

# 조합형 써지전압·전류발생기의 제작과 특성

장석훈\*, 이복희\*, 길경석\*\*, 이영근\*\*\*, 이복규\*\*\*\*, 육영환\*\*\*\*  
인하대학교\*, 한국해양대학교\*\*, 한국 EMI(주)\*\*\*, 한전전력연구원\*\*\*\*

## Fabrication and Characteristics of the Combination Surge Generator

S. H. Chang\*, B. H. Lee\*, K. S. Kil\*\*, Y. K. Lee\*\*\*, B. K. Lee\*\*\*\*, Y. H. Ohk\*\*\*\*  
Inha University\*, Korea Maritime University\*\*, Korea EMI Co.\*\*\*, KEPRI\*\*\*\*

### Abstract

This paper describes the combination surge generator for applying performance tests of surge protective devices. The 8/20 $\mu$ s waveform applies to low impedance circuits and components and is commonly used to determine the characteristics of surge protective devices. And the 1.2/50 $\mu$ s waveform applies to high impedance circuits and components and is used for testing dielectric behavior. Therefore, the combination surge generator, which generates 1.2/50 $\mu$ s voltage waveform under open-circuit conditions and 8/20 $\mu$ s current waveform under short-circuit condition, was proposed. Also this generator can produce 10/1000 $\mu$ s as well as 0.5 $\mu$ s/100kHz ring waveform.

### 2.1 써지전압 발생의 원리

고임피던스회로에서의 써지차단특성은 충격전압의 입력으로 모의되어야 하며 반면에 저임피던스회로에서의 써지차단특성은 충격전류로 평가되어야 한다.<sup>[5]</sup> 이러한 고임피던스회로의 평가를 위하여 써지전압발생기를 설계·제작하였다. 써지전압발생기의 원리는 콘덴서를 충전하여 그 전하를 회로에 방전함으로써 필요한 파형의 너써지전압을 발생시키는 방법이 주로 이용되고 있다. 회로구성에 있어서 저항과 콘덴서가 1개씩인 회로에서는 시정수가 1개 뿐이므로 파두장과 파미장을 얻을 수가 없으므로 적어도 2개의 시정수를 가지는 회로 즉, 회로방정식이 2계 선형미분방정식으로 구성되는 회로가 필요하다.<sup>[6],[7]</sup> 그 회로를 그림 1에 나타내었다.

### 1. 서론

전자산업 및 반도체 응용기술이 다방면에서 비약적인 발전에 의해 정보통신 설비와 신호제어 기기의 소형화, 집적화가 이루어 지고 있으며, 이로 인한 내전압특성의 저하로 써지에 의한 이들 기기의 손상 및 피해는 커지고 있다.<sup>[1],[2]</sup> 이를 최소화 하기 위해서는 적절한 써지 차단장치의 개발이 요구되어지며, 이들의 성능을 평가할 수 있는 써지 발생기에 대한 연구가 선행되어야 한다.

본 논문에서는 낙뢰 및 전력계통의 과도 현상에 기인하는 써지를 모의하여 써지차단장치의 평가시험에 적용하기 위하여 IEC<sup>[3]</sup>와 IEEE<sup>[4]</sup> 등에서 규격으로 정해진 8/20 $\mu$ s, 1.2/50 $\mu$ s, 10/1000 $\mu$ s, 0.5 $\mu$ s/100kHz의 파형의 써지를 발생하는 조합형 써지전압·전류발생기의 설계와 특성에 관해 기술한다.

### 2. 써지전압·전류발생의 원리

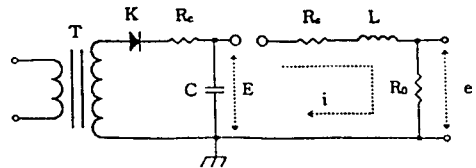


그림 1 써지전압발생기의 기본회로

Fig. 1 Basic circuit of surge voltage generator

승압용 변압기 T로 승압한 교류 고전압을 다이오드 D로 정류하면 충전저항 R<sub>c</sub>를 통하여 C에 충전된다. C의 충전전압을 방전갭 G를 통하여 회로에 방전시키면 R<sub>o</sub>단자에 써지전압이 발생한다. R<sub>s</sub>는 제동저항이다.

### 2.2 써지전류의 발생원리

써지전류 발생장치의 기본적인 구성은 저항, 콘덴서, 인덕턴스인 회로요소와 충전용 직류전원장치, 전

류측정용 분류기, 트리거용 방전갭 등으로 이루어진다. 써지전류발생장치의 기본회로는 R-L-C 직렬회로이며, 이의 회로도들 그림 2에 나타내었다.

