

직렬 연결한 IGBT용 Driver

진정태, 차병헌, 성세진*
한국원자력연구소, 충남대학교*

An IGBT Driver for Serial Connected Pulse Switching IGBTs

Jeong-Tae Jin, Byung-Heon Cha, and Se-Jin Seong*
Korea Atomic Energy Research Institute, Chung Nam National University*

ABSTRACT

An IGBT driver for serially connected pulse switching IGBTs was constructed and tested. The IGBT driver has ten output pulses with 1 μ sec pulse width. Its pulse repetition-rate can be adjusted from 0 to 20 kHz. The output pulses were insulated from 10 kV high voltage by a pulse transformer. Their voltage amplitude are 18 V, voltage rising time 250 nsec., and voltage falling time 200 nsec when IGBT gates with 12 nF input capacitance are connected.

1. 서 론

수 10 kV, 수 100 A, 수 kHz의 고반복율 고전압 펄스 전원은 펄스 레이저 분야, 공해물질 제거분야 등 산업계 여러 분야에서 활용된다.

고반복율, 고전압 펄스 전원으로 사용되는 대표적인 반도체 스위치에는 FET, IGBT 등이 있으며 시판되는 수 kHz 이상 동작속도를 갖는 소자들의 전압 정격은 현재 1.2 kV ~ 3.3 kV 정도이므로 수 10 kV를 스위칭하기 위해서는 다수의 소자들을 직렬 연결하여 사용할 필요가 있다^[1,2].

소자들을 직렬연결하여 사용하기 위해서는 소자들간의 균일한 전압 분배가 무엇보다 중요하지만, 고전압 전위의 스위칭 소자와 저 전위의 펄스 스위칭 회로 사이의 절연을 유지하면서 안정적인 스위칭 펄스를 제공할 수 있는 스위치 드라이버(driver) 또한 필수적이다.

직렬 소자들을 펄스 드라이브하는 방식에는 광트리거 방식, 자체 트리거 방식, 펄스 변압기 방식 등이 있으나 드라이브 전력이 비교적 크고 빠른 반복율이 요구되는 경우에는 펄스변압기 방식이 널리 사용된다.

본 논문에서는 직렬 연결된 스위칭 소자들을 효과적으로 펄스 스위칭하기 위해서 1차권선과 2차권선 사이의 절연에 중점을 둔 고전압 절연 다중출력 펄스변압기를 제작하였으며 이를 사용하여 다수의 직렬연결된 IGBT를 동시에 펄스 스위칭 시킬 수 있는 IGBT 드라이버를 제작하였다.

2. 고전압 절연 펄스 변압기

펄스 변압기는 1차와 2차 권선 사이의 절연 전압을 10 kV 이상 유지하면서 10개의 다중 펄스를 출력할 수 있도록 그림 1과 같은 구조로 제작하였다.

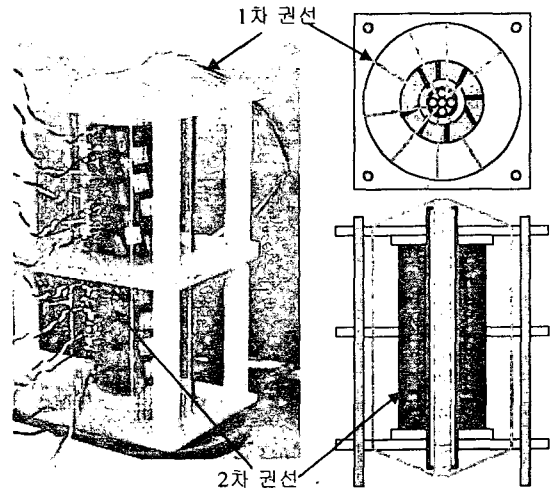


그림 1 펄스 변압기

그림 1 에서와 같이 코어는 출력 펄스당 1개씩 모두 10개의 코어를 적층하여 사용하였으며 사용한 코어 크기는 외경 50 mm, 내경 32 mm, 두께 10 mm, 재질은 고주파 특성이 우수한 Ni-Zn 계열 페라이트이다.

외부의 1차 권선은 적층된 코어 10개 전체를 감

싸도록 감았으며 2차 권선은 각각의 코어마다 감는 구조를 취하였다. 1차 권선은 권선의 분포를 균일하게 하기 위하여 직경 0.5 mm 테프론 전선 6가닥을 일정한 간격으로 번갈아가며 8바퀴씩 감았고 2차 권선은 6가닥씩 나란히 8바퀴 감았다.

