

DC/DC 컨버터의 리플 감소를 위한 실험과 검증

Experimental Validation of DC/DC Converter for Ripple Reduction

*유은주¹, #박영우¹

*E. J. Yoo¹, #Y. W. Park(ywpark@cnu.ac.kr)¹

¹충남대학교 메카트로닉스 공학과

Key words : DC/DC Converter, Ripple Reduction, High Efficiency

1. 서론

최근 미래병사를 위한 연구는 모든 분야의 학문에서 이루어지고 있다 해도 과언이 아니다. 대표적으로 에너지, 무기, 방탄 시스템 등이 있다. 현재 병사들의 대표적인 전력원으로써 사용되는 배터리는 휴대가 용이하고, 이동 가능하다. 하지만 급박한 전장에서의 원활한 임무 수행과 시스템 모듈화에 따른 능력치의 향상으로 각 병사가 취득해야 하는 배터리의 양이 증가되면서 주 전력원이었던 배터리는 병사의 전투력 향상에 근본적인 문제가 되고 있다. 이러한 배터리의 대체 전력원으로써 관심 받고 있는 연료 전지는 직류전원과 달리 강한 비선형성과 느린 동특성 및 낮은 출력 전압의 특성 때문에 기존의 전력 변환 장치를 그대로 이용해서는 연료전지를 운전하는데 상당한 문제점 및 어려움을 지니게 된다.[1] 따라서 연료전지의 비선형적인 출력을 기존의 배터리와 같은 직류전원처럼 군용기기에 공급하기 위해서는 전력 변환 장치의 안정적인 출력을 확보해야만 한다.

본 연구는 24 W 급, 12 V 출력을 갖는 군 전용 DC/DC 컨버터를 타깃으로 하여 출력 전압의 리플 감소 방법을 제안하고, 실험을 통해 제안된 방법으로 인한 컨버터의 출력 안정성 향상을 검증하고자 한다.

2. DC/DC 컨버터 구성

SEPIC 은 인덕터 에너지 저장형 컨버터로 Single Ended Primary Inductor Converter 이다.

입력전압이 출력전압보다 높거나 낮은 것에 관계없이 일정한 출력을 내보낼 수 있다는 점에서 Buck-boost 컨버터와 비슷하지만 SEPIC의 경우, 입력 전압 범위가 넓은 장점이 있다.

본 연구에서 구성한 DC/DC 컨버터는 기본 SEPIC(SEPIC1)과 트랜스포머와 LC 필터를 적용한 SEPIC(SEPIC2)이다. Fig. 1 은 SEPIC의 토폴로지이다. [2] SEPIC 은 인덕터 (L1 and L2), 다이오드(D1), 커패시터(Cin, Cout and Cs)와 MOSFET(Q1)로 구성되며 SEPIC1 은 이 기본 토폴로지를 바탕으로 본 시스템에 맞게 소자를 선정하였다. Fig. 2 는 SEPIC2 로 SEPIC1 의 인덕터를 트랜스포머로 교체하고, LC 필터를 추가하여 재설계한 컨버터로써 트랜스포머(L1), 커패시터(Cin, Cout and Cs), 다이오드(D1), MOSFET(Q1), LC 필터 부분으로 구성된다. DC/DC 컨버터는 MOSFET 의 스위칭(On-Off) 동작에 의해 common-mode noise 가 발생한다. SEPIC2 는 이러한 컨버터의 문제를 해결하기 위해 인덕터를 트랜스포머로 교체하여 회로에 부담을 주는 전류와 전압 스트레스를 낮추고, 노이즈에 의해 발생하는 리플을 줄일 수 있다. 또한 출력단에 LC 필터를 설계함으로써 추가적인 리플 감소가 가능하도록 하였다.

