Journal of the Korean Institute of Illuminating and Electrical Installation Engineers Vol. 21, No.1, pp. 35~41 January 2007 논문 21-1-5

정보화 기기용 SPD의 설치조건에 따른 보호효과

(Protection Effects According to the Conditions of Installations of SPDs for Information-Oriented Equipments)

이복희* · 이동문 · 정동철 · 이수봉 · 이승칠

(Bok-Hee Lee · Dong-Moon Lee · Dong-Chul Cheong · Su-Bong Lee · Seung-Chil Lee)

요 약

최근 고품질의 정보통신서비스와 안정한 전력공급에 대한 사회적 요구가 증가하고 있다. 본 연구에서는 뇌서지로부터 정보통신설비를 효과적으로 보호하는 대책을 제안하기 위해서 실규모 실험회로를 적용하여 여러 가지 설치조건에 따른 서지보호기의 보호효과를 실험적으로 조사하였다. 그 결과 전원계통의 접지방식, 분기회로의 수, 접지선의 배선방법 등에 따라 서지보호기의 보호효과는 크게 다른 것으로 밝혀졌다. 정보화 기기용 서지보호기를 설치하는 경우, 전원선과 통신선을 포함하는 공통접지방식과 접지선을 전원선과 일괄하여 금속관 내에 배선하는 것이 서지보호기의 서지차단성능의 향상에 가장 효과적이었다.

Abstract

Recently, there are increasing social needs for stable supply of electric power and securing high quality of information and communication services. In this work, to propose the effective protection countermeasures of information-oriented equipments against lightning surges, the protection effects of surge protective devices(SPDs) were experimentally investigated using actual-sized test circuits in various installation conditions. As a result, it was found that the protection effect of SPDs is quite different, depending on the factors, such as the grounding system of power source, numbers of branch circuits, wiring method of grounding leads, and etc. In case of installing SPDs for information-oriented equipments, including all electric power lines and communication lines, the common grounding should be the most effective. Wiring method containing grounding leads with power lines in metal conduit is suitable to improve the surge cutoff performance of SPDs.

Key Words : Surge protective device(SPD), Lightning surges, Grounding, Protection against lightning surges

1. 서 론

현대 고도정보화 사회에 있어서 전기설비, 컴퓨터, 통신 등 사회 인프라설비의 낙뢰피해는 산업, 경제, 행정, 교통, 의료 등 모든 분야에 걸쳐 심각한 영향을 미치게 되는 사회적 문제를 일으키고 있다. 따라서

* 주저자 : 인하대학교 전자전기공학부 교수
Tel : 032-860-7398, Fax : 032-863-5822
E-mail : bhlee@inha.ac.kr
접수일자 : 2006년 8월 1일
1차심사 : 2006년 8월 3일, 2차심사 : 2006년 8월 23일
심사완료 : 2006년 9월 1일

현대 사회시스템에 있어서 고도정보화, 도시기능화, 전기에너지 이용의 하이테크화 등에 의해 전기의 안정적 공급과 고품질 정보통신망의 확보에 대한 사회적 요구가 높아지고 있다. 전원계통, 정보통신망 등은 자연재해를 받을 기회가 많고, 특히 그 중에서 뇌에 의한 피해가 큰 비중을 차지하고 있다. 정보통신망에 입사한 이상전압으로부터 정보통신기기, 컴퓨터, 전자기기 및 신호/제어기기의 보호에 서지억제소자가 활용되고 있다. 망상화되어 있는 전자설비에서는 정보화기기 및 통신기기 등의 신호선로에서 뿐만이 아니라 전원선으로부터 침입하는 뇌서지에 노출되어 있으므로 전원선 및 접지선을 따라 유입하는 서지에 의한 고장이 가장 많으므로 이에 대한 보호대책이 중요한 과제이다[1-4].

