

확장성이 용이한 모듈타입 배터리 충방전기

박진욱*, 곡중직*, 권순재**, 김영수***, 박성준*
전남대학교*, 부경대학교**, 한국승강기대학교***

A module type battery charger-discharger of easily extensible

Jin Wook Park*, Zhong Zhi Qu, Soon Jae Kwon**, Young Su Kim***, Sung Jun Park*
Chonnam National University*, Pukyong Nation University**, Korea Lift College University***

ABSTRACT

최근 하이브리드 자동차, 지능형 자동차 등을 비롯한 미래형 자동차 분야와 관련된 연구 개발과 맞물려 자동차 전장 회로 시스템은 더욱 복잡해지고 있다. 자동차 전장 시스템의 경향으로 그린카를 들 수 있는데 이에 대한 하나의 방향성은 연비 개선과 최적의 운행조건을 위한 ISG System(Idle Stop & Go system)의 채택으로 가고 있는 추세이다. 여러 장점을 가진 ISG 시스템이지만 시동 모드 시 많은 양의 전류가 순간적으로 흘러가 일순간 전압강하 발생과 높은 스위칭 주파수에 의한 포피효과가 일어난다. 이를 제어하는 기술로 전장회로상의 DC/DC 컨버터 기술이 핵심이라 할 수 있다. 이에 따라 본 논문에서는 확장성이 용이한 고효율 DC/DC 컨버터를 제안하고 모의 실험과 실제 실험을 통해 검토한다.

서론

오늘날의 자동차는 안전하고 편리함을 추구하는 소비자의 요구, 기술혁신, 경쟁, 제품의 차별화, 규제 등 다양한 요인에 따라 차량 내부의 전기/전자적인 구조가 점점 복잡해지고 있는데, 최근 하이브리드 자동차, 지능형 자동차 등을 비롯한 미래형 자동차 분야와 관련된 연구 개발과 맞물려 자동차 전장 회로 시스템은 더욱 복잡해졌다. 자동차 전장 시스템의 경향으로 그린카를 들 수 있는데 이에 대한 하나의 방향성은 연비 개선과 최적의 운행조건을 위한 ISG System(Idle Stop & Go system)의 채택으로 가고 있는 실정이다. 자동차 시스템의 고연비에 대한 필요성이 대두되면서 공회전 시 엔진 구동을 정지시키는 기술 적용으로 에너지 절감을 위한 연구가 활발히 이루어지고 있으며, 일반적으로 차량에서 공회전으로 소모되는 연료는 총 연료소모 대비 5~8%를 차지하고 있다^[1].

ISG 시스템에서 그 효율을 극대화하기 위해서는 높은 전압에서 구동되는 엔진기동 모터의 채용이 필수적이며 이를 위해 ISG 시스템은 48[V] 전압 체계를 구축하는 것이 일반화되고 있다. 따라서 차량의 전원체계는 조명과 같은 소용량 전력수요에는 기존의 12[V] 체계를 구축하고, Start 시스템, 파워 스티어링, 냉난방 시스템과 같은 대용량 시스템은 48[V] 전압 체계를 구축하는 이원화 시스템이 도용되고 있다.

차량전기 시스템의 특성상 이러한 이원화 전압시스템에서 두 전원의 접지는 사시를 공통으로 사용하게 되며, 두 전원 간에 전력 수수를 위한 DC/DC 컨버터는 동일 접지를 가져야 하

는 제약조건과 자동차 전장부품이라는 구조상의 부피에 대한 제한이 따른다. 이러한 제약조건은 양방향 DC/DC 컨버터의 채용으로 두 전원의 정격전류용량 증대를 통한 배터리의 용량 최소화화와 함께 크기에 대한 제한을 요구한다.

본 논문에서는 기존의 양방향 컨버터를 사용하여 3[kW]급 인터리브방식의 회로를 구성하여 전류 리플을 감소시켰다. 단일 모듈로 구성된 회로는 파워 증감에 따라 탈부착이 용이하며, 독립된 전류 패스에 의해 고조파 전류를 저감시킨다.

시뮬레이션 및 시험을 통하여 제안된 회로의 타당성을 검증하였다.

본문

2.1 기존의 양방향 DC/DC컨버터

그림 1.1은 비절연형 양방향 배터리 충전을 위한 DC/DC 컨버터의 구성도를 나타내고 있다. 양방향 충전을 위하여 Half Bridge 스위치를 이용하였으며, 전류의 연속, 불연속에 관계없이 입출력 함수를 하나로 사용하고, 양방향 전력 수수의 특성을 개선하기 위해 S_1, S_2 스위치를 인트록 회로로 구성하였다. 또한 스위치 출력은 상위 암 스위치(S_1)를 기준으로 목적함수를 암 출력전압인 v_{sw} 전압으로 설정하였다.

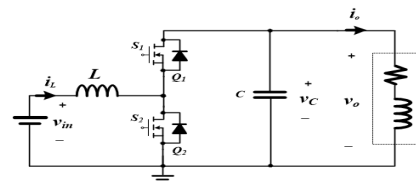


그림 1 양방향 DC/DC 컨버터
Fig. 1 Bidirectional DC-DC Converter

2.2 제안된 확장성이 용이한 모듈타입

그림 2와 같이 기존의 양방향 DC/DC 컨버터를 사용하여 전력변환기를 출력과위에 따라 시스템을 추가 할 수 있는 병렬로 구성하였으며 인터리브 스위칭방식을 사용 하였다.

