

# 뇌씨지 전압/전류 카운터의 개발

길경석\*, 0장석훈\*\*, 이복희\*\*, 이영근\*\*\*, 이복규\*\*\*\*, 옥영환\*\*\*\*  
한국해양대학교\*, 인하대학교\*\*, 한국 EMI(주)\*\*\*, 한전전력연구원\*\*\*\*

## Development of the Lightning Surge Voltage and Current Counters

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

### Abstract

This paper deals with the lightning surge counter. In order to install the effective surge protective devices, it is important to find the parameters of incident surges. For the purpose of observing the occurrence frequency as a parameter of the amplitude of surge, two type surge counters were designed and fabricated. One is operated by surge currents, and the other is operated by surge voltages. The former consists of current sensor, metal oxide varister (MOV), rectifier, capacitor and electromagnetic counter. The latter consists of rectifier, voltage divider, comparator, photo coupler and counter circuit, and is useful for detecting the surge voltages.

### 1. 서론

최근 각종 반도체기술의 발전에 힘입어 정보통신설비 및 전력계통설비가 소형화되어지고 복잡하게 됨에 따라 이상전압에 대한 내전압특성은 크게 저하되고 있다. 전력계통의 운용 또는 고장시에 발생하는 썩지는 진행파로 작용하고 전기전자 기기 등에 침입하여 큰 손실을 초래할 수 있다. 전원선 또는 통신선에 침입하는 썩지는 계통설비, 선로의 특성, 부하 임피던스 등의 조건에 따라 발생빈도와 파형이 다르게 된다. 이들에 유입되는 썩지의 특성을 파악하게 되면 피보호기기의 효과적이고 경제적인 절연설계를 할 수 있으며 적당한 차단장치를 사용하여 정보통신설비 및 신호제어설비의 신뢰도를 향상시킬 수 있다.<sup>[1][2]</sup> 특히 효과적인 썩지대책을 마련하기 위해서는 보호하고자 하는 기기 또는 시스템에 침입하는 썩지의 종류와 특성의 파악이 필수적이며 중요한 기술이다. 따라서 전원회로 또는 신호/통신선로에 유입되는 썩지의 특성을 관측할 필요가 있으며, 이를 위

해 본 연구에서는 썩지의 크기별로 발생횟수를 관측할 수 있는 썩지 카운터를 설계·제작하였다. 본 논문에서는 썩지전류로 구동되는 전류구동형 썩지 카운터와 썩지전압으로 구동되는 전압구동형 썩지 카운터의 설계와 특성에 대한 연구를 수행하였으며, 이들의 결과에 대해 기술한다.

### 2. 전류구동형 썩지 카운터

전류구동형 썩지 카운터는 그림 1과 같이 변류기, 금속산화물 바리스터(Metal Oxide Varistor: MOV), 정류기, 콘덴서, 계수기 등으로 구성되어 있다.

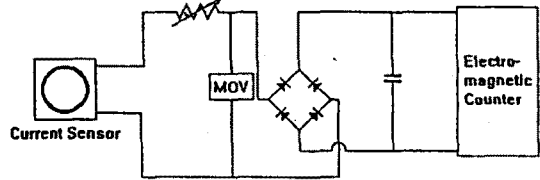


그림 1 전류구동형 썩지 카운터의 회로도  
Fig. 1 Circuit diagram of current driving surge counter

변류기는 전자유도작용을 이용하여 시변전류를 감지하는 센서로 코일자체의 인덕턴스 L과 출력임피던스 Z, 피측정전류에 따라 다른 출력값을 갖게 된다.<sup>[3]</sup> 변류기에 관통한 전선에 전류가 흘러 변류기의 코일에 유입되는 전압은 코일단면을 통과하는 자속의 시간변화율에 비례하므로 이 전압을 검출하고 전류로 변환시켜 입력전류의 크기를 측정할 수 있다. 이때 감지코일에 유입되는 기전력  $\epsilon(t)$ 는 다음 식으로 나타낼 수 있다.

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

유기된 기전력  $\alpha(t)$ 의 크기가 MOV의 제한전압(전류-전압특성)이상으로 되면 MOV가 동작하여 정류용 다이오드를 보호한다. 이 때 변류기 코일의 임피던스를  $Z_b$ , 유기된 전압의 피크값을  $V_b$ 로 하면 MOV에 흐르는 첨두전류  $I_b$ 는

$$I_b = \frac{V_b}{Z} [A] \quad (2)$$

이며, MOV에서의 방전에너지  $W$ 는

$$W = V_b \cdot I_b \cdot t [J] \quad (3)$$

가 된다. 결국 제한전압  $V_b$ 는 방전시간  $t$ 초동안 유지되며, 정류기를 거쳐 충전용 전해콘덴서  $C$ 에 충전되는 에너지  $W$ 는

$$W = \frac{1}{2} CV^2 \quad (4)$$

이며, 전자계수기의 임피던스에 의하여 전류로 변환되어 계수기를 동작시키게 된다.

