

## 2MHz, 350W급 Full-Bridge DC-AC 컨버터 설계

\*정중기, \*김훈, \*\*김희준

\*한양대학교 전자전기제어계측공학과, \*\*한양대학교 전자컴퓨터공학부

### Design of 2MHz, 350W Full-Bridge DC-AC converter

\*Joong-ki Jung, \*Hoon Kim, \*\*Hee-jun Kim

\*Department of Electronics, Electrical, Control and Instrumentation Engineering, Hanyang University

\*\*School of Electrical Engineering and Computer Science, Hanyang University

**Abstract** - 본 논문은 MOSFET을 스위칭 소자로 사용한 350W급 2MHz 병렬공진 DC-AC 컨버터를 제안한다. 제안된 DC-AC 컨버터는 스위치의 전압스트레스 크기가 입력전압과 동일한 값으로 주어져 기존의 절연형 컨버터들 중에서 가장 낮은 전압 스트레스 값을 가지고 입력전압의 크기와 출력전력의 크기를 고려하여 풀-브리지 컨버터 토폴로지를 채택하였다. MOSFET 게이트 구동펄스는 50%의 시비율이며, 구동트랜스포머를 사용하여 DC-AC 컨버터의 플로팅 스위치를 구동하였다. DC-AC 컨버터의 입력전압은 50V, 부하저항은 500Ω의 무유도 저항을 이용했다. 출력전압과 출력전류의 실효치는 각각 430V, 800mA 이고 효율은 82.5%에 도달하였다.

하였고, 고주파용 캐패시터를 부하저항과 병렬로 연결하여 사용하였다. 이러한 연결은 전력변환의 최대점에서 운전 할 경우 스위칭전류가 과다하게 흐를 수 있는 직렬공진의 단점을 개선시킬 수 있는 장점을 가지고 있다[4].

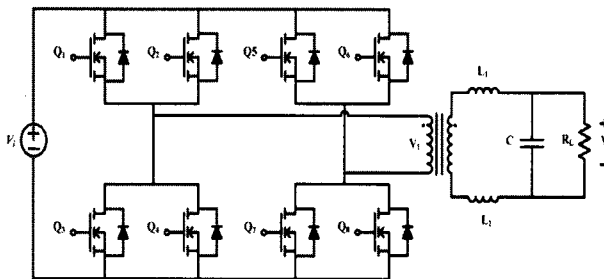
#### 1. 서 론

최근 스위칭 전력 변환회로에서 고주파 전력용 스위치 반도체의 실용화로 인하여 신뢰성 및 효율성이 높아졌음은 물론이고 소형, 경량화가 가능해졌다. 그러나 스위칭 주파수를 고주파화 하면 스위칭손실, 코어손실 등이 증가하게 되며 스위치 양단에 다량의 서지 노이즈도 발생하게 된다. 이러한 단점을 개선시키기 위하여 스너버 회로를 1차측에 연결하는 방법 및 소프트 스위칭기법 등을 적용하여 스위칭 손실을 최소화하는 동시에 동작주파수의 고주파화를 가능하게 할 수 있는 연구가 활발히 진행되고 있다[1]-[3]. 이러한 소형, 경량화의 요건을 만족시키기 위하여 본 논문에서 제안한 풀-브리지 토폴로지의 DC-AC 컨버터 스위칭 주파수를 2MHz로 설계 하였으며, 이것은 기존의 수십kHz~수백kHz의 주파수대역 보다 훨씬 높은 주파수 대역에서 이전의 것 보다 더욱 소형, 경량화 할 수 있는 이점을 가지고 있다.

#### 2. 본 론

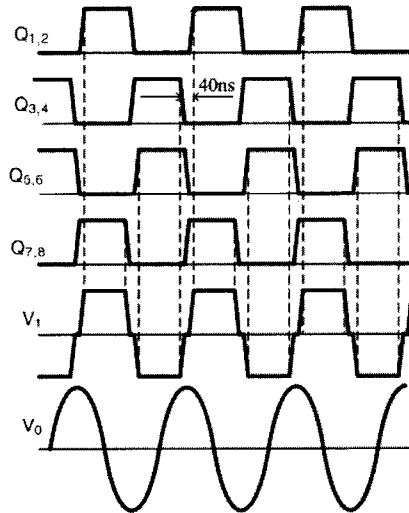
##### 2.1 풀-브리지 DC-AC 컨버터

<그림 1>은 제안된 풀-브리지 컨버터 토폴로지의 DC-AC 컨버터 회로이다. 스위칭소자는 2MHz의 동작주파수를 가지는 게이트 구동펄스에 적합한 상승시간( $T_r$ )과 하강시간( $T_f$ )을 가지는 MOSFET을 선정하였다. 또한 스위칭소자의 손실을 최소화하기 위하여 MOSFET의 병렬구동을 채택하였다.



