

화재 수신기용 과도현상 보호시스템 개발에 관한 연구 A Study on the Transient Phenomenon Protection System Development for Fire Alarm System Control Unit

이동명[†]

Dong-Myung Lee[†]

경민대학 소방행정학과
(2009. 1. 23. 접수/2009. 4. 16. 채택)

요 약

본 연구에서는 서지나 순간 과전압 등에 의한 과도현상으로부터 보호될 수 있는 높은 신뢰성의 화재 수신기가 될 수 있도록 과도현상 보호시스템의 개발에 대한 연구를 수행하였고, 보호시스템의 성능을 시험으로 입증함으로써 과도현상 보호시스템을 개발할 수 있는 기틀을 마련하였다. 과도현상 보호시스템의 개발을 위한 프로세스 정립과 이론을 바탕으로 과도현상으로부터 보호될 수 있는 1단계 및 2단계 보호시스템을 개발하였고, 소방법 및 관련규정에서 제시하는 제반 성능조건으로 시험하고 만족스런 결과를 얻음으로써, 과도현상 보호시스템을 개발할 수 있는 엔지니어링 데이터 구축과 원천기술을 확립하였다.

ABSTRACT

This study has been carried on the transient phenomenon protection system to become fire alarm system control unit of high reliance which can be protected from transient phenomena for surge or transient overvoltage, and constructed engineering base that can develop transient phenomenon protection system by proving performance of protection system in a experimental. This study developed 1 step and 2 step protection system that can be protected from transient phenomenon with process thesis and theory for development of transient phenomenon protection system. It established engineering data construction and a source technology that can develop transient phenomenon protection system as gets satisfied result and test with all performance condition that present in fire protection law and connection regulation.

Keywords : Surge, Transient, Transient phenomenon, Fire control and indicating equipment, 1 step protection system, 2 step protection system, Overvoltage

1. 서 론

산업사회의 기술이 고도화 되고 현대 사회생활에서 전기에너지가 주된 에너지로 자리 잡게 됨에 따라 안정적이고 신뢰성이 높은 양질의 전력을 필요로 하고 있다. 전력의 품질은 크게 공급의 신뢰성과 전압의 질로 평가된다. 전력의 공급 신뢰성에 영향을 주는 요인으로는 전력공급이 일시적으로 중단되거나 외란 등으로 인해 전압이 순간적으로 허용범위를 벗어나는 요인들이 있다. 전압의 질을 떨어뜨리는 요인으로는 고조파, 전압의 불평형, 전압의 순간변동(transient), 서지

(surge)의 발생 등을 들 수 있고, 이들 요인은 수용가 측 설비의 회로와 부하에 전기적인 절연을 파괴하고 오동작을 일으키는 등 수많은 악영향을 미치게 된다. 전력품질 분석을 위해 전압 급상승의 원인이 되는 서지 등의 발생여부를 측정하여 전력품질의 상태를 분석하는데 활용하기도 한다.

순간변동은 전압 최대값이 상당히 높고 상승시간이 급격하며 매우 빠르고 짧은 반복주기를 가진 유도성과 용량성을 포함한 임펄스형태의 에너지 파형, 또는 진동파 형태의 파형이 0.5Hz 안에서 상용전원 및 신호, 데이터, 통신선로 등에 중첩되어 아주 빠르게 유입되어지는 전기적인 파형을 말한다. 발생원인은 자연적인 낙뢰현상이나, 전력계통(고압차단기, 단로기 등의 스위

[†]E-mail: ldong@kyungmin.ac.kr

치 등) 또는 대형 산업설비(유도성 부하의 개폐 및 스위치, 릴레이, 용접기 등의 아크와 단락에 의한 개폐 서지, 모터, 엘리베이터 등의 구동 서지)등에 의해서 발생된다. 이로 인한 피해는 전원과 통신, 신호, 선로를 통하여 장비로 유입되어 장비를 손상시키거나 오동작을 유발하며 장시간에 걸친 장비의 스트레스로 인하여 수명을 단축시키며 수시로 내부소자의 손상, 기능저하 등을 초래한다.¹⁻³⁾

