

새로운 영전압 스위칭 플라이 백 컨버터

송기승, 박진홍, 이성백
광운대 전자공학과

New ZVS Flyback Converter

Song Ki Seung, Park Jin Hong, Lee Sung Paik
Kwang Woon University Dept. of Electronic Engineering.

Abstract - A flyback converter that decreases ZVS resonant voltage by using ZVS capacitor is proposed. Because of high resonant voltage at ZVS convenient circuits use expensive devices of high power. The devices make the total price high. A circuit with ZVS capacitor is proposed to down the price. A practical converter can be constructed. Operation of the converter is analyzed and simulated. We compare experiment results with simulation results. We show that the system is identical with the simulated system.

1. 서 론

전력전자에서는 일반적으로 상용 전력을 우리가 원하는 특정한 전력으로 변화하는 것에 대한 연구를 해왔고, 전력 반도체 소자의 발달로 인하여 급속도로 발전을 하였다. 초기의 선형 전원장치는 부피가 크고 무게가 무거웠으며 효율이 낮았다. 이에 비하여 스위칭 전원장치는 전력 반도체 소자의 발달에 따라 높은 주파수에서의 스위칭이 가능하게 되어 소자의 부피와 무게를 상당히 줄일 수 있게 되었다.

스위칭 기법으로 인하여 전체 시스템의 무게와 부피는 감소시킬 수 있었으나 스위치에서의 손실과 스트레스가 주파수에 비례하여 증가하며, 트랜스포머, 인덕터 등의 자기소자와 평활용 커패시터에도 주파수에 비례하여 손실이 증가되어 이를 감소시키기 위한 여러가지의 방법이 연구되었다.

이러한 여러 노력중에서 하나로 공진 회로를 이용하여 스위치에 걸리는 전압 또는 스위치에 흐르는 전류를 정현파 형태로 하여 스위칭 손실을 저감시키고 동시에 서지 노이즈의 발생을 억제할 수 있는 방식의 전원장치인 공진 컨버터에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 그러나 이러한 공진을 이용한 소프트 스위칭 기법은 영전압 스위칭시 발생하는 높은 공진 전압 때문에 기존의 회로에서는 보다 높은 등급의 소자를 사용해왔다. [1] 결과적으로 이러한 높은 등급의 소자의 사용은 고전력 전원 회로에서는 가격면에서 불리한 요인이 되었다.

본 논문에서는 공진시 발생하는 높은 공진 전압을 줄이기 위하여 영전압 커패시터를 첨가한 회로를 제안한다. [2] 제안한 회로는 높은 공진 전압을 보다 효율적으로 감소시킬 수 있으므로 고전력 등급의 전원회로에서 보다 실용적인 컨버터 회로를 구현할 수 있다.

제안한 컨버터가 안정적으로 동작함을 증명하기 위해 회로의 동작원리를 정상상태에서 해석을 하고 컴퓨터 시뮬레이션에 의한 해석으로 타당성을 확인한 뒤 실제 제작한 컨버터의 실험결과를 시뮬레이션 결과값과 비교하여 제안한 컨버터를 검증할 것이다.

2. 본 론

2.1 제안한 회로

본 논문에서 제안한 플라이백 컨버터의 전체적인 회로도를 그림 1에 나타내었다. 플라이백 컨버터에서 영전압 스위칭이 가능하도록 하기 위하여 보조 스위치와 보조 트랜스포머를 이용하였다. 그 결과 스너버 커패시터와 보조 트랜스포머의 상호 인덕턴스와 주 트랜스포머의 상호 인덕턴스 간의 공진에 의하여 영전압 스위칭을 얻었다. [1] 그러나 부분 공진 방식을 이용하여 영전압 스위칭 하는 방식은 스위칭 소자에 추가되는 전압 스트레스에 대한 개선이 이루어지지 않았다. 따라서 본 논문에서는 공진 방식을 다양화하면서 영전압 스위칭이 가능한 컨버터를 제안하였다.

본 논문에서 제안한 회로는 보조 회로의 보조 트랜스포머와 영전압 커패시터를 직렬로 연결하여 ZVS가 이루어 지도록 하였다. 이는 영전압 커패시터가 입력단의 전압을 충전하고 있도록 하여 스위치에 인가되는 전압을 감소시킬 수 있게되어 스위치의 높은 전압 스트레스를 제거할 수 있다.

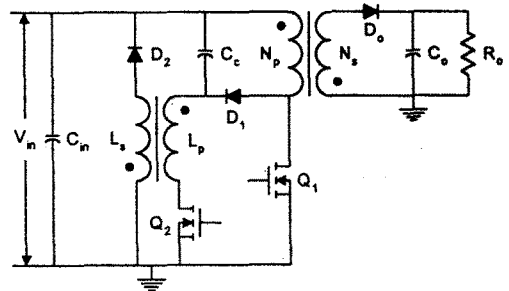


그림 1. 제안한 플라이백컨버터의 회로도

Fig.1. Circuit of proposed flyback converter

2.2 동작원리

그림 2는 제안한 컨버터의 동작과형을 구간별로 나누어 나타내었다. 그리고 각각의 컨버터의 동작 모드별로 분석한 회로의 동작을 그림 3과 같이 분류하였다. 컨버터의 상태는 정상상태에 있다고 가정한다.

