

## Effective Protection Methods of Household Electric Appliances from Lightning Surges

李福熙\* · 姜成萬\*\* · 嚴柱弘\*\*\* · 李守俸§ · 吉亨准§§ · 具本完§§§ · 安昌煥#  
(Bok-Hee Lee · Sung-Man Kang · Ju-Hong Eom · Su-Bong Lee · Hyung-June Gil · Bon-Wan Ku · Chang-Hwan Ahn)

**Abstract** - This paper deals with the effective protection method for the household electric appliances against lightning surges invading from the power lines. Direct or induced lightning is the main cause of the breakdown of household electric appliance. The most effective protection method is to install SPDs(surge protective devices) at household electric appliances. If SPDs were not installed at most household electric appliances, it is necessary to install SPDs on the mains. Therefore the propagation aspect and protection methods of lightning surges coming into household electric appliances through the mains was experimentally investigated. The in actual-sized test circuits results of protection method for 8 household electric appliances including computer monitors and TV set could be summarized as follows:

The breakdown characteristics of household electric appliances from lightning surges were significantly changed with the their input impedance. Namely, the types of input impedance are classified into infinite, resistive or inductive impedances. Especially, the monitor for computer with inductive input impedance from lightning surges was relatively weak against lightning surges. It was confirmed that the self inductance of branch circuits on the mains have protection effect for household electric appliances against lightning surges invading from the power lines. Also the varistors installed at cabinet panel or circuit-breaker were more effective than multi-tap outlet with varistors. When installed varistors in cabinet panel and multi-tap outlet together, the surge protection effect is much more excellent in technical and economical aspects.

**Key Words** : Surge protective device, Lightning surges, Household electric appliance, Coordination characteristics, Effective protection methods

### 1. 서 론

산업사회의 발달과 더불어 경제부흥이 급속히 발전하였고, 가정용 전기기구에 있어서도 고성능화나 다양화가 이루어져 왔으며, 광대역 네트워크를 구성한 멀티미디어사회가 실현되었다. 사회시스템이 전기에너지에 대한 의존도가 증가함에 따라 낙뢰의 피해 양상도 다각도로 변화하였다. 따라서 현대 산업사회시스템에 있어서 고도정보화, 도시기능화, 전기에너지 이용의 하이테크화 등에 의해 전기의 안정적 공급에 대한 사회적 요구가 높아지고 있다. 전원계통의 자연

재해에 의한 피해를 받을 기회가 많고, 특히 그 중에서 뇌에 의한 피해가 큰 비중을 차지하고 있다.<sup>[1,2]</sup>

저전압 전원계통망에 입사한 이상전압으로부터 가정용 전기기구, 정보통신기기, 컴퓨터, 전자기기 및 신호·제어기기의 보호에 서지억제소자가 활용되고 있으며, 이에 대한 연구가 활발하게 진행되어 왔다.<sup>[3-6]</sup>

최근에는 정보통신망이 중요한 사회시스템으로 대두되었으며, 뇌서지의 침입에 노출되어 있는 전원공급을 위한 저압 회로에 대한 뇌보호 지침은 미국 및 유럽에서도 상당한 수준까지 검토되었지만 급속하게 발달하고 있는 전자회로의 뇌서지 보호에 대해서는 아직도 미흡한 상태이다. 또한 건물, 전기방식과 설비, 가정용 전기기구의 자체 뇌서지 특성과 보호에 관련된 규정들이 나라마다 다르기 때문에 우리나라의 여건과 실정에 적합한 뇌서지 보호대책 기술의 개념정리와 확보가 필요한 시기이다.

본 연구에서는 가정용 전기기구의 뇌서지에 대한 효과적인 시스템적 보호대책을 제안 할 목적으로 전원선에 접속되어 있는 가정용 전기기구로의 뇌서지의 전파양상과 전원선으로 침입하는 뇌서지에 대한 가정용 전기기구의 자체 뇌서지 특성을 조사하고 분기회로의 길이가 가정용 전기기구의 뇌서지 보호효과에 미치는 영향을 평가하였다. 또한 분전반

\* 正 會 員 : 仁荷大學 電子·電氣工學科 教授  
\*\* 正 會 員 : 仁荷大學 차세대고전압전력기술연구소 센터  
專任研究員  
\*\*\* 正 會 員 : 基·礎·研 專任研究員  
§ 正 會 員 : 仁荷大學 電氣工學科 博士課程  
§§ 正 會 員 : 電氣安全研究員  
§§§ 正 會 員 : 仁川人力開發院  
# 正 會 員 : 韓國電力公社  
接受日字 : 2003年 9月 30日  
最終完了 : 2004年 1月 8日

에 설치된 뇌서지 보호기 및 뇌서지 보호기를 내장한 콘센트의 사용방법에 따른 뇌서지의 이행양상을 비교·분석하였다. 또한 경제적이고 합리적인 뇌서지 보호효과를 이루기 위한 뇌서지 보호기의 병렬협조특성을 실증실험을 통해 검토하고, 가정용 전기기구에 대한 뇌서지 보호기의 효과적인 설치기법을 제안하였다.

