

수신기에서 과도현상을 보호하기 위한 보호장치 적용에 관한 연구

이동명, 김엽래
경민대학 소방행정학과

A Study on the Protection System Application to Protect of Transient Phenomenon in Fire Control and Indicating Equipment

Lee, Dong Myung, Kim Yeob Rae
Kyungmin College

요 약

과도현상으로부터 보호되고 대응력을 갖출 수 있는 수신기가 될 수 있도록 과도현상 보호시스템을 설계·제작하고 적용성을 성능시험으로 입증하였다. 과도현상 보호시스템을 개발함으로써 수신기에 높은 신뢰성과 안정성을 부여할 수 있다. 과도현상 보호시스템의 개발을 위한 프로세스 정립과 이론을 바탕으로 과도현상으로부터 보호될 수 있는 1단계 및 2단계 보호시스템의 시작품을 제작하고, 소방법 및 관련규정에서 제시하는 제반 성능 조건으로 시험하고 만족스런 결과를 얻음으로써, 과도현상 보호시스템을 개발할 수 있는 엔지니어링 데이터 구축과 원천기술을 확립하였다.

1. 서 론

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 수용가측 설비의 회로와 부하에 전기적인 절연을 파괴하고 오동작을 일으키는 등 수많은 악영향을 미치게 된다.^{1,2,3)}

순간변동의 발생원인은 자연적인 낙뢰현상이나, 전력계통(고압차단기, 단로기 등의 스위치 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 내부

소자의 손상, 기능저하 등을 초래한다.

현재와 같은 고도 정보화 사회에서 서지나 순간 과전압과 같은 전압의 과도현상에 취약한 전자소자를 내장한 전기설비·기구나 전자·정보통신기기가 일반 수용가에 널리 보급됨으로써 저압 전기수용가에서의 그 대책이 중요한 과제로 대두되고 있고, 현재 전자정보기기가 사회생활에 연관된 정도를 생각해 보면 과전압에 의한 기기의 손상과 파괴·오동작이 사회에 미치는 경제적 손실 및 사회적 영향은 점차 증가할 것으로 생각되고 있다.⁴⁾

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

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. 화재에서 수신기의 역할은 가장 중심적인 것으로서 서지나 순간 과전압과 같은 전압의 과도현상으로 인한 수신기의 오작동과 작동불능으로 화재 시 신속한 화재발견과 화재진압이 어렵게 되어 수많은 인명과 재해피해를 가져다주는 것은 자명한 일이다.

본 연구에서는 최근 개정된 소방법과 관련규정에서 수신기의 전자파 및 기타 전기적 노이즈 등에 보다 강력한 대책을 요구하고 있고, 무엇보다 화재 시 인명피해를 최소화하고 사회적, 경제적 문제를 저감시키고, 서지나 순간 과전압 등에 의한 과도현상으로부터 수신기가 보호되어 높은 신뢰성의 수신기가 될 수 있도록 과도현상 보호시스템을 설계·제작하고 적용성을 성능시험으로 입증하였다.

2. 보호시스템의 개발 및 제작

수신기에 적용할 과도현상 보호시스템의 개발 프로세스는 그림 1과 같고, 수신기는 두 단계에 걸쳐 과도현상으로부터 보호되도록 하였으며, 각 단계별 보호시스템은 다음과 같은 역할을 하도록 설정하였다.



그림 1. 과도현상 보호시스템의 프로세스

1단계 보호시스템은 대용량의 주 전원용 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 하였다.

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 하였다. 또한 2단계 보호시스템에 설치된 S/P에 의해 잔여 서지나 순간 과전압을 억제한 뒤 안정된 전압과 전류가 소방용 수신기로 공급될 수 있도록 2단계 보호시스템과 수신기를 연결하였다.

2.1 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 발생하는 과열로 인해 보호기가 발화·손상되지 않도록 한다.
- ⑥ 보호시스템 보호방향은 단자반의 양측(선로측 및 장비측)에서 인입되는 이상 전류/전압으로부터 장치를 보호하도록 한다.

보호시스템의 성능은 한국소방산업기술원⁵⁾의 “수신기의 형식승인 및 검정기술기준”에서 요구하는 성능기준에 부합하도록 표 1과 같이 직류전압, 직류저항, 정전용량, 직류과전압 흡수특성, 충격성 과전압 흡수특성, 충격성 과전류 수명특성, 상용교류 방전 내력, 발화내력, 절연내력, 부 동작전류, 내전압시험, 혼촉시험 등을 시험하였다.

