

변압기를 이용한 자기결합 승압형 컨버터

양광훈 김승애 이상혁 김광현 박성준
전남대학교

Boost converter using a magnetic coupling transformer

Kang Hun Yang, Seung ae Kim, Sang Hyeok Lee, Kang Heon Kim
chonnam National University

ABSTRACT

Boost 컨버터는 전압을 상승시키는 기본적인 컨버터이다. 이 컨버터에서의 효율증대를 위한 병렬L과 이를 한발 더 나아가 병렬L을 변압기를 사용하여 자계로 빠져 나가는 부분의 손실을 줄이는 연구를 수행한다. 이를 위하여 스위칭에 따른 전류의 변화를 파악하며 Soft스위칭을 사용하여 병렬L과의 차이를 PSIM 시뮬레이션을 사용하여 확인하고, boost컨버터의 효율을 고찰한다.

1.서론

boost컨버터의 스위칭 기법을 변화 시키고 추가 회로를 구성함으로써 효율을 높이는 연구가 활발히 이루어지고 있으며 이에 따른 기본적인 형태의 컨버터들에서 많은 부분들이 보강되거나 수정되어 효율을 높이는 회로들이 제안되고 있다. 이러한 특성들은 컨버터에서 사용되는 주요한 소자인 스위치와 인덕터 그리고 캐패시터등을 회로변형 및 추가시켜 좀 더 높은 효율을 가져오고 있다. 공진형 컨버터들이나 제어 방식으로 효율성을 증대하고 고속 스위칭에 대한 손실을 최소화 시키고 보조의 스위치 회로를 추가하는 연구가 행해지고 있다.

본 연구에서는 인덕터에 DC전원의 PWM전원이 들어갈때 생기는 전류의 지연과 자기장을 boost컨버터에 적용시켜 전압에 따른 전류의 효율을 증가를 목적으로 실험하였다.

기본적 boost컨버터에 병렬 인덕터를 사용하여 교차로 스위칭을 하여 효율을 비교 하였고, 이를 통해 병렬 인덕터를 권선비가 1:1인 변압기를 사용하여 자기장을 이용하여 boost컨버터를 구성하고 효율을 측정하였다. 제안된 구조는 타당성 검증을 위해 PISM을 이용하여 시뮬레이션을 수행함으로써 검증하였다.^{[1][2]}

2.변압기를 이용한 자기결합 승압형 컨버터

본 연구에서는 자기 결합을 이용하여 Boost Converter를 구성하려한다. 또한 이 과정에서 소프트 스위칭을 이용하여 이러한 기법을 사용하기 위해서 인덕터에 흐르는 전류를 불연속적으로 만들어주어야 쉽게 소프트 스위칭이 가능하여 아래의 그림4와 같이 병렬 L(L'1 L'2)을 사용하여 스위칭 주파수를 2배가량 높여 사용하였다. 스위칭 주파수의 상승으로 인해 C'의

값은 기본적인 Boost Converter보다 낮출수 있다. 또한 Q'1과 Q'2의 스위칭을 한주기 안에서 중복되지 않게 스위칭을 하기 때문에 전류의 불연속점이 일어나게 된다.

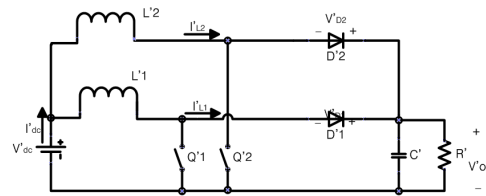


그림 1 병렬 L을 사용한 boost컨버터
Fig.3 Boost converters in parallel with L

그림2는 본 연구에서 제안한 주회로의 구성이다.

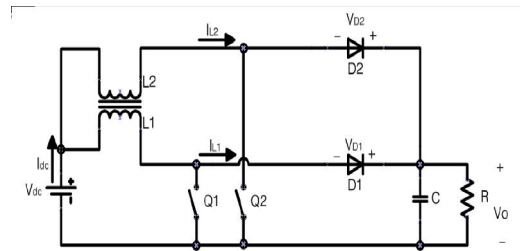


그림2 제안된 자기결합 승압형 컨버터 회로

그림2의 회로에서 병렬L을 변압기를 사용하여 자기 결합을 시킨 회로이다. 위의 회로에서 전류 I1, I2는 L1, L2가 서로 1차 측과 2차 측이 상대적으로 스위칭에 따라 변화를 하게 되므로 그림 1에서 보여주는 I'1, I'2의 전류흐름과 다른 모습을 보인다.

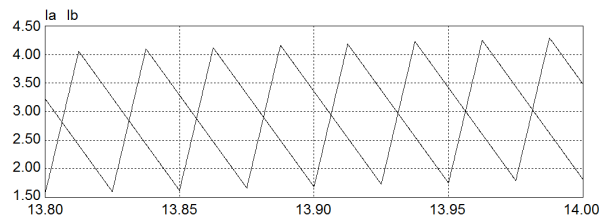


그림 3 I'L1, I'L2의 전류 파형

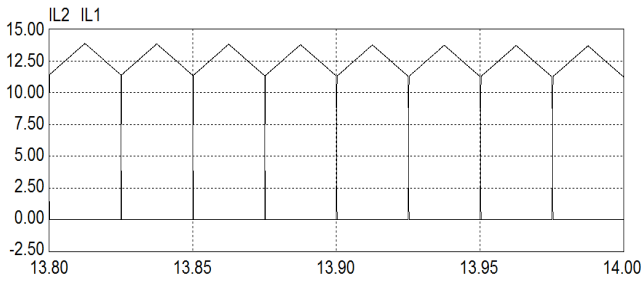


그림 4 IL1, IL2의 전류 파형
 I_{L1} 과 I_{L2} 의 파형을 보았을 때 가장 큰 차이점은 연속과 불연속이라는 것이다. 연속일 때 ZCS를 사용하기 어렵고 또한 전류파형의 면적을 비교해 보아도 I_{L1} 은 I_{L2} 보다 낮음을 알 수 있다. I_{L1} 과 I_{L2} 의 경우 서로가 1차와 2차측이 변하면서 나오는 전류를 확인할 수 있다.