2. 실험장치 및 방법

전원선에 접속되어 사용되는 가정용 전기기구는 저압 전원선을 통해 침입해 들어오는 뇌서지에 노출되어 있다. 특히, 뇌서지는 주상변압기 고압측에서 저압측으로 전자, 정전적 결합에 의해 저압 배전선과 인입선을 통해 옥내로 침입한다. 따라서 본 연구에서는 전원선으로부터 옥내에 설치된 가정용 전기기구에 뇌서지가 침입하였을 때 전기기구 내부 전원회로의 임피던스에 따라 나타나는 기기 자체의 응답특성을 측정·분석하였다. 1.2/50  $\mu$ s 뇌임펄스전압과 8/20  $\mu$ s 뇌임펄스전류를 발생시킬 수 있는 임펄스발생장치를 이용하여 가정용 전기기구에 IEC 규정의 시험용 표준 뇌서지를 인가하였다.<sup>[7,8]</sup>



그림 1 실험계의 사진  
Fig. 1 Photo. of the experimental setup

그림 1에서와 같이 실규모의 옥내배선을 모의하기 위하여 분전반과 분전반으로부터 길이 30 m의 분기회로를 시설하고, 분기회로는 22 mm 전선관내에 1.6 mm 전선을 인입하였다. 또한 30 m 길이에 콘센트를 설치하여 가전기구의 뇌서지 침입양상과 SPD의 보호효과를 평가할 수 있도록 설치하였다. 인가전압 및 가정용 전기기구에 나타나는 출력 전압의 측정에는 고전압프로브를 사용하였으며, 인가전류는 AC 전류프로브로 측정하였다. 본 실험에 적용한 가정용 전기기구는 가정에서 사용하고 있는 전기밥솥, 세탁기, 냉장고, 비디오, 전화기용 아답터, 컴퓨터용 모니터, 전자레인지, TV 등 8종의 10개 시료를 사용하였다.

3. 실험결과 및 검토

3.1. 전기기구별 뇌서지 특성

3.1.1. 승압 변압기로 공급하는 110/220 V 겸용 전기기구

본 연구에 시료로 사용한 세탁기는 110 V와 220 V 두 종류의 전압에서 겸용할 수 있는 전기기구로서 110 V 전압에서 사용할 경우 승압용 변압기를 통해 세탁기의 동작회로에 전원을 공급하므로 전원측에서 바라 본 내부 임피던스는 승압용 변압기의 1차측 권선에 해당하는 저항 성분과 인덕턴스 성분으로 나눌 수 있다. 그러나 220 V 전압에서 사용할 경우, 전원측에서 바라 본 내부 임피던스는 전기기구의 구동회로가 가지는 임피던스에 상당하는 값으로 매우 크게 작용하게 된다. 그림 2에 세탁기의 전원회로 결선도를 나타내었다.

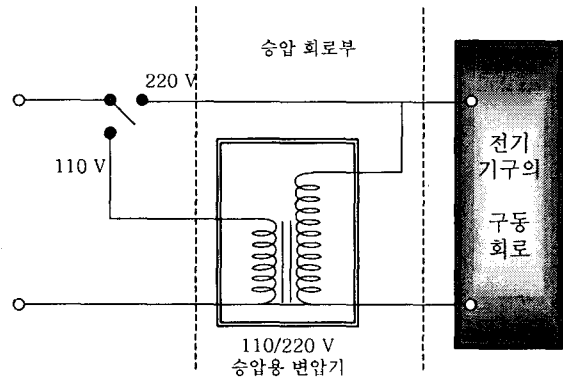
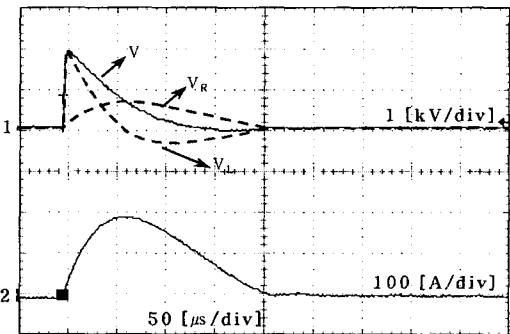
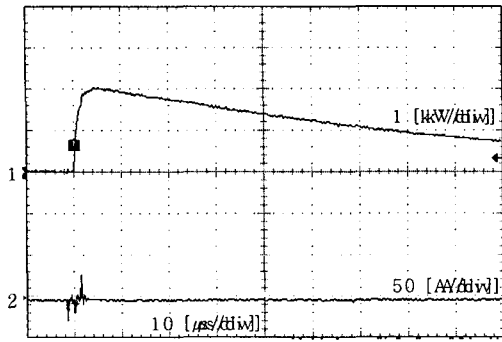


그림 2 110/220 V 겸용 변압기의 전원회로  
Fig. 2 The power circuit diagram of the 110/220 V combined use transformer

110 V와 220 V를 겸용으로 사용하는 세탁기에 인가한 뇌임펄스전압과 전류의 파형을 그림 3에 나타내었다. 110 V 모드의 경우 내부에 설치된 승압용 변압기의 1차측 권선에 나타나는 전압은 인가전류와 동위상으로 나타나는 저항 성분(VR)에 의한 저항강하와 인가전류의 시간에 대한 변화율에 비례하여 나타나는 인덕턴스 성분(VL)에 의한 유도전압의 합으로 나타났다. 그러나 220 V 모드의 경우에는 세탁기의 구동회로가 가지는 무한대에 가까운 임피던스 때문에 전류는 거의 흐르지 않았다.