표 1. 과도현상 보호시스템의 성능

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

표 1의 각 성능조건을 시험하기 위한 대표적인 시험 회로도의 예는 그림 2와 같고, 그림 2에서 L1과 L2는 보호시스템의 입력측(외선단자), S1과 S2는 보호시스템의 출력측(내선단자), E는 접지를 의미한다.

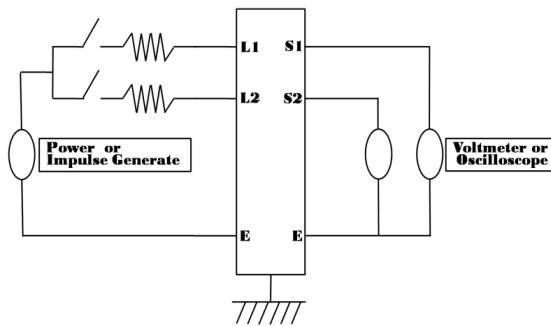


그림 2. 성능시험의 회로도

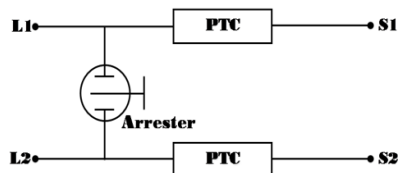


그림 3. 1단계 보호시스템의 회로도

1단계 보호시스템 회로(그림 3)의 근본적인 목적은 선로측에 일어나는 낙뢰 및 과전압, 과전류(흔축)로부터 각 장치를 보호하도록 설계하고, L1과 L2로부터 유입되는 과전압(낙뢰 및 충격전압)을 어레스터에서 방전하여 접지를 시킴으로서 장비측을 보호하도록 하였고, L1과 L2로부터 유입되는 과전류(250mA이상)를 폴리 스위치에서 흡수하여 장비측을 보호하도록 하여 선로측에서 과전류 현상이 제거되면 원상 복구되도록 하였다. 1단계 보호시스템을 그림 3의 회로도에 의해 그림 4와 같이 제작하였다.

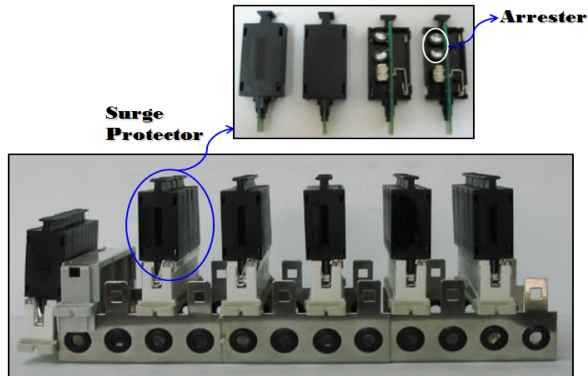


그림 4. 1단계 보호시스템 시작품

2.2 2단계 보호시스템

2단계 보호시스템은 그림 1의 역할과 19" 통신장비에 입력전원 DC-42V~DC-58V를 랙에 실장시켜 전원을 공급하는 PDP(power distribution panel)를 적용하였다.

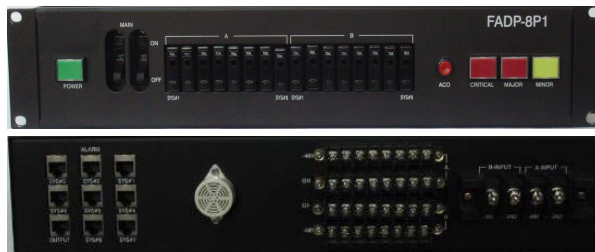


그림 5. 2단계 보호시스템 시작품

2단계 보호시스템의 구성도는 그림 5와 같고, 그림 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 휴즈 16개로 구성하였고, 아래 그림은 뒷면으로 뒷면은 시스템에서 입력되는 알람용 입력 8포트, 알람용 출력 1포트, 입력 전원용 4포트 터미널 1개, 전원출력용 터미널 8포트로 구성되어 있다.

3. 과도현상 시험 및 결과

본 연구에서 개발·제작한 1단계 및 2단계 보호장치를 수신기에 적용하고 서지나 순간 과전압과 같은 과도현상으로부터 발생하는 과전압이나 과전류가 억제되어 수신기로 안정된 전압이나 전류가 공급될 수 있는지를 검토하기 위해 그림 6과 같이 시험장치를 구성하고, 과도현상으로 발생하는 과전류는 동작전류-과전류시험기(내부저항 50Ω, 전압 500V, 펄스폭 0.1μs, 반복주기 100Hz)로부터 발생시켜 R형 수신기에 공급할 때 1단계 보호시스템과 2단계 보호시스템을 거쳐 안정된 전압 24V가 출력되는지를 시험하였고, 1단계와 2단계 보호시스템의 성능은 표 1을 기준으로 시험·검토하였다.

