

## батери 전원을 이용한 고압 펄스 전원 장치 개발

김원호, 강유리, 김성준\*, 이광학\*\*, 김철우\*\*\*

(주)세원테크 \*(주)세진 \*\*울산대학교 금속공학과 교수 \*\*\*부산대학교 전기공학과 교수

### Development of a High Voltage Pulse Power Supply with Battery Source

W. H. Kim, I. Kang, S. J. Kim, K. H. Lee, C. U. Kim

Sewon Tech., Sejin, University Of Ulsan, Pusan National University

#### ABSTRACT

With the increasing demands for clean environment, development of air cleaning systems has been received increasing attention.

Pulse power systems are widely used for air cleaning in the industrial applications. High voltage pulse power supply affects the performance of the overall environmental system.

In this study, high voltage micro pulse power supply for removing NOx in diesel engines is developed.

The ratings of the pulse voltage is 20kV. The pulse width is 10usec and max. pulse repetition ratio is 1kHz.

#### 1. 서 론

연소 후 발생하는 배기가스에는 각종 유해 물질과 분진이 포함되어 있으며 특히, NOx와 SOx 성분은 심각한 유해물질로 분류된다. 따라서, 이러한 배기가스 중의 NOx, SOx 성분을 제거하기 위한 장치가 일부 개발되고 있으나 이러한 장치들은 제거 효율도 아주 낮으며 NOx 처리 장치용인 경우는 제작 및 유지비가 아주 비싸다는 단점을 가지고 있다. 따라서, 배기가스 처리 장치에 대한 설치비의 과다 및 낮은 제거 효율로 인하여 배기가스가 대기 중에 그대로 배출되어 대기오염의 주 원인이 되고 있는 실정이다.

일반적으로, 디젤을 연료로 사용하는 엔진은 구동시 NOx와 CO등의 유해 물질과 함께 다량의 분진을 배출한다. 디젤 엔진에서 배출되는 이러한 유해 물질을 제거할 수 있는 필터나 삼원 촉매의 개발이 활발히 진행 중에 있으나 이러한 장치를 장착할 경우, 제 성능이 나오지 않거나 잦은 고장이 발생되어 실용화하는데 많은 어려움이 뒤따르고 있다.

본 논문에서는 오존을 이용하여 NOx를 제거하고 보조적으로 플라즈마를 사용하여 NOx의 분해를 촉진시키는 장치를 위한 고압 펄스 전원을 개발하였다. 고압의 전기 방전에 의해 발생하는 오존은 상온에서 다른 물질과 손쉽게 반응하여 유해 물질을 독성이 없는 물질로 분해하는 기능이 있는 것으로 알려져 있다. 따라서, 오존을 이용하여 배기가스에 포함된 NOx 성분이 오존과 반응하도록 하고 이 반응의 결과물들이 무해한 가스 성분이 되어 대기 중으로 배출되도록 하는 장치를 개발하였으며 새로이 개발한 펄스 전원 장치는 오존과 배기가스의 반응을 촉진시켜주기 위한 플라즈마 리액터에 전원을 공급해주는 장치이다.

MPC(Micro-Pulse Concept)<sup>[1]-[2]</sup>를 적용한 고압 펄스 전원은 종래의 직류 전압 방식이나 세미 펄스(Semi-pulse) 전압 방식<sup>[3]-[4]</sup>에 비해 최근에 개발된 첨단 전원 방식으로서 플라즈마 방전 및 집진 분야 등에 있어서 성능과 효율이 뛰어난 장점을 지니고 있는 것으로 보고되고 있다.

본 논문에서 개발한 펄스 전원 장치<sup>[5]-[7]</sup>는 아주 낮은 전원으로 볼 수 있는 12V батери를 이용하여 최대치가 20kV이며 펄스폭이 10usec인 고압 펄스를 발생시킨다. 플라즈마 리액터의 방전 크기를 조절하기 위한 펄스 반복률(이하, pps)은 최대 1kHz이다.

새로이 개발한 주전원 회로를 기초로 하여 이를 제어하기 위한 제어회로 및 주회로와 고압 변압기 등을 설계하여 그 특성을 살펴보았으며 제안하는 주회로의 가장 큰 특징은 12V батери 전압을 전원으로 사용하고 있으며 펄스의 피크치 크기, 펄스 주기 등을 원하는 대로 조절하기가 쉬운 장점이 있다.

