

고전압 측정용 프로브의 제작과 교정

김 원 섭
 남도대학 컴퓨터응용전기과

Calibration and Production of High Voltage Measurement Probe

Won-Sop KIM

Jeonnam Provincial College Dept. of Electricity Applied Computer

Abstract - 우리는 새로운 시스템을 이용하여 고전압 측정장치를 제작하였다. 이것은 드레곤 시스템인데 높은 고전압을 직접 측정하지 않고 저항을 이용하여 분압기를 만들었다. 이는 저항값의 변화와 충전전압, 상승시간 등에 따라 얻어지는 결과가 다른 것을 확인하였으며 이를 교정할 수 있었다. 따라서 이를 이용한 결과 높은 고전압의 발생과 측정이 가능하였으며 여러 분야에서 이용가능할 것으로 여겨진다.

압기에 의한 저항을 R(1 입력쪽), R₂(접지쪽)로 하면 t = ∞에서 두 커패시턴스의 정전용량이 0이라고 가정하면 C₂의 전압과

$$V = \frac{1}{C_2} \int_{-\infty}^t (t_1 - t_2) dt \dots (1)$$

c₁에서 전압 V_{im}은

$$V_{im} = v + \frac{1}{C_1} \int_{-\infty}^t I dt \dots (2)$$

또 출력전압 V_{out}는

$$V_{out} = i_1 R_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V \dots (3)$$

위 식에서 정리하면

$$\frac{R_1 + R_2}{R_2} \frac{C_1 + C_2}{C_2} V_{out} = \frac{C_1}{C_2} V_{im} - \frac{1}{C_2 R_2}$$

$$\int_{-\infty}^t V_{out} dt \dots (4)$$

(4) 식을 t로 미분하면

$$V_{out}(t) + \frac{1}{\tau} V_{out}(t) = \frac{C_1 R_2}{\tau} V_{im}(t) \dots (5)$$

여기서 τ = (R₁ + R₂)(C₁ + C₂)이다.

(5)식의 일반해는

$$V_{out}(t) = \frac{C_1 R_2}{\tau} (V_{im}(t) - \frac{1}{\tau} \int_{-\infty}^t e^{-\frac{t}{\tau}} V_{im}$$

(t)dt) \dots (6)

펄스 신호의 지속시간은 τ에 비해 매우 작으므로 출력전압 V_{out}는

1. 서 론

고전압 발생 장치에 있어서 발생하기 쉬운 Black down과 노이즈 때문에 그 제작에 많은 어려움과 측정이 매우 힘들다. 보통 회로에서는 저항을 이용한 직접접속 회로가 많이 이용되고 있는데 열의 발생 때문에 절연이 매우 어렵다. 따라서 본 연구에서는 고전압으로 충전된 선로에 저항을 직접 연결하지 않고 콘덴서를 이용한 분압기를 이용한 방법을 연구하였다. 이것은 지금까지의 연구결과보다 더욱 더 새롭게 고안된 고전압 대전류 발생장치(Dragon System)를 이용하여 고전압을 측정하는 것이며 이를 위하여 고전압 측정용의 프로브를 설계, 제작하여 실험하였으며, 그 결과로부터 고전압 측정용 프로브의 교정을 하여 보다 정교하게 제작하였다. 이는 지금까지의 실험결과보다 한층 좋은 고전압 측정장치를 개발, 제작하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제2장은 Dragon System의 원리에서 고전압 측정에 관한 계산식을 설명하였고 제3장에서는 제작한 고전압 측정용 전압 프로브를 이용한 실험에 관하여 설명하였고 제4장은 결과를 논하였다.

2. 본 론

2-1 용량성 프로브

같은 축에 있는 전동선로의 내부도체와 외부도체는 센서를 부착한 금속 표면으로 구성되고, 전동선로 중앙에 있는 센서를 부착한 도체와 정전용량으로 인한 프로브 표면에 전압이 유기된다. 유기된 전압의 폭은 내부 도체에 있는 금속표면과의 커패시턴스와 외부도체의 내면과 금속표면의 커패시턴스의 크기에 의해 결정된다.

