

UWB 펄스전자파 발생용 원통형 Marx 펄스발생장치개발 Coaxial Marx Type Pulse Generator for UWB EM Pulse

장용무, 이상욱*

Yong Moo Chang, Sang Wook Lee*

한양대 퓨전전기기술응용연구센터, *이엠디

EFT Center Hanyang University, *EMD

Abstract : As the industrial technology is getting higher, the pulsed power technology is required from various fields such as thermonuclear fusion energy sources, military applications, electric power distribution, and a variety of new specialized needs. This technology deals with the generation of very high power electromagnetic pulses through fast switching. We fabricated a pulsed power generator, named EMD pulse generator, by using Marx circuit with 200 kV high, 50 ns fast rise time. In this paper, we described about an effect of stray capacitance of coaxial Marx generator, EPG-AM200k, and a comparing the results of experiments and circuit analysis

Key Words : Marx Generator, UWB, Pulse Generator, EM Pulse

1. 서 론

펄스파워기술(pulse power technology)은 초고속 고전압, 대전류 스위칭 및 펄스 성형기술을 이용하여 용량성 또는 유도성 에너지원에 축적된 전기에너지를 극히 짧은 순간에 방출시켜 매우 높은 첨두 출력을 갖는 펄스를 발생시켜 이를 응용하는 기술이다. 이러한 기술은 고온 고밀도 플라즈마 핵융합장치, 고출력의 펄스 레이저, 하전입자빔 가속 장치, 전자력 가속장치(electromagnetic launcher), 고출력 전자파 펄스(HEMP) 발생장치 등과 같은 산업 및 군사적인 응용분야를 비롯하여, 최근 전력산업에서 소형 컴팩트화 되고 있는 고전압 전력기기들의 절연성능향상, 특히 전력 IT화 핵심 요소인 IED 및 각종 전자 디지털 장치 등에 대한 극한 전자파(EMP: Electro-Magnetic Pulse) 신뢰성향상을 위한 연구설비 와 같은 분야에 활용하는 등으로 급격히 발전하고 있다.[1,2] 이러한 목적의 연구 설비에서 가장 핵심 요소는 급준 고전압 펄스 발생장치로 우리는 소형의 급준펄스 발생장치를 위하여 1923년 Erwin Marx가 제안한 고전압 Marx 회로를 이용하여 UWB 전자파 펄스를 발생시키기 위한 소형의 동축형 급준펄스 발생장치 EMP-AM200k (EMD Pulse Generator-AM200k)를 개발하였다.

2. 결과 및 토의

5단으로 설계, 조립된 EPG-AM200k Marx 발생기의 각 단은 병렬 연결된 3개의 원형 세라믹 커패시터($C=2nF$, $WV=35kV$) 배치되고 중앙에는 스파크갭 스위치(직경 20mm, 갭간격 각각 10, 12mm), 그리고 각 단은 엔지니어링 플라스틱 절연 스페이서로 갭 스위치의 간격유지 및 절연시키며 절연 스페이서 중앙을 내경 60mm로 관통시켜 간격 조절이 가능한 스파크 갭 스위치를 설치하였다. 충전용 저항(R_c)는 각 단의 원형 알루미늄판을 통해 단과 단 사이에 연결된다. DC 충전장치, 트리거 발생장치 및 접지 등은 하부 플랜지커버에 내장된 커넥터를 통해 각각 케이블로 연결된다. 펄스 출력은 상부 플랜지커버의 중앙에 있는 출력단자를 통하여 발생된다. 또한, 200 [kV] 출력으로 설계된 EPG-AM200k의 절연확보를 위하여 원통 하우징으로 밀폐시켜 절연가스를 충전시킬 수 있도록 하였다. 성능 실험을 위한 부하(load)로 액체저항(liquid resistor)을 적용하였다.

설계-제작된 EPG-AM200k의 출력 펄스 전압 측정은 상용 고전압 프로브 EP100K(일본 PEEC사)를 이용하고 파형분석은 오실로스코프(LeCroy WaveRunner 104Xi, 1GHz, 10G/s)를 사용하였다. 이번 연구에서는 EP100K 고전압 프로브의 측정가능 전압의 한계로 인하여 EPG 단(stage)을 5단까지만 조립하여 최대 출력전압을 100 [kV₀] 정도로 발생되도록 하였다. 스파크 갭 스위치 커패시턴스 C_0 와 표류용량 C_s 를 감안하여 EPG의 동작특성의 최적화를 위한 보상 커패시터 C_c 의 위치에 따라 장치의 출력 특성을 표 2에 정리하였다. 그리고 출력부하는 인덕턴스 성분이 적고 손쉽게 제작이 가능한 황산구리 액체저항(liquid resistor)]을 사용하였다.

본 연구에서 수행한 시뮬레이션 결과에 따라 EPG-AM200k의 표류용량 C_s 를 보상하기 위하여 190 [pF]의 보조 커패시터를 적용하였다. 부하크기에 따른 출력 특성을 확인하기 위하여 오버슈트(overshoot)가 적고 상승시간이 비교적 빠른 C_c 를 설치하고, 3.1 [k Ω], 57 [Ω] 두 종류의 수저항(water resistor)을 사용한 경우의 3.1 [k Ω] 부하에 대한 출력특성은 상승시간 8.4 [nsec], 첨두 펄스전압 100 [kV]이며, 57 [Ω]의 경우는 22 [nsec], 70 [kV] 나타났다. 이는 시스템의 인덕턴스 및 저항값에 따른 펄스 상승시간 $\tau_{rise} = L/R$ 에 따른 것으로 펄스 상승시간은 물론이거니와 크기 면에서도 오버슈트 부분을 배제하더라도 매우 만족스러운 펄스 출력 결과로 판단된다.

참고 문헌

- [1] Ihor Vitkovitsky, *High Power Switching*, Van Nostrand Reinhold Co., New York, 1987
- [2] Hansjachim Bluhm, *Pulsed Power System: Principles and Applications*, Springer, ISBN-13:978-3-540-26137-7, pp.63-73, 2006

† 교신저자) 장용무, e-mail: changym@hanyang.ac.kr, Tel:031-400-5023
주소: 안산시 상록구 한양대학교 퓨전전기기술응용연구센터