(a) 110 V 모드

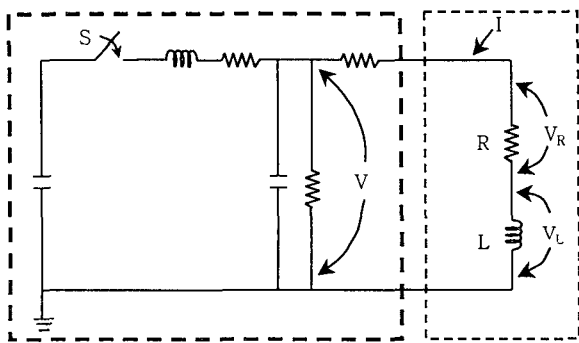


(b) 220 V 모드

그림 3 승압 변압기를 가지는 겸용 전기기구의 임펄스전압과 전류 파형

Fig. 3 Waveforms of the impulse voltage and current supplied to the combined use transformer

실험에 의한 실측 파형을 검증하기 위하여 Pspice 프로그램을 통해 시뮬레이션을 수행하였다. 그림 4에 임펄스 발생 장치의 회로부와 승압용 변압기를 사용하는 겸용 가정용 전기기구의 전원회로의 등가회로를 나타내었다.



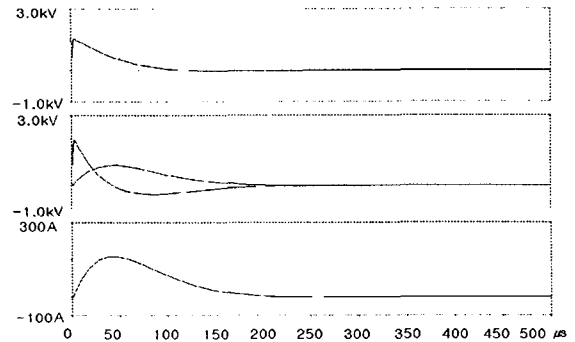
임펄스 발생장치                      전기기구의 전원회

그림 4 110/220 V 변압기를 가지는 전원회로의 뇌서지 침입 특성을 모의하기 위한 회로도

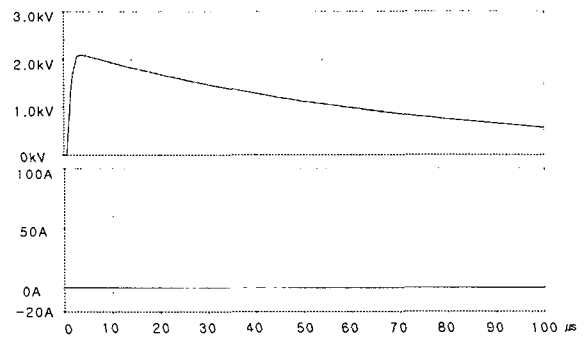
Fig. 4 Experimental Circuit diagram for simulating the lightning surge propagation through power lines with 110/220 V transformer

110 V 모드의 경우 그림 4회로에서 저항(R)과 인덕턴스(L)는 승압용 변압기의 1차측 권선이 갖는 값이고, 220 V 모드인 경우에는 저항(R)이 무한대에 가까운 고임피던스로 모의하였다. 그림 5의 시뮬레이션 결과와 그림 3의 실측 결과에서 알 수 있듯이 110 V 모드의 전원측 입력임피던스는 승압용 변압기 1차측 권선이 갖는 저항-유도성이고, 220 V 모드의 전원측 입력임피던스는 세탁기의 구동회로의 매우 큰 임피던스가 지배적으로 나타남을 확인하였다. 그리고 110/220 V 겸용으로 사용하는 냉장고의 뇌서지 침입특성은 소비전력 측면에서 볼 때 세탁기와 냉장고의 내부에 설치된 승압용 변압기의 용량의 차이 때문에 나타나는 임피던스의 차이는 있었으나 전반적인 뇌서지 침입특성은 세탁기와 마찬가지로 저항-유도성 임피던스 또는 고 임피던스 특성을

나타냄을 확인하였다.



(a) 110 V 모드



(b) 220 V 모드

그림 5 110/220 V 변압기를 가지는 전원회로에 침입한 임펄스전압과 전류파형

Fig. 5 Waveforms of the impulse voltage and current propagated through power lines with 110/220 V transformer

### 3.1.2. 110/220 V 겸용 저항부하의 가전기구

부하 임피던스가 저항인 대표적 전기기구로 밥솥에 대한 서지 전파특성을 평가하였다. 사용전압 220 V 모드 전용인 밥솥과 110/220 V 모드 겸용인 밥솥을 모의하였고, 이러한 밥솥의 내부전원회로를 그림 6에 나타내었다.

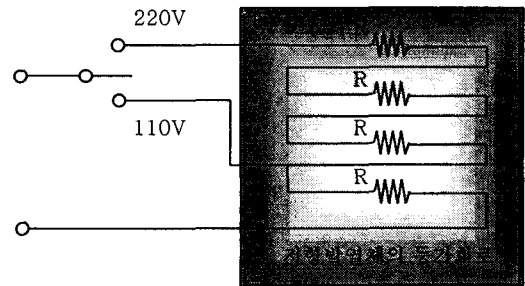
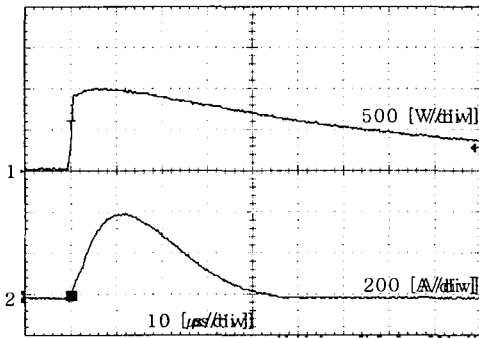


