

전원계통의 접지방식 및 배선방식에 따른 서지보호기의 효과

(REEffects of Surge Protective Devices with Respect to Types of System Grounding and Wiring Methods)

이복희 · 이수봉* · 길영준

(Bok-Hee Lee · Su-Bong Lee · Hyoung-Jun Gil)

요 약

고도 정보화 사회의 발달과 함께 정보통신 설비는 빠른 전송속도를 필요로 하며, 지능형 산업설비와 행정, 금융, 교통시스템과 같은 사회시스템은 집적회로와 초소형 반도체로 구성되므로 원격감시, 조작에 의해 점차적으로 자동화 되어가고 있다. 이와 같은 현대의 초소형 전자회로는 뇌 서지에 의해 흔히 손상을 입을 수 있으며, 뇌 과전압으로부터 전자회로의 보호에 관심이 집중되고 있다. 본 논문은 일반주택에서 뇌 서지로부터 초소형 컴퓨터와 같은 전자기기의 효과적인 보호방법을 제안하기 위하여 전원계통의 접지방식에 따른 서지보호기의 보호효과를 실험적으로 분석하였다. 또한 서지보호기의 효과적인 설치방법을 조사하고 제안하였다. 기존의 설비에 추가적으로 서지보호기를 설치하는 것은 서지보호기까지의 긴 접속선으로 인한 인덕턴스 때문에 높은 잔류전압이 나타난다. 서지보호기의 설치에 있어 두 접속선을 꼬는 방법이 급격하게 상승하는 과도과전압에 매우 효과적이다.

Abstract

High speed info-communications equipment are required with development of highly information-oriented society, the intelligent industrial facilities and social systems such as administrative, financial and traffic systems, are gradually becoming to automation, which are composed of the integrated circuits and micro-semiconductors, remote control and operation. Thus modern micro-electronic circuits can frequently be damaged by lightning surge. The protection of electronic circuits from lightning overvoltages is concentrated very interesting. In this paper, for the purpose of providing the effective protection method of electronic devices such micro-computers from lightning surges in a residential building, the protection effect of surge protective devices according to types of system groundings were experimentally analyzed. Also the effective installation method of surge protective devices was examined and proposed. The installation of SPDs in retrofits was a high remnant voltage across the protected device owing to the inductance in the long wires to the SPDs. Finally the method of installing the SPD by twisted pair wires is remarkably effective for fast rising transient overvoltages.

Key Words : Lightning surge, Surge protective devices, Low-voltage power system, Types of system grounding, Effective wiring method

* 주저자 : 인하대학교 전기공학과 박사과정
Tel : 032-860-7398, Fax : 032-863-5822

E-mail : lsbong1@hanmail.net
접수일자 : 2003년 9월 18일
1차심사 : 2003년 9월 25일
심사완료 : 2003년 10월 15일

1. 서 론

고도 정보화 사회의 요구에 따라 정보통신기기는 데이터의 좀 더 빠른 전송 속도를 필요로 하므로

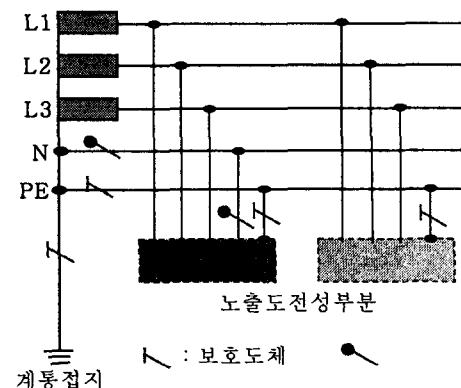
ISDN(integrated services digital network)회선으로 대표되는 디지털 회선의 이용이 급증하고 있다. 또한 산업현장이나 공장, 공항, 항만, 공공시설 등의 설비에서도 집중원방감시나 자동화 등 전기전자제어시스템의 고도화가 이루어지고 있다. 고속통신용 전자기기는 초소형 반도체를 사용한 집적전자회로로 구성되므로 뇌서지 전압과 같은 과도 과전압에 매우 취약하므로 뇌서지에 의한 컴퓨터를 비롯한 전자기기의 보호에 대단한 관심이 집중되고 있다. 초소형 전자기기 및 정보화 설비의 보급과 더불어 뇌서지로부터 건물의 기능과 전자기기를 동시에 보호하여야만 효과적인 뇌보호가 가능하게 되고 그에 따른 고도의 뇌보호 시스템이 요구되어지고 있다. 특히 저전압의 전원 계통망과 정보통신망, 신호/제어회로망을 이루는 선로 및 사용기기의 절연강도가 낮기 때문에 직격뢰만이 아니라 유도뢰가 가정용 전기기구 고장의 주요 원인으로 되고 있고, 뇌서지에 의한 노출이 심각하며 피해가 발생할 확률도 매우 높다[1][2].

따라서 본 논문은 일반 수용가의 저압 전원선을 통하여 침입하는 뇌서지에 대한 효과적인 보호 대책을 마련하기 위하여 전원계통의 접지방식에 따라 저압 전원선을 통하여 이행되는 뇌서지 전압과 전류의 전파양상을 분석하여 가장 효과적이고 경제적인 뇌서지보호기의 설치방법을 실험적으로 조사하였다. 그 결과 전원계통의 접지방식에 따라 가장 효과적인 뇌서지보호기의 설치방법을 제안하였다. 또한 뇌서지보호기를 설치함에 있어서 뇌서지 전파의 억제를 위해 가장 효과적인 배선 및 설치방법을 실험적으로 검토하였다.