21세기 초부터 시작된 정보통신 사회로의 진전은 현재 그 속도가 점차적으로 가속되고 있다. 이와 같은 고도 정보화 사회에서는 서지나 순간 과전압과 같은 전압의 과도현상에 취약한 전자소자를 내장한 전기설비·기기나 전자·정보통신기기가 일반 수용가에 널리 보급됨으로써 저압 전기수용가에서의 그 대책이 중요한 과제로 대두되고 있고, 현재 전자정보기기가 사회생활에 연관된 정도를 생각해 보면 과전압에 의한 기기의 손상과파·오동작이 사회에 미치는 경제적 손실 및 사회적 영향은 점차 증가할 것이다. 따라서 IEC(1000-2-2/4)와 CENELEC(EN50160) 표준에서는 전력품질을 수용가의 기기를 손상시키지 않고 정상적인 작동을 할 수 있도록 공급되는 전력의 특성으로 규정하고 있다.⁴⁾

소방시스템 중에서도 자동화재탐지설비인 수신기는 화재 시 화재감지기를 통하여 수신되는 열 또는 연기, 불꽃 등의 화재발생정보를 입수하여 이 신호를 분석한 후 수신기에 내장된 전자정보기기나 전자소자를 통해 각종 소방설비(화재경보설비, 소화설비 등) 및 소방기기 등에 기동신호를 보내어 화재진압은 물론 각종 소방시스템과 소방기기를 제어하는 중요한 전자·정보통신 설비로써 수많은 건물에 설치되어 화재예방과 화재

진압에 공헌을 기여하고 있지만, 수신기가 설치된 건물에서의 과도현상을 유발시키는 서지나 순간 과전압에 대책은 피뢰침을 설치한 것이 고작이다. 피뢰침으로는 주 전원으로 인입되는 과도전압은 막을 수 있을지 모르지만, 전자와 정보통신 등 저압부품으로 구성된 수신기는 과도전압으로부터 절대 보호될 수 없다. 또한 소방방재청 2006년도 화재통계연감에 의하면 실제 2006년 국내의 일부 아파트에서 낙뢰에 의한 서지로 수신기가 고장이 난 사례가 있었다.

건물 화재에서 인명피해를 줄이기 위한 방재대책은 신속한 화재발견과 감지로부터 화열 및 고온가스의 열전도, 연기의 확산 등을 효과적으로 제한하고, 신속한 화재진압과 대처만이 인명피해를 최소화할 수 있다. 이와 같이 화재에서 수신기의 역할은 가장 중심적인 것으로서 서지나 순간변동과 같은 전압의 과도현상으로 인한 수신기의 오작동과 작동불능으로 화재 시 신속한 화재발견과 화재진압이 어렵게 되어 수많은 인명과 재해피해를 가져다주는 것은 자명한 일이다.

최근 개정된 소방법과 관련규정에서 수신기의 전자파 및 기타 전기적 노이즈 등에 보다 강력한 대책을 요구하고 있고, 그 밖에 수신기에 작용하는 제반 영향으로 화재 시 인명피해를 가중시키고 사회적 및 경제적 문제를 가중시키는 대책에 대한 대안을 요구하고 있다.

본 연구에서는 서지나 순간변동 등에 의한 과도현상으로부터 수신기가 보호되고 신뢰성 높은 수신기가 될 수 있도록 수신기용 과도현상 보호시스템을 설계·제작하고 그 성능을 시험으로 입증함으로써, 수신기용 과도현상 보호시스템을 개발할 수 있는 기틀을 마련하고자 한다.

