

전자통신설비의 SPD 소손사례 및 열화진단기법 분석

Survey of Damage Cases for Surge Protective Devices Installed Electrical Communication Systems and Analysis of Degradation Diagnosis Method

임종욱*, 이재영*, 권준혁**
 Jong-Wook Lim, Jae-Young Lee, and June-Hyuk Kwon

Abstract

In recent years electric devices and telecommunication facilities were often damaged by surge generated lightning discharge. When the service was interrupted by failure of electrical devices due to surge the social loss is very enormous. Therefore in order to protect electrical systems against lightning, SPDs(Surge protective device) have been used. But damaged SPDs often make some troubles like fire and interrupt of service. In this work, 3rd harmonic leakage current detection method was applied as the diagnosis of SPD degradation and the effectiveness of this method was verified by field survey.

Keywords : SPD, lightning, surge, degradation, diagnosis

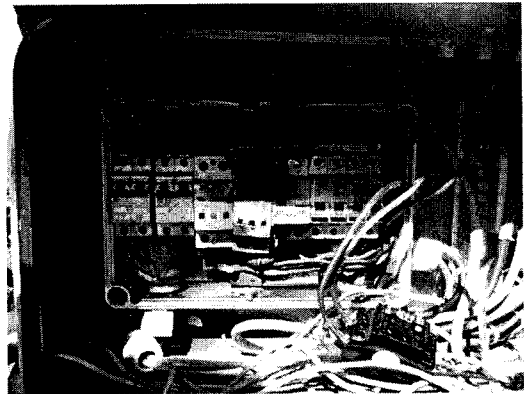
1. 서론

최근 세계적인 기상이변과 더불어 국내에서도 낙뢰의 발생빈도가 증가하고 있는 추세이며 이로 인해 썬지에 대한 내성이 약한 전자통신 설비들의 고장사고도 증가하고 있다. 이를 방지하기 위해 SPD (Surge Protective Device) 라는 보호 장치를 사용하고 있으나 이의 고장여부나 동작 상태를 확인하기 어려운 실정이다. 본 논문에서는 현장에 설치된 SPD의 소손사례를 조사하였으며 주 보호소자인 MOV의 열화 상태를 진단하는 방법에 대해 고찰하였다.

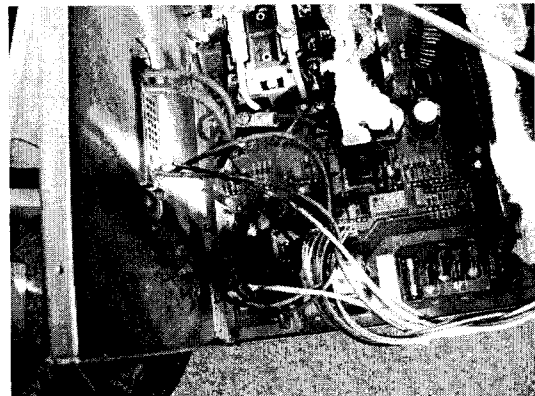
II. SPD의 소손 사례 및 원인분석

1. SPD의 소손 사례

썬지에 대한 내성이 취약한 전자통신설비를 보호하기 위해 SPD의 사용이 증가하고 있다. 현재 옥내/외에 설치되는 통신 기지국 등에서는 분전반에 설치되는 전원용 SPD를 비롯하여 정류기 및 각종 전자기기 내부에 서지보호장치를 내장하고 있다. 이러한 SPD의 적용으로 낙뢰등과 같은 썬지에 대해서는 어느 정도 보호가 이루어지고 있으나 이들 SPD의 고장으로 인해 부하기기의 전원공급이 중단되거나 분전반에 화재 등의 고장사고도 발생하고 있는 실정이다. 그림 1(a)는 옥외기지국 분전반에 설치된 서지보호기가 소손된 사례이며 그림 1(b)는 정류기 회로에 내장된 SPD가 소손된 사례로써 이와 같은 고장사례가 증가하고 있는 추세이다.