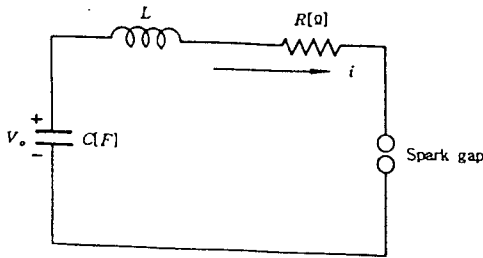


그림 2 써지전류발생장치의 기본회로  
Fig. 2 Basic circuit of surge current generator

콘덴서 C는 외부의 충전용 직류전원으로 전압  $V_0$ 로 충전되고, 시간  $t=0$ 에서 방전갭이 트리거된다고 할 때 저항값 R이 임계저항  $R_{cr}$ 과의 관계에 따라 발생 파형이 과진동, 임계진동, 또는 부족진동을 하게 된다.

### 3. 조합형 써지전압·전류발생기의 설계 및 제작

본 연구에서 써지전압·전류발생기의 설계기준은 국제규격(IEC 60-2, IEEE Std.-587)으로 정해진 써지인가시험파형을 기준으로하여 개방시  $1.2/50\mu s$  임펄스 전압과 단락시  $8/20\mu s$  임펄스전류가 동시에 발생될 수 있는 조합형으로 설계하였고,  $10/1000\mu s$  써지전압파형과  $0.5\mu s/100kHz$ 의 진동과 임펄스전압도 발생시킬 수 있도록 제작하였다. 이의 계통도를 그림 3에 나타내었다.

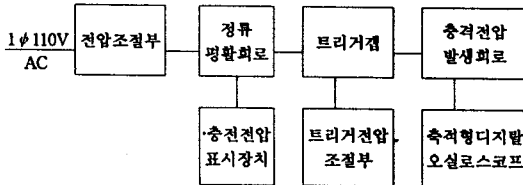


그림 3 써지전압·전류발생기의 계통도  
Fig. 3 Schematic diagram of surge voltage and current generator

써지 발생기는 주 요소 R, L, C 외에 충격전류 조정회로, 방전갭, 트리거회로, 전류측정장치, 기타 구조물로 구성되어 있으며, 그림 4에 써지 전압·전류 발생기의 회로를 나타내었다.

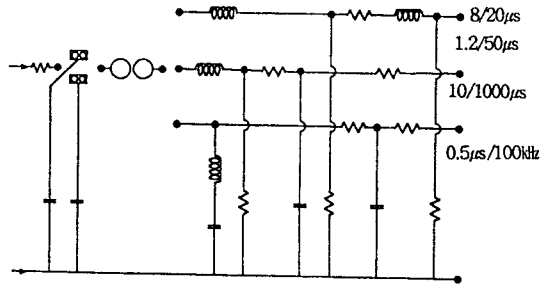


그림 4 써지전압·전류발생장치의 회로도  
Fig. 4 Circuit diagram of Surge generator

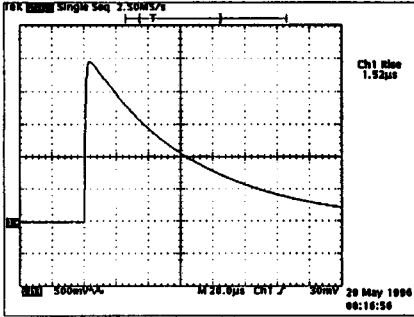
이러한 써지전압·전류를 발생시키기 위하여 1차전압을 가변전압장치에 의하여 0~220 V로 가변한 후, 승압변압기(1:70)를 거쳐 고전압으로 변환시킨다. 이 교류고전압을 전파정류회로에 의해서 직류고전압으로 변환시키고 충전용 콘덴서 C에 전하를 충전시킨다. 동시에 충전전압은 저항분압기를 통하여 고입력 임피던스의 전압계에 나타내게 된다. 다음 트리거 스위치를 누르면 방전갭을 통하여 회로가 구성되고, 콘덴서 C의 충전된 전하가 피시험장치에 가해지게 된다.

그러나 실제의 시험에서 발생되는 써지의 파형 및 최대값은 피시험장치의 동작특성 즉, 동작시 피시험장치의 임피던스에 의존하여 변화하게 된다. 따라서 본 연구에서는 전원 및 신호/통신회로의 써지차단장치의 동작시 임피던스가  $0.3\sim 0.5 \Omega$  정도 이므로 이 값을 기준으로 충격전류 발생회로를 설계하였고 전류의 최대값은 충전전압에 의하여 결정되므로 임의의 전류(1~10kA)로 조정하는 것이 가능하다.