2개의 커패시턴스를 C₁(입력쪽), C₂(접지쪽)로 하며 분

$$V_{out}(t) = \frac{C_1 R_2}{(R_1 + R_2)(C_1 + C_2)} V_{im}(t) \text{ 이다.}$$

..... (7)

2-2 정전용량 전압프로브

전압프로브는 중심축과 외부 도체의 내측표면 사이에서 센서를 이용한다.

중심축과 프로브표면에서 형성되는 커패시턴스 C_1 다음과 같다.

$$C_1 = \frac{\epsilon A}{\frac{D}{2} \log_e \frac{D}{d}} \text{ (8)}$$

중심부에는 프로브와 외부도체의 안쪽면과의 사이에 절연물을 넣는데 이것에 의해 형성되는 커패시턴스 C_2 는 동축케이블에 의해서

$$C_2 = \frac{2\pi\epsilon l}{\log_e \frac{b}{a}} \text{ (9)}$$

로 표현된다.

위의 커패시턴스 C_2 는 중심부에 프로브와 절연물에 의해 형성되는 비유전적이므로 이 커패시턴스의 크기는 프로브에 의해 얻어지는 전압의 크기보다 크다.

또 센서 프로브에서 신호의 급격한 붕괴를 막기 위하여 저항을 삽입하는데 이것을 접지측 저항 R_1 와 함께 분압기의 역할을 한다.

2-2 실험장치 및 실험도

본 실험에서는 미국에서 개발된 드래곤 시스템의 원리를 이용하여 고전압 측정용 프로브를 제작하였다. 실험장치의 구성도와 고전압 측정용 프로브의 전체 모양을 그림1에 나타내었다.

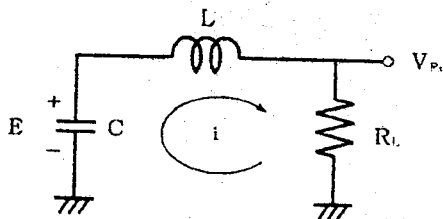


그림 1. 실험장치 회로도

2-3 실험 및 측정결과

먼저 설계 제작한 고전압 측정용 프로브를 이용하여 실험한 결과를 그림에 나타냈다. 도체를 전원과 접지한 경우와 하지 않은 경우로 나누어 실험하였는데, 접지를 한 경우는 출력이 작고 접지를 하지 않은 경우 매우 큰 전압이 출력되었다. 실험에서는 각각의 조건을 변경시켜가면서 실험하였으며 그 결과는 다음과 같다.

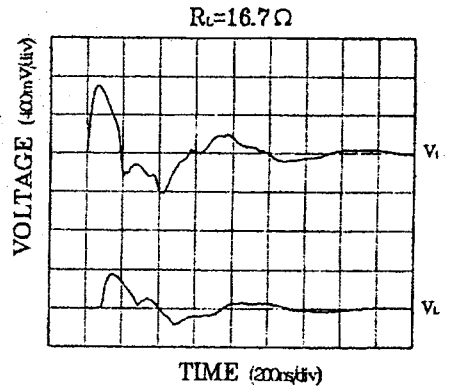


그림 2. 실험결과(1)

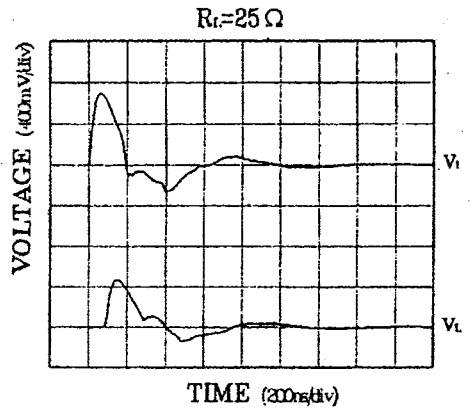


그림 2. 실험결과(1)