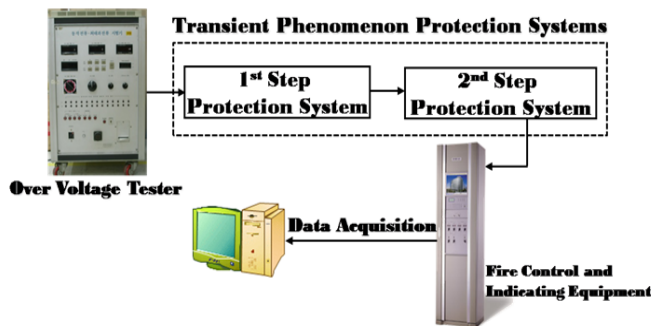


그림 6. 과도현상 시험 계통도

직류저항시험은 $A1(=L1-S1)$ 및 $B1(=L2-S2)$ 양단의 직류저항이 15Ω이하이어야 하며, 보호기의 순간 불평형 저항 ($A1-B1$)은 과전류 제한소자가 동작하기 전에는 1Ω이내에 있는지 시험하였고, 그 결과는 그림 7과 같다. 직류 과전압의 흡수특성은 100V/s 상승 전압으로 도시용 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 그림 8과 같다. 그림 8에서 $A[=L1(S1)-E]$ 이고 $B[=L2(S2)-E]$ 이며, $A1(B1) \sim A5(B5)$ 는 보호기의 한 극과 접지 극 사이에 1회 1분 간격으로 5회 인가한 횟수를 의미한다.

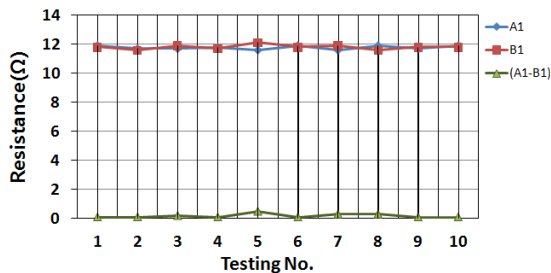


그림 7. 직류저항과 불평형 저항

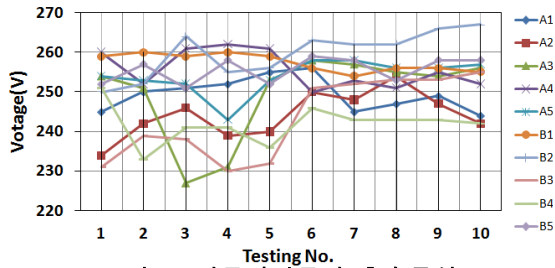


그림 8. 직류과전류의 흡수특성

충격성 과전압 흡수특성은 $100V/\mu s$ 의 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 그림 9와 같다. 그림 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, $10 \times 1000\mu s$ 충격성 과전류를 2분 간격으로 $A(=L1-E)$ 와 $B(=L2-E)$ 에 각각 50회 인가할 때 견딜 수 있어야 하고 상온상태로 냉각 후 발화내력을 만족해야 하며, 180V~300V이하에서 접지를 통하여 방전되어야 한다. 그 결과는 그림 10과 같고, 그림 10에서 A1(B1)~A5(B5)는 보호기의 한 극과 접지 극 사이에 1회 2분 간격으로 5회 인가한 횟수를 의미한다.

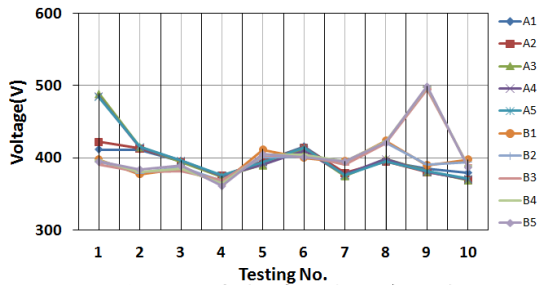


그림 9. 충격성 과전압 흡수특성

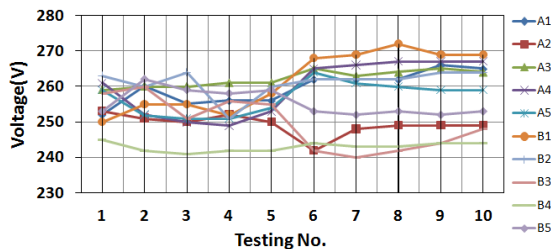


그림 10. 충격성 과전류의 수명특성

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 그림 11과 같고, 그림 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 그림 12와 같다.