#### 2. 전원 회로 구성

고압 펄스 전압 발생회로는 일반적으로 공진 방식 또는, 고압 스위치 제어에 의해 얻어지는데 본 발명에서

제안하는 방식은 이 공진회로의 구성을 달리하여 펄스 전압 발생 회로의 낮은 입력 전압을 사용한 순간 공진과 펄스 변압기에 의해 고압 펄스 파형을 얻을 수 있다. 따라서, 제작 시에 기존의 회로와 비교하여 절연 공간이 줄어들어 크기와 무게가 감소하며 부하에 인가되는 펄스 전압의 피크치의 크기 및 펄스의 반복 주기를 사용자가 필요에 따라 조절을 할 수 있고 펄스 폭 등의 값은 회로에 사용되는 소자들의 설계치 조절에 의해 가변할 수 있다. 또한, 공진 발생을 위한 반도체 스위칭 소자로 MOSFET를 2개만 사용하므로 제어가 간단하며 시스템의 구성을 단순화하여 제작 생산적인 측면에서 우수한 특성을 얻을 수 있다.

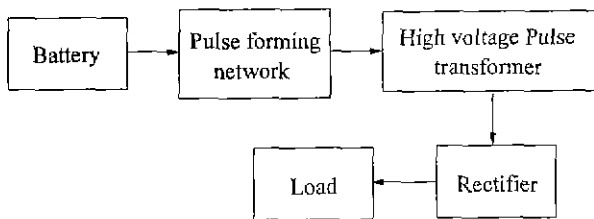


그림. 1 MPC형 주회로의 간이화 도면

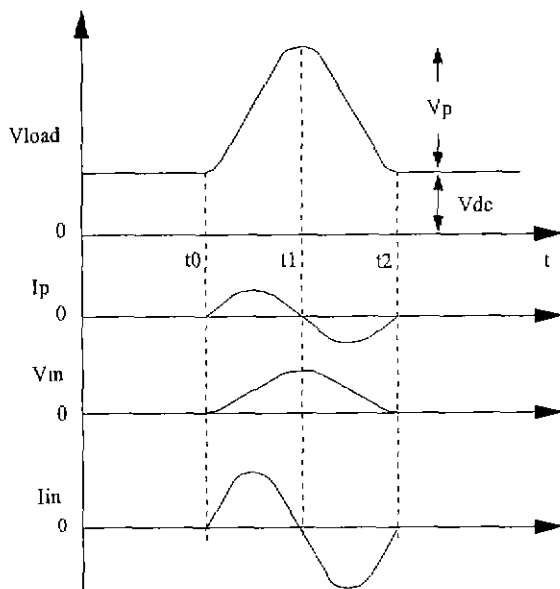


그림 2 주회로의 각부 파형

고압 펄스를 발생시키는 회로의 구성은 배터리를 사용하여 직류 전압을 얻고 이 직류 전압을 전원으로 하는 회로로 구성되며 공진 회로 구성은 고주파 변압기를 기준으로 1차측에 공진 인덕터와 2차측에 공진 커패시터 역할을 하는 용량성 부하가 연결되며 반도체 스위치의 동작은 임의 주파수에 따라 턴 온하면 공진 전류가 흐르기 시작하며 공진 전류의 흐름이 바뀌는 순간부터는 반

도체 스위치의 다이오드로 역전류의 흐름이 생기므로 별도의 복잡한 스위칭 동작이 필요없다.

그림. 1은 본 연구에서 개발한 새로운 MPC형 주회로의 간이화된 그림으로서 기본 구성은 다음과 같다.

- ◆ Battery : 출력되는 직류 12V 전압으로 고주파 및 usec 폭을 가지는 고압 펄스 전압을 만드는 회로의 간이화된 도면이다.
- ◆ Pulse forming network(펄스 발생 회로) : 반도체 스위칭 소자와 인덕터로 구성되어 high voltage transformer의 1차측에 낮은 크기의 펄스 전압이 발생되도록 하는 회로.
- ◆ High voltage transformer(고압 변압기) : 1차측에서 발생한 낮은 크기의 펄스 전압을 kV 단위의 높은 전압으로 증폭시킴.
- ◆ Rectifier(정류기) : High voltage transformer에서 발생한 고압 교류 전압을 직류 전압으로 바꿔주는 역할.
- ◆ Load(부하) : 전원 장치가 대상으로 하는 리액터.

그림. 2는 펄스 발생 부하단에 인가되는 전압 및 전류 파형을 나타내는 그림이다. 초기 상태에 반도체 스위치가 도통되면 인덕터에는 배터리에서 공급하는 전압에 의해 에너지가 저장되기 시작한다.  $T = t_0$ 인 순간에 반도체 스위치가 턴 온되면 인덕터 및 용량성 부하에 의해 공진이 발생하며 전류가 0이 될 때( $t = t_1$ ) 전류의 방향이 바뀌고 정류기를 통해서 역전류가 흐르기 시작한다. 전류가 다시 0이 될 때 공진이 종료된다. 위와 같은 과정이 원하는 펄스의 주기로 반복된다.