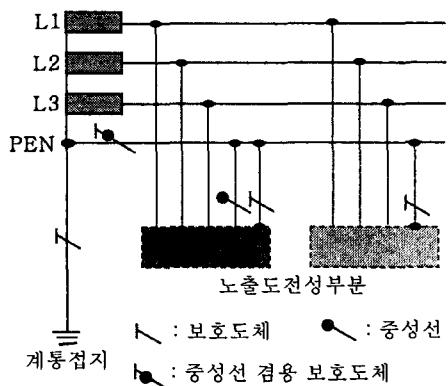
2. 전원계통의 접지방식

전원계통의 접지방식은 교류, 직류에 있어서 크게 TN계통, TT계통 및 IT계통의 3종류로 분류한다. TN접지방식은 구미(歐美) 등에서 주로 사용되는 배전방식으로 한 점을 직접 접지하고 설비의 노출된 도전성 부분을 보호도체로 접속하는 방식으로 그림 1과 같고 TN-C와 TN-S계통으로 나눌 수 있다. TN-S계통은 보호접지도체(protective earth conductor : PE)와 중성선이 완전히 분리되어 있는 접지방식으

로 기기의 외함 등 노출된 도전성 부분을 PE에 접속하여 PE와 중성선이 완전히 독립되어 있으므로 PE에 부하전류가 흐르지 않아 통신기기의 잡음방지에 유효하다. 그리고 TN-C계통은 기구의 노출된 도전성 부분을 접지보호도체와 중성선을 겹치는 도체(combined protective earth neutral conductors : PEN)에 접속하는 방식으로 부하전류의 일부가 흐르므로 통신기기에 장해를 주는 단점이 있다.



(a) TN-S방식



(b) TN-C방식

그림 1. TN접지방식

Fig. 1. TN ground system

TT접지방식은 전원측에서 중성점을 직접 접지하고 설비의 노출된 도전성 부분을 계통접지의 접지전극과 전기적으로 독립된 접지전극에 접속하는 방식으로 그림 2와 같다. 우리나라는 종래부터 이 방식을 채택하고 있으며, 중성선의 계통접지는 제 2종접지,

전원계통의 접지방식 및 배선방식에 따른 서지보호기의 효과

PE는 제 3종접지(400 V미만의 기기), 특별 제 3종접지(400 V이상 저압기기) 또는 제 1종접지(고압기기 포함)방식을 사용하고 있다. 하지만 국제전기기술위원회에서 규정하고 있는 TT접지방식은 우리나라에 서와 같이 접지방식을 분류하거나 접지저항의 상한을 규정하지 않고 접촉전압과 보폭전압을 고려하여 접지를 시설하는 면에서 큰 차이가 있다[3]~[5].

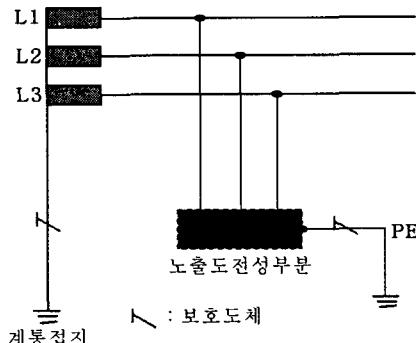


그림 2. TT접지방식
Fig. 2. TT ground system

TT접지방식은 중성선을 직접 대지에 접지하고 있는데 반해 IT계통은 고접지 저항으로 접지하거나 접지를 시공하지 않는 비접지 방식으로 전기설비의 노출된 도전성 부분을 독립접지로 시행하는 것이며, 계통도는 그림 3에 나타내었다.

