

양방향 더블러를 이용한 배터리 충방전기

박성미¹, 황정구², 고재하², 홍정표³, 박성준²

한국승강기대학교 메카트로닉스과¹, 전남대학교 전기공학과², 동의과학대학교 전기과³

Battery Charger /Discharger Using Bi-directional Doubler

Seong-Mi Park¹, Jung-Goo Hwang², Jae-Ha Ko², Jeng-Pyo Hong³, Sung-Jun Park²

Dept. of Mechatronics Eng., Korea Lift College¹, Dept. of Electrical Eng., Dong-Eui Institute Technology²,
Dept. of Electrical Eng., Chonnam National University³

ABSTRACT

차량용 양방향 DC/DC 컨버터에 적합한 새로운 토폴로지 및 그 구성방법을 제안한다. 제안된 구성방식은 공통접지를 사용하는 새로운 양방향 공진형 충전펌프 토폴로지와 기존 양방향 컨버터와 결합한 2단방식의 양방향 DC/DC 컨버터이다. 제안된 2배 승압 공진형 충전펌프는 전력변환 효율 증대와 병렬 구동시 공진회로가 영향이 받지 않게 하기위해 출력 측으로 전력 전달시 인덕터가 입력전원과 직렬로 구성하게 하였다.

1. 서론

최근 지구온난화와 고연비에 대한 필요성이 대두되면서 자동차 시스템에서 에너지 저감을 위해 차량 공회전 상태 시 엔진 구동을 정지시키는 Stop Start 시스템 기술에 대한 연구가 활발히 연구되어 왔다. 차량에서 공회전으로 소모되는 연료는 총 연료소모에 대하여 5~8%를 차지하고 있으며, Stop Start 시스템은 하이브리드 차량에서는 필수 기능으로 동작하고 있으며 일반 내연기관 차량에서도 그 적용이 점차 확대 적용되고 있는 추세이다.^{[1] [3]} 차량전기 시스템의 특성상 이원화 전압시스템에서 두 전원의 접지는 사시를 공통으로 사용하게 되며, 두 전원 간 전력 수수를 위한 DC/DC 컨버터는 동일 접지를 가져야 제약조건과 4배의 높은 승압비로 인하여 DC/DC 컨버터의 효율 증대에는 그 한계가 있다. 이중화 전원을 갖는 차량용 시스템에 적합한 양방향 DC/DC 컨버터의 새로운 토폴로지 및 그 구성방법을 제안한다. 제안된 구성방식은 높은 승압시 효율 저감을 극복하기 위해 2배 승압이 가능한 새로운 양방향 충전펌프 토폴로지를 제안하고, 제안된 토폴로지를 기반으로 하여 기존 양방향 컨버터와 결합한 2단방식의 양방향 DC/DC 컨버터의 구성을 제안한다.

2. 본론

2.1 충전펌프를 이용한 DC/DC 컨버터 토폴로지

그림 1은 전통적인 입력측 공통 접지를 갖는 양방향 DC/DC 컨버터를 나타내고 있다. 본 컨버터는 입력 측에서 출력 측으로 승압 컨버터로 동작을 하고, 출력 측에서 입력 측으로 감압 컨버터로 동작을 하게 된다. 본 컨버터에서 MOSFET 스위치 소자를 사용하는 경우 다이오드의 포화전압을 낮추어 효율

을 상승을 목적으로 상위스위치 신호와 하위스위치 신호를 인트록하는 동기형 DC/DC 컨버터로 사용이 일반적이다. 본 컨버터를 이용하여 4배 이상의 승압기로 동작하는 경우 높은 시비율로 인하여 출력 측으로 파워를 전달하는 시간이 적어 고효율 전력변환기 구성에는 그 한계가 있다.

