다양한 급속 충전용 풀브리지 듀얼 컨버터의 비교 연구

반충환, 이영진, 권완성, 한동화, 최중묵, 최규하, 은종목*
건국대학교, (주)파워웰*

A Study on the Comparison of Full-Bridge Dual Converter for Various Fast Charging System

Choong Hwan Ban, Y.J Lee, W.S Kwon, D.H Han, J.M Choe, Gyu Ha Choe , J.M Eun*
Konkuk University, Powwel*

ABSTRACT

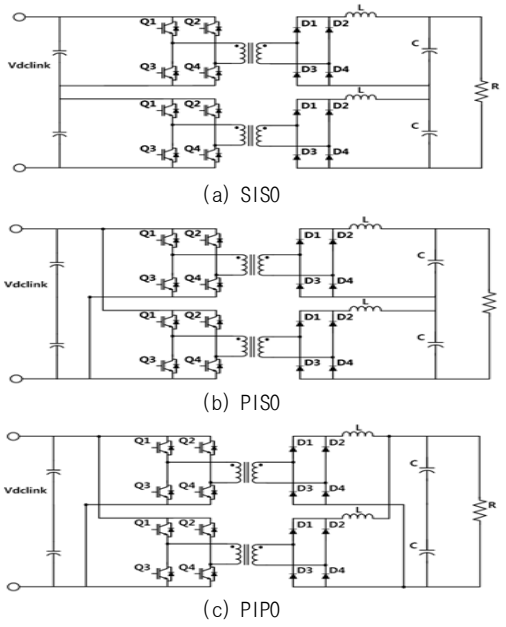
In this paper, as a part of studying the fast battery charger , designed the charging system by applying dual converter. This dual converter was applied to the charging system for reducing time by dividing high current which prevents the damage of parts from heating of components. In this paper continued the task by switching the topology of the dual converter for fast charging battery into SISO, PISO, and PIPO. The study to derive the optimized system topology by analyzing the efficiency of charging system

1. 서 론

최근 전기자동차용 배터리 급속 충전에 관련된 많은 연구가 진행되고 있다. 이에 본 논문에서는 배터리 급속 충전 시스템의 연구의 일환으로 듀얼 풀브리지컨버터를 적용하여 전류를 분배하여 이차전지 급속 충전 시스템의 대전류로 인한 시스템 소자의 발열 문제를 해결하였고, SISO(직렬입력/직렬출력), PISO(병렬입력/직렬출력), PIPO(병렬입력/병렬출력) 토폴로지를 적용하여 효율을 비교 분석하였다.

2. 듀얼컨버터 충전시스템의 구성

대용량 급속 충전 시스템 듀얼 컨버터의 구성은 그림 1과 같으며 시스템의 전기적 사양은 표 1과 같다. 그림 1의 (a)는 SISO, (b)는 PISO, (c)는 PIPO 를 적용한 토폴로지의 구성도이다. 이 시스템은 3상 다이오드 정류기를 사용하여 입력 AC 220[V]를 통하여 DC 링크전압은 311[V]이며, 출력전압 전류는 200[V] 80[A]이다. 설계된 듀얼 풀브리지 컨버터의 스위치는 SKM600GB125D를 적용하였으며 고주파 변압기는 1차 2차 턴수(14 : 20 턴)의 EE타입 페라이트 코어를 사용하였다. 출력 정류부 다이오드는 600[V] 200[A]의 Fast Recovery 다이오드를 사용하였다.



(a) SISO

(b) PISO

(c) PIPO

그림 1 다양한 충전 시스템 토폴로지
Fig. 1. Variable charging system topology

표 1 충전 시스템 사양
Table1. Charging System requirements

AC Input Voltage	220V
DC Output Voltage	200V
DC link Voltage	311V
DC Current	0~80[A]
Switching Frequency	20[kHz]
Transformer	14 : 21

2.1 IGBT 손실

IGBT 스위칭 손실은 다음 식(1)과 같으며 포화손실은 식(2)으로 계산 할 수 있다.

$$P_{SW} = E_{SW} \times f \times \frac{1}{\pi} \quad (1)$$

$$P_{sat} = I_{cp} \times V_{CE(sat)} \times (\frac{1}{8} + \frac{D}{3\pi} cos\theta) \quad (2)$$

2.2 다이오드 손실

다이오드는 0.7V의 전압 강하로 인한 손실로서 효율의 특성은 출력전력이 낮을수록 저하된다. 다이오드의 포화손실은 식(3)과 같으며 회복 손실은 식 (4)의 식으로 계산할 수 있다.