ZnO바리스터와 가스갭의 SPD소자의 설치방법 즉, 부하기기와 SPD의 접지방식에 따른 서지의 차단특성에 대한 연구결과가 보고되었다[5]. 따라서 정보통신기기를 비롯하여 가정용 전자기기에 대한 효과적인 뇌서지 보호대책의 제안을 목적으로 서지보호기의 보호효과에 대한 접지의 역할, 전원선의 접지방식에 따른 뇌서지보호기의 설치기법 등 시스템적으로 뇌서지보호기를 설치하는 기법에 대하여 실증적인 실험연구를 수행하였다.

본 연구에서는 전원선을 통하여 침입하는 뇌서지에 대해 분전반에 설치하는 서지보호기의 접지저항, 접지방식 및 공통접지선의 시설방법이 정보통신기기의 뇌서지 보호효과에 미치는 영향을 평가하였다. 또한 분기회로의 수에 대한 뇌서지의 이행양상을 분석하고, 서지보호기의 설치기법과 효능, 접지방식에 따른 보호효과를 평가하여 효과적인 뇌서지보호기의 설치기법을 제안하였다.

2. 실험장치 및 방법

옥내배선을 모의하여 저압 분전반을 시설하고, 4개의 분기회로의 실험회로를 구성하였다. 각 분기회로는 22 [㎜] 전선관 내에 2.0 [㎟] 전선을 인입하여 20 [m] 길이의 배선을 시설하였다[6]. SPD로는 제한전압 750 [V]의 ZnO바리스터를 사용하고, 임펄스전압 및 전류는 고전압 프로브와 대전류 측정용 전류프로브로 검출하고, 디지털 축적형 오실로스코프로 측정하였다. 측정회로는 실험조건별로 다르므로 각각의 실험조건마다 별도로 나타내었다.

본 연구에 적용한 실험회로는 인입용 분전반을 앞단에서 서지가 입사되고, 분전반에 설치한 SPD와 분기회로 말단에 설치한 SPD의 동작특성을 평가하기 위한 것으로 위범주를 분류할 때 ANSI/IEEE C62.41에 따르면 B, C영역에, 그리고 IEC 60664에 따르면 Ⅲ, Ⅳ범주에 속한다. 이 범주에서 서지시험 전압과 전류 파형은 각각 1.2/50 [㎲], 8/20 [㎲]이며, 크기는 6 [kV], 3 [kA]이하이므로 본 실험조건은 ANSI/IEEE와 IEC의 시험규격을 만족되는 것으로 볼 수 있다.

3. 결과 및 고찰

3.1 접지방식에 따른 SPD의 보호효과

정보통신용 전자기기는 서지보호기를 내장한 아답터를 통해 전원을 공급하는 경우가 대부분이므로 SPD가 분전반과 전자기기 앞단에 설치된 경우의 보호효과를 평가하였다.

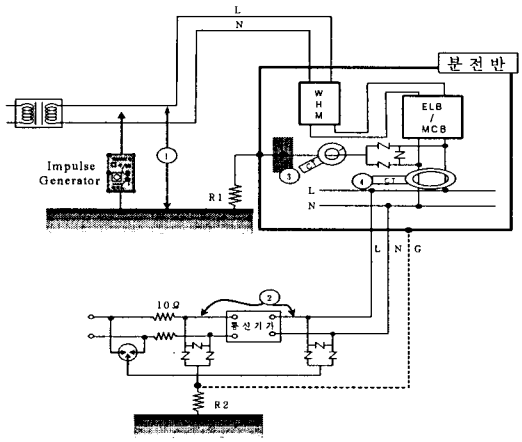
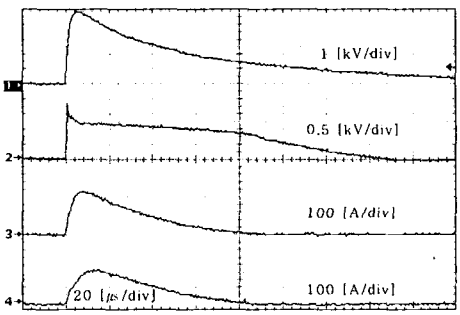