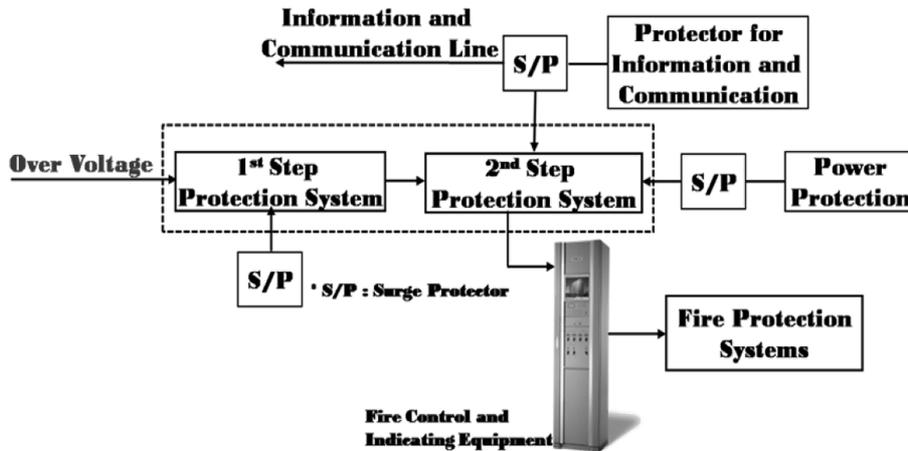


Figure 1. Algorithm of protection system.

2. 보호시스템 개발

2.1 알고리즘 및 프로세스

과도현상으로부터 수신기를 보호하기 위한 보호시스템의 알고리즘은 Figure 1과 같고, 1단계 보호시스템에서는 전원 인입선, 전원 배/분전반회로, 전력 수구회로 및 각 기기 또는 장비의 전단에 적용 설치되어 이하의 회로 또는 기기 등이 보호될 수 있도록, 2단계 보호시스템에서는 전화·정보통신 및 신호시스템의 선로, 컴퓨터 시스템의 선로, LAN 시스템, 화재경보 또는 보안시스템의 선로에 적용 설치되어 기기 등이 보호될 수 있도록 알고리즘과 프로세스를 설정하였다.

Figure 1의 과도현상 보호시스템에서 각 단계별 보호시스템의 역할은 다음과 같다.

1단계 보호시스템은 대용량의 주전원용 S/P에 의해 외부로부터 인입되는 전원선의 서지를 억제하여 기기를 보호할 목적으로 주변압기의 2차측 MCP(main control panel) 내에 주 서지 보호기를 설치하여 외부로부터 사용전압에 유입되는 서지를 억제하는 역할을 하도록 한다.

2단계 보호시스템은 통신선, 신호선, 데이터선으로부터 유입되는 서지와 전원보호를 위해 입력단에 S/P를 설치하여 주 서지보호기를 통과한 잔여 서지 및 내부 발생 서지를 억제하는 역할을 하도록 한다. 또한 2단계 보호시스템에 설치된 S/P에 의해 잔여 서지나 순간과전압을 억제한 뒤 안정된 전압과 전류가 소방용 수신기로 공급될 수 있도록 2단계 보호시스템과 소방용 수신기를 연결한다.

2.2 과도현상

일반적으로 과도현상의 서지는 고전압·고전류의 임펄스를 총칭하는 전기적 잡음의 일종으로 순간 과도서지는 상당히 높은 진폭의 전류와 전압값 및 전자장을 보유하고 있다. 그 값들의 실효치는 수 밀리볼트에서 수십만 볼트까지 넓은 폭의 값을 지니고 있으며, 이러한 파형들은 전압의 크기, 파형의 지속시간, 파형형태에 따라 순간과전압(transient)과 지속과전압(surge)로 분류한다.

과도현상으로부터 저항과 커패시터가 연결된 초기에 전원을 인가하는 경우 시간의 변화에 따라 전류 I는 식 (1)과 같고, 저항 R과 시정수 C에 걸리는 전압은 식 (2)와 식 (3)과 같다.

$$I = I_0 e^{-\frac{t}{RC}} = \frac{E}{R} e^{-\frac{t}{RC}} \quad (1)$$

$$V_R = Ri = E e^{-\frac{t}{RC}} \quad (2)$$

$$V_C = E \left(1 - e^{-\frac{t}{RC}} \right) \quad (3)$$

식 (1)~(3)에서 E는 정상상태의 전압, t는 시간, V는 과도전압을 의미한다.