제1단계 (a) T_1

주 스위치와 보조 스위치가 모두 오프 되어 있으므로 영전압 커패시터가 방전 모드에 있다.

제2단계 (b) T_2

주 스위치와 보조 스위치가 모두 오프 되어 있으므로

출력 커패시터의 방전만이 발생한다.

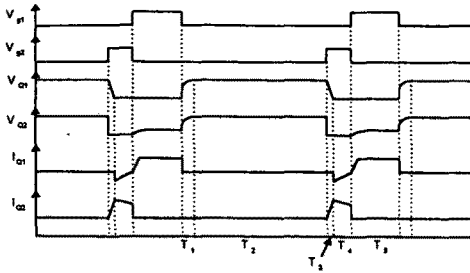


그림 2. 모드별 파형
Fig. 2. A waveform of the operation

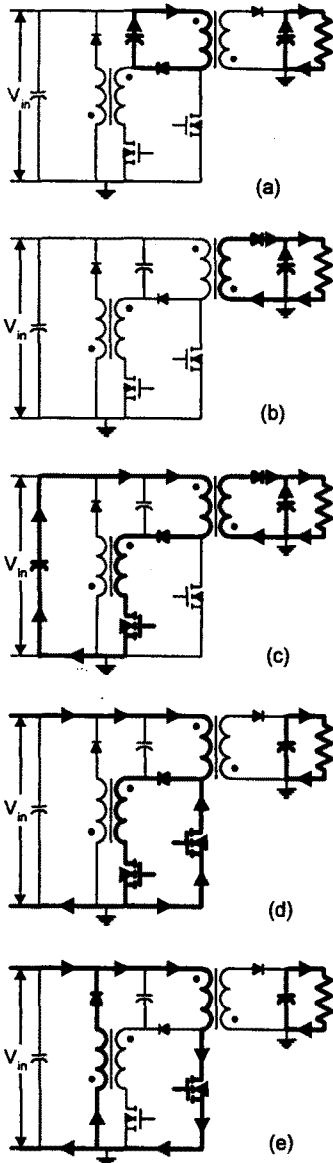


그림 3. 동작모드
Fig. 3. Modes of operation

제3단계 (c) T_3

보조 스위치가 온상태이고 주 스위치는 오프 상태이므로 영전압 스위칭 조건을 만든다. 따라서 주 스위치에서 발생하는 전력 손실을 제거할 수 있다. 그리고 보조스위치의 전류 스트레스는 보조 트랜스포머의 상호인덕턴스에 의하여 방지되므로 그림 2에서와 같이 나타난다.

제4단계 (d) T_4

보조 스위치가 온상태이고 주 스위치는 계속해서 오프 상태를 유지하고 있다. 이때 주 스위치의 역 병렬 다이오드를 통해 환류되는 단계이다.

제5단계 (e) T_5

보조의 스위치가 오프되고 주 스위치가 영전압 조건 하에서 온상태가 된다.

2.3 시뮬레이션

그림 1에서 제안한 컨버터 회로를 가지고 PSpice로 시뮬레이션을 하였다.

그림 4는 시뮬레이션 결과 파형을 보여주고 있다. 그림 4에서 주 스위치의 전압이 영전압 커패시터에 의해서 전압이 떨어져 있음을 확인할 수 있다.

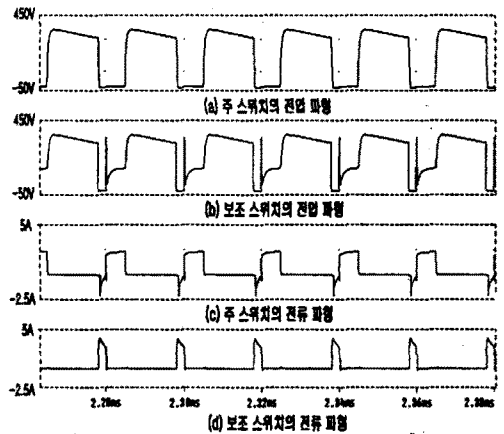


그림 4. PSpice를 이용한 시뮬레이션 파형
Fig. 4. Simulation waveform using PSpice

3. 결 론

본 논문에서는 영전압 스위칭 조건을 만들기 위해 보조의 트랜스포머와 커패시터를 직렬로 접속하여 높은 공진 전압을 감소시키는 방법을 제시하였다. 입력보다 높은 공진 전압이 감소되어지므로 스위치에 인가되는 전압 스트레스가 작아지게 되어 보다 낮은 등급의 스위치 소자 사용이 가능해졌다.

결과, 고전력에서도 실용적인 플라이백 컨버터의 구현이 가능하다.

(참 고 문 헌)

- [1] Youhao Xi 외 2명, "A Zero Voltage Switching Flyback Converter Topology", IEEE PESC '97 Record, pp.951-957
- [2] C.S. Leu, "Comparison of Forward Topologies With Various Reset Schemes", pp.101-109