그림 1. 접지방식별 SPD의 보호효과를 평가하기 위한 실험회로

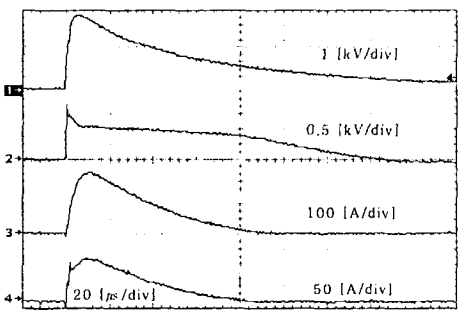
Fig. 1. Experimental circuit for evaluating the protective effects of SPDs by grounding methods

그림 1에 나타낸 바와 같이 전자기기 앞단 SPD의 접지저항을 10 [Ω]으로 일정하게 하고, 분전반에 설치된 SPD의 접지저항을 1, 5, 10, 25, 50, 100, 200, 500 [Ω]으로 변화시키면서 입사서지전압에 대한 제한전압과 방전전류를 측정하였다. 또한 전원선과 통신선의 SPD가 독립접지된 경우와 공통접지(그림 1에서 G선 연결)된 경우에 전자기기측으로 전파되는 뇌서지전류의 비를 평가하였다.

SPD의 접지저항을 10 [Ω]으로 동일하게 하고 접지방식만을 독립접지와 공통접지로 한 경우 전원선의 입력단에 약 2 [kV]의 임펄스전압을 인가한 때 SPD의 제한 전압과 각 SPD에 흐르는 방전전류의 파형을 그림 2에 나타내었다. 두 경우 SPD의 제한전압은 거의 동일하지만 방전전류는 공통접지의 경우가 많이 흘렀다.



(a) 독립접지 10 [Ω]



(b) 공통접지 10 [Ω]

1 : 인가전압　2 : 전자기기의 제한전압
3 : 분전반에 설치된 SPD에 흐르는 전류
4 : 전자기기에 설치된 SPD에 흐르는 전류

그림 2. SPD의 접지방식에 따른 동작특성
Fig. 2. Characteristics of operation of SPDs by the grounding methods

전원용 SPD와 전자기기의 SPD에 흐르는 전류의 비 즉, 입사전류에 대한 이행전류의 비를 그림 3에 나타내었다. 독립접지에 비해서 공통접지를 한 경우 전자기기 측으로 침투되는 전류가 작게 나타났다. 독립접지의 경우 분전반에 설치된 SPD의 제한전압과 접지전위 상승분의 합이 전자기기 측으로 이행되는데 반해 공통접지의 경우에는 SPD의 제한전압만이 이행됨으로서 상대적으로 이행전위가 감소했기 때문이다.

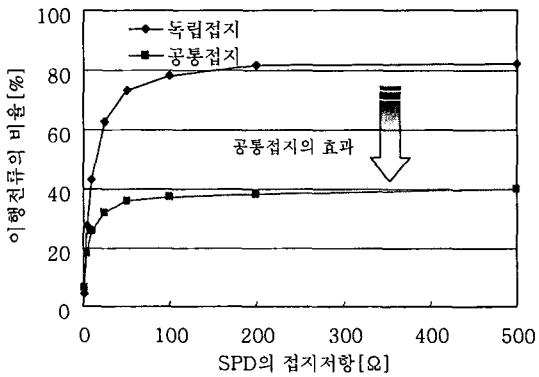


그림 3. 접지방식에 따른 뇌서지전류의 이행률
Fig. 3. Ratio of the shift current to the incident current by the grounding methods

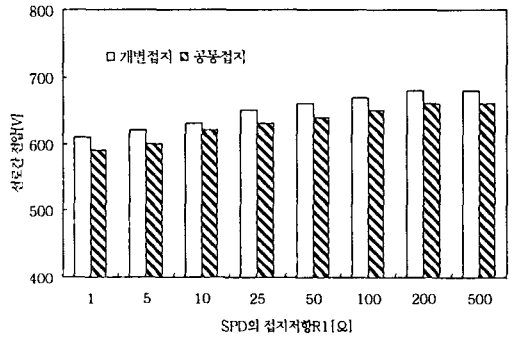


그림 4. 전원선-통신선 사이의 전압
Fig. 4. Voltage between the power lines and communication lines

또한 접지방식별로 분전반에 설치한 SPD의 접지저항의 변화에 따른 전원선과 통신선 사이의 전압, 전원선의 대지전압을 각각 그림 4와 그림 5에 나타내었다. 이들 전압은 공통접지의 경우가 약간 낮게

나타났으며, SPD의 접지저항이 증가함에 따라 전원선과 통신선 사이의 전압은 약간 증가하였으나 전원선의 대지전압은 거의 일정하였다.