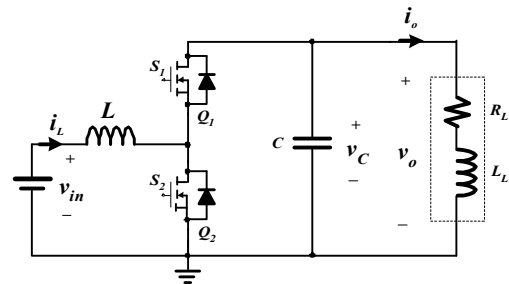


그림 1 양방향 DC/DC컨버터
Fig. 1 Bidirectional DC/DC converter

2.2 제안된 충전펌프 토폴로지

그림 2는 2배 승압이 가능한 새로운 양방향 동일 기준 전위형 충전펌프를 나타내고 있다. 제안된 충전펌프의 동작모드는 그림 3에 나타내고 있다.

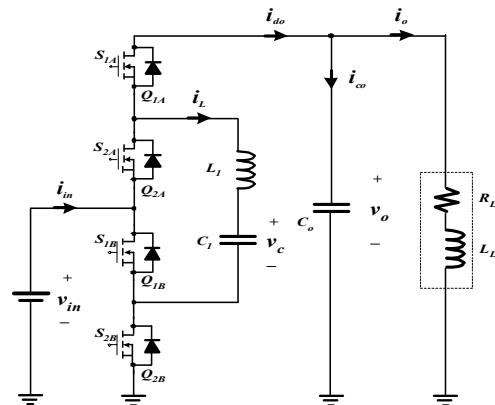


그림 2 제안된 충전펌프
Fig. 2 Proposed charge pump

그림 3(a), (b)는 승압모드로 Q_{2A}, Q_{2B} 스위치에 의해 인덕터 전류는 직렬공진을 이루면서 ZCS 방식으로 스위치콘덴서 C₁은

입력전압으로 충전되고, Q_{1A} , Q_{1B} 스위치에 의해 콘덴서 C_1 전압은 입력전압과 직렬회로를 형성하여 출력 측으로 에너지를 전달하게 된다. 그림 3(c), (d)는 감압모드로 Q_{1A} , Q_{1B} 스위치에 의해 인덕터 전류는 직렬공진을 이루면서 ZCS 방식으로 콘덴서 C_1 은 출력전압과 입력전압의 차인 입력전압으로 충전되고, Q_{2A} , Q_{2B} 스위치에 의해 충전된 콘덴서 C_1 전압은 입력전압병렬로 형성하여 입력 측으로 에너지를 전달하게 된다. 본 토폴로지는 입출력의 접지를 같이 사용하는 구조를 취하고 있어 차량용 DC/DC 컨버터로 적합하고, 전 영역에서 소프트 스위칭이 가능하며, 인덕터 크기가 매우 작은 특징을 가지고 있다. 또한 본 충전펌프는 출력 측으로 전력 전달시 인덕터가 입력전원과 직렬로 구성되게 함으로써 전력변환 효율 증대와 병렬 구동 시 공진회로가 영향이 받지 않는 장점을 가지고 있다.

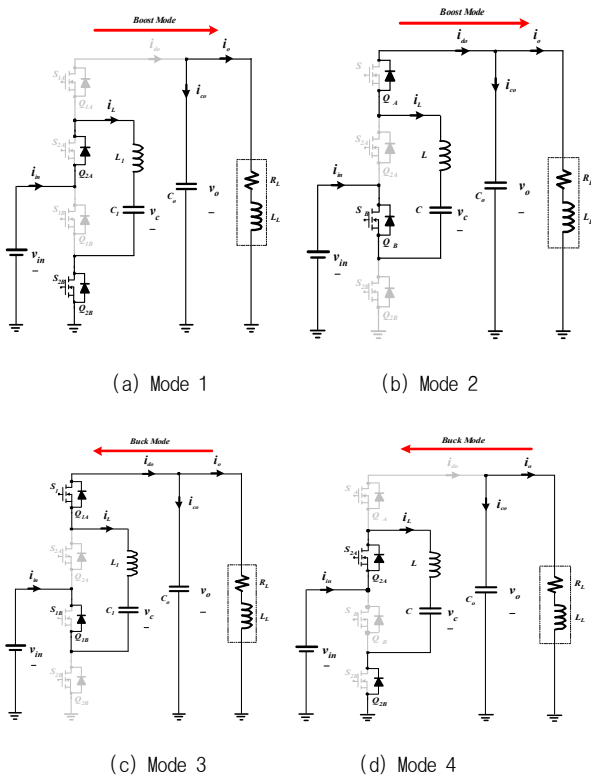
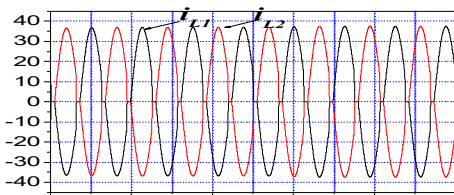