그림 6 110/220 V 겸용 전기밥솥의 등가회로

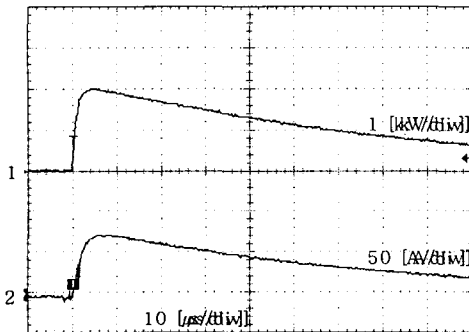
Fig. 6 Equivalent circuit of the electric rice cooker for 110/220 V combined use

220 V 모드 전용인 A사 밥솥의 경우에는 차동모드에 동

작개시 전압이 700 V인 뇌서지 보호용 바리스터가 설치되어 있었고 바리스터에 의해 동작개시전압 이상의 전압을 제한한 전압이 나타났다. 110/220 V 모드 겸용인 B사 밥솔의 경우에는 110 V 전원부에는 동작개시전압이 400 V인 바리스터가 설치되어 있지만 220 V 전원부에는 설치되어 있지 않았다. 이것은 110 V 전원부에 설치된 바리스터가 뇌서지 보호용이라기 보다는 110 V 모드에서 220 V 전압을 가하는 실수를 범했을 경우 바리스터에 흐르는 전류를 통한 차단기의 동작 또는 과전류 차단용 퓨즈의 용단에 의해 회로를 차단하기 위한 과전압 보호용으로 사용되어진 것으로 생각된다. 이처럼 뇌서지 및 과전압 보호용 바리스터가 설치된 경우의 임펄스 전압과 전류의 파형을 그림 7의 (a)에 나타내었다.



(a) 뇌서지 및 과전압 보호용 바리스터가 설치된 경우



(b) 뇌격 및 과전압 보호용 바리스터가 설치되지 않은 경우  
그림 7 저항성 부하인 전기기구에 침입한 임펄스전압과 전류 파형

Fig. 7 Waveforms of the impulse voltage and current propagated at electric appliances with resistive load

그림 7의 (b)와 같이 110/220 V 겸용인 C사 밥솔의 경우 내부에 뇌서지나 과전압으로 인한 고장을 보호하기 위한 어떠한 보호장치도 설치되어 있지 않기 때문에 110 V 전원부와 220 V 전원부의 파형이 거의 동일하게 나타났다. 다만 110 V의 경우에 흐르는 뇌서지전류의 크기가 220 V 경우보다 약 4배정도 많이 흐르는데 이는 그림 6과 같이 밥솔의 임피던스가 단순한 저항 발열체로 구성되어 있어 사용전압에 따라 절환스위치가 저항의 값을 변화시킴으로서 밥솔에 동일한 전력(줄열)을 공급하기 위해서는 저항값이 110 V에 비해 220 V 모드의 저항값이 약 4배정도 크기 때문에 나타

난 결과로 보여진다. 반면에 대부분의 전자레인지의 경우는 차동모드에 제한전압이 700 V인 바리스터가 내장되어 있으므로 인해 뇌서지나 과전압이 입사하였을 경우 바리스터가 동작하기 때문에 나타나는 뇌서지 응답특성이 지배적이었고 전기기구 전원 내부임피던스에 의한 영향은 거의 받지 않았다.

3.1.3. 유도-용량성 입력 임피던스를 가지는 전기기구

지금까지 가정용 TV 및 모니터는 진공 속의 음극에서 방출되는 전자를 이용해서 가시상(可視像)을 만드는 표시장치인 CRT 방식이 주를 이루고 있다. 따라서 17인치 CRT 모니터의 뇌서지 특성을 평가하기 위한 실험을 수행한 결과 그림 8에 나타난 바와 같이 나타났다.

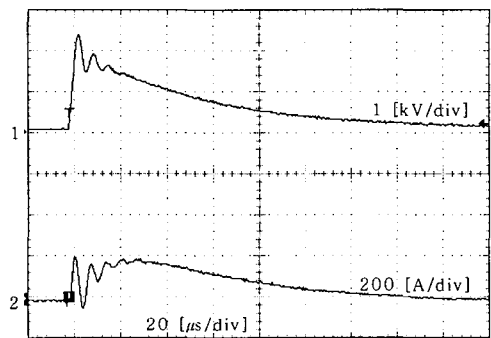


그림 8 17인치 모니터에 인가 된 임펄스전압과 전류 파형  
Fig. 8 Waveforms of the impulse voltage and current supplied at 17 inch monitor

그림 8에서 인가 전류와 전압 파형의 과도부분에서의 진동현상이 나타나는데 이는 서지발생기의 파형성형 회로정수와 평면 모니터의 내부 임피던스 사이의 진동에 기인한 것으로 판단된다. 이를 검증하기 위해 그림 9와 같이 유도-용량성 부하로 구성된 모니터 전원의 입력임피던스를 모의하기 위한 회로를 구성하고 시뮬레이션을 수행하였다.

