

소형 전기 자동차용 LDC 회로 고찰

김성완*, 김창선*, 김영수**, 정상권**
 목포대학교 전기 공학과*, (주) 지앤디윈텍**

The considerations of Low Voltage DC-DC Converter
 for Electric Vehicle

KIM Sungwan*, KIM Changsun*, KIM Youngsu**, JUNG Sangkwon**
 Dept. of Electrical Eng., Mokpo National University*, GND wintech**

Abstract - The low voltage DC-DC Converter(LDC) is used for various electronic devices of electric vehicle. Depending on the growth of the car, the capacity of power conversion circuits must be increased. They have to provide the high efficiency and the high load capacity. The phase shift controlled full-bridge converter can be designed for LDC. The operating characteristics are considered through by simulation.

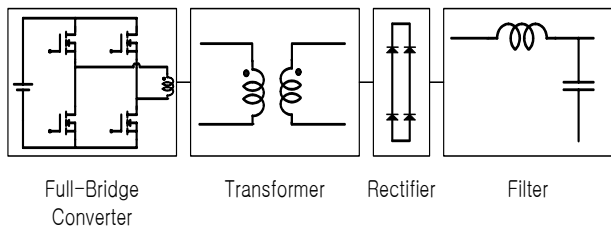
1. 서 론

환경 파괴로 인한 지구 온난화 현상, 이상기후 현상으로 환경 보존에 관한 관심이 늘고 있으며, 그 일환으로 지구 온난화의 손꼽히는 원인중 하나인 이산화탄소 배출량 감소를 위해 많은 연구가 진행 중이다. 전국적으로 자동차 보급량이 늘고, 그로인한 이산화탄소 배출량도 늘고 있어 기존의 내연기관 자동차를 대체하기 위한 노력이 시급하다. 이를 해결하기 위한 노력으로 전기자동차 개발이 활발하게 이루어지고 있다. 또한 현 자동차의 스마트화에 따라 요구되는 전장이 증가하여 전력변환회로의 용량도 증가되었다.

본 논문에서는 이러한 배경 하에 전기 자동차의 배터리에 충전되어 있는 높은 전압을 자동차 전장에 필요한 저 전압으로 변환해주는 DC-DC 컨버터를 연구하였다. 우선 대 전력에 많이 사용되는 풀-브릿지 방식의 토폴로지를 선정하였고, 스위치의 게이트 신호에 시간지연을 주는 것만으로 별도의 추가 회로 없이 스위치들을 소프트 스위칭 시킬 수 있는 위상전이 방식을 사용하였다.