(a) 옥외 기지국 분전반의 SPD 소손



(b) 기지국내 정류기회로의 MOV 소손
 그림 1. 전자통신시스템의 SPD 소손사례

Fig. 1. Damages of Surge protective devices

접수일자 : 2009년 08월 07일

최종완료 : 2009년 08월 27일

*LG텔레콤 구축계획팀

**LG텔레콤 NW전략담당

교신저자, E-mail : jwlim@lgtel.co.kr

2. SPD의 소손원인 분석

현재 국내에서 사용중인 SPD는 비선형소자인 MOV(Metal Oxide Varistor)가 주로 사용된다. 이러한 MOV는 썬지와 같은 임펄스에 대해서는 보호특성이 있으나 MOV의 최대연속동작전압(MCOV)이상의 교류전압이 인가시에는 소손이 발생하며 양단의 저항이 수 옴 정도의 저저항 상태로 특성이 변화한다. 이러한 상태에서 정격전압이 지속적으로 인가하게 되면 회로가 단락상태가 되어 열과 함께 화재를 유발할 수 있다. 위에서 언급한 SPD의 소손사태도 이와 같은 일시과전압에 의해 SPD가 소손된 것으로 판단되며 이러한 사고를 예방하기 위해 IEC등의 국제규격에서는 일시과전압 시험(TOV Test)을 명시하고 있다. 그림 2는 TOV Test에 의해 소손된 MOV의 예이다.

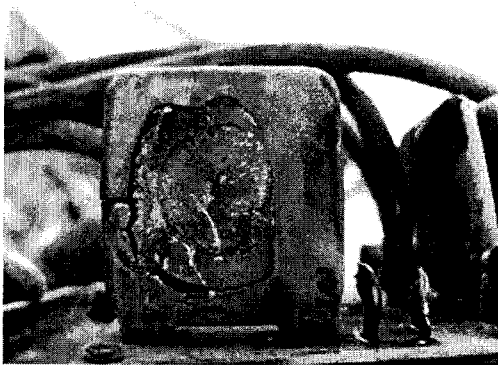


그림 2. TOV 시험에 소손된 SPD
Fig. 2. Broken SPD by TOV test

이와 같이 소손되거나 열화된 소자가 계속 연결되어 사용될 때에는 화재나 폭발등과 같은 2차적인 사고가 유발될 수 있으므로 이를 예방하기 위한 대책이 필요하다.

III. 전원용 SPD의 열화진단 기술 분석

1. 열화진단 기술 분석

현재 시장에서 사용중인 저압전원용 SPD의 대부분은 열화상태를 진단하는 기능이 없다. 이는 시스템운용의 신뢰성을 저하시키는 요인일 뿐만 아니라 관리자의 입장에서도 교체시점을 알수 없는 등 유지보수에 어려운 환경을 제공한다. 현재 보편화된 방법으로는 고장표시법, 서지계수법, 온도측정법 등이 사용되고 있다.

- 고장표시법 : MOV와 연결된 퓨즈의 용단상태를 감시하여 LED등의 표시장치로 나타내는 방법
- 서지계수법 : CT 또는 분압기회로 등을 통해 썬지유입횟수를 검출하는 방법으로 일정회수 이상이면 SPD를 교체하도록 권고.
- 온도측정법 : MOV의 표면온도를 측정하여 일정온도 이상으로 상승하면 열화로 판정함.

이상의 방법은 SPD의 이상여부를 판정하는데 어느 정도 도움이 될 수 있으나 정확한 열화상태를 진단하기에는 미흡하다. 따라서 본 논문에서는 MOV에 흐르는 누설전류를 측정함으로써 열화상태를 판정하는 방법을 이용하였다.

IEC 60099-5에 따르면 고압용 Surge Arrester의 열화상태를 진단하기위한 방법으로 누설전류를 사용하는 방법이

명시되어 있으며 이는 동일한 물성재료로 구성되는 MOV 기반의 저압전원용 SPD에 대해서도 적용가능하다. 일반적으로 MOV의 등가회로는 그림 3과 같이 표유정전용량(Cstray)와 비선형저항 R의 병렬구조로 나타낼 수 있다.

MOV 양단에 전압이 인가되면 누설전류가 흐르며 이는 표유정전용량에 의한 용량성전류(Ic)와 저항성전류(Ir)로 구분할 수 있다. 여기서 용량성 누설전류는 MOV의 형상에 기인하는 것으로 열화시에 변화가 거의 없으며 저항성 전류가 열화시 지배적이다. 따라서 이 저항성 전류를 측정하는 것이 열화를 진단하는 중요하다. 이를 검출하는 방법으로는 여러 가지 방법이 있으나 본 논문에서는 저항성 누설전류의 증가 시 3고조파 전류도 더불어 증가하므로 이를 기반으로 측정시스템을 설계하였다.

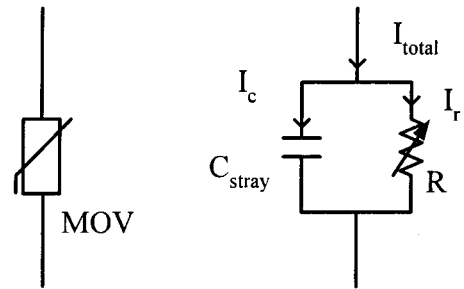


그림 3. MOV의 등가회로
Fig. 3. Equivalent circuit of MOV

2. 측정장치의 구성

낙뢰에 의해서 발생하는 썬지는 대부분 공통모드로 썬선-접지간에 발생하는 경우가 대부분이다. 따라서 SPD도 대부분 공통모드에 대해 보호되도록 설계하고 있으므로 MOV는 대부분 선-접지간에 연결되어 있다. 본 연구에서는 SPD의 접지선에 흐르는 누설전류를 측정하기 위해 그림 4와 같이 측정회로를 구성하였다.