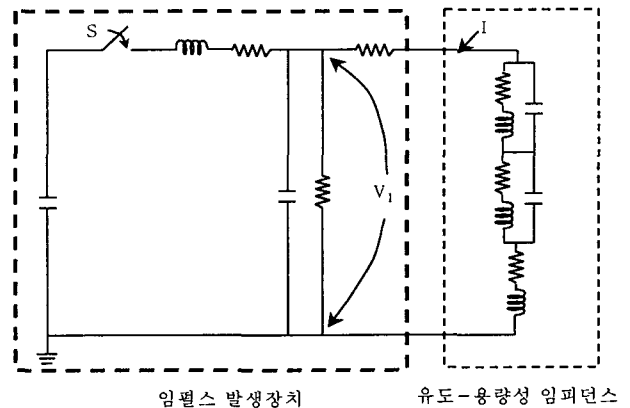


그림 9 유도-용량성 입력 임피던스를 가지는 전기기구를 모의하기 위한 회로도

Fig. 9 Circuit diagram for simulating electric appliances with inductive-capacitive input impedance

그림 10에 나타난 시뮬레이션 결과와 실측 결과가 일치함을 확인하였고 이는 모니터의 입력전원임피던스가 인덕턴스와 표류정전용량으로 구성된 유도-용량성 입력 임피던스임을 확인할 수 있었다.

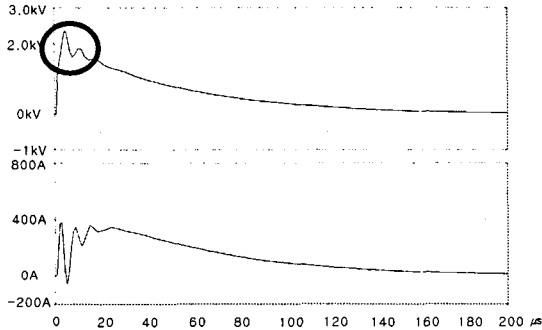


그림 10 17인치 모니터에 대한 시뮬레이션 결과  
Fig. 10 Simulation results of a 17 inch monitor for computer

3.2. 뇌서지 보호기의 설치위치에 따른 보호효과

전원선으로부터 침입하는 과전압의 보호장치를 설치하는 방법으로는 배전용 변압기 1차측에 배전용 피뢰기 설치, 배전용 변압기 2차측에 저압용 피뢰기 설치, 분기회로에 기기 보호용 서지 보호기 설치 및 기기 자체에 서지 보호기를 내장하는 방법 등이 있다. 이와 같은 분류방법은 보호하고자 하는 목적에 부합되도록 서지보호기의 용량 및 보호위치에 따라 구분하는데 본 연구에서는 ANSI/IEEE C62.41-1980[8]에서 카테고리 A로 구분하고 있는 영역에 설치되어 있는 가정용 전기기구의 뇌서지에 대한 보호특성을 평가하기 위한 실험을 수행하였으며, 이에 대한 실험 측정계를 그림 11에 나타내었다.

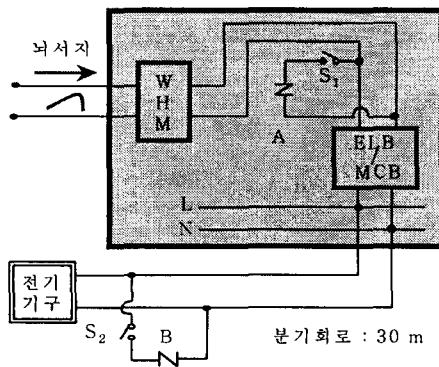
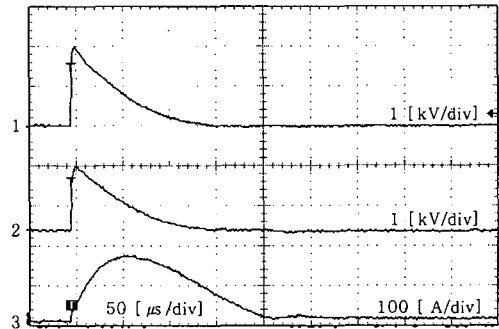


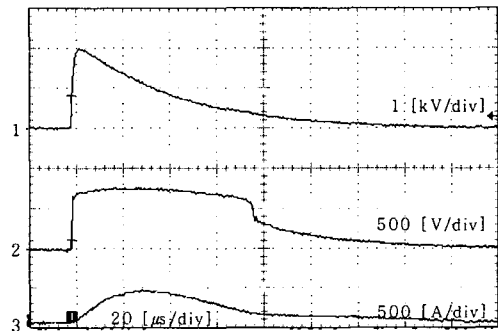
그림 11 뇌서지 보호기의 설치 위치에 따른 뇌서지의 이행 양상을 평가하기 위한 실험 회로  
Fig. 11 Experimental circuit for evaluating the transfer characteristics associated with the installation location of lightning surge protective devices

실험계의 구성은 그림 11에 나타난 바와 같이 뇌서지 보호기만을 분전반(A)에 설치한 경우(S1 : ON, S2 : OFF), 뇌서지 보호기가 내장된 멀티탭(B)을 분전반으로부터 30 m 떨어진 지점의 가정용 전기기구의 전단에 단독으로 설치하

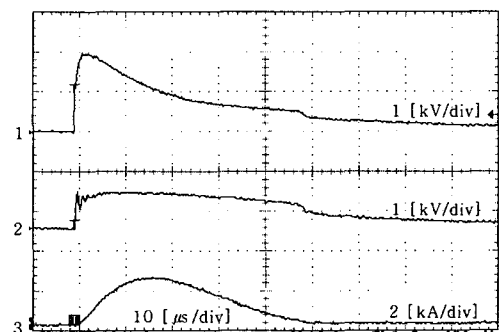
였을 경우(S1 : OFF, S2 : ON), 그리고 아무런 뇌서지 보호기를 설치하지 않았을 경우(S1 : OFF, S2 : ON)에 뇌서지가 침입하여 분기회로를 거쳐 분전반으로부터 30 m 떨어진 지점의 가정용 전기기구로 이행되는 뇌서지의 양상을 비교·분석하였다. 분전반의 인입구에 차동모드로 2 kV의 뇌서지 전압을 일정하게 인가하였을 때 각 실험조건에 대한 뇌서지 전압과 전류 파형을 그림 12에 나타내었다.