<그림 1> 제안된 풀-브리지 컨버터 토폴로지의 DC-AC 컨버터 회로도

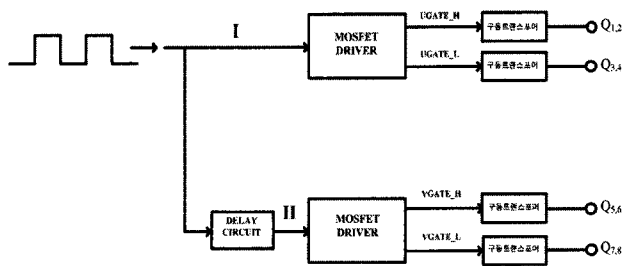
스위칭소자에 입력으로 사용되는 각각의 게이트 구동펄스와 <그림 1>의  $V_1$  과  $V_0$ 의 파형을 <그림 2>에 나타내었다. <그림 2>의 파형을 보면 2개의 상압 게이트 구동펄스( $Q_{1,2}$ ,  $Q_{5,6}$ )와 하압 게이트 구동펄스( $Q_{3,4}$ ,  $Q_{7,8}$ )가 40ns의 테드타임을 가지고 있어 풀-브리지 토폴로지의 DC-AC 컨버터의 스위칭 구동소자에 압단락을 방지할 수 있으며 결과적으로 원활하게 신호를 공급할 수 있음을 알 수 있다. 트랜스포머의 턴 비는 1:5의 비율로 구성하였으며 제작 과정 중 고주파동작에 의하여 코일과 코일사이의 미세한 공간에 의도하지 않게 생길 수 있는 기생캐패시터 성분을 최소화하기 위해 1,2차 각각의 층마다 절연을 시킴으로서 고주파에서도 안정적으로 동작 할 수 있도록 하였다. 2차측 공진회로에서 인덕터는 공심코일로 인덕터를 제작



<그림 2> MOSFET 게이트 구동펄스와 주요파형

##### 2.2 MOSFET 구동회로

<그림 3>은 풀-브리지 DC-AC 컨버터의 구동을 위한 스위칭 구동회로의 블록도를 나타낸다. 구동을 위한 클럭신호는 2MHz의 주파수에 50%로 고정되어진 시비율, 5V의 진폭을 가지는 구형파(I)를 사용하였다. 지연회로는 슈미트 트리거와 RC 적분기로 구성되어 있고, 저항과 캐패시터의 값을 가변하여 원하는 시간지연(II)을 얻을 수 있다. 기존의 구형파 신호I과 시간지연된 신호II를 MOSFET DRIVER의 입력으로 사용한다.

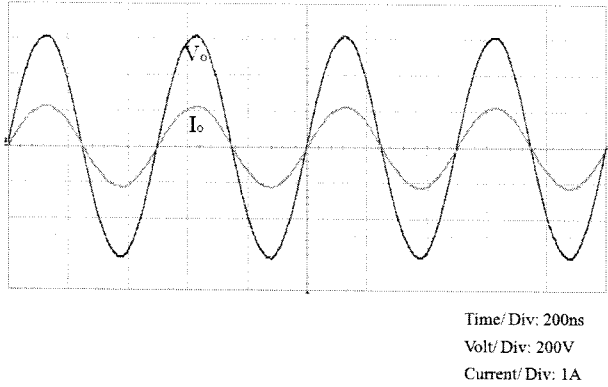


<그림 3> MOSFET 구동회로의 블록도

이렇게 하여 얻어진 시간지연을 갖는 4개의 구형파에서 플로팅 되어진 상압 MOSFET의 스위칭신호를 구동시키기 위하여 구동트랜스포머를 사용하였다.