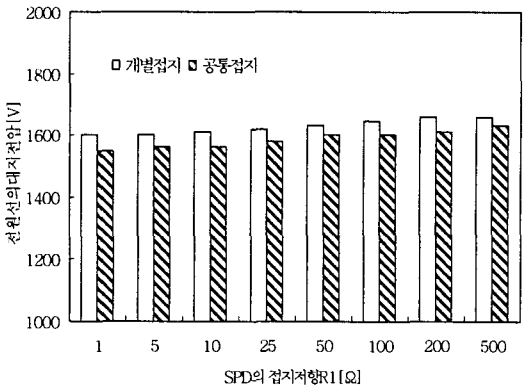


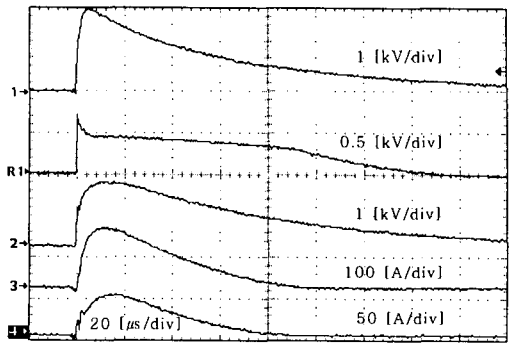
그림 5. 전원선의 대지전압
Fig. 5. Power line voltages to the ground

3.2 공통접지선의 배선방법에 따른 SPD의 보호효과

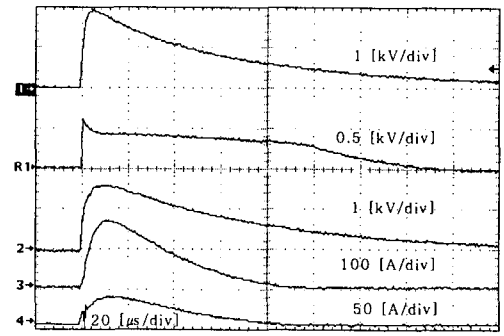
접지선의 배선방식에 따른 SPD의 동작특성을 평가에는 그림 1의 실험회로를 사용하였다. 다만 공통접지선이 전원선과 동일한 금속관 내에 배선된 경우와 구조체 또는 다른 금속체를 이용한 것과 같이 개별로 배선된 경우를 모의하여 평가하였다.

전원선에 임펄스전압이 입사한 경우 SPD의 제한전압과 방전전류 파형의 예를 그림 6에 나타내었다. 특히 전자기기의 앞단에 설치한 SPD의 제한전압 파형이 비교적 완만하게 상승하는 것으로 나타났다.

전원선용 SPD의 접지저항의 변동에 따른 제한전압특성을 그림 7에 나타내었다. 공통접지선을 설치방법 두 가지 경우 모두 분전반에 설치된 SPD의 접지저항이 증가함에 따라 전자기기 앞단에서 전원선과 대지간의 전압은 상승하였고, 공통접지선을 전원선을 따라 동일 전선관 내에 시설한 방법이 독립적으로 시설하는 것보다 전원선-접지 사이의 전압이 낮게 나타났다. 이처럼 전자기기에 인가되는 전압이 낮게 나타나는 이유는 옥내배선과 공통접지선이 함께 있는 것이 전자결합에 의해 양자의 전압차를 억제하는 효과가 보다 크게 나타난 것으로 보인다[7-9].