2.3 1단계 보호시스템

1단계 보호시스템의 기능은 안정된 고속전송을 위하여 장치측에 설치되어 과전압 및 과전류로부터 장치를 보호하도록 하였고, 다음과 같은 기능을 갖도록 하였다.

① 보호시스템의 과전압 방전소자에는 1회용 발화방지장치를 부가한다.

② 보호시스템은 단자반에 전기적, 기구적으로 신뢰성이 있게 접속되도록 삽입 및 인출이 용이하여야 하며, 보호기 불량시 타 회선에 영향을 주지 않고 교체가 가능한 구조로 한다.

③ 접속된 전기통신 선로로부터 과전압이 유입되는 때에 접지를 통하여 방전 또는 제한하고 과전압이 제거되면 자기 복구되도록 한다.

④ 접속된 전기통신 선로로부터 과전류가 유입되는 때에 정격치 이하로 전류를 차단하며 과전류가 제거되면 자기 복구되도록 한다.

⑤ 과전압 방전소자의 지속적인 방전전류로 발생되는 과열로 인해 보호기가 발화·손상되지 않도록 한다.

⑥ 보호시스템 보호방향은 단자반의 양측(선로측 및 장비측)에서 인입되는 이상 전류/전압으로부터 장치를 보호하도록 한다.

수신기용 보호시스템의 성능은 한국소방산업기술원⁵⁾의 “수신기의 형식승인 및 검정기술기준”에서 요구하는 수신기의 성능기준에 부합하도록 Table 1과 같이 직

Table 1. Performances of Protection System

직류전압	최대 179V	절연내력	60Hz, 1500Vrms/1분
직류저항	20Ω 이하	부 동작 전류	120mA(DC)/3시간
정전용량	50pF 이하	동작전류	110V, 250mA/60초
직류과전압 흡수특성	180~00V	최대 과전류시험	AC110V, 4A/0.5초
충격성 과전압 흡수특성	180~600V	자기복구 내량	불평형 저항 2Ω 이내
상용교류 방전내력	5A/3분	내전압 시험	불평형 저항 2Ω 이내
발화내력	60Hz, 5A/15분	혼촉시험	AC220V, 250mA/15분

류전압, 직류저항, 정전용량, 직류과전압 흡수특성, 충격성 과전압 흡수특성, 충격성 과전류 수명특성, 상용 교류 방전 내력, 발화내력, 절연내력, 부 동작전류, 내전압시험, 혼촉시험 등을 시험한다.

Table 1의 각 성능조건을 시험하기 위한 대표적인 시험회로도의 예는 Figure 2와 같다. Figure 2에서 L1과 L2는 보호시스템의 입력측(외선단자), S1과 S2는 보호시스템의 출력측(내선단자), E는 접지를 의미한다.

1단계 보호시스템 회로(Figure 3)의 근본적인 목적은 선로측에 일어나는 낙뢰 및 과전압, 과전류(혼촉)로부터 장비를 보호하도록 설계하였다.

L1과 L2로부터 유입되는 과전압(낙뢰 및 충격전압)을 어레스터에서 방전하여 접지를 시킴으로서 장비측을 보호하도록 하였고, L1과 L2로부터 유입되는 과전류(250mA 이상)를 폴리 스위치에서 흡수하여 장비측을 보호하도록 하여 선로측에서 과전류 현상이 제거되면 원상 복구되도록 하였다.

1단계 보호시스템을 Figure 3의 회로도에 의해 Figure 4와 같이 제작하였다.

2.4 2단계 보호시스템

2단계 보호시스템은 Figure 1의 역할과 19"통신장비에 입력전원 DC-42V~DC-58V를 랙에 실장시켜 전원

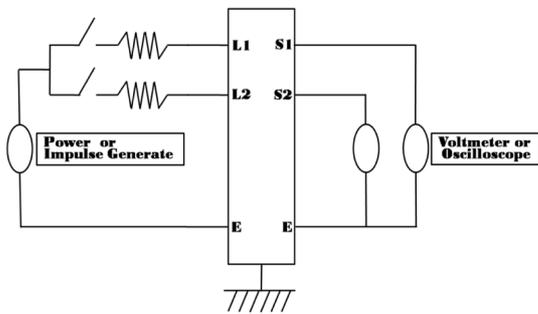


Figure 2. Circuit of performance tests.