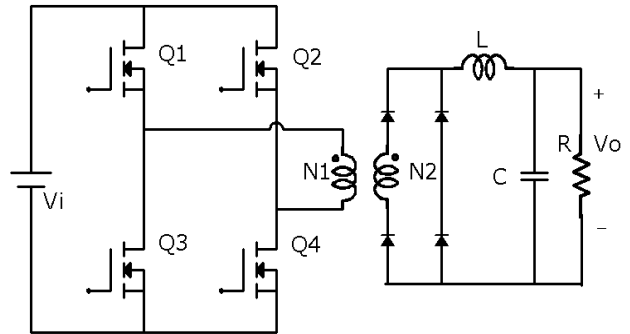
2. 본 론

2.1 LDC블럭다이어그램



<그림 1> 저전압 DC-DC 컨버터
 <Fig. 1> LDC(Low DC-DC) Converter

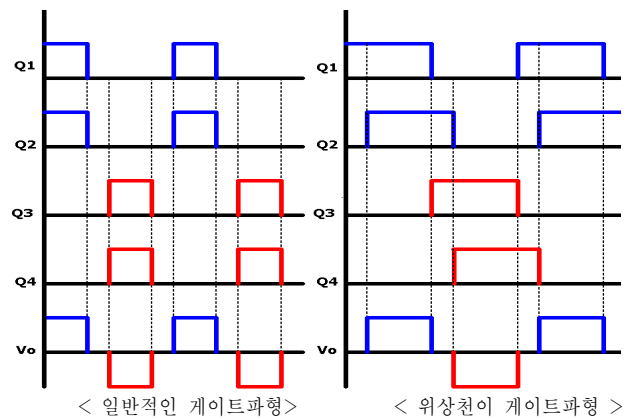
LDC(Low DC-DC Converter)의 구성을 살펴보면 그림 1과 같다. 배터리의 전압을 전기 자동차의 전장에 사용하기 위해서는 배터리의 고전압을 낮춰 줄 필요가 있다. 이 시스템의 동작 상태를 보면 배터리에서 나오는 높은 전압을 스위칭 동작을 통해 교류로 변환 한 후 변압기를 거쳐 감압 시킨다. 이 감압된 교류 전압을 정류기를 통해 직류 전압으로 변환하여 각 전장에 공급하게 된다.



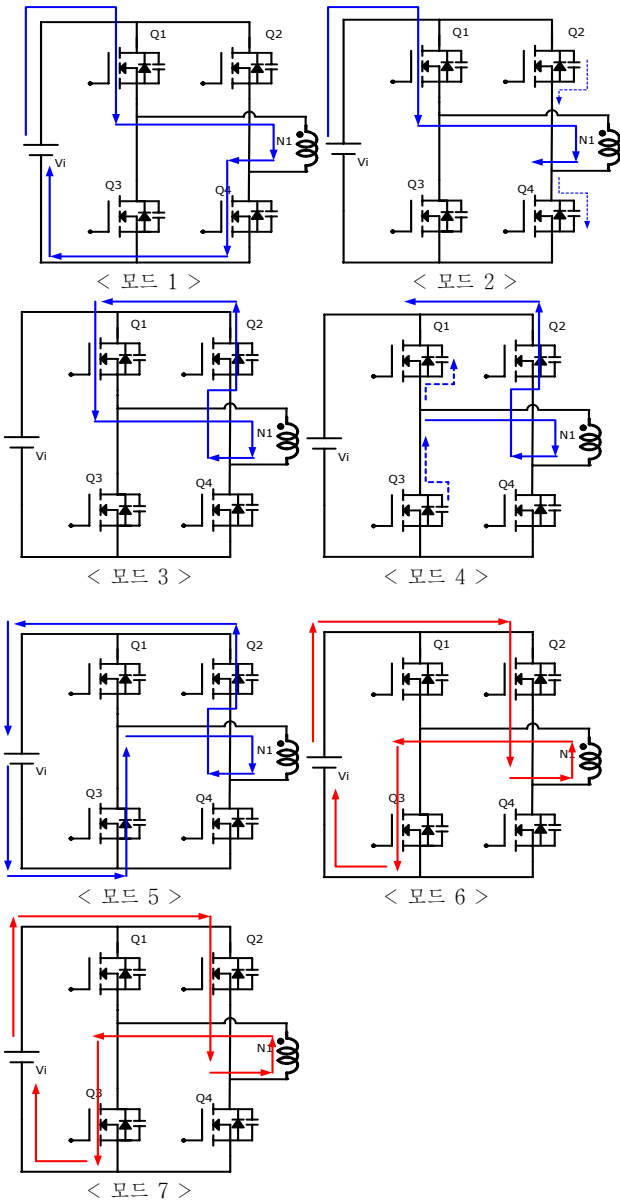
<그림 2> 풀-브릿지 기본회로
 <Fig. 2> Full-Bridge Circuit

2.2 동작 해석

그림 2는 풀-브릿지 기본회로이다. 풀-브릿지는 그림 1에서와 같이 Q1, Q2, Q3, Q4 총 4개의 스위치를 사용하며, Q1-Q4, Q2-Q3의 스위치가 쌍으로 동작하여 2차 측에 에너지를 전달한다. 또한 위상전이 방식을 이용하면 별도의 추가 회로 없이 게이트 신호에 시간지연을 주는 것만으로 소프트 스위칭 시킬 수가 있어 효율이 증가한다. 그림 3은 위상전이 방식에 따른 게이트 신호 변화를 나타내고 있다.