(a) 뇌서지 보호기를 설치하지 않은 경우



(b) 멀티탭에 설치한 경우



(c) 분전반에 설치한 경우

- 1 : 인가서지전압
- 2 : 전기기구의 단자(제한)전압
- 3 : 인가서지전류

그림 12 뇌서지 보호기의 설치 위치에 따른 서지전압과 전류 파형

Fig. 12 Waveforms of the impulse voltage and current associated with the installation location of surge protective devices

그림 13에는 인가전압 2 kV인 임펄스전압에 대한 뇌서지 보호기의 설치 위치에 따른 뇌서지 전압의 이행 특성을 나타내었다. 첫째, 뇌서지 보호기가 설치되지 않은 경우 다른 가정용 전기기구와는 달리 모니터로 이행되는 전압은 오히려 증가하는 경향을 보였다. 이는 모니터 내부 임피던스와 분기회로의 인덕턴스 성분과의 진동현상으로 모니터 전단에서의 전압이 크게 나타나는 것으로 보인다. 그러나 전기기구 내부에 뇌서지나 과전압으로부터 기기를 보호하기 위한 보호장치가 설치되어 있지 않은 비디오, 아답터, 냉장고, 세탁기 및 C사 밥솥의 경우에는 분기회로의 인덕턴스에 의한 전압강하만큼의 전압이 이행되는 것을 볼 수 있다. 470 V의 동작개시전압을 가진 바리스터가 내장된 A사 밥솥, 전자레인지 및 TV의 경우에는 기기로 이행되는 전압은 바리스터의 제한전압 만큼의 전압이 이행되는 것을 확인하였고, B사 밥솥의 경우 동작개시전압이 400 V인 바리스터의 동작으로 이행되는 전압이 가장 낮게 나타났다.

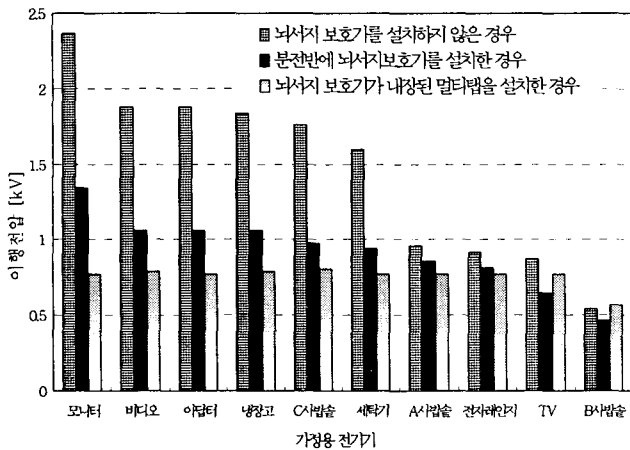


그림 13 뇌서지 보호기의 설치 위치에 따른 뇌서지 전압의 이행 특성

Fig. 13 Transfer characteristics of lightning surges associated with the installation location of surge protective devices

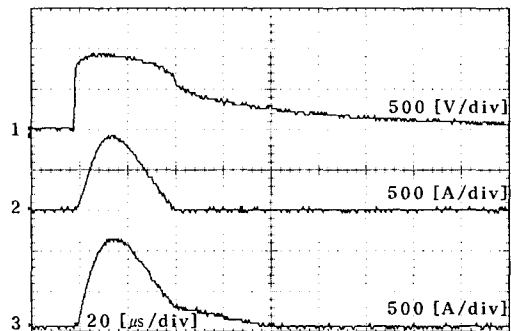
둘째, 뇌서지 보호기가 내장된 멀티탭을 사용할 경우의 뇌서지 특성은 B사 밥솥의 경우 멀티탭에 내장된 동작개시전압이 470 V인 바리스터가 동작하기 이전에 동작개시전압이 400 V인 밥솥에 내장된 바리스터가 먼저 동작함으로 인해 이행전압이 가장 낮게 나타났고, 그 외의 전기기구들의 이행전압은 멀티탭에 내장된 바리스터의 제한전압만큼의 전압이 이행되는 것을 확인하였다.

마지막으로 분전반에 바리스터가 설치된 경우 가정용 전기기구로 이행되는 전압은 멀티탭이 설치된 것과 마찬가지로 B사 밥솥이 가장 낮게 나타났고 다른 가정용 전기기구는 분전반에 설치된 바리스터의 제한전압만큼의 전압이 이행되는 것을 확인하였다. 다만 모니터의 경우 앞 절의 전기기구의 개별적 특성에서 나타난 바와 같이 모니터 내부전원 회로정수, 서지발생기의 파형성형 회로부와의 진동현상으로 파두부분에 진동성이 포함되어 나타남으로 인해 다른 가정용 전기기구에 비해 이행전압이 크게 나타났다.

