

전류구동형 서지카운터

이복희*, 안창환*, 장석훈*, 정관모*, 전덕규**
*인하대학교, **서울산업대학교

Current Driving Type Surge Counter

B.H. Lee*, C.H. Ahn*, S.H. Chang*, K.M. Jeong*, D.K. Jeon**
*Inha University, **Seoul National Polytechnic University

Abstract - This paper deals with the surge counter driven by lightning and switching currents. In order to install the effective surge protective devices, it is important to find the parameters of incident surges. In this paper, for the purpose of protecting the electronic circuits and counting the occurring frequency, the current driving type surge counter is designed and fabricated. The surge counter consists of surge protective devices, current detector, metal oxide varistor(MOV), rectifier, capacitor, and electromagnetic counter. This surge counter is able to count the occurring frequency of surges and to clamp lightning surge current. To evaluate the performance of the surge counter, impulse voltage and current were applied at the surge counter by the surge generator. As a result, applied surges were exactly counted and clamped.

1. 서 론

최근 반도체 기술의 비약적인 발전에 따라 정보통신설비 및 전력계통설비가 소형화 되어지고 복잡하게 됨에 따라 이상전압에 대한 내전압특성은 크게 저하되고 있다.^[1] 따라서 전력계통의 운용 또는 고장시, 혹은 낙뢰 등에 의해 발생하는 서지는 진행파로 작용하고 각종 전기·전자기에 침입하여 심각한 손실을 유발시킬 수 있다. 이들 서지는 계통설비, 선로의 특성임피던스 등의 조건에 따라 발생빈도와 크기 등이 다르게 되므로 유입되는 서지의 특성을 정확하게 파악하면 피보호기기의 효과적이고 경제적인 설계는 물론 적절한 차단장치를 설치하여 정보통신설비 및 신호제어설비의 신뢰도를 향상시킬 수 있다.^{[2],[3]} 피보호기기에 적합한 효과적인 차단장치를 선정하기 위해서는 기기 또는 시스템에 침입하는 서지의 종류와 특성의 파악이 필수적이며 발생빈도와 크기 등을 분석할 필요가 있다. 본 연구에서는 전원회로 또는 신호/통신선에 유입되는 서지의 빈도를 보다 정확히 검출하고 보호역할도 동시에 가능한 전류구동형 서지카운터를 설계·제작 하였으며, 동작시험을 수행하였다..

2. 서지카운터의 설계 및 제작

2.1 동작원리

그림 1의 회로에서 서지 카운터의 입력단에 서지가 유입되면 바리스터 또는 TVSS가 동작하고 변류기를 통한 1차측 도선에 큰 서지전류가 흐르게 된다. 이에 의해 2차측 코일에는 자속쇄교수의 시간변화량에 비례하는 전압이 유도된다.

$$e(t) = - nA \cdot \frac{\partial B}{\partial t} [V] \quad (1)$$

유기된 기전력 $e(t)$ 의 크기가 MOV의 제한전압(전류-전압특성) 이상으로 되면 MOV가 동작하여 정류용 다이오드와 계수기를 보호하게 된다. 이 때 변류기 코일의 임피던스를 Z_p , 유기된 전압의 피크값을 V_p 라고 하면 MOV에 흐르는 침투전류 I_p 는

$$I_p = \frac{V_p}{Z_p} [A] \quad (2)$$

이며, 분압기에 의해 분압된 후 전자계수기의 임피던스에 의하여 전류로 변환되어 계수기를 동작시키게 된다.

전류구동형 서지카운터는 전자유도작용에 의하여 전류를 검출하므로 구동용 전원이 필요없다.

2.2. 설계 및 제작

본 연구에서 제작된 전류구동형 서지카운터는 그림 1과 같이 서지보호장치, 변류기, 바리스터 (Metal Oxide varistor : MOV), 정류기, 콘덴서, 분압기, 계수기 등으로 구성되어진다. 본 연구에서는 1.2/50 μ s의 서지전압에 의해 약 100A이상의 서지전류가 보호장치에 유입될 때 계수기를 동작시키기에 충분한 에너지를 얻을 수 있도록 설정하였다.