$$P_{rec} = \frac{1}{8} \times (I_{rr} \times V_{CC} \times t_{rr} \times f) \quad (3)$$

$$P_{sat} = I_{cp} \times V_{F(sat)} \times (\frac{1}{8} - \frac{D}{3\pi} cos\theta) \quad (4)$$

2.3 변압기 손실

변압기 손실은 동손과 철손으로 나누어지며 동손은 권선에 흐르는 전류와 전선의 고유저항에 의해 아래의 식(5)으로 계산할 수 있다. 또한 철손은 식 (6)에 의해 구할 수 있다.

$$P = I_s^2 \times R_{DC} \quad (5)$$

$$P_{fe} = K \times f^m \times B^n \quad (6)$$

2.4 토폴로지에 따른 효율 분석

입출력 결선 방식에 따른 듀얼 풀브리지 컨버터의 효율을 분석하기 위해 출력 전류에 따른 효율을 분석하였다. 출력전류 80[A]일 때 PISO 토폴로지의 효율이 가장 높은 것을 그림 2에서 확인할 수 있다.

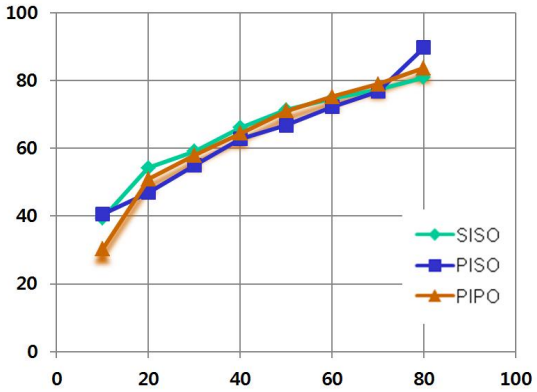
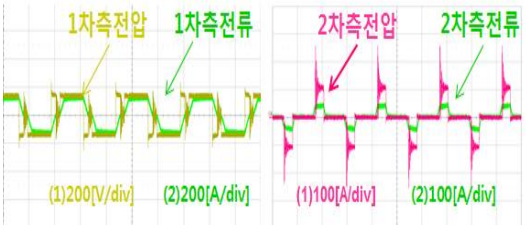


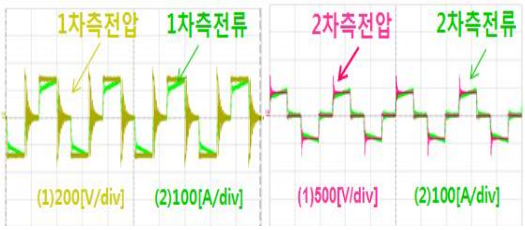
그림 2. 충전 시스템의 전류에 따른 효율
Fig. 2 Efficiency by current of the charge system

2.4 실험

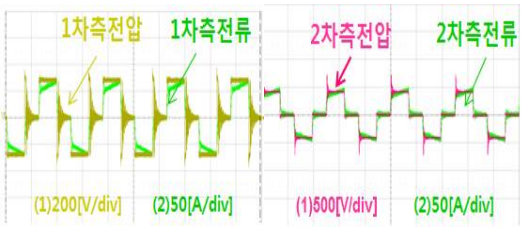
그림 3은 PISO, PIPO, SISO 토폴로지의 출력전류를 80A로 제어할 때의 변압기 1, 2차측 전압 전류 파형을 나타내었다.



(a) SISO



(b) PISO



(c) PIPO

그림 3. 변압기 1, 2차측 전압 전류 파형
Fig. 3. Waveform of transformer voltage and current

3. 결과 검토 및 결론

본 논문에서는 열화로 인한 장비 소손을 방지하기 위해 급속 충전용 듀얼 컨버터를 설계하였고 SISO와 SIPO, PISO, PIPO 토폴로지를 적용하여 효율을 비교 분석하였고 80[A] 전류로 충전 하였을 때 PISO 토폴로지에서 89.8%의 효율이 측정되었다. 추후 본 논문에서 언급된 토폴로지를 적용하여 리튬폴리머 배터리 충전 실험을 통해 보다 최적화된 충전 하드웨어 설계를 적용하는 연구를 진행할 것이다.

○ 본 연구는 중소기업청의 중소기업 기술혁신개발사업 “미래선도과제”의 일환으로 수행되었습니다.

참 고 문 헌

[1] Young Jin Lee, “A Study on Li Battery Charge control based on DC grid” 8th International Conference on Power Electronics“ ECCE

[2] 반충환 “50kW 급속 충전시스템용 PISO 풀브리지 컨버터 설계 및 구현” 조명전기설비학회 논문집 2012.11

[3] 한동화 “연료전지용 풀브릿지 컨버터 효율분석” 전력전자학회 논문집 2008. 6 page(s) : 21 23