

## 새로운 플라이백 영전압 스위칭 다중공진형 컨버터

김기용<sup>†</sup>, 윤대영<sup>\*</sup>, 김창선<sup>†</sup>  
<sup>\*</sup>에스피에스(주), <sup>†</sup>목포대학교 전기공학과

### Novel Flyback ZVS Multi Resonant Converter

Kim Kiyong<sup>†</sup>, Youn Daeyoung<sup>\*</sup>, Kim Changsun<sup>†</sup>  
<sup>\*</sup>Smart Power Solution (SPS) Inc., <sup>†</sup>Dept. of Electrical Eng. Mokpo National University

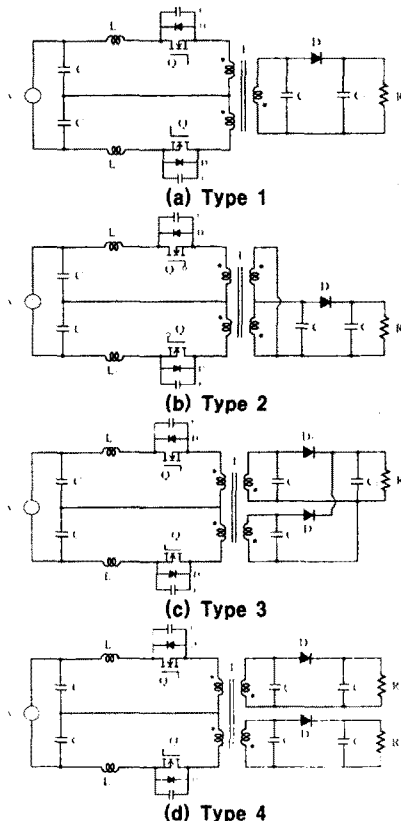
**Abstract** - The multi-resonant converter minimizes the parasitic oscillations using the resonant tank circuit absorbed parasitic reactances in a converter. So the converter can be operated at a high frequency and it provides a high efficiency because the switching power losses are reduced effectively. However, the high resonant voltage stress of semiconductors leads to the conduction loss. In this paper, it is proposed the novel flyback multi-resonant converter. The converter input is divided by two series input capacitors. And also the resonant stress is reduced to 2-3 times input voltage without any complexity and it provides the various circuit schemes in lots of applications. The proposed converters are verified through simulation and experiment.

#### 1. 서 론

공진형 컨버터의 공진전압 스트레스를 줄일 수 있는 새로운 플라이백 형태의 다중 공진형 컨버터를 제안하였다. 컨버터는 영전압 스위칭 동작을 하며, 두 개의 커패시터를 직렬 연결하여 입력 전압을 양분함으로써 공진전압 스트레스를 줄이도록 하였다. 회로를 구성하는 두 스위치는 서로 교번으로 동작하므로 기존의 제어 칩을 이용해 제어회로를 간단하게 구성할 수 있다.<sup>[1][4]</sup>

#### 2. AT 플라이백 다중 공진형 컨버터

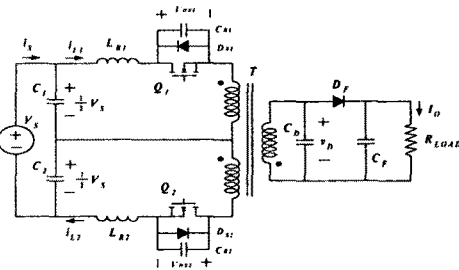
##### 2.1 컨버터 특성



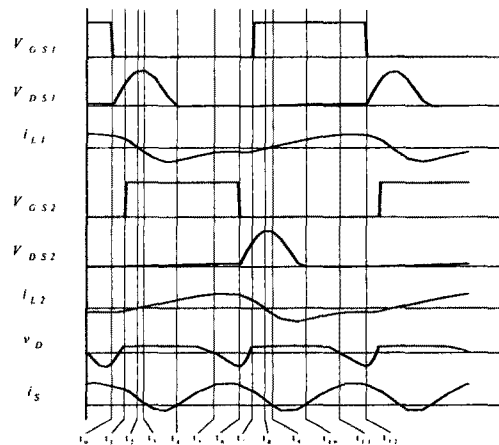
<그림 1> AT 플라이백 ZVS MRC 회로 형태

그림 1(a)를 살펴보면 컨버터를 교번으로 동작시키기 위하여 일반적인 플라이백 형태의 다중공진형 컨버터가 변압기 1차측에 직렬로 연결된 형태이다. 그러나 변압기 1차측 전압은 두개의 커패시터 C1과 C2에 의하여 양분되어 있는 형태로 커패시터에 저장된 에너지가 공진에 이용되는 전압원이 된다. 커패시터를 이용한 입력전압의 양분으로 인하여 스위치 양단간 전압스트레스는 2-3배정도가 된다.