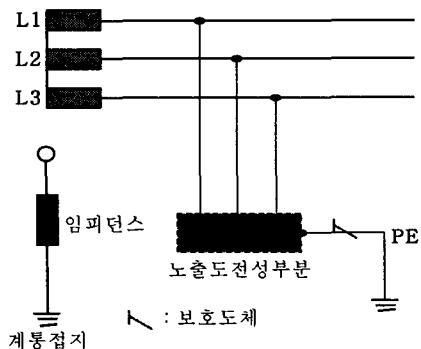


그림 3. IT접지방식
Fig. 3. IT ground system

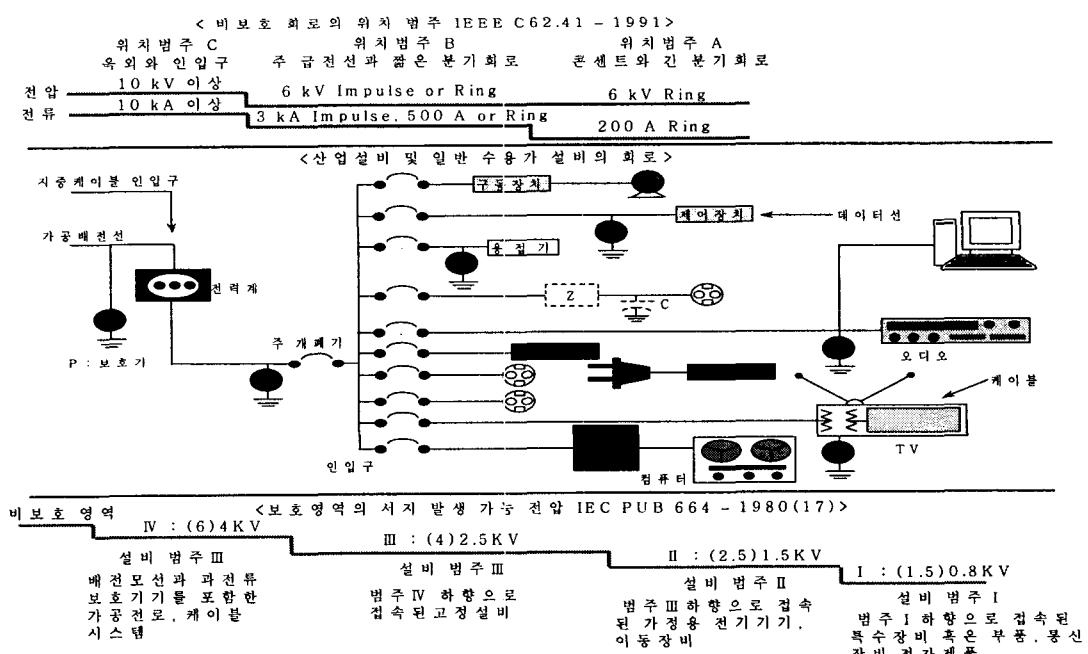


그림 4. 저압 교류 전원회로의 서지 발생에 대한 위치 범주
Fig. 4. Location category about surge generation of low AC power circuits

3. 위치범주와 시험조건

건축물의 내부에 설치된 부하 기기의 뇌서지보호를 위한 설계와 시공에 있어 가장 중요한 요소는 인입점, 건물이나 주택 내의 콘센트에 나타나는 뇌서지전압의 파형과 크기이다. 따라서 저압 전원선의 인입계통을 포함하여 건물 내부에 나타나는 뇌서지전압의 파형과 크기에 따라 전자환경의 위치범주(location categories)를 설정하여 각 위치에서 가장 적합한 보호대책을 수립하는 것이 합리적이다. IEEE C62.41-1991에서는 위치범주를 3단계로 그리고 IEC 644에서는 4단계로 분류하고 있으며, 각 위치범주의 영역과 시험전압을 그림 4에 나타내었다.

① Category A : 원거리 분기회로

Category B로부터 10[m] 이상 또는 Category C부터 20[m] 이상인 모든 리셉터클

② Category B : 주요 간선 및 근거리 분기회로

상업용 건물에서의 조명 시스템, 인입구로부터 근 거리에 접속되는 중전기기용 리셉터클 및 산업용 시설에서의 분전기기, 모선, 간선 시스템

③ Category C : 인입구 및 건물 외부

가공 전력선으로부터 건물 인입구까지의 도체, 전력량계와 분전반 사이의 도체, 가공전선으로부터 건물, 펌핑시스템에 있어서 지증선으로부터 전기 펌프모터까지의 부분

A지역은 콘센트와 장거리 분기회로이며 B지역은 간선과 짧은 분기회로 배전반, 산업용 기계장치의 모선이나 간선 등이 포함된다. C지역은 외부와 인입구로서 계기와 배전반 사이의 간선, 외부 지지물로부터 건물의 인입구까지의 인입선, 인접 건물과의 가공선, 지하 매설선 등이 포함되며 발생할 수 있는 뇌서지 전압의 경우 10[kV], 전류의 경우 10[kA] 이상을 표준으로 하고 있다.

4. 실험

일반 주택의 옥내배선을 모의하기 위하여 분전반을 시설하고 분전반으로부터 4분기 회로를 가지는 실험회로를 구성하였다. 각 분기회로는 22[mm] 전선관내에 1.6[mm] 전선을 인입하여 옥내배선을 시

설하고 30[m] 길이에 콘센트를 설치하여 전원계통의 접지방식에 따른 뇌서지의 전파양상과 효과적인 서지보호기(surge protective devices : SPD)의 설치방법, 그리고 배선방법에 따른 뇌서지 보호효과를 평가할 수 있도록 실험회로를 그림 5와 같이 구성하였다. 실험에서는 IEEE Std.587에 의해 요구되는 시험전압·전류 파형으로 1.2/50[μ s], 8/20[μ s] 뇌임펄스전압 및 전류와 0.5[μ s]/100[kHz]의 진동성 임펄스전압을 발생시킬 수 있는 조합형 임펄스전압 및 전류 발생장치를 이용하였다.

그림 5는 4가지 전원계통의 접지방식을 모의할 수 있으며, R1은 중성선 접지저항, R2는 분전반의 접지저항을 나타낸다. 이를 접지저항값은 각각 10[Ω]으로 일정하게 유지하였다. 이 때 IT방식은 스위치 S1, S2, S3가 열리고 S4가 닫힌 경우이고, TT방식은 스위치 S2, S3가 열리고 S1, S4가 닫힌 경우이다. 그리고 TN-S방식은 스위치 S1, S2가 닫히고 S3, S4가 열린 경우이고, TN-C방식은 스위치 S1, S3가 닫히고 S2, S4가 열린 경우이다.

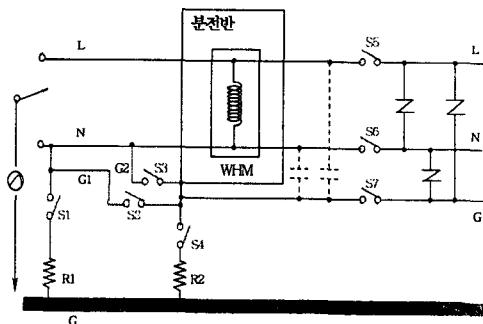


그림 5. 실험회로
Fig. 5. Experimental circuits

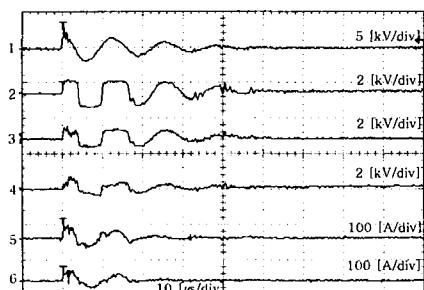
실험은 조합형 임펄스전압 및 전류발생장치에 의해 발생되는 0.5[μ s]/100[kHz] 진동성 임펄스전압(Ring wave)을 인가지점을 달리하면서 인가하였을 때 분전반을 거쳐 분기회로가 30[m]인 지점에 이행되는 뇌서지전압의 전파양상을 조사하였다. 여기서 인가지점은 L상과 대지, N상과 대지 그리고 L-N을 일괄하여 대지사이에 인가하였다. 또한 분전반의 30m 지점에 SPD를 설치하여 전원계통의 접지방식에