(a) 동일 전선관 내 설치 : 10 [Ω]



(b) 다른 전선관 내 설치 : 10 [Ω]

1 : 인가전압　　R1 : R1의 접지전위상승
2 : 전자기기에 설치된 SPD의 제한전압
3 : 분전반에 설치된 SPD에 흐르는 전류
4 : 전자기기에 설치된 SPD에 흐르는 전류

그림 6. 공통접지선의 설치방법에 따른 SPD의 동작특성
Fig. 6. Characteristics of operation of SPDs by the installation methods of common grounding lead

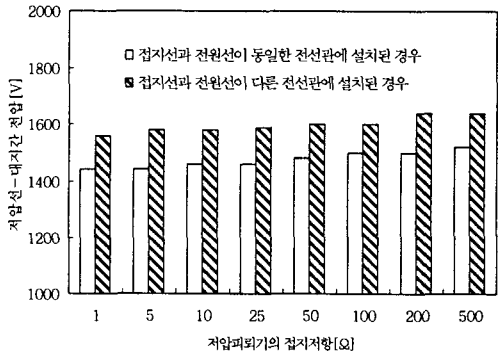


그림 7. 공통접지선의 설치방법에 따른 SPD의 제한전압
Fig. 7. Limit voltages of SPDs by the installation methods of common grounding lead

3.3 SPD의 보호효과에 미치는 분기회로 수의 영향

전원회로에 뇌서지가 입사한 경우 분기회로의 수에 따른 제한전압과 각 분기회로로 분류하는 서지전류의 특성을 평가하기 위한 실험회로를 그림 8에 나타내었다. 분전반의 전력량계 앞단에 뇌서지가 침입하였을 경우 분기회로의 수가 뇌서지 전파에 미치는 영향을 조사하였다. 분기회로의 길이는 20 [m]이고, 분기회로의 말단에는 SPD가 설치되어 있는 전자기기를 사용하는 것을 모의하였다.

전원선에 뇌서지가 입사한 경우 분기회로의 수에 따라 SPD의 제한전압과 각 분기회로에 흐르는 전류의 파형을 그림 9에 나타내었다. 대체적으로 분기회로의 수가 늘어남에 따라 제한전압은 약간 낮아지며, 전체 입사전류는 증가하나 각 분기회로에 흐르는 방

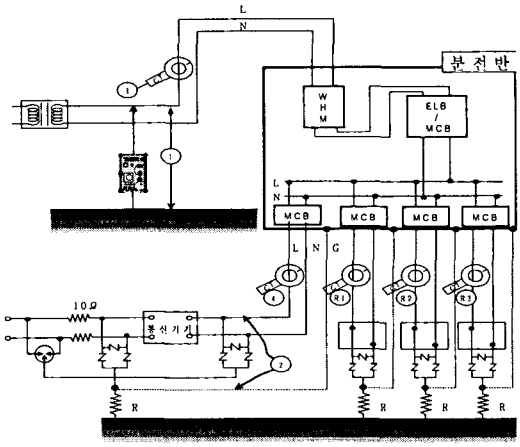
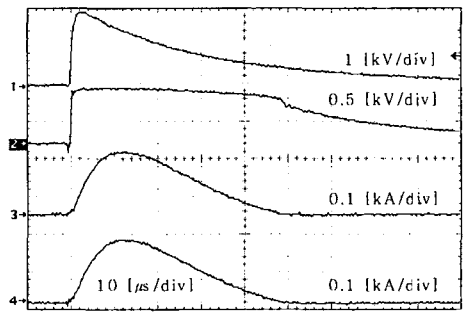
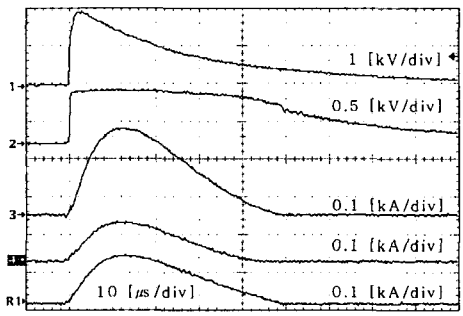