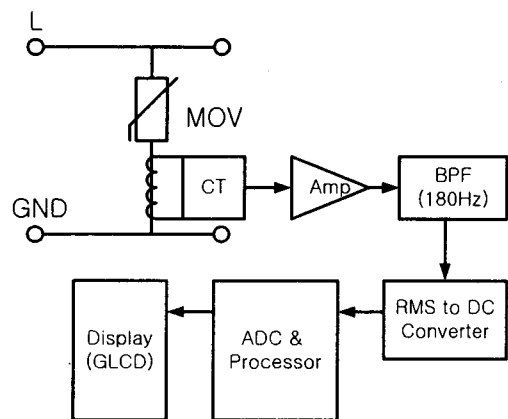


그림 4. 측정장치의 구성
Fig. 4. Schematic diagram of the measurement system

클램프형 CT(Hioki社, 3283)를 이용하여 누설전류를 검출하고 이 신호를 증폭한 후 3고조파전류를 추출하기 위해 180Hz 밴드패스필터를 적용하였다. 이 신호는 RMS to DC 변환기를 거쳐 마이크로프로세서에 인가되며 LCD에 RMS값을 출력한다. 측정대상은 통신기지국에 설치된 SPD

를 대상으로 하였으며 그림 5에 측정 장면을 나타내었다.

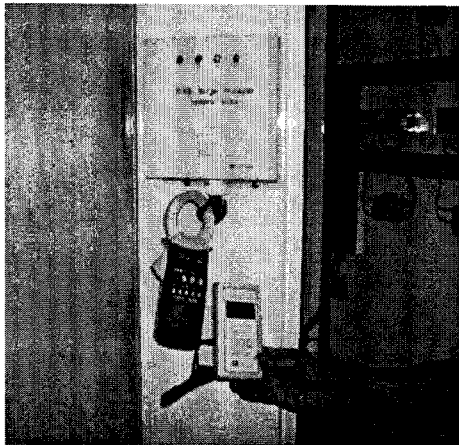


그림 5. SPD의 누설전류 측정
Fig. 5. Measurement of leakage current of SPD

IV. 현장 측정결과 및 고찰

통신기지국 및 중계기에 설치된 16종의 SPD에 대해 누설전류를 측정조사 하였다. 총 누설전류는 클램프형 CT에서 얻어진 값이며 3고조파전류는 전체누설전류에서 3고조파성분만을 추출한 데이터이다. MOV는 약 2nF(정격전압 460V, 방전전류 40kA 기준)의 표유정전용량을 가지고 있으므로 2-3개의 MOV가 병렬 조합되어 사용된 경우 누설전류는 통상 1mA 정도이다. 본 현장조사에서도 대부분의 SPD의 누설전류는 정상적인 것으로 측정되었다. 2곳의 SPD에서는 전체누설전류가 각각 15.4mA, 20.4mA로 매우 높게 측정되었다. 이 중 No.7 번 시료는 3고조파 전류가 13mA로 누설전류의 대부분이 3고조파 전류인 것을 확인하였다. 이는 내부 MOV 소자의 열화에 의한 것으로 추정되는 결과이다. No.8 시료의 경우에는 전체누설전류 20.4mA에 비해 3고조파전류가 4mA 정도로 No.7 시료에 비해 상대적으로 적은비율을 나타내었다. 이는 SPD가 설치된 현장의 전원상태와 SPD의 내부회로가 정확히 공개되지 않은 시점에서 열화정도를 정확히 진단하기는 어렵지만 용량성 누설전류가 상당부분 포함되어 있으며 열화도 서서히 것으로 추정된다. 이와 같이 전체누설전류를 측정하는 것보다는 3고조파성분을 측정하는 것이 외부 환경적인 영향을 제거하고 현실적인 측정방안이 될 수 있다. 물론 저항성 전류의 측정이 보다 정확한 결과를 얻을 수 있으나 이는 구현하기 위한 알고리즘이 복잡하므로 경제성을 고려한 대안으로써 3고조파 측정법이 효과적이다.