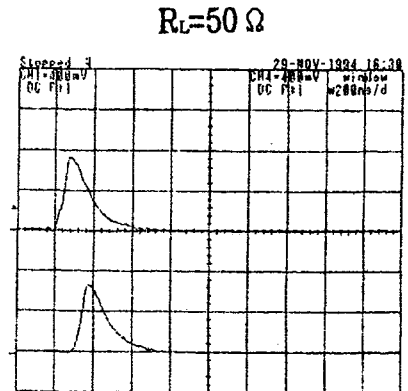


그림 4. 실험결과(3)

$R_L=16.7\ \Omega$

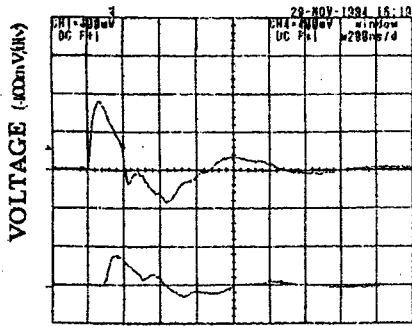


그림 5. 실험결과(4)

$R_L=25\ \Omega$

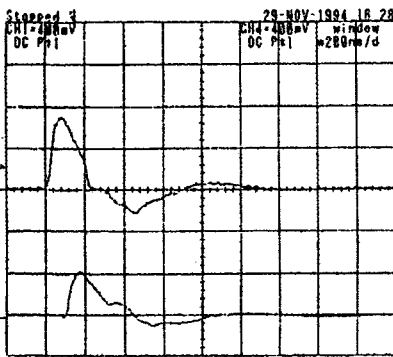


그림 6. 실험결과(5)

$R_L=50\ \Omega$

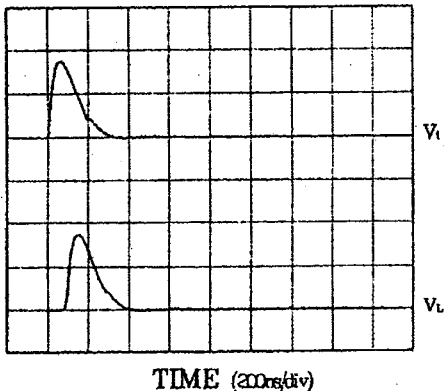


그림 7. 실험결과(6)

위의 결과에서 보면 C_2 의 방전이 매우 빠르기 때문에 정확한 교정을 할 수가 없으며 또한 저항 R_2 가 작기 때문에 분압기에 의한 값을 얻기가 어렵고, C_2 와 병렬로 되어 있는 커패시턴스의 방전을 생각할 수 있다.

위의 실험 결과에서 보면 충전전압을 점점 크게 하는 경우에는 출력 전압도 점점 크게 되었다. 이것을 보면 출력 신호가 출력된 것을 알 수 있으며 상승시간이 짧은

원인은 C_2 를 충분히 충전하기 전에 방전하지 않고 R_1 , R_2 를 크게 하는 것을 생각할 수 있다.

3. 결 론

지금까지 Dragon System의 고전압 측정용 프로브를 설계 제작하여 실험한 결과 입력의 크기에 따라 출력이 커지는 것을 알 수 있으며 교정을 할 수 있었다. 실제 입력과 출력의 비는 약 56%였으며 이것은 접지 접속이 없는 상태에서 얻은 결과이다. 실험에서는 콘덴서를 이용하여 방전하는 경우 보호장치가 없으므로 고전압 출력이 발생되므로 매우 위험하므로 주의가 필요하다. 이상과 같이 본 연구에서는 고전압 프로브를 제작하여 측정 한 후 교정을 하였다.

[참고문헌]

- [1] w.s.KIM, j.m.KIM, y.m.KIM, " A Study of Milli-Wave Accelerating For High Power Electron Beam", Proceeding of the 37th the KIEE Summer Annual Conference, 1554, 2006.
- [2] Alexander Shpilman, "Disign Considerations, Implementation, and testing of Transformer-Powered Pulsa Generator" IEEE, 2002.
- [3] w.s.KIM, j.s,Hwang, j.m.KIM, y.m.KIM, "A Study Formation of Reverse Field configuration stability with Radio Rotating", Proceeding of the 37th the KIEE Summer Annual Conference, 2187, 2005.