

고전압 단 펄스 발생장치 제작

최수일, 황보승, 김규연
호남대

High Voltage Short Pulse Generator System

Suil Choe, Seong Hwangbo, Gyeon Kim
Honam University

Abstract - 본 연구에서는 고전압·방전, Laser Beam, Plasma 공학분야 등에 있어서 중요한 현상 중의 하나로 대두되고 있는 Pulse Power 현상과 관련하여 고전압 단 펄스 발생장치(Pulse Width =10 ns, Pulse Height = 3kV) 시스템을 제작 하였다.

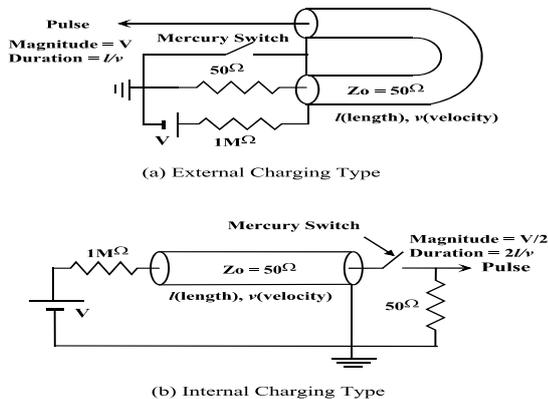
1. 서론

현대 사회는 정보 사회로의 발전에 따라 전력수요가 급격히 증가하고 있으며, 이에 따라 에너지의 발생·수송·이용의 신뢰성 향상과 원격 검침의 중요성이 점차 확대되고 있다. 본 연구에는 배전 계통에 있어서 돌발적인 사고를 미연에 방지하여 유형 및 무형의 경제적 손실을 저감하고자 하는 노력이 점차 증가하고 있다. 이와 같은 배전 계통의 절연 상태를 측정하기 위한 하나의 방법이 교류 동기화 고전압 단 펄스를 이용하는 것이다. 교류전압의 일정 위상에 고전압 단 펄스를 중첩하여 이에 대한 반사 펄스 패턴을 측정함으로써 현재 절연재료의 절연상태와 함께 결합이 있는 위치를 측정하는 것이 가능하며, 이를 위해서는 교류 동기화 고전압 단 펄스 발생 장치의 개발이 필수적이다. 그 외에도 고분자 재료에 있어서 공간전하분포 및 거동을 관찰하기 위한 펄스정전용력법(PEA, Pulsed Electro-acoustic method)에 있어서 활용이 예상된다. 따라서, 고전압 단 펄스 발생장치(Pulse Width =10 ns, Pulse Height = 3kV)를 개발하여 이에 대한 기술 축적과 함께 연구 하였다.

2. 본론

2.1 High Voltage Short Pulse Generator System

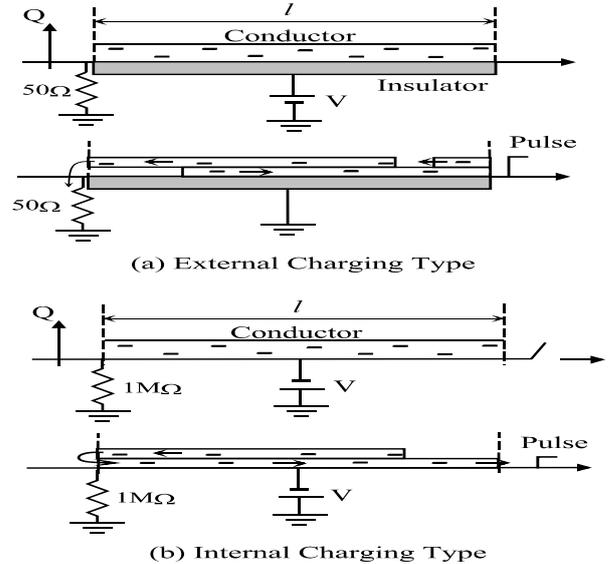
본 연구에서는 개발하고자 하는 고전압 단 펄스 발생장치의 동작원리는 그림 1과 같다. 기존의 60Hz 220V 상용교류전원을 입력으로 하여 교류 전원의 특정위상을 Zero-crossing 회로를 통하여 검출하여 이를 바탕으로 Rising 시간이 매우 빠른 고전압 스위치(주로 수은 스위치를 이용)를 구동하기 위한 5~12V의 펄스(Width ≒ 3ms) 전원을 발생시킨다. 그리고 고전압 단 펄스를 이용하여 펄스폭이 10ns 이하인 고전압 단 펄스를 발생시키기 위해서는 특별한 펄스 발생 방법을 필요로 한다. 즉 고전압 펄스 발생회로는 펄스폭이 매우 작은 관계로 분포정수회로를 이용하여 상대적으로 고주파 성분이 많이 포함되어 있는 관계로 외부 잡음에 대한 영향에 매우 민감하여 매칭(matching)회로와 함께 이 부분에 대한 특별한 고려를 필요로 한다.