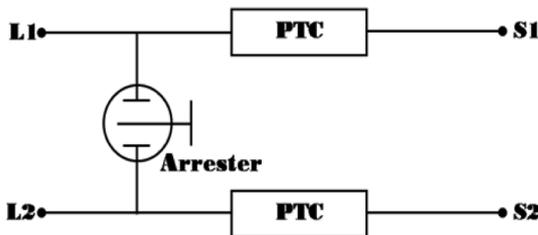


Figure 3. Circuits of 1st protection system.

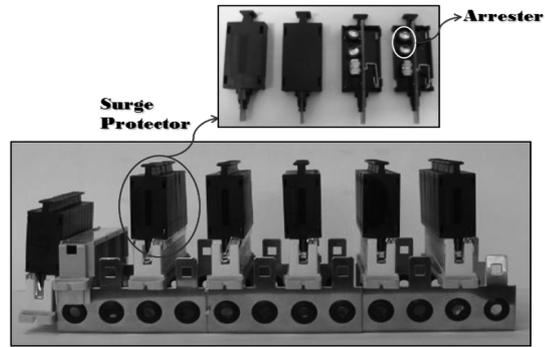


Figure 4. 1st Step protection system.

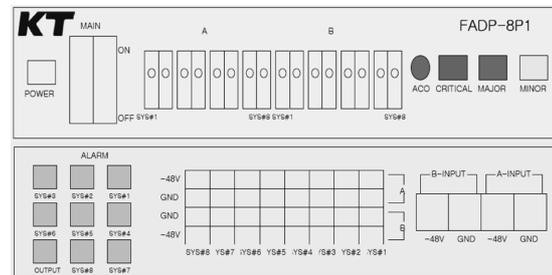


Figure 5. 2nd Protection system.

을 공급하는 PDP(power distribution panel)를 적용하였다.

2단계 보호시스템의 구성도는 Figure 5와 같고, Figure 5에서 위 그림은 전면이고 전면에는 전원입력 상태를 표시하는 녹색(on led)와 적색(critical), 적색(major), 황색(minor) 상태를 표시하는 3개의 LED와 주 c/p 2개와 시스템 전원 분배용 퓨즈 16개로 구성하였고, Figure 5에서 아래 그림은 뒷면으로 뒷면은 시스템에서 입력되는 알람용 입력 8포트, 알람용 출력 1포트, 입력 전원용 4포트 터미널 1개, 전원을 출력하는 터미널 8포트로 구성하였다.

3. 과도현상 시험 및 결과

개발·제작된 1단계 및 2단계 보호장치를 수신기에 실장시켜 서지나 순간 과전압과 같은 과도현상으로부터 발생하는 과전압이나 과전류가 억제되어 소방용 수신기로 안정된 전압이나 전류가 공급될 수 있는지를 검토하기 위해 Figure 6과 같이 시험장치를 구성하고, 과도현상으로 발생하는 과전류는 동작전류-과전류시험기(내부저항 50Ω, 전압 500V, 펄스폭 0.1μs, 반복주기

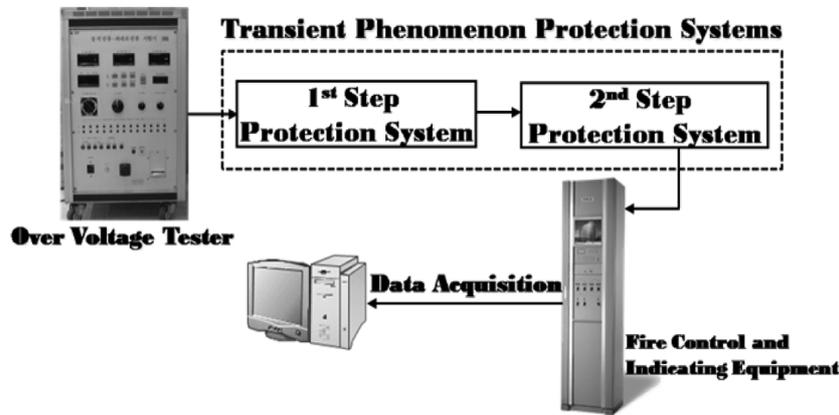


Figure 6. Transient phenomenon testing system.