3. 펄스 발생 회로

펄스의 발생 및 반복을 조절은 전압-주파수 변환 IC인 VFC32를 사용하였다. VFC32의 출력 주파수는 DC 입력 전압에 비례하며 duty cycle은 25%로 설계하였다. 이 출력을 단안정 멀티바이브레이터 MC14528B를 통과시킴으로써 $1\mu\text{sec}$ 펄스 폭을 얻도록 하였다. 이렇게 얻어진 $1\mu\text{sec}$ 펄스 신호를 FET driver TC4422로 전류증폭하고 FET IRFP450을 스위칭함으로써 필요한 전압, 전류의 펄스 스위칭이 실현되도록 하였다. 그 구성도는 그림 2와 같다.

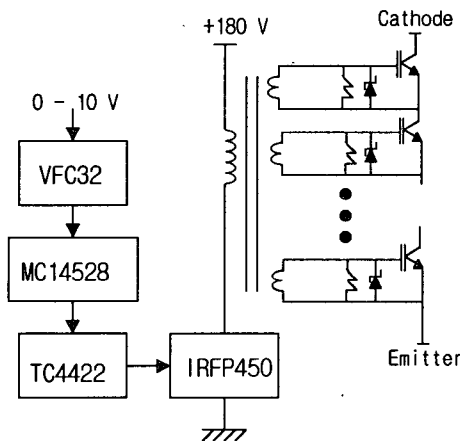


그림 2 IGBT 드라이버 구성도

4. 출력 특성

그림 3은 정격전압 1.2 kV, 전류 50 A, 입력 커패시턴스 12 nF 인 IGBT CM50DU-24H를 부하로 연결하여 측정한 전압파형이다. 이때 게이트와 에미터 양단은 10Ω 의 turn-off 저항을 연결하여 게이트에 충전된 전하가 빨리 소멸되도록 하였으며 병렬로 정격 18 V의 제너 다이오드를 접속하여 과전압으로부터 게이트를 보호하도록 하였다. 측정된 펄스의 진폭은 18 V이며 상승시간은 250 ns, 하강시간은 200 ns를 나타내었다. 또한 다른 펄스와 비교하여 지터가 없음을 관찰하였다.

그림 4는 그림 3 펄스가 출력될 때의 펄스 변압기 1차측 스위칭 FET IRFP450의 드레인 전압파형이다.

절연 특성을 시험하기 위하여 CM50DU-24H 10개와 100Ω 저항을 직렬로 연결하고 DC 10 kV를 인가하여 관찰하였으며 IGBT 드라이브에 고전압이 인가된 조건에서도 이상없이 동작함을 확인하였다.

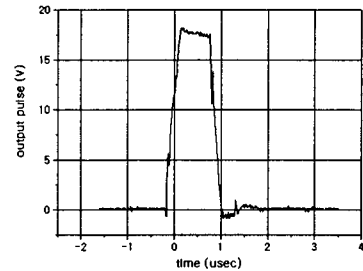


그림 3 IGBT 드라이버 출력 파형

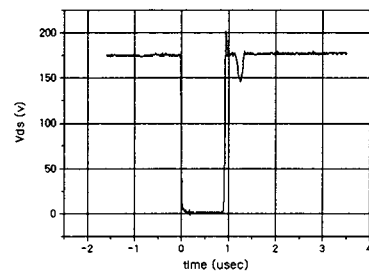


그림 4 FET IRFP450 드레인 전압 파형

3. 결 론

10개의 직렬 연결된 1.2 kV, 50 A 급 IGBT를 동시에 펄스 스위칭 시킬 수 있는 IGBT 드라이버를 제작하여 그 특성을 조사하였다. 제작된 드라이버는 10 kV 고전압이 직렬연결된 IGBT 스위치에 인가되었을 때도 이상 없이 동작을 잘 하였으며 그때의 전압 상승시간, 진폭, 및 하강시간은 각각 250 ns, 18 V, 200 ns를 나타냄을 관찰하였다. 제작된 IGBT 드라이버는 직렬연결 고전압 IGBT 스위치를 드라이브 시키는데 유용하게 사용될 수 있을 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

- [1] J. Sigg, M. Bruckmann,, "The Series Connection of IGBTs Investigated by Experiments and Simulation" Power Electronics Specialists Conference, 1996. PESC '96 Record. 27th Annual IEEE, Volume 2 Pages 1760~1765.
- [2] P. R. Palmer, A. N. Githiari, "The Series Connection of IGBT's with Active Voltage Sharing", IEEE Trans. Power Electronics, Vol. 12, NO.4, pp. 637~644. July 1997.