3. 동작

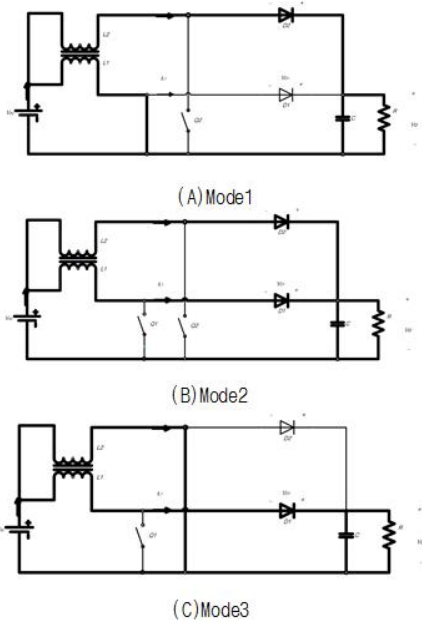


그림 5 Boost Converter 동작모드
 Mode1(Q1=On) Mode2(Q1, Q2=Off) Mode3(Q2=On)

또한 그림3과 그림4는 전류의 이동경로를 간략화 한 것이다. 스위치에 따라 전류의 이동경로가 바뀌면서 L1과 L2가 서로 1차 권선과 2차 권선으로 변환하는 것을 알 수 있다. 이러한 과정에서 ZCS를 사용하여 결과적으로 출력전압을 높일 수 있다.

4. 출력 전압 및 효율

또한 효율을 높이기 위해 소프트 스위칭을 실시하기 위해 전류 I_{L1} , I_{L2} 의 불연속으로 만들어주는 역할을 하였다. 그림 3는 이러한 전류 I_{L1} 과 I_{L2} 의 파형을 보여주고 있다. 기존의 boost 컨버터를 기준으로 했을 때 전류 I_{L1} , I_{L2} 는 삼각파가 아닌 서로의 자기장에 의해 위와같은 파형으로 변하며, 이는 병렬 L과 달리 L에서 발생하는 자기장의 영향으로 스위칭에 따라 1차측과 2차측이 변하여 Soft Switching이 되는 것을 확인할 수 있다.

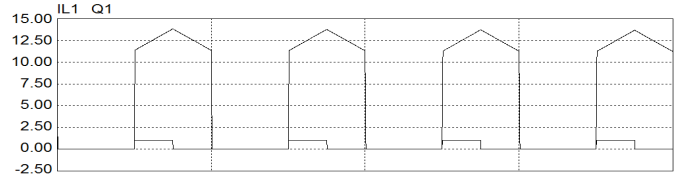


그림 6 I_{L1} 전류, Q1의 스위칭 파형

4. 결론

본 논문에서는 자기결합 회로를 갖는 Boost Converter를 제안하였고 동작모드를 확인하여 보았다. 위의 제안한 내용을 토대로 자기결합을 통한 불연속전류를 만들고 이를 통해서 ZCS를 사용하여 인덕터에 전류가 흐른 후 생기는 자기장을 손실로만 생각하는 것이 아닌 한번더 활용을 하여 효율을 증대 시킨다.

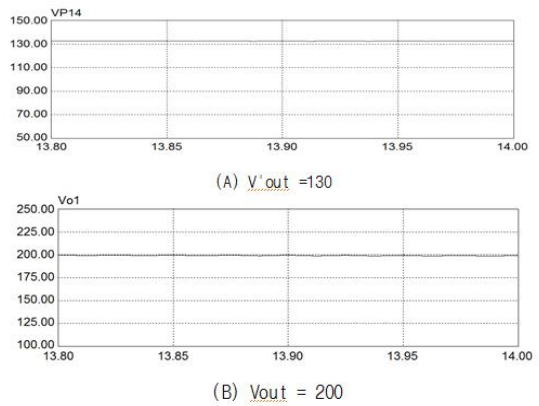


그림 7 출력전압 비교

다음 그림 8은

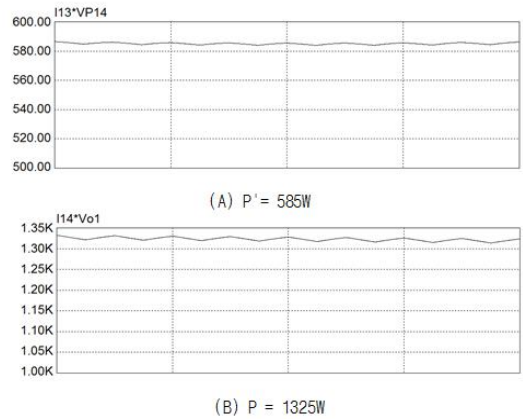


그림 8 출력 전력 비교

위의 그림을 통해 자기결합형의 효율이 더 높은 것을 확인할 수 있다.

참고 문헌

- [1] 류동균, 이우석, 최태영, 서민성, 원충연, 김영렬 “ZCS 보조회로를 이용한 ZVT Boost 컨버터에 관한 연구”, 추계 전력전자 2001년 학술대회논문집 2001,12
- [2] 이상혁, 허민호, 박성준, 강필순, 조수익, “양방향 전력수수가 가능한 저가형 ZCS 스위칭 방식의 DC/DC 컨버터” 전력전자 학회 2009년 하계학술대회 논문집 2009,7