변류기를 이용한 써지 카운터는 전자유도작용에 의하여 전류를 검출하므로 피크정확도에 영향을 주지 않고 써지 발생횟수를 안전하게 측정할 수 있는 장점이 있다.

써지 카운터의 동작점은 전자계수기의 임피던스가 일정한 즉, 동일한 계수기를 사용할 경우, 전류센서의 변류비를 조정하는 방법, MOV의 동작전압과 직렬저항  $R$ 로 조정하는 방법 등이 가능한데, 본 연구에서는 동작특성이 선형적이고 써지전류에 포화되지 않는 공심형 전류센서의 변류비를 조정하여 써지전류에 따라 써지 카운터의 동작점을 결정할 수 있도록 하였으며, 제작한 써지 카운터의 사진을 그림 2에 나타내었다.

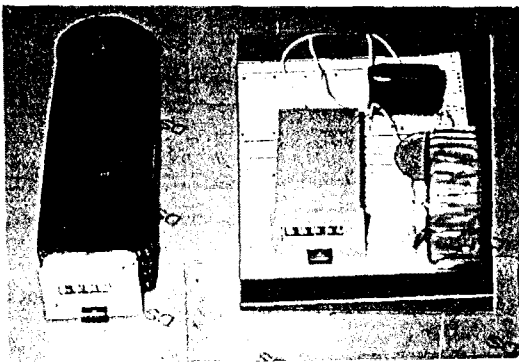


그림 2 전류구동형 써지 카운터의 사진

Fig. 2 Photograph of current driving surge counter

또한 전류센서의 1차측에  $8/20\mu s$  전류를 인가하였을 때 전자계수기의 입력파형을 그림 3에 나타내었으며,

카운터를 구동시킬 수 있는 충분한 에너지의 검출이 가능하다.

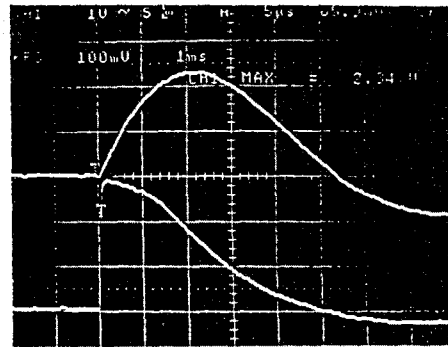


그림 3 전류구동형 써지 카운터의 입력력 파형

Fig. 3 Input and Output waveforms of current driving surge counter

### 3. 전압구동형 써지 카운터

통신선로 또는 기기에 회로의 정상운전전압보다 높은 이상전압이 유기되면 카운터를 동작시킨다. 그림 3에 정류기, 적분기, 비교기, 포토커플러 및 카운터 회로로 구성되는 전압구동형 써지 카운터의 개략도를 나타내었다.

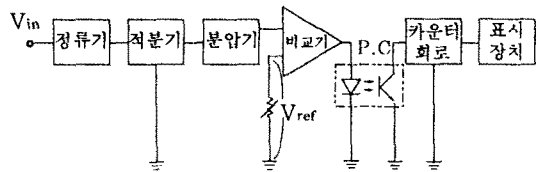


그림 4 전압구동형 써지 카운터의 개략도

Fig. 4 Schematic diagram of voltage driving surge counter

입력단자에 써지전압이 인가되면 정·부써지전압을 모두 검출하도록 전파정류시킨 후 적분된다. 비교기에 입력되는 전압은 수 십 ~ 수 백 V이상이 나타날 수 있으므로 분압시킨 후 비교기의 기준전압과 비교한다. 이 때 분압기의 출력전압이 비교기의 기준전압보다 높으면 비교기의 출력단자에는  $+V_{cc}$ 의 전압이 나타나고 포토커플러를 통하여 카운터회로를 구동시킨다.<sup>[4],[5]</sup> 그림 5에 전압구동형 써지 카운터의 회로를 나타내었다.