따라 효과적인 SPD의 설치방법을 검토하였다. 이때 전압과 전류는 각각 고전압 프로브와 대전류 프로브를 사용하여 측정하였다. SPD로는 제한전압이 700 V인 ZnO 바리스터를 사용하였다. L상과 대지사이의 보호는 스위치 S5, S7을 닫고 S6을 연 경우이고 L상과 N상사이의 보호는 스위치 S5, S6을 닫고 S7을 연 경우, 그리고 N상과 대지사이의 보호는 스위치 S5를 열고 S6, S7을 닫은 경우이다.

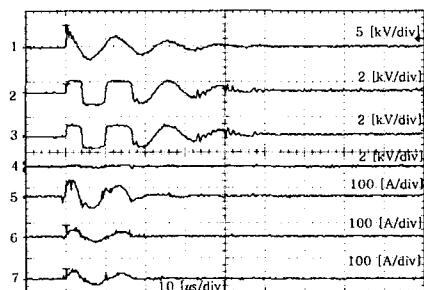
5. 결과 및 고찰

5.1 전원계통의 접지방식에 따른 뇌서지 전파

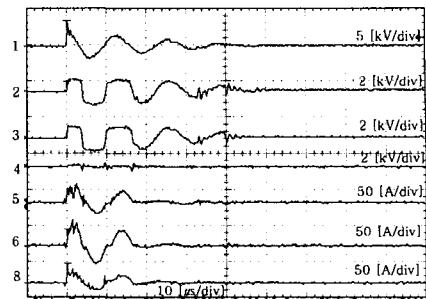
$0.5[\mu\text{s}]/100[\text{kHz}]$ 의 진동성 임펄스전압을 L상과 대지사이에 인가하였을 때 뇌서지전압과 전류의 전파양상에 따라 분기회로가 30[m]인 지점에 SPD로 ZnO 바리스터를 설치한 경우 나타나는 인가전압, 바리스터 제한전압, 접지측으로 흐르는 전류를 그림 6에 나타내었다.



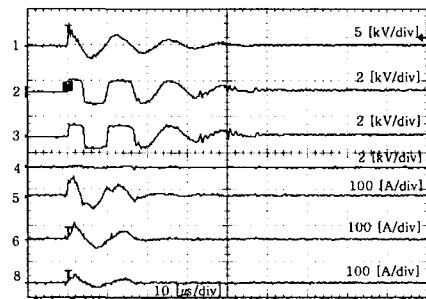
(a) IT방식



(b) TT방식



(c) TN-C방식



(d) TN-S방식

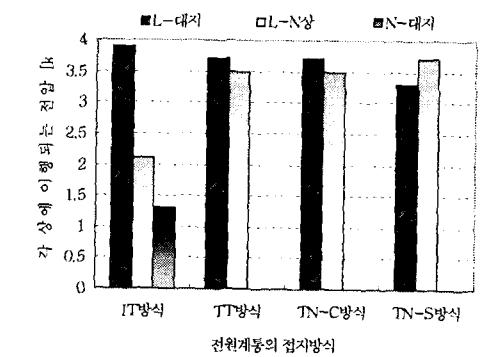
- | | |
|--------------|----------------------|
| 1 : 인가전압 | 2 : L-G상간 전압 |
| 3 : L-N상간 전압 | 4 : N-G상간 전압 |
| 5 : L상전류 | 6 : 분전반 접지전류 |
| 7 : 중성선 접지전류 | 8 : 접지선 G1 또는 G2의 전류 |

그림 6. L상과 대지사이에 $0.5[\mu\text{s}]/100[\text{kHz}]$ 진동성 임펄스 전압을 인가한 경우 SPD에 의한 보호효과

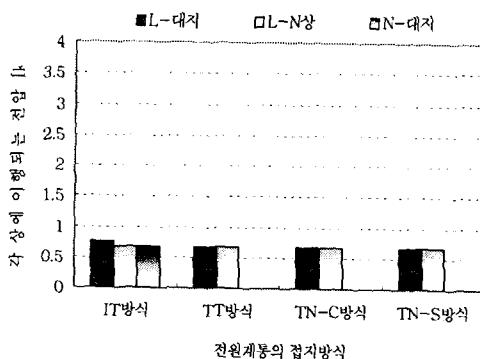
Fig. 6. Protection effect of SPD when the $0.5[\mu\text{s}]/100[\text{kHz}]$ ring wave was applied between the hot line and ground

L상과 대지사이에 $0.5[\mu\text{s}]/100[\text{kHz}]$ 의 진동성 임펄스전압을 인가한 경우 우리 나라 수용가 설비에서 주로 사용하고 있는 TT방식에서는 전력량계의 내부 인덕턴스에 의해 유도되는 L상과 N상사이의 전압과 L상과 대지사이의 표류 정전용량에 의해 나타나는 L상과 대지사이의 전압만이 나타났다. N상과 대지사이에 전압이 나타나지 않은 것은 전력량계의 인덕턴스를 거쳐 중성선 접지측으로 전류의 이동 경로가 형성되었기 때문으로 사료된다. TN-C, TN-S 방식 또한 대부분의 인가전압이 분전반을 거쳐 L상과 대지사이와 L상과 N상사이에 이행되는 것으로 나타났다.