〈그림 1〉 고전압 단 펄스 발생을 위한 회로도

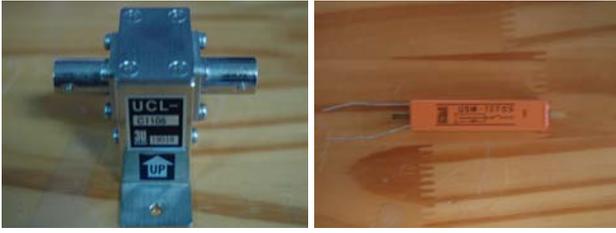
2.1.1 분포정수 회로를 이용한 펄스 발생

고전압 단 펄스 발생기는 그림 1에 나타난 바와 같이 충전방식의 차이에 의해 외부충전형(그림 a)과 내부충전형(그림 b)으로 분류된다. 외부충전형은 초기에 주로 사용되어졌던 방식으로, BNC 케이블(길이 l)의 접지측에 수 KV의 직류전압 V 를 하여 충전시킨 뒤 수은 스위치(mercury switch)로 단시간에 접지시킬 때 도체 위에 축적되어 있던 전하가 케이블 양쪽 끝단을 통하여 빠져나가는 현상을 이용하는 것이다. 이때, 케이블의 한쪽 단말을 케이블의 특성임피던스와 같은 50Ω 으로 하고 다른 한쪽을 개방(큰 저항)인 상태로 하면, 충전되어 있던 전하가 개방단에서 전반사하고, 50Ω 단에서는 전부 투과하게 된다. 따라서, 개방 단으로부터 크기가 V 이고, 펄스폭이 $w(=l/v)$ 인 입력전압펄스를 얻을 수 있다. 여기서, v 는 케이블에서 전자파의 속도를 나타내며 $v = c/\sqrt{\epsilon_{cr}}$ (c 는 빛의 속도, ϵ_{cr} 은 케이블의 비유전률)으로 주어진다.



〈그림 2〉 고전압 단 펄스 발생의 원리도

외부충전형은 접지 측의 전위변동에 의한 잡음에 약하고, 단 펄스를 만드는데 불리하다. 따라서, 최근에는 내부충전형이 많이 사용되고 있으며, 이 방법은 케이블 한쪽에서 직접 도체 측에 직류전압 V 를 인가하고, 다른 한쪽에는 스위치를 설치하여, 스위치 단락 시 도체에 충전된 전하가 빠져나가는 현상을 이용한 것으로서, 이때 입력펄스의 크기와 폭은 각각 $V/2$, 펄스폭은 $2w$ 로서, 외부충전형의 각각 1/2, 2배이지만 노이즈에 상대적으로 강하고, 케이블의 길이를 짧게 하는 것이 가능하기 때문에 약 10ns 이하의 펄스를 만드는 것이 가능하다. 그리고, 펄스의 파형 및 펄스폭을 결정하는 또 하나의 중요한 요소는 고전압 스위치의 스위칭 속도이다. 즉, 스위칭의 On-시간에 의해 파형의 상승시간(rising time)이 결정되며, 따라서 고전압 단 펄스를 만들기 위해서는 고전압 스위치의 절연 내력과 함께 On-시간이 짧은 스위치를 사용하는 것이 매우 중요하다. 그림3은 고전압 수은 스위치를 나타낸 것이다.