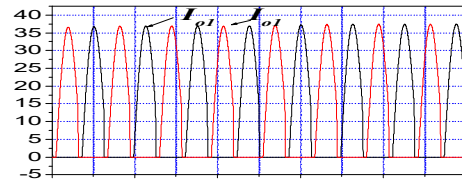
그림 3 제안된 충전펌프의 동작모드 회로도
Fig. 3 Operation circuit of proposed charge pump

1.3 시뮬레이션 결과

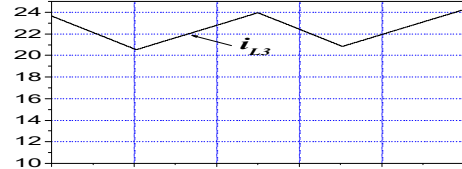
그림 4의 시뮬레이션 결과로부터 알 수 있듯이 승압스위치 한 주기에 대하여 충전펌프의 출력은 8번의 양호한 출력전류를 형성하고 있음을 알 수 있다.



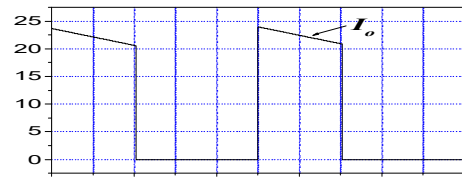
(a) 공진형 인덕터 전류



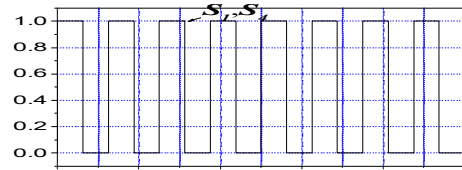
(b) 충전펌프의 출력전류



(c) 승압 컨버터의 인덕터 전류



(d) 승압컨버터의 출력전류



(e) 인터리브 충전펌프의 스위칭 신호

그림 4 충전펌프의 시뮬레이션 결과

Fig. 4 Simulation results of interleave charge pump

3. 결론

차량공회전 상태 시 엔진 구동을 정지시키는 Stop Start 시스템 기술을 적용하기 위한 이중화 전원을 갖는 차량용 시스템에 적합한 새로운 공진형 양방향 DC/DC 컨버터 토폴로지 및 그 구성방법을 제안하고 시뮬레이션 결과 제안된 2배 승압 공진형 충전펌프는 출력 측으로 전력 전달시 인덕터가 입력전원과 직렬로 구성되게 함으로써 전력변환 효율 증대와 병렬 구동 시 공진회로가 영향이 받지 않음을 확인하였다. 또한 출력전압 제어를 위해 제안된 토폴로지를 기반으로 하여 기존 양방향 컨버터와 결합한 2단방식의 양방향 DC/DC 컨버터의 구성을 제안하였다.

참고 문헌

- [1] Abraham I. Pressman, Switching Power Supply Design, McGraw Hill, Inc., 1991.
- [2] N. Mohan, T. M. Undeland, and W. P. Robbins, Power Electronics: converters, applications, and design, John Wiley & Sons, Inc., 1995.
- [3] B. K. Bose, Power Electronics and Variable Frequency Drives: Technology and Applications, IEEE Press, 1997.