L상과 대지사이에 $0.5[\mu\text{s}]/100[\text{kHz}]$ 진동성 임펄스전압을 인가한 경우 L상과 대지, L상과 N상사이에 이행되는 전압은 그림 7(a)와 같이 전원계통의 접지방식에 크게 영향을 받지 않고 거의 일정하게 나타나는 것을 알 수 있다.



(a) 뇌서지보호기가 설치되지 않은 경우



(b) 뇌서지보호기가 설치된 경우

그림 7. L상과 대지사이에 $0.5[\mu\text{s}]/100[\text{kHz}]$ 진동성 임펄스전압을 인가한 경우 SPD의 설치방법에 따른 보호효과

Fig. 7. Protection effect according to the method of installing SPD when the $0.5[\mu\text{s}]/100[\text{kHz}]$ ring wave was applied between the hot line and ground

다만 IT방식에서는 L상과 대지사이의 표류정전용량과 N상과 대지사이의 표류정전용량에 의해 전류의 이동경로가 형성됨으로서 분전반을 거쳐 분기회로가 30[m]인 지점에서의 L상과 대지사이로 이행

되는 전압은 전력량계의 내부의 인덕턴스에 의해 유도되는 L상과 N상사이로 이행되는 전압과 N상과 대지사이에 이행되는 전압의 합으로 나타나는 것을 확인하였다.

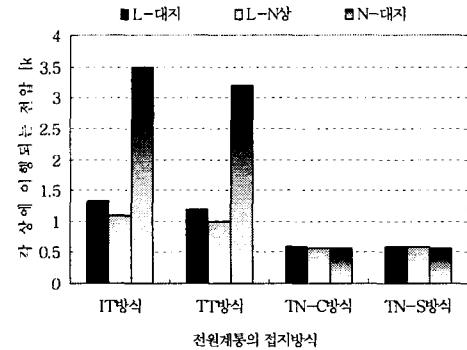
뇌서지의 전파양상을 통하여 분전반을 거쳐 분기회로가 30[m]인 지점에 SPD로 ZnO 바리스터를 설치하여 실험을 모의한 결과 전원계통의 접지방식에 따라 효과적이고 경제적인 뇌서지 보호방법을 도출할 수 있었다. 그림 7(b)의 결과에는 IT방식의 경우 L상과 대지, L상과 N상, N상과 대지사이에 각각 ZnO 바리스터를 설치하여 뇌서지를 제한할 수 있고, TT방식, TN-C방식, TN-S방식의 경우 L상과 대지, L상과 N상사이에 ZnO 바리스터를 설치하는 것이 가장 효과적이고 경제적인 것으로 나타났다.

N상과 대지사이에 $0.5[\mu\text{s}]/100[\text{kHz}]$ 진동성 임펄스전압을 인가한 경우 뇌서지보호기가 설치되지 않았을 때 전원계통의 접지방식에 따라 나타나는 뇌서지의 전파특성을 그림 8(a)에 나타내었다. N상과 대지사이에 임펄스전압을 인가하였을 때 L상과 N상, L상과 대지사이로 이행되는 전압은 전원계통의 접지방식에 따라 다소 다른 양상으로 나타났다. TN-C 방식과 TN-S방식에서는 중성선에 접지와 접지선 G1과 G2가 시설됨으로 인해 대부분의 전류가 중성선 접지와 접지선 G1과 G2로 흐르기 때문에 실제 분전반을 거쳐 분기회로가 30[m]인 지점에 이행되는 전압은 아주 미세하게 나타나는 것으로 보인다.

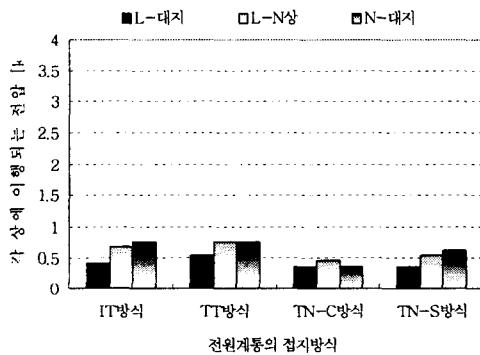
그러나 IT방식과 TT방식에서는 L상과 대지사이의 표류정전용량과 N상과 대지사이의 표류정전용량에 의해 전류의 이동경로가 형성됨으로서 분전반을 거쳐 분기회로가 30[m]인 지점에서의 L상과 대지사이에 이행되는 전압은 전력량계 내부의 인덕턴스에 의해 유도되는 L상과 N상사이에 이행되는 전압과 N상과 대지사이에 이행되는 전압의 합으로 나타나는 것을 확인하였다. 따라서 IT방식과 TT방식의 경우 분기회로의 30[m]지점 L상과 대지, N상과 대지, L상과 N상사이에 ZnO 바리스터를 설치하여 뇌서지의 이행을 억제할 수 있고 TN-C방식과 TN-S방식의 경우는 분기회로의 30[m]지점으로 이행되는 전압이 본 실험에 사용한 ZnO 바리스터의 제한전압보다 낮은 전압이기 때문에 특별히 SPD를 설치할 필요가

전원계통의 접지방식 및 배선방식에 따른 서지보호기의 효과

없이 전원계통의 접지방식만으로도 뇌서지의 침입을 억제할 수 있다.