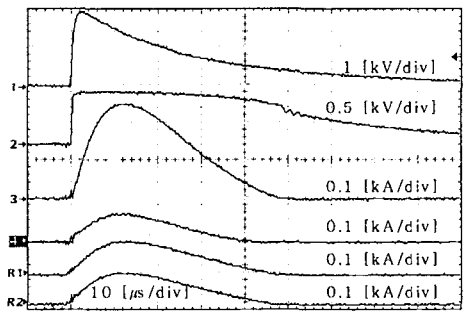
그림 8. 분기회로의 수가 서지 전파에 미치는 영향을 평가하기 위한 실험회로
Fig. 8. Experimental circuit for evaluating the effect of the number of branch circuit on the surge propagation



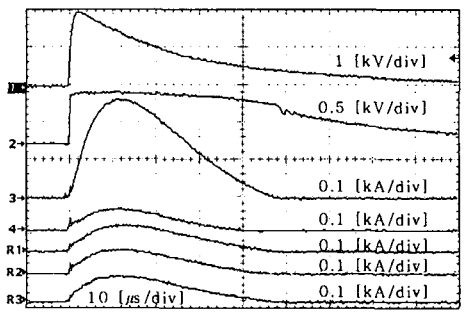
(a) 분기회로가 1개인 경우



(b) 분기회로가 2개인 경우



(c) 분기회로가 3개인 경우



(d) 분기회로가 4개인 경우

1: 인가전압 2: MOV단자전압 3: 전체 인가전류 4: 1번 분기회로의 전류
R1: 2번 분기회로의 전류 R2: 3번 분기회로의 전류 R3: 4번 분기회로의 전류

그림 9. 분기회로의 수에 따른 제한전압과 전류의 파형
Fig. 9. Waveforms of the limiting voltage and current by the number of branch circuit

전전류는 감소하였다.

그림 10에 분기회로의 수가 증가함에 따라 부하측으로 침입하는 전체 뇌서지전류와 한 분기회로를 통해 흐르는 전류, 그리고 제1분기회로에 설치되어 있는 전자기기에 나타나는 제한전압(침투전압)을 나타내었다.

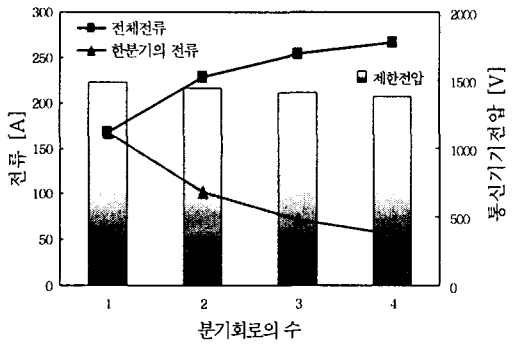


그림 10. 분기회로의 수에 따른 뇌서지전압과 전류의 분포
Fig. 10. Distribution of lightning surge voltages and currents by the number of branch circuit

전원선의 분기회로의 수가 증가할수록 분기회로의 임피던스가 작아지는 효과로 인해 조합형 서지전류 발생장치의 특성상 전체 전류는 증가하였으나, 특정의 한 분기회로에 흐르는 뇌서지전류는 감소함에 따라 특정 분기회로에 설치되어 있는 전자기기의 뇌서지전압은 감소하여 전자기기 보호소자의 책무경감에 효과가 있음을 알 수 있었다.

분기회로마다 SPD를 설치하거나 SPD가 내장된 전자기기를 사용하게 되면 각 SPD의 분담 서지전류가 작아져 분기회로의 제한전압은 약간 낮아지므로 효과적이다. 즉 대용량의 SPD를 간선에 설치하는 것보다는 소용량의 SPD를 분기회로마다 적절히 배치하여 설치하는 것이 보다 효과적이다.

4. 결 론

전원선을 통하여 입사하는 뇌서지로부터 정보통신설비를 효과적으로 보호하기 위한 SPD의 설치기법에 따른 보호효과에 대한 실험적 연구를 수행한 바 다음과 같은 결론을 얻었다.

(1) 전원선과 통신선용 뇌서지보호기를 공통접지 방식으로 시설하는 것이 전원선과 통신선 사이 전압이 가장 낮게 나타났다.