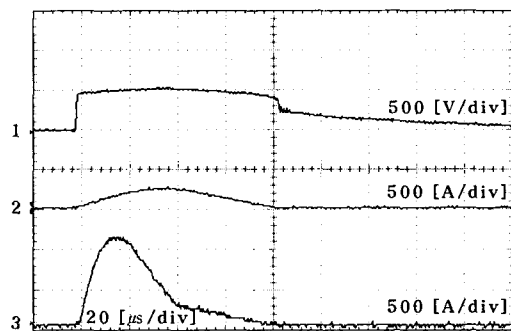
3.3. 뇌서지보호기의 병렬협조특성

3-2절에서 살펴본 바와 같이 배전선으로부터 침입하는 뇌서지로부터 가정용 전기기구를 보호하기 위해 산화아연 바리스터를 분전반과 전기기구 전단에 병렬로 설치하는 방법이 효과적임을 확인하였다. 그러나 산화아연 바리스터를 병렬로 설치할 경우 서지흡수용량과 제한전압 특성을 고려한 협조특성을 평가하였다.

그림 11에서 분전반(A)에 동작개시전압이 470 V인 바리스터를 고정하여 설치하고 분전반으로부터 30 m 떨어진 지점(B)에 동작개시전압이 각각 다른 동작개시전압의 바리스터를 교환 설치하면서 협조특성을 평가하였다. 30 m 떨어진 지점에서는 동작개시전압이 150 V, 220 V, 270 V, 360 V, 390 V, 430 V, 470 V, 560 V의 산화아연 바리스터를 각각 사용하였다. 병렬 접속된 바리스터에 대한 전류분류는 2개의 바리스터 단자전압이 동일해지도록 각 바리스터에 분류하므로 동작개시전압이 다른 바리스터가 병렬 접속되어 있는 경우 낮은 동작개시전압을 가진 바리스터에 큰 전류가 흐르게 된다. 낮은 동작개시전압을 가진 바리스터에 흐르는 전류가 커질수록 단자전압이 상승하고 동작개시전압이 큰 바리스터로 분류하게 된다. 그 대표적인 전압과 전류 파형의 예를 그림 14에 나타내었다.



(a) A지점 : 동작개시전압 470 V인 바리스터



(b) B지점 : 동작개시전압 360 V인 바리스터

1 : 인가전압 2 : 각 바리스터에 흐른 전류 3 : 인가전류

그림 14 동작개시전압 470 V와 360 V인 바리스터가 병렬 접속된 경우의 임펄스전압과 전류 파형

Fig. 14 Waveform of impulse voltage and current applied to two varistors in parallel that have the nominal operation voltage of 470 V and 360 V, respectively

인가전류의 대부분은 뇌서지전류 인가점과 근접한 A지점에 설치된 바리스터를 통해 흐르고 B지점에 설치된 바리스터를 통해 흐르는 전류의 크기는 분기회로의 자기인덕턴스 성분에 의해 제한되어 A지점에서의 전류가 인가전류의 83%정도인 약 1 kA정도인데 비해 B지점에서는 인가전류의 15%정도인 약 180 A 정도의 전류가 흐르는 것을 확인하였다. 또한 B지점에 설치된 바리스터를 통해 흐르는 전류의 파형은 실제 인가된 8/20  $\mu$ s 파형의 상승시간에 비해 상승시간이 약 30  $\mu$ s 정도로 느리게 나타나는데 이 또한 분기회로의 자기인덕턴스 영향에 기인한 것으로 사료된다. 인가한 전체 전류는 A지점에 설치된 바리스터에 흐르는 전류와 B지점에 설치된 바리스터에 흐르는 전류의 합으로 나타난다.

그림 15는 병렬 접속된 바리스터의 동작개시전압에 따른 분류특성 결과를 나타내었다. 전체 전류의 크기를 1.2 kA로 일정하게 유지했을 때 B지점에 설치된 바리스터의 동작개시전압이 커질수록 B지점에 설치된 바리스터를 통해 흐르는 전류는 작아지고 A지점에 설치된 바리스터를 통해 흐르는 전류는 크게 나타났다. 따라서 옥내배선에서 분전반에 설치하는 바리스터의 전류는 대략 3:1 정도로 분담하는 규격의 바리스터의 설치가 적합한 것으로 판단된다.

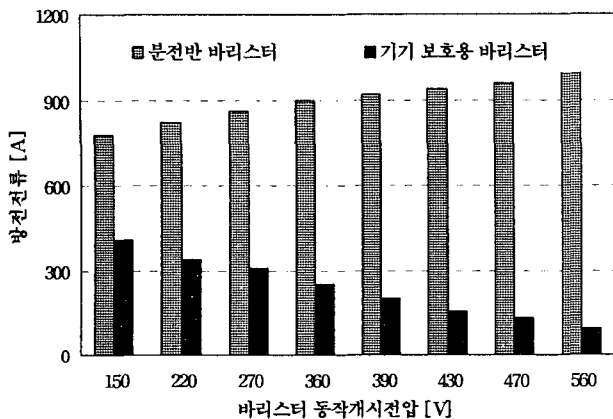


그림 15 병렬 접속된 바리스터의 동작개시전압에 따른 분류 특성

Fig. 15 Sharing characteristics of impulse current flowing into each varistors in accordance with the nominal operation voltage of two varistors in parallel

#### 4. 결 론

본 연구에서는 전원선에 접속되어 있는 가정용 전기기구의 개별 뇌서지 내성 및 뇌서지보호기의 설치위치에 따른 뇌서지의 이행양상을 평가하였다. 또한 뇌서지 보호기의 병렬협조특성에 대한 실증실험을 통해 다음과 같은 결론을 얻었다.