최초 공진 시작점에서 공진용 인덕터에 충전된 전압  $V_L$ 는 입력 직류 전압과 같은 크기로 충전되어 있다고 할 때, 이 상태에서 반도체 스위치 도통시키면 공진 회로에 공진이 발생한다. 이 시간은 순환 전류가 정현 파형으로 다시 제로 값이 될 때까지 지속된다.

본 회로에서 이용된 펄스 발생장치는 종래의 방식에 비해 펄스 변압기가 사용되므로 절연 공간을 줄일 수 있어 더욱 소형화될 수 있다.

### 3. 실험 결과

그림 3은 새로이 개발한 고압 펄스 발생 장치를 나타낸다. 그림은 1차 시작품을 나타내는 것으로 장치의 크기는 더욱 소형화 할 수 있다. 고압 변압기의 정격은 최대 펄스 전압이 20kV이며 펄스폭은 10us이다. 그림. 4는 용량성 부하 리액터에 인가되는 출력 전압을 나타내는 그림이다. 그림에서 보는 바와 같이 펄스 전압 최고값이 20kV이며 펄스 전압의 폭은 10us가 됨을 알 수 있다.

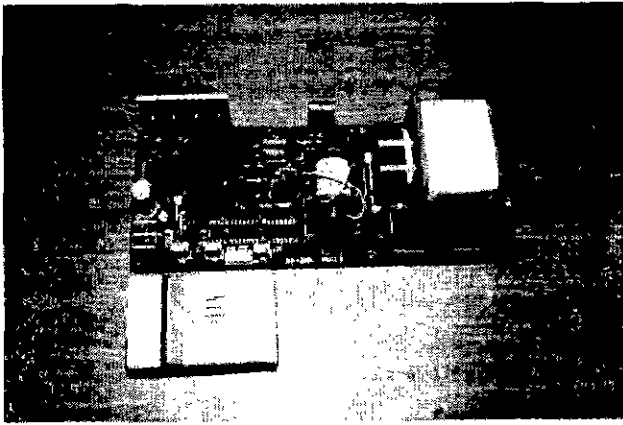


그림. 3 기 개발된 펄스 전원 장치

#### 4. 결 론

본 연구의 최종 목표는 배터리의 저전압을 사용하여 새로운 형태의 고압 펄스 전원 장치를 개발하는데 있다. 본 연구에서 제안한 전원장치 주회로의 기대되는 장점을 살펴보면 다음과 같다.

- ◆ 펄스 전압은 배터리(12V) 전원으로 발생
- ◆ 펄스 주파수 증가 범위가 넓음(0 ~ 1kHz)
- ◆ 소형, 경량화 및 가격의 저가화
- ◆ 산업용 펄스 전원 장치에 응용

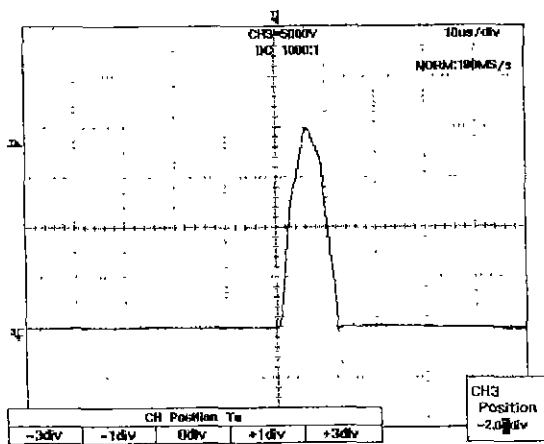


그림. 4 용량성 부하에 인가되는 출력 전압

#### 참 고 문 헌

- [1] 松井義雄, Kjell Porle, "Improvement of ESP's Performance Achieved with Microsecond Pulsing Energization", 火力原子力發電 vol. 41, no. 2, pp92~101, 1990
- [2] 火力原子力發電技術協會, "火力發電所環境保全技術, 設備", vol. 41, no. 6, pp779~794, 1990
- [3] "高速流電氣集塵裝置(HV-EP)의 開發", 富松一隆 외, 三菱重工業報 Vol. 29, No. 4, pp290~295, Jul 1992
- [4] 富松一隆 외, "高速流電氣集塵裝置(HV-EP)의 開發", 三菱重工業報 vol. 29, no. 4, pp290~295, 1992
- [5] R.M. Ehrlich et al, "AC Electrostatic Precipitation", IEEE Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA, pp1211~1214, 1984
- [6] 임근희, 김원호 외, "전기집진기용 Pulse 하전식 전원장치", 대한전자공학회 추계합동학술발표대회 논문집, 1994.
- [7] 김종수, 김원호, 장유리, 임근희, 김종화, 조창호, "펄스하전 방식에 의한 전기 집진장치 성능 개선", '97 전기학회 하계 학술대회 논문집, pp 2243-2245, 1997.