(2) 공통접지선을 전원선과 동일한 전선관에 시설하는 것이 뇌서지보호대책에 효과적이다.

(3) 동일한 동작개시전압을 가지는 SPD라 하더라도 분기회로의 수가 증가함에 따라 제한전압은 낮아진다. 향후 통합적인 뇌서지보호시스템의 구축에 대한 연구가 지속적으로 이루어져야 할 것이 요망된다.

이 논문은 산업자원부에서 시행하는 대학전력연구센터 육성·지원 사업에 의해 작성되었습니다.

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.7C-1, pp.764~767, 1998.

[2] R. B. Standler, "Protection of Electronic Circuits from Overvoltages", John Wiley & Sons, Inc., First edition, New York, pp.3~33, 1989.

[3] 이복희, 이동문, 강성만, 엄주홍, 이승칠, "정보통신용 뇌서지 보호장치의 효과적인 설치기법", 한국조명·설비학회 논문지, Vol.16, No.5, pp.90~96, 2002.

[4] M. B. Marz, S. R. Mendis, "Protecting load devices form the effects of low-side surges", IEEE Trans., Vol. 29, No. 6, November/December 1993.

[5] 이복희, 이동문, 강성만, 이수봉, "전원계통의 접지방식에 따른 서지보호기의 보호효과", 조명·전기설비학회 논문지, Vol.17, No.6, pp.66~71, 2003. 11.

[6] 이복희, 이동문, 이승칠, "SPD의 설치조건이 보호효과에 미치는 영향", 조명·전기설비학회 논문지, Vol.20, No.2, pp.60~67, 2006. 2.

[7] T. Otsuka, K. Maezaki, "Experimental study of lightning surge current condition of low-voltage distribution line and house wires.", 電氣學會電力·エネルギー部門大會, 電氣設備學會, pp.21~27, 2000.

[8] K. Nakada, S. Shimada, N. Itamoto, H. Sugimoto, H. Arai & Asakawa, "Lightning Protection Methods for customer's Facility Using Common Grounding Wire", 電氣學會電力·エネルギー部門大會,電氣設備學會, pp.417~423, 2001.

[9] K. Nakada, H. Sugimoto, S. Shimada, Y. Asaoka & A. Asakawa, "Countermeasures for controlling lightning-caused overvoltage on indoor wiring with communication line", 電氣學會電力·エネルギー部門大會,電氣設備學會, pp.7~13, 2001.

◇ 저자소개 ◇

이복희 (李福熙)
1954년 6월 29일생. 1980년 인하대 공대 전기공학과 졸업. 1987년 동대학원 전기공학과 졸업(박사). 1988~1989년 동경대학 생산기술연구소 객원연구원. 1995년 호주 Queensland대학 방문교수. 1999년 Cincinati대학 방문교수. 현재 인하대공대 전자전기공학부 교수. 본 학회 부회장.
Tel : (032)860-7398
Fax : (032)863-5822
E-mail : bhlee@inha.ac.kr

이동문 (李東汶)
1958년 4월 20일생. 1987년 2월 인하대 공대 전기공학과 졸업. 2006년 2월 인하대 대학원 전기공학과 졸업(박사). 현재 (주) 한진중공업 건설부문 근무.
Tel : (032)860-7398
Fax : (032) 863-5822
E-mail : lidm7@hanmail.net

정동철 (鄭東喆)
1964년 9월 18일생. 1989년 2월 영남대 전기공학과 졸업. 2002년 2월 고려대학교 산업대학원 졸업(석사). 현재 (주)한진중공업 근무 및 인하대 대학원 전기공학과 박사과정.
Tel : (032)860-7398
Fax : (032)863-5822
E-mail : dcjeong2000@korea.com

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@naver.com

이승칠 (李承七)
1943년 4월 1일생. 1971년 2월 인하대 공대 전기공학과 졸업. 1997년 2월 서울산업대 산업대학원 안전공학과 졸업. 2002년 2월 인하대 대학원 전기공학과 졸업(박사). 현재 (주) 한진중공업 부사장.
Tel : (02)450-8085
Fax : (032)863-5822
E-mail : sclee@hjcnst.co.kr