입력단에 추가된 인덕터  $L_{R1}$ 과  $L_{R2}$ 는 공진 인덕터이며 스위치에 병렬로 연결된 공진 커패시터  $C_{R1}$ ,  $C_{R2}$ 와 함께 공진을 일으킨다. 스위치  $Q_1$ 과  $Q_2$ 는 교번으로 동작하기 때문에 1차측 스위칭 주파수에 비해 변압기 2차측은 2배의 주파수를 갖게 된다. 따라서 변압기 2차측에 연결된 커패시터  $C_D$ 에 걸리는 전압 주파수는 2배가 되며,  $C_D$ 에 나타나는 전압의 극성에 따라 출력단 다이오드  $D_F$ 는 온, 오프가 된다. 제어회로는 주파수 가변 제어 방식이며 스위치는 데드 타임을 갖고 교번으로 동작된다. 그림 1(b)에서 그림 1(d)는 컨버터의 여러 이용 가능한 형태를 보여준다.

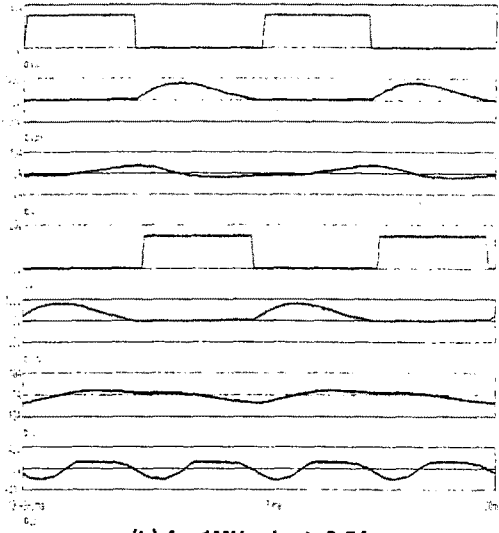


<그림 2> 동작 파형

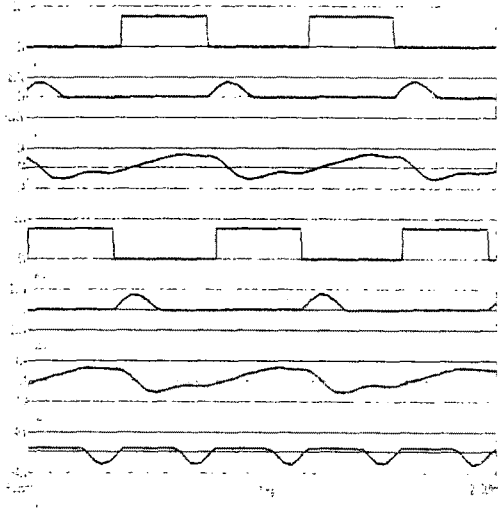


<그림 3> 동작 파형

그림 2은 컨버터의 각 부분 전압과 기준이 되는 전류의 방향을 표시한 것이다. 그림 3은 PSpice에 의해 시뮬레이션한 AT 플라이백 영전압 스위칭 다중 공진형 컨버터의 동작파형을 나타낸다. 전압, 전류 조건에 따라 한 주기 동안 8개의 모드로 동작한다.  $V_{GS1}$ 과  $V_{GS2}$ 는 MOSFET 스위치인  $Q_1$ 과  $Q_2$ 의 구동파형을 나타낸다.  $i_{L1}$ 과  $i_{L2}$ 는 공진 인덕터에 흐르는 전류를 나타내며, 각 스위치에 흐르는 전류와 같다. 이 공진전류는 흐르는 방향에 따라 스위치의 채널과 바디 다이오드를 통해서 흐르게 된다. 스위치 양단에 걸리는 공진전압 파형은  $V_{DS1}$ 과  $V_{DS2}$ 로 나타내었으며, 컨버터의 입력전류는  $i_s$ 이고  $v_D$ 는 2차측 공진 커패시터  $C_D$  양단에 걸리는 전압이다.