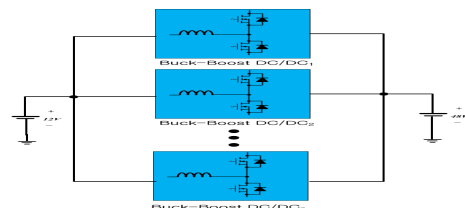


그림 2 제안된 확장성이 용이한 모듈타입 배터리 충방전기
 Fig. 2 Proposed module type battery charger-discharger of easily extensible

2.3.1 시뮬레이션

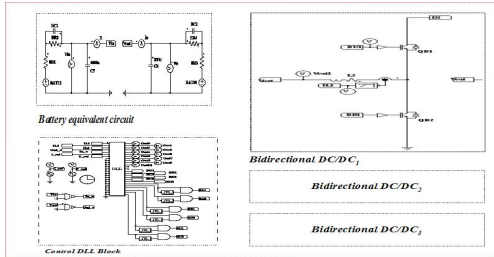


그림 3 시뮬레이션 회로도
 Fig. 3 simulation of The circuit

표 1 시뮬레이션 파라미터
 Table 1 The simulation parameters

Component	Value
Rated power ratio	3[kW]
Input source voltage	12[V]
Input source BR1	2.5[mΩ]
Input source BR2	2.5[mΩ]
Input source BC1	10[uF]
Output source voltage	48[V]
Output source BR3	10[mΩ]
Output source BR4	10[mΩ]
Output source BC2	2.5[uF]

그림 3의 시뮬레이션은 3조의 3[kW]부하 시 병렬구조로 구성하였다. 그림 4는 인터리브 특성 분석하기 위해 3조의 인덕터 전류를 시뮬레이션 한 결과이다. 120° 위상차이가 나타남을 그림을 통해 확인 할 수 있으며, 단일 스위칭 주파수보다 3조의 스위칭 주파수가 3배의 리플 전류를 가지며, 리플률도 3배가 개선됨을 볼 수 있다. 따라서 시스템이 증가함에 따라 인터리브 방식에 의해 입출력 콘덴서 용량을 더 작게 줄일 수 있다.

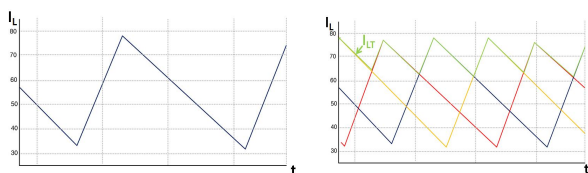


그림 4 인터리브 특성
 Fig. 4 Interleave characteristics

2.3.2 양방향 전력 지령치에 따른 시스템 동특성

그림 5는 3[kW] 양방향 전력 지령치에 따른 시스템의 동 특성을 나타내고 있다. 48[V]측에서 12[V]측으로 3kW 전력을 전달할 경우 감압 컨버터의 리액터 평균전류는 76[A]를 형성하였으며 입력측 전압은 배터리의 내부 임피던스에 의해 약 46.7[V]로 감소하였고 출력측은 13.2[V]로 증가하여 전력을 전달하고 있다. 12[V]측에서 48[V]측으로 3kW 전력을 전달할 경우 승압 컨버터의 리액터 평균전류는 96[A]를 형성하였으며 입력측 전압은 배터리의 내부 임피던스에 의해 약 10.0[V]로 감소하였고 출력측은 49.2[V]로 증가하여 전력을 전달하고 있다.

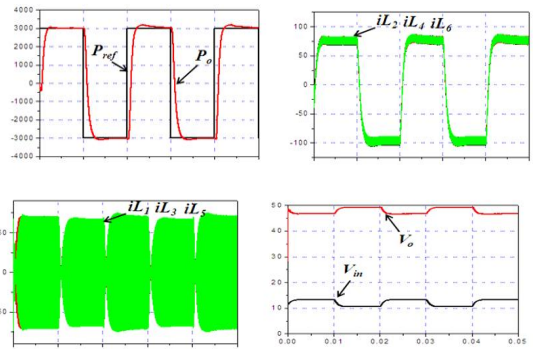


그림 5 시스템 동특성
 Fig. 1 Operating characteristics of the system

2.4 실험 결과

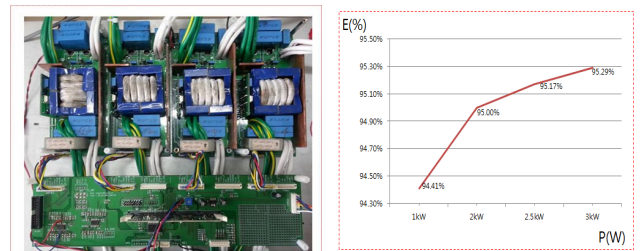


그림 6 실제 제작된 회로와 부하별 효율 측정 결과
 Fig. 6 The circuit of actual manufactured and measurement result of the efficiency by the load

그림 6은 확장성이 용이한 모듈타입 배터리 충방전기 DC/DC 컨버터로 각 모듈이 독립 전류 패스 유지하여 모듈 확장 시 효율 변화 거의 없었다. 모듈부의 입출력에 AC Cap 장착하여 모듈확장선의 고조파 전류저감을 확인 하였다. 효율 측정치는 승압 시 최대효율은 93.10[%]였으며, 감압 시 정격효율은 95.29[%], 승압 시 정격효율은 92.23[%]였다.

결론

본 논문은 인터리브 방식을 이용함으로써 출력측의 전류 리플률이 감소한 것을 확인 할 수 있었으며, 따라서 입력측 AC Cap의 용량을 줄일 수 있었다.

각 모듈이 독립된 파워 라인을 가져감으로써 고조파에 대해 표피효과 감소를 가지며, 단일 모듈로 구성된 본 논문의 제작 회로는 파워 증감에 따라 탈부착이 용이하며, 파워 증가에도 효율이 일정함을 알 수 있다.

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.