(a) 뇌서지보호기가 설치되지 않은 경우



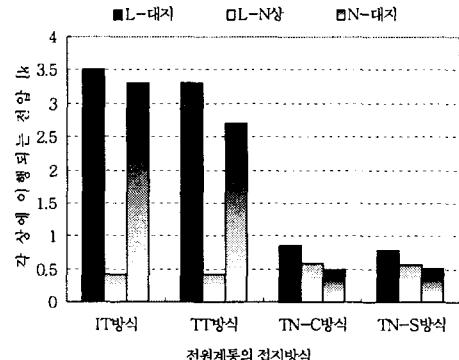
(b) 뇌서지보호기가 설치된 경우

그림 8. N상과 대지사이에 $0.5[\mu s]/100[kHz]$ 진동성 임펄스 전압을 인가한 경우 SPD의 설치방법에 따른 보호효과

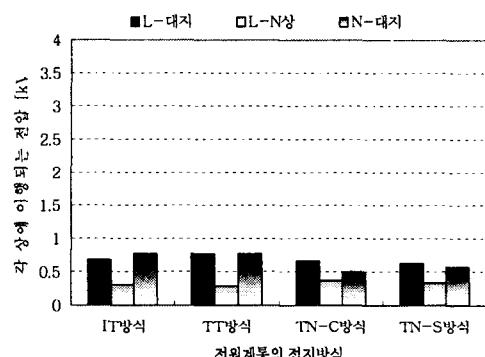
Fig. 8. Protection effect according to the method of installing SPD when the $0.5[\mu s]/100[kHz]$ ring wave was applied between the neutral line and ground

대부분의 저압 전원선의 뇌피해는 유도로 서지에 의한 것으로 보고되고 있다. 이러한 유도로 서지의 전파특성을 모의한 L-N상을 일괄하여 대지사이에 $0.5[\mu s]/100[kHz]$ 진동성 임펄스전압을 인가한 경우 전원선측에 유도되는 서지전압을 그림 9에 나타내었다. 대부분의 전원계통의 접지방식에서 L상과 N상 사이에 나타나는 전압은 아주 미세하였고 IT방식과 TT방식의 L상과 대지, N상과 대지사이로 이행되는

전압만이 다소 높게 나타났다.



(a) 뇌서지보호기가 설치되지 않은 경우



(b) 뇌서지보호기가 설치된 경우

그림 9. L-N상을 일괄하여 대지사이에 $0.5[\mu s]/100[kHz]$ 진동성 임펄스 전압을 인가한 경우 SPD의 설치방법에 따른 보호효과

Fig. 9. Protection effect according to the method of installing SPD when the $0.5[\mu s]/100[kHz]$ ring wave was applied between the bundle of hot and neutral conductors and ground

따라서 IT방식과 TT방식에는 가장 흔히 발생하는 유도로에 의해 높은 서지 전압이 발생하므로 이에 대한 피해와 보호책을 강구하여야 한다. 그리고 TN-C방식과 TN-S방식의 경우 IT방식과 TT방식에 비해 L상과 대지, N상과 대지사이에 이행되는 전압이 현저하게 낮게 나타나는 것을 알 수 있다. 분전반을 거쳐 분기회로가 30[m]인 지점에 이행되는 뇌서지를 효과적으로 보호하기 위해 IT방식과 TT

방식은 L상과 대지, N상과 대지사이에 ZnO 바리스터를 설치함으로서 뇌서지의 억제가 가능하다. 그러나 TN-C방식과 TN-S방식의 경우는 ZnO 바리스터의 제한전압보다 낮은 전압이 이행되므로 바리스터를 설치하지 않고도 전원계통의 접지방식의 채택만으로도 뇌서지의 억제가 가능하다. 다만 병원용이나 뇌서지에 대단히 민감한 기기의 경우는 낮은 뇌서지에도 민감하게 반응하기 때문에 본 실험에 적용한 ZnO 바리스터보다 동작개시전압이 낮은 것을 사용하는 것이 바람직하다[4][5].

5.2 배선방법에 따른 SPD의 보호효과

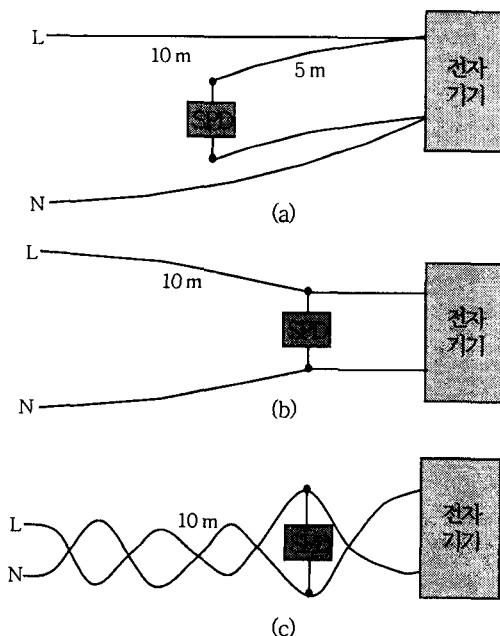
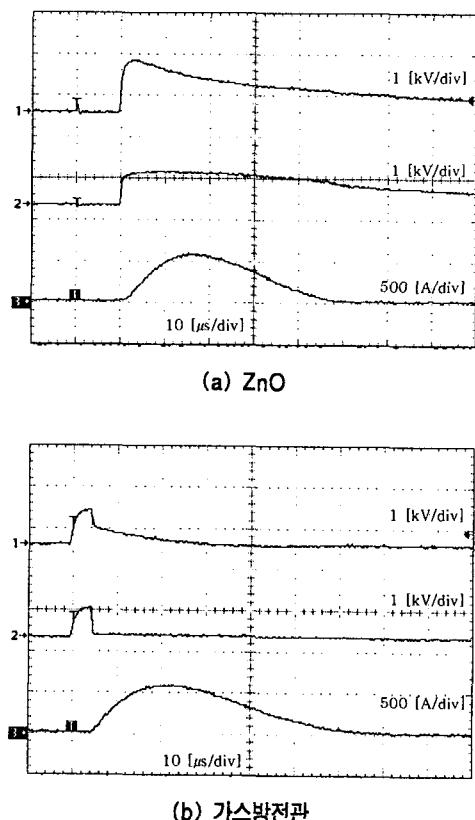