또한 현장의 연결 상황이나 SPD의 내부회로 구성 상태를 정확히 인지하지 못한 상태에서 SPD의 열화를 정확히 진단하는 것은 어렵지만 표 1에 나타난 것과 같이 정상시료와 비정상 시료를 활선상태에서 구분하는 것은 가능하다고 판단된다. 보다 정확하게 진단하기 위해서는 이와 같은 기능이 구비된 SPD를 적용하는 것이 바람직하다.

표 1. SPD의 누설전류 측정결과

Table 1. The caption comes before the table

No	국명	종별	전원	총누설전류 [mA]	3고조파전류 [mA]	제조년월
1	장안	기지국	3상	1.44	0	02년7월
2	장안2	기지국	3상	0	0	01년9월
3	장안1	기지국	3상	1.04	0	02년7월
4	답십리2	기지국	3상	0.24	0	01년9월
5	답십리1	기지국	3상	0.3	0	02년7월
6	파주1	기지국	3상	1.56	0.1	97년
7	파주용미	기지국	3상	15.4	13	97년
8	고양풍동	기지국	3상	20.4	4	97년
9	고양시	중계기	단상	0	0	05년3월
10	고양시	중계기	단상	0.6	0	03년12월
11	고양시	중계기	단상	0.4	0	07년5월
12	고양시	중계기	단상	0.44	0	07년5월
13	고양시	중계기	단상	0.5	0	07년5월
14	고양시	중계기	단상	0.4	0	07년8월
15	고양시	중계기	단상	0.3	0	04년5월
16	고양시	중계기	단상	0.4	0	09년5월

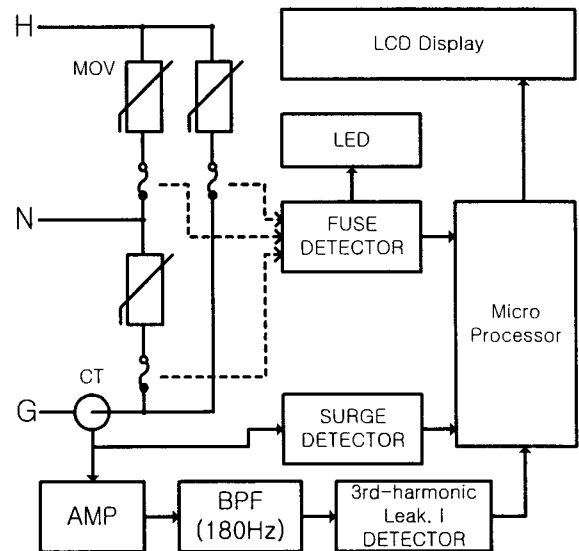


그림 6. 열화진단기능의 SPD 구성도

Fig. 6. SPD with the degradation diagnosis function

그림 6에 이러한 3고조파 누설전류 측정기능을 구비한 SPD의 개략도를 나타내었으며 더불어 일시과전압 인가시 Fuse의 용단상태를 검출하는 기능 및 서지 계수기능이 포함되어있다. 이와 같이 SPD의 열화를 유발하는 요소들을 종합적으로 모니터링 함으로써 관리차 측면에서 유지보수에 편의성을 증가할 수 있으며 시스템 운용의 신뢰성 상승에 기여할 것으로 판단된다.

VI. 결 론

낙뢰 등의 썬지보호를 위해 필연적으로 SPD가 사용되
는 환경에서 SDP의 열화상태를 지속적으로 모니터링 하는
것은 시스템의 안정성측면에서 매우 중요하다. 본 연구에
서는 3고조파 누설전류를 측정하여 SPD의 열화상태를 진
단하고 방법을 제시하였으며 이를 현장에서 측정한 결과
일부 시료가 열화 되었음을 확인하였다. 이러한 SPD를 방
치시에는 서비스의 중단과 같은 막대한 피해를 유발할 수
도 있으므로 보다 세심한 관리가 필요하다.

감사의 글

이 연구를 위하여 여러 도움을 주신 토즈테크놀러지
(주)에 감사드립니다.

[참고 문 헌]

- [1] 이복희, 강성만 "산화아연 피뢰기소자에 흐르는 저항성
누설전류의 검출기법", 조명전기설비학회 논문지
Vol.15, No.3, pp.67-73, 2001.5.
- [2] R.B.Standler, Protection of Electronic circuits from
Overvoltages, Jhon Wiley &sons, Inc.1989
- [3] IEC 61643-1, " Surge protective devices connected to
low-voltage power distribution systems -
Requirements and tests " , 2005
- [4] IEC 60099-5, "Surge arresters-Selection and
application recommendations", 2000
- [5] Keith W. Eliers, " Application and Safety Issues for
Transient Voltage Surge Suppressors", IEEE Trans.
on Industry Application, Vol.36, No.6, pp.1734~1740,
November/December, 2000