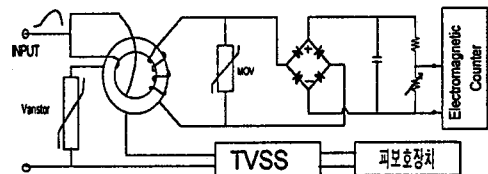


그림 1 전류구동형 서지카운터의 회로도
Fig. 1 Circuit diagram of current driving type surge counter

서지카운터의 동작점은 전자계수기의 임피던스가 일정한 계수기를 사용할 경우, 전류센서의 변류비를 조정하는 방법, MOV의 동작전압과 병렬저항 R 로 조정하는 방법

등이 있다. 본 연구에서는 동작특성이 선형적이고, 서지 전류에 응답이 가능한 고주파용 페라이트자심을 전류 검출기로 사용 하였으며, 변류비를 조정하여 서지전류의 파형과 크기에 따라 서지카운터의 동작점을 결정할수 있도록 하였다. 서지전압·전류 검출용으로 앞단에 바리스터를 설치하여 선로에 병렬로 접속함으로써 서지검출만이 아니라 선로 자체를 서지에 대해 보호하는 역할도 하고 있다. 따라서 피보호장치의 앞단에 기설의 서지보호장치가 동작된 경우에도 서지의 침입빈도를 보다 정확히 검출할 수 있고, 선로에 직렬로도 연결이 가능하도록 설계·제작하였으며, 그림 2에 제작된 서지카운터의 사진을 나타내었다.

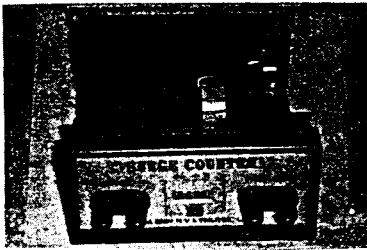


그림 2 전류구동형 서지카운터의 사진
Fig. 2 Photograph of the current driving type surge counter

3. 동작시험 및 고찰

3.1 서지전압·전류발생기의 제작

본 연구에서 제작된 전류구동형 서지카운터의 뇌서지 차단성능과 계수기능을 평가하기 위하여 전력계통의 과도 현상을 기초로 하여 서지전압·전류 발생장치를 설계·제작 하였다.

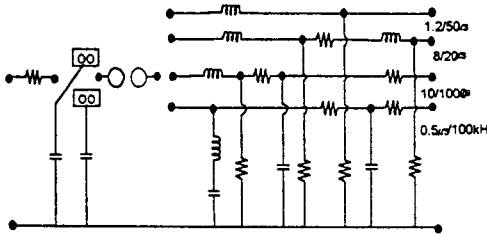


그림 3 서지전압·전류발생기의 회로
Fig. 3 Circuit diagram of surge voltage and current generator

제작된 서지전압·전류 발생기는 IEC^[4] 와 IEEE^[5] 등에서 뇌임펄스전류 및 전압과 진동성 임펄스전압, 개폐임펄스 전압의 규격으로 제시한 임펄스전압·전류파형이 발생되도록 그림 3과 같이 회로를 구성하였다. 실제의 시험에서 발생하는 서지의 파형 및 최대값은 피시험장치의 동작특성 즉, 피시험장치의 임피던스에 의존하여 변화하게 된다. 따라서 본 연구에서는 전원 및 신호/통신 회로의 서지 차단장치의 동작시 임피던스가 0.3~0.5Ω 정도이므로 이 값을 기준으로 충격전류 발생회로를 설계하였고, 전류의 최대값은 충격전압에 의하여 결정되므로 입의 전류(1~10KA)로 조정이 가능하도록 하였으며, 제작

된 서지전압·전류 발생장치의 사진을 그림4에 나타냈다. 이와 같이 전류구동형 서지카운터를 시험하기 위하여 제작한 서지전압·전류발생기에서 발생하는 임펄스전압·전류의 측정에는 고전압 프루브(Tek. P6015A)와 변류기(Tek.AM503)를 사용하여 축적형 오실로스코프(Tek. TDS520)로 측정하였으며, 검출된 각 서지전압과 전류의 파형을 그림 5와 그림 6에 나타내었다.