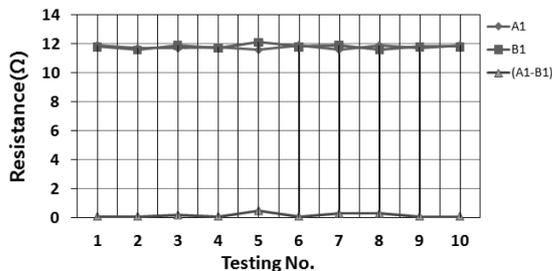


Figure 7. Resistance of direct current and unbalance.

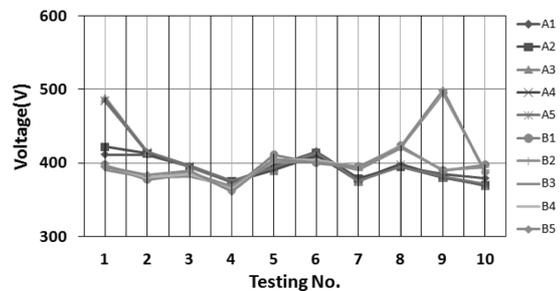


Figure 9. Impulse over-voltage absorption characteristics.

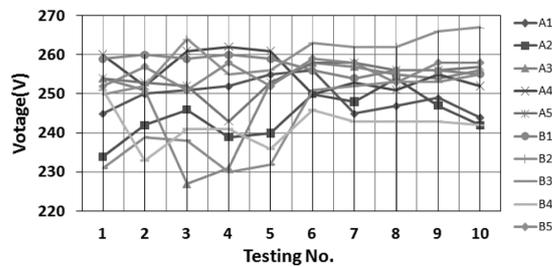


Figure 8. DC over-voltage absorption characteristics.

100)로부터 발생시켜 R형 수신기에 공급할 때 1단계 보호시스템과 2단계 보호시스템을 거쳐 안정된 전압 24V가 나오는지 시험하였고, 1단계와 2단계 보호시스템의 성능조건은 Table 1을 기준으로 시험하였다.

직류저항시험은 A1(=L1-S1) 및 B1(=L2-S2) 양단의 직류저항이 15Ω 이하이어야 하며, 보호기의 선간 불평형 저항 (A1-B1)은 과전류 제한소자가 동작하기 전에는 1 이내에 있는지 시험하였고, 그 결과는 Figure 7과 같다.

직류 과전압의 흡수특성은 100V/s 상승 전압으로 도 사용 보호기의 한 극과 접지 극 사이에 1회 1분 간격으로 5회 인가하고 15분 방치한 후 다른 극과 접지 극 사이에 5회 인가하여 확인하고 절연저항 측정했을 때 180V 이상~300V 이하에서 접지를 통하여 방전되어야 하며, 그 결과는 Figure 8과 같다. Figure 8에서 A[=L1(S1)-E]이고 B[=L2(S2)-E]이며, A1(B1)~A5(B5)는 보호기의 한 극과 접지 극 사이에 1회 1분 간격으로 5회 인가한 횟수를 의미한다.

충격성 과전압 흡수특성은 100V/s의 충격성 과전압을 L1-E 및 L2-E에 1회 1분 간격으로 5회 인가하고 15분 방치한 후 다른 극과 접지 극 사이에 180V 이상~600V 이하에서 접지를 통하여 방전되어야 하며, 그 결과는 Figure 9와 같다. Figure 9에서 A[=L1(S1)-E]이고 B[=L2(S2)-E]이며, A1(B1)~A5(B5)는 보호기의 한 극과 접지 극 사이에 1회 1분 간격으로 5회 인가한 횟수를 의미한다.