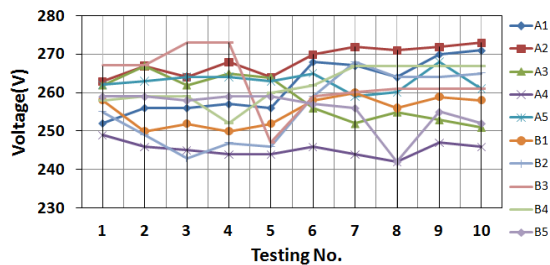


그림 11. 상용교류의 방전내력

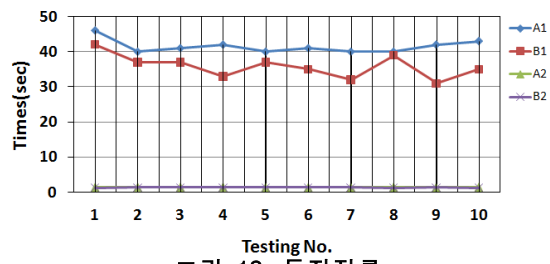


그림 12. 동작전류

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 그림 13과 같다.

1A 인가 후 불평형 저항으로부터 자기복구내량을 확인할 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 20Ω이내 이어야하며, (A1-B1)의 불평형 저항은 2Ω이내 이어야 한다. 그 결과는 그림 14와 같다.

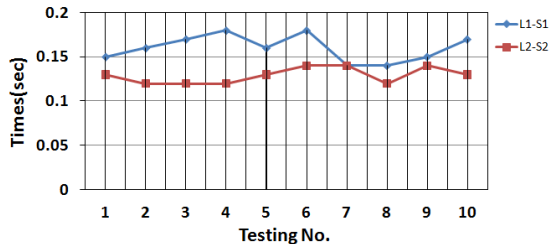


그림 13. 최대 과전류

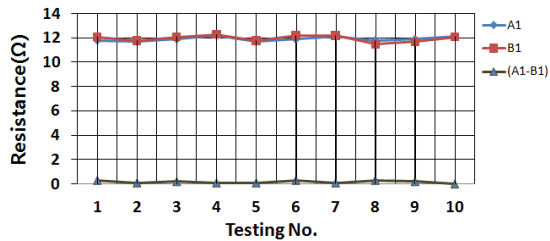


그림 14. 1A 인가 후의 불평형 저항

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 2Ω이하이어야 그 결과는 그림 15와 같다.

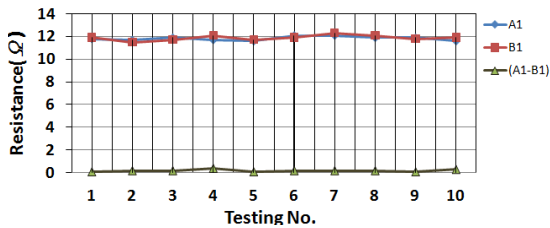


그림 15. 15분 인가 후의 불평형 저항

4. 결 론

이상의 성능시험결과에서와 같이 허용규격범위를 만족하는 1단계 및 2단 보호시스템을 개발하고, 소방법 및 관련규정에서 제시하는 제반 성능조건으로 시험하여 만족스런 결과를 얻었으며, 과도현상 보호시스템의 메커니즘 및 프로세스의 정립과 성능시험으로 엔지니어링 데이터 구축과 원천기술을 확보하였다. 본 연구에서 개발된 1단계 및 2단계 보호장치를 수신기에 적용하면, 수신기에서 발생될 수 있는 과도현상을 억제함으로써 수신기의 높은 신뢰성과 안정성을 확보할 수 있다.

과도전압과 서지내성에 견뎌낼 수 있고 기존 R형 수신기에서도 쉽게 적용이 가능토록 함으로써 과도현상으로부터 수신기를 보호하여 수신기의 성능을 향상시킬 수 있을 뿐만 아니라 소화활동의 극대화에 만전을 꾀할 수 있을 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 이수봉(2004). “전원선에서 뇌서지의 전파특성과 효과적인 보호방법”, 인하대학교 대학원 석사논문
2. 박중양(2003). “IBS 빌딩에서의 서지 저감을 위한 접지방안 연구”, 서울산업대 대학원 석사논문
3. 이진근(2001). “인천공항에서의 순간전압강하에 관한 분석”, 서울산업대 대학원 석사논문
4. I. Braithwaite(1991). “The risk and remedies on local area network”, IEE Colloquium Experience of Lighting and Sure Damage by Use of Telecommunications Equipment and the Proposed Remendies, pp.6/1~6/9
5. 한국소방산업기술원(2005). “수신기의 형식승인 및 검정기술기준”, KOSFEIS 304