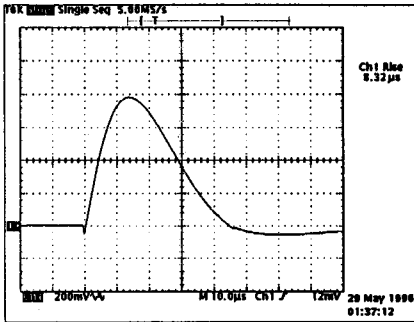
### 4. 써지전압·전류발생기의 시험 및 고찰

본 연구에서 제작한 써지전압·전류발생기의 충격전류측정에는 원통형 저항분류기, 변류기(Tek. AM503)를 사용하고, 충격전압의 측정에는 고전압 프로브(Tek. P6015A)를 이용하여 출력파형을 오실로스코프(Tek. TDS520A)로 검출하였다. 각 써지파형을 그림 5에 나타내었다.

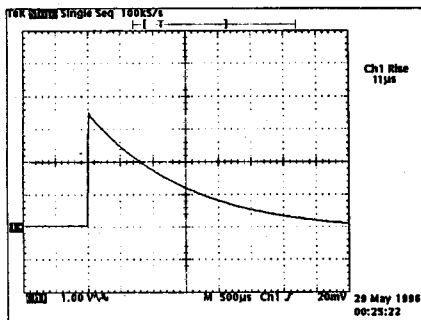
이 측정을 통해 본 연구에서 제작된 조합형 써지전압·전류발생기는 최대  $1.2/50\mu s$  써지전압 약 10kV,  $8/20\mu s$  써지전류 12kA,  $10/1000\mu s$  써지전압 10kV,  $0.5\mu s/100kHz$  진동성 써지전압 10kV를 발생시킬 수 있음을 확인하였다.



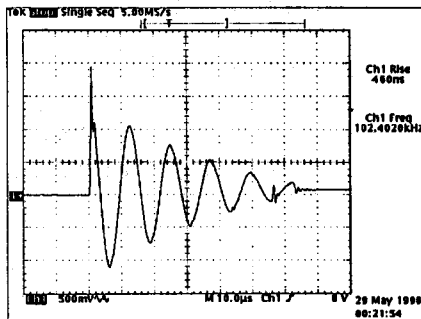
a) 1.2/50µs 써지 전압파형



b) 8/20µs 써지 전류파형



c) 10/1000µs 써지 전압파형



d) 0.5µs/100kHz 써지 전압파형

그림 5 발생된 써지 파형

Fig. 5 Typical surge waveforms

## 5. 결론

IEC와 IEEE 써지시험규격을 만족하는 조합형 써지 전압·전류발생장치를 설계·제작하고, 이의 성능을 평가한 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) R, L, C 및 방전 갭, 트리거회로, 제어회로 등으로 구성하여 개방시 1.2/50µs 써지전압, 단락시 8/20µs 써지전류가 발생하는 조합형으로 너써지가 기기에 침입하였을 때의 현상을 모의하여 평가할 수 있는 전원장치를 개발하였다.
- 2) 10/1000µs 써지 전압 및 0.5µs/100kHz 진동파 써지전압도 발생할 수 있도록 일체형으로 써지전압·전류 발생기를 구성하였다.
- 3) 상용전원 및 신호/통신 회로용 써지차단장치의 성능평가시험에 활용할 수 있다.

## 참고문헌

- [1] 한전기술연구원, 전력용 통신설비 보안장치 개선, pp. 9-17, 1985. 12
- [2] 木村 茂, Lightning protection technique for the electronics and communication equipment, 일본 전기설비학회지, pp. 643-651, 1988, 9
- [3] International Electrotechnical Commission(IEC), Pulse techniques and apparatus, IEC, second edition pp. 7-46, 1987
- [4] Surge Protective Devices Committee of the IEEE Power Engineering Society, An American National Standard, IEEE Guide on Surge Testing for Equipment Connected to Low Voltage AC Power Circuits, ANSI/IEEE C62.45-1987, IEEE, pp. 9-49, 1987
- [5] Ronald B. Stadler, Protection of electronic circuits from overvoltages, John Wiley & Sons, pp. 86-100, 1989
- [6] Nils Hylten-Cavallius, High voltage laboratory planning, Emale Haefely & Co. LTD., pp. 86-116, 1988
- [7] 이복희, 고전압 대전류공학, 청문각, pp. 131-160, 1993