dc/dc 컨버터를 3병렬한 것이며, 출력을 향상시킬 수 있으며, 낮은 출력전류 리플을 보여준다. 제안하는 토폴로지의 타당성 검증을 위하여 시뮬레이션 결과 파형을 통해 분석하여 설명한다.

1. 서 론

최근까지도 전 세계적으로 환경문제의 지속화로 인해 전기자동차(EV) 및 플러그인 하이브리드 자동차(PHEV)의 연구가 이어지고 있다. 이에 따라 EV와 PHEV의 배터리의 소형화, 고효율화에 대한 연구·개발이 지속되고 있다[1-3]. 양방향 하프브리지 dc/dc 컨버터는 구조가 간단하고 출력을 높일 수 있으며, 인터리브드 컨버터는 출력전류 리플 감소, 각 스위칭 소자가 감당해야 할 전류가 줄어 고출력 dc/dc 컨버터에 활용된다[2]. 또한, 공진형 컨버터는 스위칭시 전류를 0으로 만들어 스위칭 손실을 최소화할 수 있어 고주파영역에서도 고효율을 갖는다[4].

기존의 단상 양방향 하프브리지 타입의 dc/dc 컨버터의 언터리빙을 하였을 때는 출력전류의 리플이 크고 대용량 출력이 어렵다는 문제가 있다. 또한, 소프트 스위칭을 위한 공진 스위치 전류패스의 용량을 키우기 어렵다. 본 논문에서는 하프브리지 타입의 인터리브드 공진형 dc/dc 컨버터의 효율 향상을 위하여 3병렬로 연결 하였을 때의 토폴로지 및 공진 스위치 제어 방법에 대해 설명한다.

2. 본 론

2.1 3병렬 인터리브드 공진형 하프브리지 dc/dc 컨버터 토폴로지

그림 1은 제안하는 3병렬 인터리브드 공진형 하프브리지 dc/dc 컨버터의 토폴로지이며, 기존의 공진형 하프브리지 dc/dc 컨버터를 3병렬로 연결한 것이다. V_{Low}는 입력전압, V_{high}는 출력전압이며, 출력전압의 크기에 따라 boost mode와 buck mode가 결정된다. boost mode는 전압제어기와 전류제어기를 통해 출력전압을 제어하며, buck mode에서는 전류제어기를 통해 입력방향으로의 전류를 제어한다.

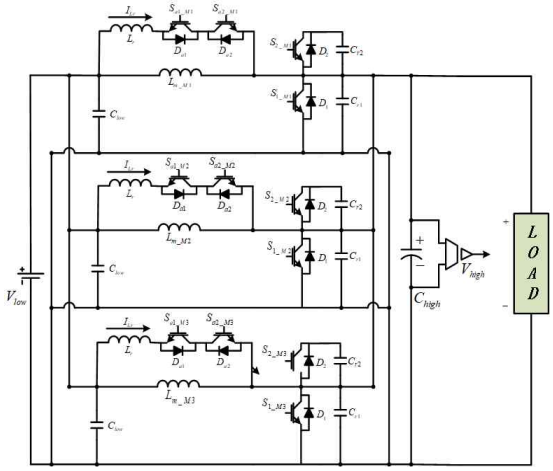

그림 1 3병렬 인터리브드 공진형 하프브리지 dc/dc 컨버터 토폴로지

Fig. 1 Three-parallel interleaved resonance half-bridge dc/dc converter topology

3병렬 인터리브드 컨버터는 각 모듈별로 120도의 간격으로 메인 스위치를 스위칭하며 메인스위치의 소프트 스위칭을 위한 공진 스위치의 스위치를 메인 스위치가 on되기 전에 on시켜 공진 인덕터에 흐르는 전류를 인가한다.

2.2 시뮬레이션 결과

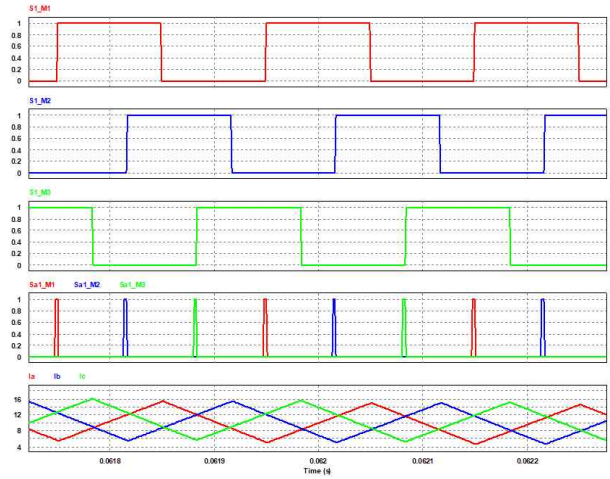

그림 2 제안된 3병렬 인터리브드 공진형 하프브리지 dc/dc

컨버터의 각 부 파형

Fig. 2 waveforms of eath part of the proposed 3-parallel interleaved resonance half-bridge dc/dc converter

그림 2는 제안된 3병렬 인터리브드 공진형 dc/dc 컨버터이 각 부 파형이다. 여기서 $S_{1_{M1}}, S_{1_{M2}}, S_{1_{M3}}$는 주 스위치의 파형으로 각각 120°의 위상차로 on, off 된다. $S_{a1_{M1}}, S_{a1_{M2}}, S_{a1_{M3}}$는 공진 스위치의 on, off 파형으로 주 스위치가 turn-on 되기 직전 on되어 공진 인덕터에 흐르는 전류를 인가한다. $I_{Lm_{M1}}, I_{Lm_{M2}}, I_{Lm_{M3}}$은 각각의 입력 전류 파형으로 스위치와 마찬가지로 120°의 위상차로 평형된 전류가 흐르고 있다.

3. 결 론

제안된 토폴로지의 시뮬레이션 분석을 통해 기존 방법의 출력전류의 리플이 크고 대용량 출력이 어렵다는 문제점의 보완할 수 있음을 증명하였다.

이 논문은 군산시의 지역맞춤형 전기차 클러스터 전문인력 양성사업으로 지원된 연구임. This work was supported by the Korea Institute of Energy Technology Evaluation and Planning (KETEP) grant funded by the Korea government (MOTIE) (20224000000220, Jeonbuk Regional Energy Cluster Training of human resources)

참 고 문 헌

[1] Dong-Ok Moon, Jun-Sung Park, Se-Wan Choi. (2014). Bi-Directional Interleaved Current-Fed Resonant Converter with Reduced Sized of Output Filter for FCEV. THE TRANSACTIONS OF KOREAN INSTITUTE OF POWER ELECTRONICS, 19(6),503-510.

[2] J. H. Lee et al., "Auxiliary Switch Control of a Bidirectional Soft-Switching DC/DC Converter," in IEEE Transactions on Power Electronics, vol. 28, no. 12, pp. 5446-5457, Dec. 2013, doi: 10.1109/TPEL.2013.2254131.

[3] Chang-Yeol Oh, Jong-Soo Kim, Byoung-Kuk Lee.(2012).Design of Optimal Resonant Frequency for Series-Loaded Resonant DC-DC Converter in EVs On-Board Battery Charger Application.THE TRANSACTIONS OF KOREAN INSTITUTE OF POWER ELECTRONICS,17(1),77-84.

[4] Sangeun Park, Hanju Cha.(2015).Characteristics and Implementation of LCL Type DC-DC Converter for Constant Voltage Power supply.The transactions of The Korean Institute of Electrical Engineers,64(2),260-267.