충격성 과전류의 수명특성은 200A, 10x1000충격성 과전류를 2분 간격으로 A(=L1-E)와 B(=L2-E)에 각각

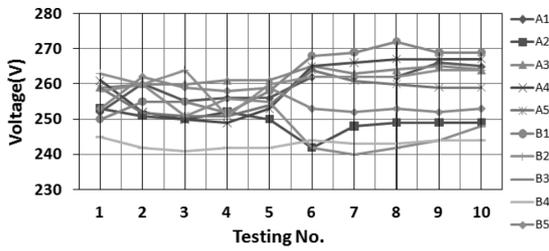


Figure 10. Impulse over-voltage life characteristics.

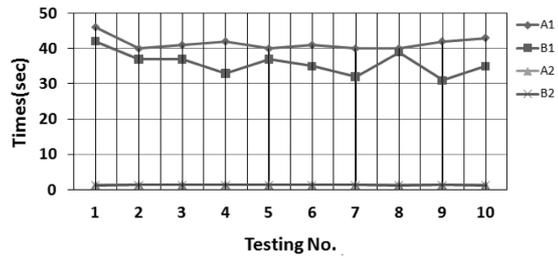


Figure 12. Operating current.

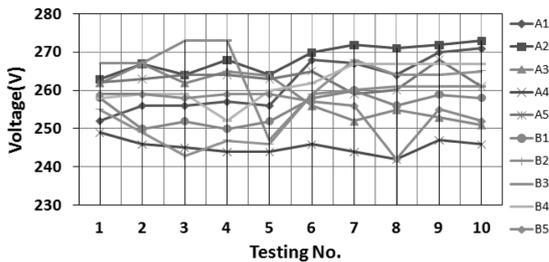


Figure 11. Common AC discharge resistance.

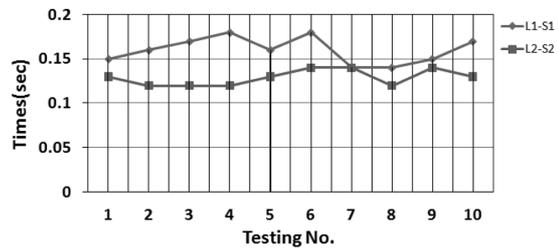


Figure 13. Maximum over-current.

50회 인가할 때 견딜 수 있어야 하고 상온상태로 냉각 후 발화내력을 만족해야 하며, 180V~300V이하에서 접지를 통하여 방전되어야 한다. 그 결과는 Figure 10과 같고, Figure 10에서 A1(B1)~A5(B5)는 보호기의 한 극과 접지 극 사이에 1회 2분 간격으로 5회 인가한 횟수를 의미한다.

상용교류의 방전내력은 상용교류 5A를 3분 간격으로 1초간 A(=L1-E)와 B(=L2-E)에 각각 5회씩 인가할 때 견딜 수 있어야 하며 상온상태 냉각 후 발화내력을 만족해야 한다. 이때 180V~300V이하에서 접지를 통하여 방전되어야 하며, 그 결과는 Figure 11과 같고, Figure 11에서 A1(B1)~A5(B5)는 보호기의 한 극과 접지 극 사이에 1회 3분 간격으로 5회 인가한 횟수를 의미한다.

동작전류를 A1(=L1-S1)과 B1(=L2-S2)에 AC 110V, 250mA를 인가할 경우 60초 이내에 동작하고, A2(=L1-S1)과 B2(=L2-S2)에 AC 110V, 1A를 인가할 경우 2초 이내에 동작하여 부 동작전류 이하로 전류를 제한하고 과전류가 제거되면서 자기 복구되어야 한다. 그 결과는 Figure 12와 같다.

최대 과전류를 (L1-S1)과 (L2-S2)에 AC110V, 4A를 인가할 때 0.5초 이내에 동작하여 부 동작전류 이하로 제한하고 과전류가 제거되면 자기 복구되어야 하며, 그 결과는 Figure 13과 같다.