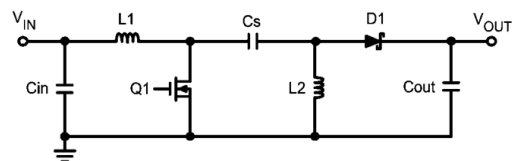


Fig. 1 Topology of SEPIC (SEPIC1)

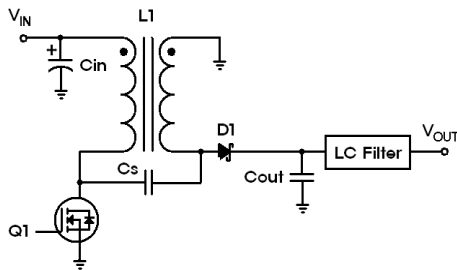


Fig. 2 Redesigned SEPIC (SEPIC2)

3. 실험 방법 및 결과

Table 1 은 실험 조건을 나타낸다. 실험은 상온에서 진행하였고, SEPIC1 과 SEPIC2 의 출력 안정성과 기본 성능 변화 여부를 보기 위해서 컨버터의 출력 전압 리플과 입력 전압 범위에 영향을 미치는 컨버터의 스위칭 주파수를 변수로 하여 진행하였다. Fig. 3 은 스위칭 주파수의 변화에 따른 출력 전압 리플 그래프이다. 동일한 주파수에서 SEPIC2 는 SEPIC1 에 비해 리플이 감소된 것을 볼 수 있다. 또한 각각의 출력 전압 리플은 스위칭 주파수가 높아질수록 감소하는 것을 볼 수 있다.

Table 1 Experimental conditions

Temperature (°C)	Switching frequency (kHz)
Room temperature	100, 200 and 300

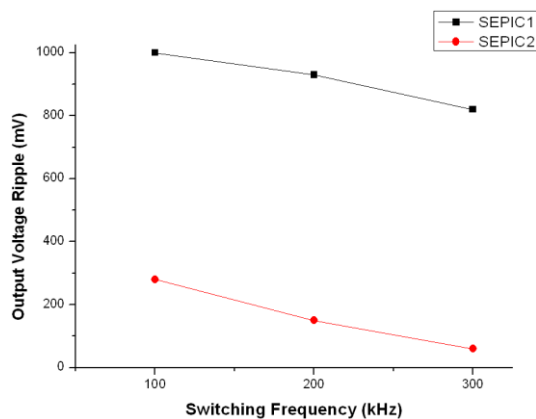


Fig. 3 Output voltage ripple to the change of switching frequency

Table 2 는 SEPIC1 과 SEPIC2 의 성능을 보기 위한 하나의 척도로써 스위칭 주파수에 따른 컨버터의 입력 전압 범위를 나타낸다. 스위칭 주파수가 100, 200kHz 일 때는 최저 입력 전압이 8 V 이지만 300kHz 일 때는 10 V 인 것을 볼 수 있다. 이는 주파수가 높아질수록 에너지 저장 시간이 짧아지기 때문에 정상 출력(12 V)을 하지 못한다.

Table 2 Input voltage range to the change of switching frequencies

Switching frequency (kHz)	Input voltage range (V)
100	8 to 48
200	8 to 48
300	10 to 48

4. 결론

본 연구에서는 비선형적인 연료전지를 군 전용 장비에 안정적으로 공급하기 위한 DC/DC 컨버터의 리플 감소 방법을 제안하고, 검증하였다. 실험 결과 리플은 트랜스포머와 LC 필터를 통해 1000mV 에서 280mV 로, 스위칭 주파수를 통해 60mV 로 감소하였다. 세분화된 스위칭 주파수 변동 실험을 통해 리플과 입력 전압 범위 사이의 성능 최적화가 필요하다.

후기

본 연구는 방위사업청 및 국방과학연구소 지원으로 수행되는 차세대 군용전원 특화연구 센터사업의 일환으로 수행되었습니다.

참고문헌

1. 장수진, 이태원, 이병국, 원충연, 김수석, “승강압용 양방향 DC-DC 컨버터 설계 및 제어”, 조명전기설비학회논문지, Vol. 20, No. 5, pp. 49-56, 2006.
2. Wei Gu, Dongbing Zhang, “Designing a SEPIC Converter”, Excellent Design Guidelines, National Semiconductor in Application Note, pp. 1-6, April, 2008