그림 10. SPD의 배선방법
Fig. 10. Wiring methods of SPD

배선방법에 따른 SPD의 보호효과를 분석하고 가장 효과적인 배선방법을 제안하기 위하여 그림 5와 같은 실험 측정계를 모의하였다. 그림 10의 3가지 배선방법에 대하여 L상과 N상사이에 1.2/50 μ s의 뇌임펄스전압과 0.5 μ s/100[kHz]의 진동성 임펄스전압을 각각 인가하였고 이행되는 전압과 방전전류를 측정하였다. 그리고 SPD로 동작개시전압이 680[V]인 가스방전관과 제한전압이 700[V]인 ZnO 바리스

터를 적용하였다. 그림 10의 3가지 배선방법 중 인가전압의 특성에 따라 (c)방법에서 나타나는 인가전압, 전자기기의 이행전압, 방전전류에 대한 대표적인 파형을 그림 11과 12에 나타내었다.



1: 인가전압 2: 전자기기의 이행전압 3: 방전전류

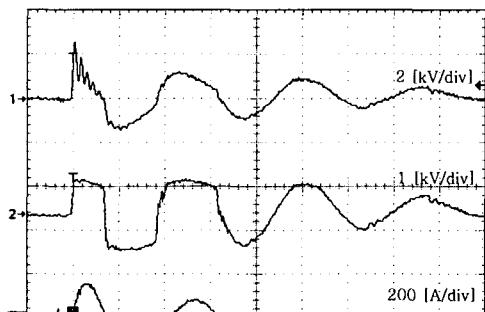
그림 11. 1.2/50 μ s 임펄스 전압 인가시 인가전압, 제한전압과 전류파형

Fig. 11. Waveforms of the incident and clamping voltages and current when the 1.2/50 μ s impulse was applied

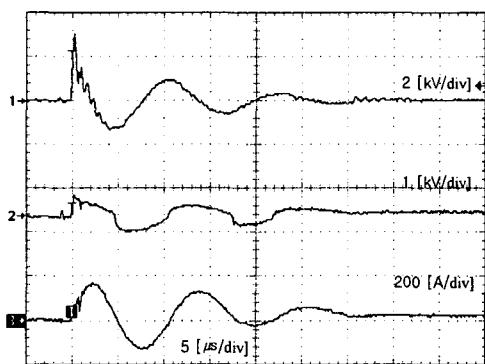
1.2/50 μ s 임펄스전압의 경우 SPD의 방전전류는 600 A, 0.5 μ s/100[kHz] 진동성 임펄스의 경우 150 [A]로 일정하게 흘려주었다. 그림 10의 배선방법에서 추가로 SPD를 설치함으로써 SPD 사이의 리드선 길이가 긴 (a)방법의 경우 빠른 상승시간을 갖는 과도 과전압에 대해 SPD가 동작하기 전에 전자기기 등의 피보호 장치를 손상시킬 수 있다. 그리고 전자

전원계통의 접지방식 및 배선방식에 따른 서지보호기의 효과

기기로의 이행전압은 SPD까지의 긴 선로에서 발생하는 인더턴스 때문에 다른 배선방법에 비해 큰 값으로 나타났다. 비록 SPD가 느린 상승시간을 가지는 과도 과전압에 대해 약간의 보호효과를 제공한다고 하더라도 SPD를 설치함에 있어서 아주 바람직하지 않은 방법이다. 이러한 배선방법은 피보호 장치에 추가하여 설치하는 경우에 해당하며, 또한 보호하고자 하는 전자기기로부터 먼 곳에 설치된 SPD의 보호효과를 기대하기는 어렵다는 것을 알 수 있다.



(a) ZnO



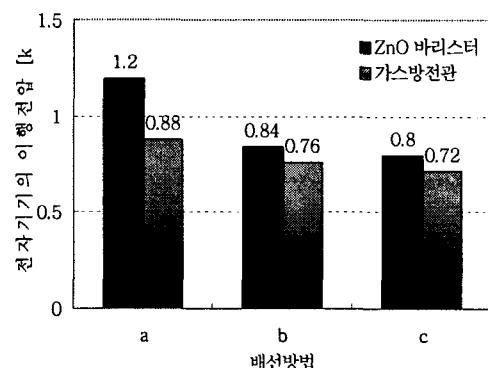
(b) 가스방전관

1: 인가전압 2: 전자기기의 이행전압 3: 방전전류

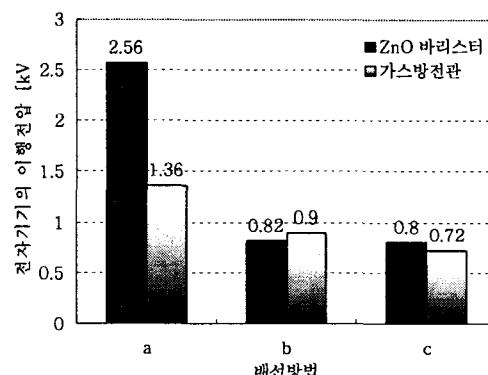
그림 12. 0.5(μs)/100(kHz) 진동성 임펄스 인가시
인가전압, 제한전압과 전류파형