1A 인가 후 불평형 저항으로부터 자기복구내량을 확

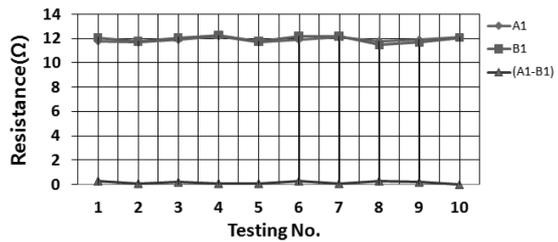


Figure 14. Unbalance resistor after 1A acting.

인할 수 있으며, A1(=L1-S1) 및 B1(=L2-S2)에 AC 110V, 1A를 5초간 2분 간격으로 30회 인가할 때 견딜 수 있어야 하며 상온상태로 냉각 후 선간 불평형 저항은 20Ω 이내 이어야 하며, (A1-B1)의 불평형 저항은 2Ω 이내 이어야 한다. 그 결과는 Figure 14와 같다.

내 전압시험은 과전압방전 및 제한소자가 삽입되지 않은 상태에서 A1(=L1-S1) 및 B1(=L2-S2)에 교류 220V, 3A를 15분간 인가할 때 견딜 수 있어야 하며, 상온상태로 냉각 후 선간 (A1-B1) 불평형 저항은 2Ω 이하이어야 하며, 동일조건으로 3시간 인가할 때 보호기의 변형 및 발화가 없어야한다. 그 결과는 Figure 15와 같다.

서지나 순간변동과 같은 과도현상으로부터 발생하는 과전압이나 과전류가 억제되어 소방용 수신기로 안정된 전압이나 전류가 공급될 수 있는지를 Table 1의 성능조건과 같이 시험한 결과 모두 허용규격범위에 만족

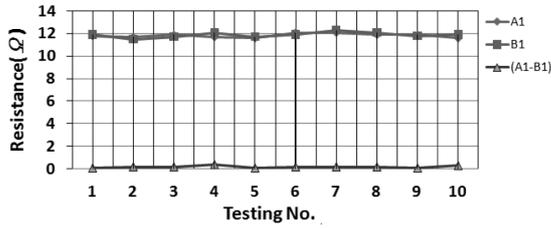


Figure 15. Unbalance resistor after 15minutes acting.

하였으며, 이상의 결과로부터 개발·제작된 1단계 및 2단계 보호시스템의 성능을 입증하였다.

4. 결 론

수신기용 과도현상 보호시스템의 개발을 위한 프로세스와 이론을 바탕으로 소방용 수신기가 과도현상으로부터 보호될 수 있는 1단계 및 2단 보호시스템을 개발하였다.

서지나 순간변동과 같은 과도현상으로부터 발생하는 과전압이나 과전류가 개발된 1단계 및 2단계 보호시스템을 통해 소방용 수신기에 안정적인 전압이나 전류가 공급됨을 성능시험으로 확인하였다.

과도현상과 서지내성에 부합하도록 공학적 근거를 바탕으로 시험을 통해 검증함으로써 수신기의 높은 신뢰성과 안정성을 확보할 수 있을 것으로 본다.

이들 결과로부터 과도현상 보호시스템의 최적개발을 가능케 하였으며, 기존 R형 수신기에서 과도현상을 예방토록 함으로써 수신기의 성능을 향상시킬 뿐만 아니라 소화활동 또한 극대화시킬 수 있을 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 이수봉, “전원선에서 뇌서지의 전파특성과 효과적인 보호방법”, 인하대학교 대학원 석사논문(2004).
2. 박중양, “IBS 빌딩에서의 서지 저감을 위한 접지방안 연구”, 서울산업대 대학원 석사논문(2003).
3. 이진근, “인천공항에서의 순간전압강하에 관한 분석”, 서울산업대 대학원 석사논문(2001).
4. I. Braithwaite, “The Risk and Remedies on Local Area Network”, IEE Colloquium Experience of Lighting and Sure Damage by Use of Telecommunications Equipment and the Proposed Remedies, pp.6/1-6/9(1991).
5. 한국소방검정공사, “수신기의 형식승인 및 검정기술 기준”, KOSFEIS 304(2005).