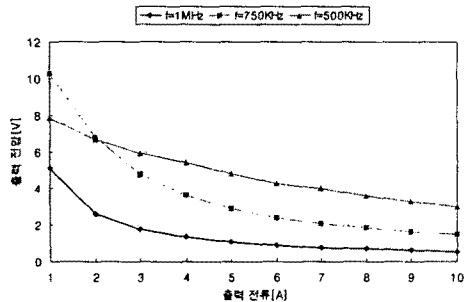
(b)  $f_s=1\text{MHz}$ ,  $I_{out}=0.5\text{A}$



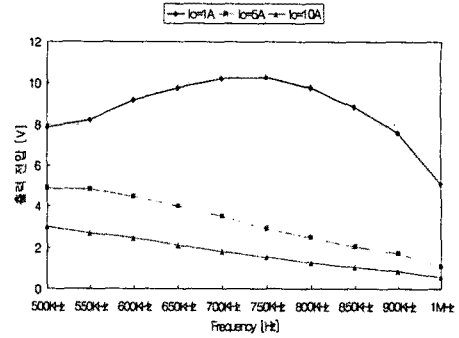
(b)  $f_s=500\text{KHz}$ ,  $I_{out}=10\text{A}$

<그림 4> 각 부분의 시뮬레이션 파형

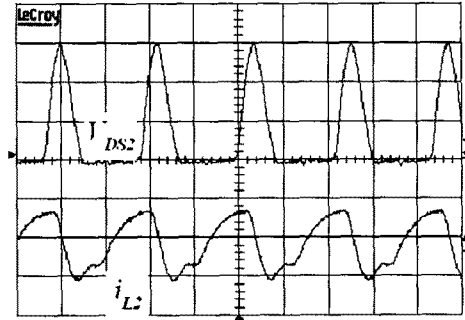
그림 4는 컨버터 형태를 나타내는 그림 1에서 type 1 회로의 각 부분 파형을 나타내고, 그림 5와 그림 6은 시뮬레이션으로 구한 각각의 출력전류와 주파수에 따른 출력전압 특성을 나타낸다. 시뮬레이션 파형으로부터 전압 스트레스는 중부하 시 약 150V 정도로 나타나고 있고, 출력전압은 출력전류에 반비례 특성을 나타내며 주파수가 증가함에 따라 감소하나 비선형 구간도 있음을 나타낸다. 그림 7은 실험 회로에서 측정된 스위치  $V_{DS2}$ 와  $i_{L2}$ 이다. 컨버터는 입력전압 48V, 출력 5V로 설계되었으며 부하가 6[A]일 때 측정하였다. 실험 결과로부터 시뮬레이션과 유사하다는 것을 알 수 있으며 스위치의 전압 스트레스는 약 150V 정도로 입력전압의 3배임을 확인할 수 있었다.



<그림 5> 출력전류에 따른 출력전압 특성



<그림 6> 주파수에 따른 출력전압 특성



### 3. 결 론

다중공진형 컨버터의 전압 스트레스를 줄이기 위하여, 입력전압을 입력 필터 커패시터로 양분함으로써 전압스트레스를 줄일 수 있는 AT 플라이백 다중공진형 컨버터를 제안하였다. 제안한 회로는 적용 형태에 따라 재구성하여 동작 시킬 수 있으며, 동작 해석을 위해 시뮬레이션과 실험을 통하여 타당성을 확인하였다. 시뮬레이션과 실험 결과, 4가지 형태 모두 비슷한 특성을 나타내고 있으며 공진전압 스트레스는 입력 전압이 48V인 경우 3배 정도인 150V 정도로 약 50%로 저감된 것을 확인할 수 있었다.

### [참 고 문 헌]

- [1] H. J. Kim, C. S. Leu, R. Farrinton, F. C. LEE, "Clamp Mode Zero Voltage Switched Multi Resonant Converters" IEEE PESC, pp 78-84, 1992
- [2] C. S. Kim, "The operational characteristics of the AT Forward Multi-Resonant Converter", KIEE, pp 114-123, Vol.12, No3, 1998
- [3] 김희준, 오덕진, 김창선 "클램프모드 포워드 다중 공진형 컨버터와 AT 포워드 다중공진형 컨버터의 스트레스 비교" 대한전기학회 하계학술대회 pp 2698-2700, 1999
- [4] 정진범, 김희준, 박우철, 우승훈, 김창선, "AT 플라이백 다중공진형 컨버터의 동작특성", 대한전기학회 하계학술대회 논문집 (B), pp. 1380-1382, 2005.7.18-20