<그림 3> 게이트 파형 비교
 <Fig. 3> Comparison of the gate waveform

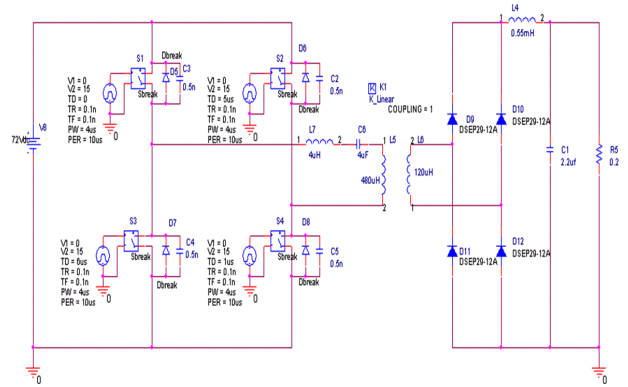


<그림 4> 풀-브릿지 모드 해석
<Fig. 4> Full - Bridge Mode Analysis

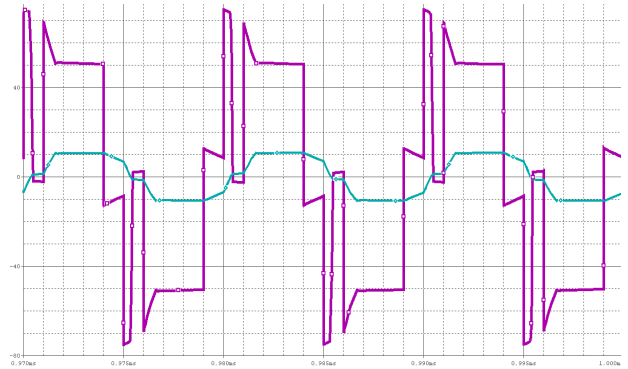
- (1) 모드 1동안에는 Q1, Q4가 턴-온 되어 전류가 선형적으로 증가한다.
- (2) 모드 2동안에는 Q4가 턴-오프 되어 C_{Q2} 충전, C_{Q4} 방전을 한다.
- (3) 모드 3동안에는 Q2의 바디 다이오드가 도통되어 환류모드가 된다.
- (4) 모드 4동안에는 Q1이 턴-오프 되어 C_{Q1} 충전, C_{Q3} 방전을 한다.
- (5) 모드 5동안에는 Q3의 바디 다이오드가 도통되어 환류모드가 된다.
- (6) 모드 6동안에는 Q2, Q3이 턴-온 되며 더 이상 다이오드에 전류가 흐르지 않는다.
- (7) 모드 7동안에는 모드 1과 유사하게 전류가 선형적으로 증가한다.

3.1 시뮬레이션 조건

입력전압 : 72V
 출력전압 : 4V
 정격용량 : 84W
 듀티 비 : 0.4
 변압 비 : 4:1



<그림 5> 시뮬레이션 회로도
<Fig. 5> Simulation Schematic



<그림 6> 트랜스포머 전압 및 전류 파형
<Fig. 6> Transformer voltage and current waveforms

3. 결 론

전기 자동차의 배터리에 충전되어 있는 높은 전압을 자동차 전장에 필요한 저 전압으로 변환해주는 DC-DC컨버터 회로 형태에 대해 고찰하였다. 대 전력이 많이 사용되는 풀-브릿지 방식의 토폴로지를 검토하였으며, 이 방식의 회로는 스위칭 손실을 줄이고 대전류 부하에 용이하다. 제어방식으로는 스위치의 게이트 신호에 시간지연을 주는 것만으로 별도의 추가 회로 없이 스위치들을 소프트 스위칭 시킬 수 있는 위상천이 방식을 사용하게 된다. 시뮬레이션을 통해 LDC 회로에 풀-브릿지가 가능함을 나타내었다.

[참 고 문 헌]

- [1] 장동욱, 정중기, 김희준, HEV용 풀-브릿지 DC-DC 컨버터 디지털 제어에 관한 연구. 대한전기학회 학계학술대회 논문집
- [2] 한동화, 김영식, 정병환, 최규화, 연료전지용 풀브릿지 컨버터 효율분석,