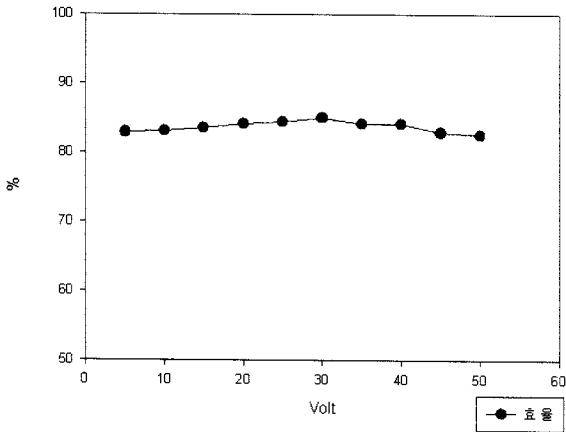
### 2.3 실험결과

제한된 DC-AC 컨버터는 실험을 통해 출력전압과 출력전류의 파형을 측정하여 최종 출력을 계산했고, 입력전압을 5V에서 50V까지 5V 단위로 가변시키면서 각 점에서의 효율을 측정하였다. 부하저항은 일반 저항성분에서 어쩔 수 없이 발생될 수 있는 유도성분을 무시할 수 있을 정도로 작게 구성하기 위해 무유도 저항을 사용하여 실험하였다.



〈그림4〉 DC-AC컨버터의 출력파형

〈그림 4〉는 DC-AC 컨버터에 50V의 전원을 인가하였을 때 출력전압과 출력전류의 파형을 보여주고 있고 전압, 전류의 위상이 동일함을 확인하였다. 이렇게 하여 얻어진 전압, 전류의 파형의 실효값은 각각 435V, 800mA로 나타남을 확인할 수 있으며 최종적으로 350W의 출력전력을 얻을 수 있다.



〈그림5〉 DC-AC컨버터의 효율

〈그림 5〉는 제작된 DC-AC 컨버터의 효율을 나타낸다. 5V 구간마다 측정되어진 효율값은 입력전압이 30V일 때 최대 85%의 효율(127W)이 나타났고, 50V일 때 82.4%의 효율(348W)을 확인할 수 있었다. 따라서 모든 전압의 구간에서 80%이상의 효율을 얻음으로서, 효율면에서 적정성을 검증하였다.

### 3. 결 론

지금까지 풀-브리지 컨버터 토폴로지를 적용한 DC-AC 컨버터에 대하여 기술하였다. 본 논문에서는 기존의 고주파형 인버터에 관한 논문에서 확인할 수 있었던 수백KHz대의 동작주파수 보다 훨씬 높은 주파수 대역에서 350W급의 출력과 80% 이상의 효율을 얻을 수 있었다. 그러나 고정시비율과 MOSFET 게이트 구동회로 부분의 게루프형 설계방식에 대해서는 향후 보완해야 할 사항이라 생각된다. 본 논문에서 제안한 내용을 이용하여 2MHz급 이상의 DC-AC 컨버터 설계 또한 가능할 것이다. 또한 소프트 스위칭기법을 도입하여 영전압 또는 영전류 스위칭기법을 적용함으로써 MOSFET에서 발생할 수 있는 손실을 줄일 수 있을뿐 아니라 본 논문에서 제안된 효율보다 높은 효율을 가질 수 있을 것이다.

#### [참고 문헌]

- [1] H. Pinheiro P. Jain G. Joos "Zero Voltage Switching Series Resonant Based DC-AC Converter", IEEE, pp549~552, 1998
- [2] Yoshihiro Murai, Thomas A. Lipo, "High-Frequency Series-Resonant dc Link Power Conversion" IEEE Transactions on Industry Applications, VOL. 28, NO. 6, pp1277~1285, 1992
- [3] C. E. A. Silva, D. S. Oliveira Jr., R. P. T. Bascopé, "A DC-AC Converter with High Frequency Isolation" IEEE International Symposium, pp953~958 2007
- [4] Alan H. Weinberg, "A New Zero Voltage and Zero Current Power-Switching Technique", IEEE TRANS in PE, Vol.7, NO.4 pp.655~665, OCT, 1992