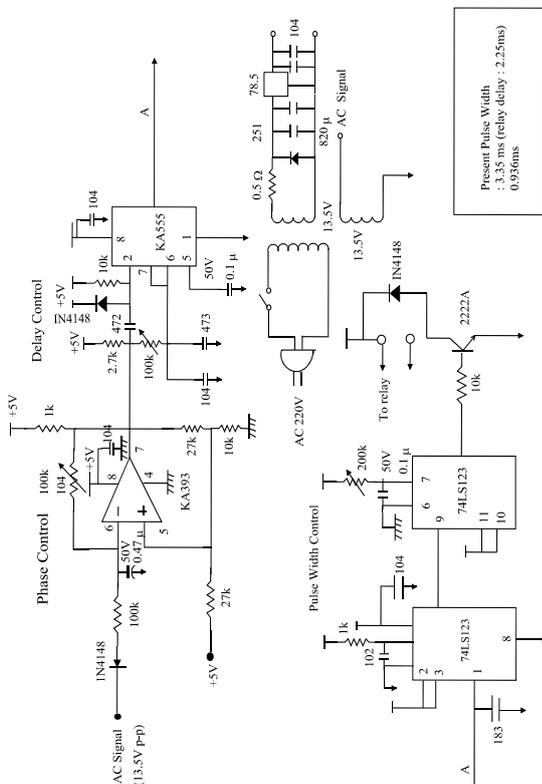
〈그림 3〉 고전압 수은 스위치

2.2 고전압 스위치를 구동하기 위한 펄스 발생장치

본 연구에서는 앞에서 기술한 고전압 펄스 발생회로와 Turn-On 시간이 빠른 고전압 수은스위치를 사용하여 60Hz 입력 교류 신호에 동기화된 펄스폭이 10ns이고, 최대전압이 3kV인 펄스를 발생시키는 고전압 단 펄스 발생장치를 제작하고자 한다. 다음 그림 4는 본 연구에서 고전압 스위치를 교류입력 신호와 동기화하여 Turn-On 시키기 위해 자체적으로 제작한 PCB 기판과 회로 시스템을 나타낸 것이고, 그림 5는 실제 구동펄스 발생 회로도를 나타낸 것이다.



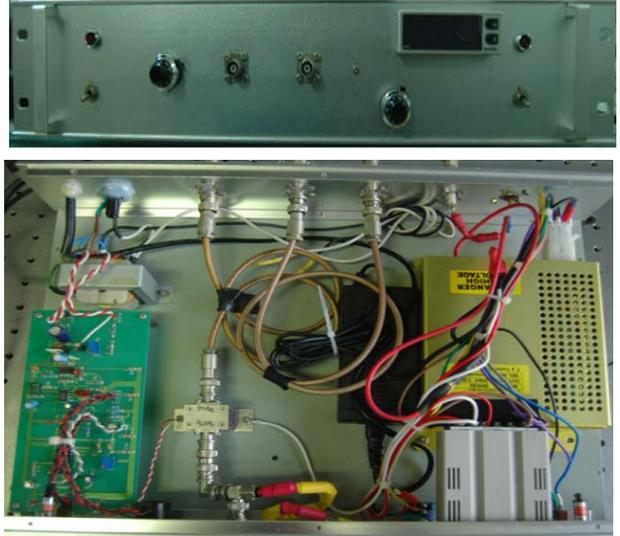
〈그림 4〉 자체 제작한 구동펄스 장치



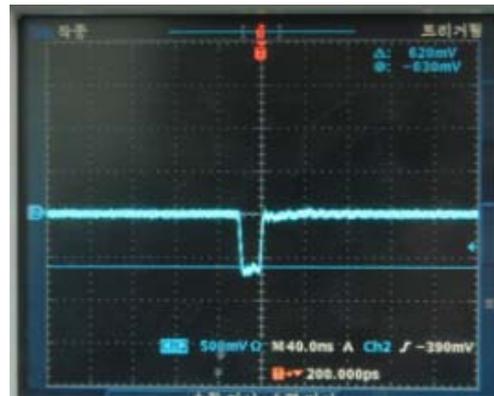
〈그림 5〉 구동 펄스발생 회로도

2.2.1 펄스 발생 장치 & 실험결과

그림 6은 연구개발 및 자체 제작한 High Voltage Short Pulse Generator System이다.



〈그림 6〉 자체 제작한 구동펄스 장치



〈그림 7〉 고전압 단 펄스 출력 결과

3. 결 론

본 연구 과제를 통하여 고전압 단 펄스 발생장치를 개발하였으며, 향후에는 보다 높은 power와 전압을 이용한 고전압 단 펄스 발생장치 뿐만 아니라 주파수 가변이 가능한 고전압 단 펄스 발생장치를 개발하고자 한다. 활발한 기술 교류를 통하여 고전압·방전, Laser Beam, Plasma 공학분야 등에 있어서 중요한 현상 중의 하나로 대두되고 있는 Pulse Power 현상과 관련하여 Pulse Power를 출력하는 전원장치인 고전압 단 펄스 발생장치(Pulse Width = 10 ns, Pulse Height = 3kV)를 개발하였다. 또한 앞으로 계속 연구를 통하여 보다 성능이 우수한 장비의 개발뿐만 아니라 본 제품을 이용한 활용 분야의 개척에도 함께 추진할 예정이다.

[참 고 문 헌]

- [1] S. Hwangbo, Y. H. Kwun, S. I. Jeon and M. K. Han, "Direct Correlation between Space Charge and Conduction Characteristics of LDPE at Various Temperature", Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 37, pp.4419-4427, 1998.
- [2] 고전압 Pulse power 공학(일본), 原 雅則, 秋山 秀典, 森北出版社, 1994.
- [3] 황보 승, 펄스전정응력법에 의한 XLPE에서 DC 과전에 의한 공간전하의 교류전압에서의 거동관찰, 호남대논문집 제 21집