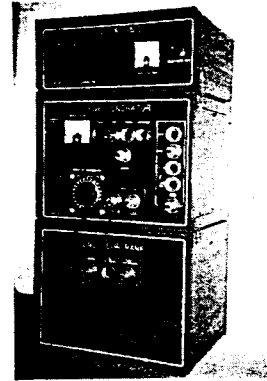


그림 4 서지 전압·전류발생장치의 사진
Fig. 4 Photograph of the surge voltage and current generator

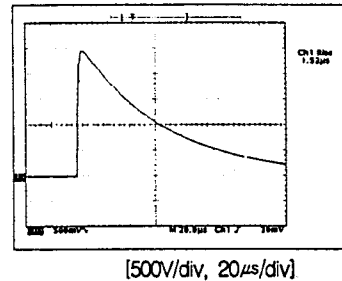


그림 5 발생된 서지전압 파형
Fig. 5 Typical impulse voltage waveform

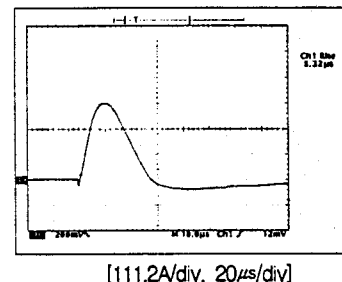


그림 6 발생된 서지전류 파형
Fig. 6 Typical surge current waveform

본 연구에서 제작한 서지전압·전류발생기는 1.2/50µs 서지전압 약 10kV, 8/20µs 서지전류 약 12 kA, 10/1000 µs 서지전압 10kV, 0.5µs/100kHz 진동성 서지전압 10kV 까지 최대로 발생시킬 수 있음을 확인하였다

3.2 서지카운터의 동작시험

본 연구에서 제작한 전류구동형 서지카운터의 뇌서지 차단성능과 계수기능을 평가하기 위하여 조합형 서지전압·전류 발생기를 이용한 동작시험회로를 그림 7과 같이 구성하였다.

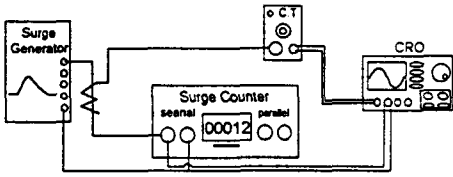
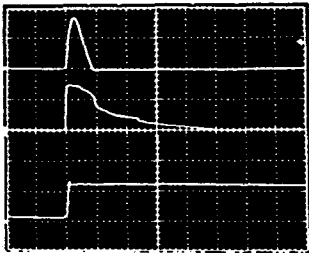


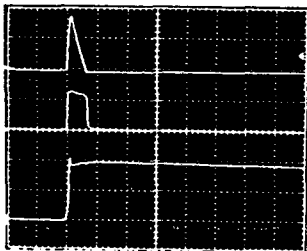
그림 7 전류구동형 서지카운터의 동작시험회로
Fig. 7 Operational test circuit of the current driving type surge counter

서지전압·전류발생장치를 이용하여 전류구동형 서지카운터가 설치된 모의 전력통신회로에 1.2/50 μ s의 서지전압을 인가하여 100A의 서지전류가 보호장치에 유입되도록 하였을 때 전자계수기의 동작전압파형과 보호소자에 의하여 차단되는 전류파형을 그림 8에 나타내었으며, 카운터를 구동시킬 수 있는 충분한 에너지의 검출이 가능하였다.