(1) 가정용 전기기구는 전원회로의 입력임피던스에 따라 크게 유도성, 저항성, 유도-용량성, 고 임피던스로 나눌 수 있으며, 입력임피던스에 따라 뇌서지 내성은 크게 차이를 나타냈다. 또한 SPD를 내장한 기구의 보호효과는 전원부 입력임피던스와 무관하였다.

(2) 바리스터를 내장한 멀티탭을 사용하는 경우가 분전반에 SPD를 설치하는 방법 보다 뇌서지보호에 대한 효과가 크게 나타났고, 서지보호기를 가정용 전기기구에 내장하여 설치하는 방법이 뇌서지 보호에 보다 효과적임을 확인하였다.

(3) 분기회로 자체의 자기 인덕턴스는 분전반의 전원선측에서 침입하는 뇌서지를 억제하는데 효과가 있음을 확인하였다.

(4) SPD를 병렬로 연결할 때에는 바리스터 등이 뇌서지 전류부담을 경감시키는 등의 기술적, 경제적으로 유리한 병렬협조특성을 고려하여야 한다.

#### 감사의 글

이 논문은 산업자원부에서 시행한 전력산업 인프라구축지원사업의 지원에 의하여 수행된 연구결과입니다.

#### 참 고 문 헌

- [1] 이복희, "정보화 시스템을 위협하는 뇌서지", 대한전기학회, 전기의 세계, vol. 52, No. 4, pp.28, April, 2003.
- [2] 이승철, 이동문, 엄주홍, "뇌방전은 어떠한 자연현상인가?", 대한전기학회, 전기의 세계, vol. 52, No. 4, pp.29~32, April, 2003.
- [3] 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.
- [4] Alexandre Piantini, Caius V. S. Malagodi, "Voltage surges transferred to the secondary of distribution transformers", High Voltage Engineering Symposium, 22-27 August 1999. Conference Publication No. 467, IEE, 1999.
- [5] Task Force Report, "Secondary(low-side) surge in distribution transformers", IEEE Trans., vol. 7, No 2, April, 1992.
- [6] R. B. Standler, "Protection of Electronic Circuits from Overvoltages", John Wiley & Sons, Inc., pp.55~77, 1989.
- [7] 이복희, 이동문, 강성만, 엄주홍, 이승철, "정보통신용 뇌서지 보호장치의 효과적인 설치기법", 조명·전기설비학회 논문지, vol. 16, No. 5, pp.90~96, September, 2002.
- [8] ANSI/IEEE C62.41-1980 copyright 1980 by The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc, by permission of the IEEE Standards Department.

저 자 소 개



**이복희 (李福熙)**

1954년 6월 29일생. 1980년 2월 인하대 공대 전기공학과 졸업. 1987년 동 대학원 전기공학과 졸업(공학박사). 1988~89년 동경대학 생산기술연구소 객원연구원. 1995년 호주 Queensland대학 방문교수. 1999년 Cincinnati대학 방문교수. 현재 인

하대 공대 전자전기컴퓨터공학부 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(공학석사). 현재 동 대학원 전기공학과 박사과정.

Tel.(032) 860-7398, Fax.(032) 863-5822,  
e-mail : lsbong1@hanmail.net



**강성만 (姜成萬)**

1973년 5월 6일생. 1998년 2월 인하대 공대 전기공학과 졸업. 2004년 2월 동 대학원 전기공학과 졸업(공학박사). 현재 인하대 차세대 고전압전력기술연구센터 전임연구원.

Tel.(032) 860-7398, Fax. (032) 863-5822,  
e-mail : webmaster@smilepia.com



**길형준 (吉亨准)**

1969년 8월 27일생. 1997년 2월 인하대 전기공학과 졸업. 1999년 2월 동 대학원 전기공학과 졸업(공학석사). 현재 한국 전기안전공사 부설 전기안전연구원 재직 및 동 대학원 전기공학과 박사과정.

Tel. (031) 580-3048,  
Fax. (031) 580-3111



**엄주홍 (嚴柱弘)**

1972년 9월 5일생. 1998년 2월 인하대 공대 전기공학과 졸업. 2004년 2월 동 대학원 전기공학과 졸업(공학박사). 현재 기초전력공학공동연구소 전임연구원.

Tel. (032) 860-8847,  
Fax. (032) 863-5822,  
e-mail : eommas@naver.com



**구본완 (具本完)**

1961년 6월 15일생. 2000년 2월 한국방송대 경영학과 졸업. 2003년 2월 인하대 산업대학원 전기공학과 졸업(공학석사). 현재 인천인력개발원 재직.

Tel. (032) 860-7398, Fax. (032) 863-5822



**안창환 (安昌煥)**

1959년 11월 4일생. 1983년 2월 원광대 전기공학과 졸업. 1991년 2월 인하대 대학원 전기공학과 졸업(공학석사). 1999년 8월 인하대 대학원 전기공학과 졸업(공학박사). 현재 한국전력 재직.

Tel. (032) 860-7398,  
e-mail : Chahn@Kepco.co.kr