Fig. 12. Waveforms of the incident and clamping voltages and current when the 0.5(μs)/100(kHz) ring wave was applied

SPD 사이의 리드선의 길이가 최단거리인 (b)방법의 경우 (a)방법에 비해 훨씬 보호효과가 우수한 배선방법이다. 그러나 SPD와 전자기기 등의 피보호장치사이의 긴 거리는 악영향을 주는 변압기 효과를 초래하는 것을 방지할 수는 없다. 따라서 그림 10의 (c)방법에서 보여준 것처럼 SPD에 들어오는 두 선을 꼬음으로서 변압기 효과를 억제한다[6]. 그림 13에 이러한 배선방법에 따른 SPD의 보호효과를 나타내었다. ZnO 바리스터의 제한전압특성이 가스방전관보다 배선방법의 영향이 현저하였으며, 상승시간이 빠를수록 SPD의 제한전압의 배선방법에 따른 의존성이 큰 것으로 나타났다.



(a) 1.2/50[μs] 임펄스



(b) 0.5(μs)/100(kHz) 진동성 임펄스

그림 13. 배선방법에 따른 SPD의 보호효과

Fig. 13. Protection effect of SPDs according to the wiring methods

6. 결 론

본 논문은 일반 수용가의 저압 전원선을 통하여 침입하는 뇌서지에 대한 효과적인 보호 대책을 마련하기 위하여 전원계통의 접지방식에 따라 저압 전원 측으로 이행되는 뇌서지 전압과 전류의 전파양상을 분석하여 효과적인 뇌서지보호기의 설치방법을 실험적으로 조사하였다. 또한 뇌서지보호기를 설치함에 있어서 뇌서지 전파의 억제를 위해 효과적인 배선방법을 실험적으로 검토하였다.

전원계통의 접지방식에 따른 뇌서지의 특성을 분석한 결과 IT방식과 TT방식의 경우 인가지점과 거의 무관하게 뇌서지가 분전반을 거쳐 분기회로가 30 [m]인 지점으로 이행되었고, 그에 따라 L상과 대지, L상과 N상, N상과 대지사이에 각각 SPD를 설치하여 뇌서지 이행을 억제할 수 있다. 또한 TN-C방식과 TN-S방식은 L상과 대지사이에 뇌서지전압을 인가한 경우에만 다소 높은 이행전압이 나타났고 N상과 대지사이, L상과 N상을 일괄하여 대지사이에 인가한 경우는 이행전압이 크게 나타나지 않았다. 따라서 L상과 대지, L상과 N상사이에 SPD를 설치하여 뇌서지의 이행을 억제할 수 있다. 또한 유도뇌서지에 의한 뇌서지 보호측면에서는 TN-C방식과 TN-S 방식이 효과적임을 확인하였다.

SPD사이의 리드선의 길이가 긴 경우 또는 SPD를 피보호기기로부터 먼 곳에 설치하면 보호효과가 매우 낮아진다. 또한 SPD의 설치는 접속선을 꼬음으로서 변압기 효과를 억제할 수 있는 방법이 가장 효과적임을 알았다.

이 논문은 산업자원부에서 시행한 전력산업 인프라 구축지원사업의 지원에 의하여 수행된 연구결과입니다.

References

- [1] B. Richter, "Surge Protective Devices for Low-Voltage Power Distribution Systems", -The New IEC-Standard and First Experience with It , Proc. 23rd ICLP, Paper No.7 C-1, pp.764~767, 1998.
- [2] M. B. Marz, S. R. Mendis, "Protecting load devices from the effects of low-side surges", IEEE Trans, Vol. 29, No. 6, November/December 1993.
- [3] IEC 60364-3, "Electrical installation of buildings- Part 3: Assessment of general characteristics", Second edition, 1993-03, pp.11~15.
- [4] IEC 61643-12, "Surge protective devices connected to low-voltage power distribution systems- Part 12 : Selection and application principles", First edition, 2002-02, pp.113~117.
- [5] IEC 61643-1, "Surge protective devices connected to low-voltage power distribution systems- Part 1 : Performance requirements and testing methods", First edition, 1998-02, pp.3~37.
- [6] R. B. Standler, "Protection of Electronic Circuits from Overvoltages", John Wiley & Sons, Inc., First edition, New York, pp.3~33, 1989.

◇ 저자소개 ◇

이복희 (李福熙)

1954년 6월 29일생. 1980년 2월 인하대 공대 전기공학과 졸업. 1987년 동 대학원 전기공학과 졸업(박사). 1988~89년 동경대학 생산기술연구소 객원연구원. 1995년 호주 Queensland대학 방문교수. 1999년 Cincinnati대학 방문교수. 현재 인하대 공대 전자전기 컴퓨터공학부 교수. Tel. (032) 860-7398, Fax. (032) 863-5822, e-mail : bhlee@inha.ac.kr

이수봉 (李守俸)

1979년 4월 13일생. 2002년 2월 경남대 공대 전기공학과 졸업. 2004년 2월 인하대 대학원 전기공학과 졸업(석사). 현재 동 대학원 전기공학과 박사과정. Tel. (032) 860-7398, Fax. (032) 863-5822, e-mail : lsbong1@hanmail.net

길영준 (吉亨准)

1969년 8월 27일생. 1997년 2월 인하대 공대 전기공학과 졸업. 1999년 2월 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 현재 한국전기안전공사 무선 전기안전연구원 및 동 대학원 전기공학과 박사과정. Tel. (031) 580-3048 Fax. (031)580-3111 e-mail : fa523@hanmir.com