상 : 입력전류 [278A/div, 50 μ s/div]
중 : 서지 차단전압 [500V/div, 50 μ s/div]
하 : 카운터 입력전압 [50V/div, 50 μ s/div]

그림 8 1.2/50 μ s 임펄스전압에 의한 서지전압의 제한과 계수동작파형
Fig. 8 Waveforms of cut-off voltage and driving voltage of the counter in an 1.2/50 μ s impulse voltage

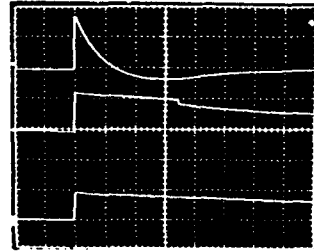


상 : 입력전류 [1.11KA/div, 50 μ s/div]
중 : 서지 차단전압 [500V/div, 50 μ s/div]
하 : 카운터 입력전압 [100V/div, 50 μ s/div]

그림 9 8/20 μ s 전류에 의한 서지전압의 제한과 계수동작파형
Fig. 9 Waveforms of cut-off voltage and driving voltage of the surge counter in an 8/20 μ s impulse current

같은 방법으로 8/20 μ s의 뇌충격전류를 인가하였을 때의 파형과 10/1000 μ s의 임펄스전압을 인가하였을 때의 특성

을 그림 9, 그림 10에 각각 나타내었다. 이상과 같은 동작시험을 통하여 전류구동형 서지카운터가 1.2/50 μ s의 전압에 의한 서지전류는 물론 8/20 μ s의 뇌충격전류가 인가되었을 때 정확하게 계수되고 동시에 보호소자에 의하여 서지가 차단됨을 확인하였다.



상 : 입력전류 [55.6A/div, 500 μ s/div]
중 : 서지 차단전압 [500V/div, 500 μ s/div]
하 : 카운터 입력전압 [50V/div, 500 μ s/div]

그림 10 10/1000 μ s 임펄스전압에 의한 서지전압의 제한과 계수동작파형
Fig. 10 Waveforms of cut-off voltage and driving voltage of the counter in an 10/1000 μ s impulse voltage

4. 결 론

본 연구에서 제작한 전류구동형 서지카운터는 유입된 서지전류의 전자유도작용을 이용하여 구동되며, 동작시험을 통하여 1.2/50 μ s의 뇌격 전압에 의한 서지전류는 물론 8/20 μ s의 뇌충격전류가 인가되었을 때와 10/1000 μ s의 진동성 임펄스전압과 0.5 μ s/100kHz의 개폐서지전압이 유입되었을 때 즉, 모든 경우의 서지가 유입되면 정확하게 계수되는 물론 동시에 보호소자에 의하여 차단할 수 있음을 확인하였다. 본 연구에서 제안된 서지카운터는 전력계통의 전원선 및 신호/통신선에 유입되는 서지의 발생빈도의 측정은 물론 유입되는 서지로 부터 전자기기의 보호에 크게 기여할 것이다.

[참 고 문 헌]

- [1] 한전기술연구원, "전력용통신설비보안장치 개선", pp.9-17, 1985. 12
- [2] 木村 茂, "Lightening protection technique for the electrondics and communication equipment", 日本電氣設備學會紙 pp.643-651, 1988. 9
- [3] 關野吉廣, 大竹和虎, 清谷幸雄, et al, "通信用 電力設備에의 侵入 뇌서지에 對한 防護", 研究實用化報告, 제 30권 제 5호, pp.1187-1198, 1981.
- [4] International Electrotechnical Commission(IEC), "Pulse techniqwues and appartus", IEC, second edition, pp.7-46, 1987
- [5] Surge Protective Device Committee of the IEEE Power Engineering Society, "An American National Standrad, IEEE Guide on Surge Testing for Equipment Connected to Low Voltage AC Power Circuits", ANSI/IEEE C62.45, IEEE, pp.9-49, 1987