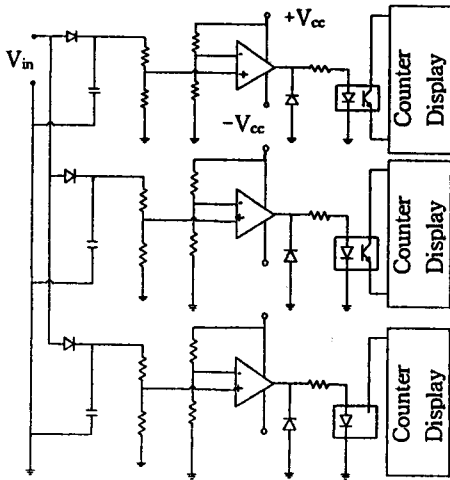


그림 5 전압구동형 써지카운터의 회로도  
 Fig. 5 Circuit diagram of voltage driving surge counter

써지전압의 크기별로 발생 횟수를 관측하기 위해서는 카운터의 동작전압을 단계별로 설정할 수 있어야 한다. 이를 위해 본 연구에서는 초기 동작전압 값을 200V, 300V, 500V로 하였으며, 이것은 분압기내의 분압비를 조정함으로써 쉽게 조절이 가능하다. 그림 6에 전압구동형 써지 카운터의 사진을 나타내었다.

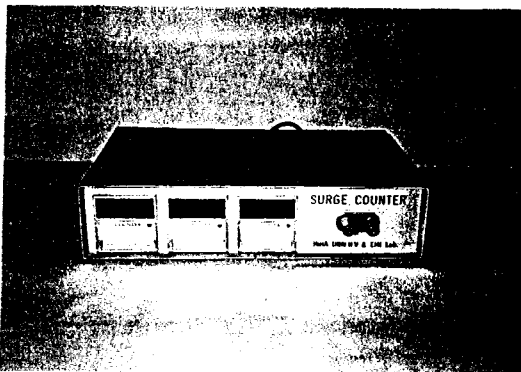


그림 6 전압구동형 써지카운터의 사진  
 Fig. 6 Photograph of voltage driving surge counter

이렇게 제작된 써지 카운터에 8/20 $\mu$ s 써지 발생기와 오실로스코프(Tek. TDS520A)를 사용하여 동작시험

을 하였다. 8/20 $\mu$ s의 써지를 인가시 설정된 카운터의 동작전압 이상의 써지가 유입되면 정확하게 카운터가 됨을 확인하였다.

#### 4. 결론

본 연구에서는 전원선로나 신호/통신선로에 뇌방전에 의해서 침입하는 뇌써지 또는 개폐장치의 조작에 의해 발생하는 스위칭써지를 검출할 수 있는 써지전류카운터와 써지전압카운터를 설계·제작하고, 이들의 성능평가시험을 수행한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 변류기, MOV, 정류기, 계수기 등으로 구성하여 써지전류 침입시 전자유도작용을 이용하여 구동되는 전류구동형 써지 카운터를 설계·제작하였으며, 뇌써지전류의 관측이 가능하였다.
- 2) 정류기, 분압기, 비교기, 카운터회로 등으로 구성하여 써지전압으로 구동되는 전압구동형 써지 카운터를 설계·제작하였으며, 과도전압의 크기에 따른 분류계수가 가능하게 하였다.
- 3) 전원회로에서는 임피던스가 작고 써지전류침입시 대전류가 발생하므로 전류구동형을 사용하고, 통신회로에서는 전류에 비해 높은 이상전압이 유입되므로 전압구동형 카운터를 사용하는 것이 적합하다.
- 4) 본 연구에서 제안된 써지카운터는 전력계통 및 신호, 통신회로에 유입되는 써지의 발생빈도 및 크기를 관측하는데 활용될 수 있다.

#### 참고문헌

- [1] 木村 茂, Lightning protection technique for electronics and communication equipment, 일본 전기설비학회지, pp. 643-651, 1988, 9.
- [2] 關野吉廣, 大竹和虎, 清谷幸雄, et al., 통신용 전력설비에의 침입 뇌써지에 대한 방호, 연구실용화 보고 제30권 제5호, pp. 1187-1198, 1981
- [3] Adolf J. Schwab, High voltage measurement techniques, MIT press, pp. 180-186, 1972
- [4] Adel S. Sedra, Kenneth C. Smith, Micro electronic circuits, 3rd edition, Harcourt brace college publishers, pp. 48-90
- [5] 이복희, A Technology study of the protective device application for the telecommunication facilities on electric power system, 한국전력공사 제2차 분기보고서, pp. 18-23, 1996