

빌딩 내에서 발생할 수 있는 전자파 장애의 사례

지 광 철 <(주)에스테크 정보통신연구소 차장>

1. 개 요

국내에서 전자파 장애(EMI: Electro-Magnetic Interference) 라는 말이 최근 사회문제화 되고 있지만 사실은 전기가 우리의 일상생활에 보급되면서부터 장애는 있었다고 해도 무방할 것이다. 왜냐하면 라디오가 보급되고 TV가 보급되면서 라디오에서 잡음이 나거나 TV화면의 불완전 등의 현상을 누구나 한번쯤은 경험했을 것이라고 생각된다. 그러나 그 정도의 장애는 사회적으로 그다지 큰 피해가 되지 않았기 때문에 문제시되지 않았다. 하지만 이제는 그때와는 상황이 다르다. 한편 하루가 다르게 발전하는 전자산업의 급성장으로 현재에는 큰 사회 문제가 되고 있으며 가끔씩은 대형사고로 확산된다.

다음과 같이 전자산업이 변화하였으며 이로 인해 우리는 전자파 속에서 살고있다고 해도 과언이 아니다.

- * 전기, 전자 제품 및 기기의 범용화.
- * 반도체, IC 기술의 발달로 전자장치가 전자파 장애에 취약.
- * Computer등 전자통신 사회발달에 따른 전자파 장애의 영향이 심각히 대두.

좀더 구체적으로 말하면, 전자기술의 발전은 전자기기의 고속화, 소형화, 저소비 전력화, 고기능 화를 가능케 하였으며 나아가 전자기기의 다양화와 그 보급에

큰 공헌을 하였다. 그 결과 전자기기의 수는 큰 증가를 보여 기기 간의 평균거리를 더욱 좁히고 있다. 또한 이동무선 단말기 및 휴대폰 등의 폭발적인 보급은 전자기기에 예기치 못한 문제를 낳았으며 전자파 장애 문제를 야기하였다. 동시에 전자기기의 고도화는 전자기기의 외래 잡음에 대한 감수성 저하(잡음에 민감)를 초래하였으며, 소위 전자파 장애 문제의 원인이 되고 있다. 또한 전자기기의 고기능 화와 소형화로 인해 지금은 대부분의 가전제품에도 마이크로 프로세서가 내장되어 미리 설정된 기능으로 동작하고 있다. 사무실 책상에 놓여있던 산더미 같은 서류는 점차 없어지는 추세로, 방대한 양의 데이터베이스를 가능케 하고 있다. 제조현장에서는 각종 로봇이 도입되어 생산성 향상과 고품질 유지에 공헌하고 있다. 또한 항공기와 같이 대단히 고도화된 전자기기로 운행되고 있는 시스템도 존재한다. 이러한 디지털 전자 기기는 잡음 정도가 낮은 경우에는 영향을 받지 않는 장점도 있지만 전자 노이즈가 한계를 넘으면 오동작 등의 형태로 영향을 받기 쉬워진다. 특히 고도화된 시스템에서의 오동작은 심각한 문제를 야기하고 경제문제 뿐 아니라 인명사고로 발전할 가능성이 있다. 따라서 불필요한 전자파를 방사하지 않는 것은 물론이며 간섭에 견딜 수 있는 능력을 갖추어야 한다. 아래 그림은 PC와 접속되는 기기에서 발생 할 수 있는 전자파 장애에 대한 대표적인 예이다.

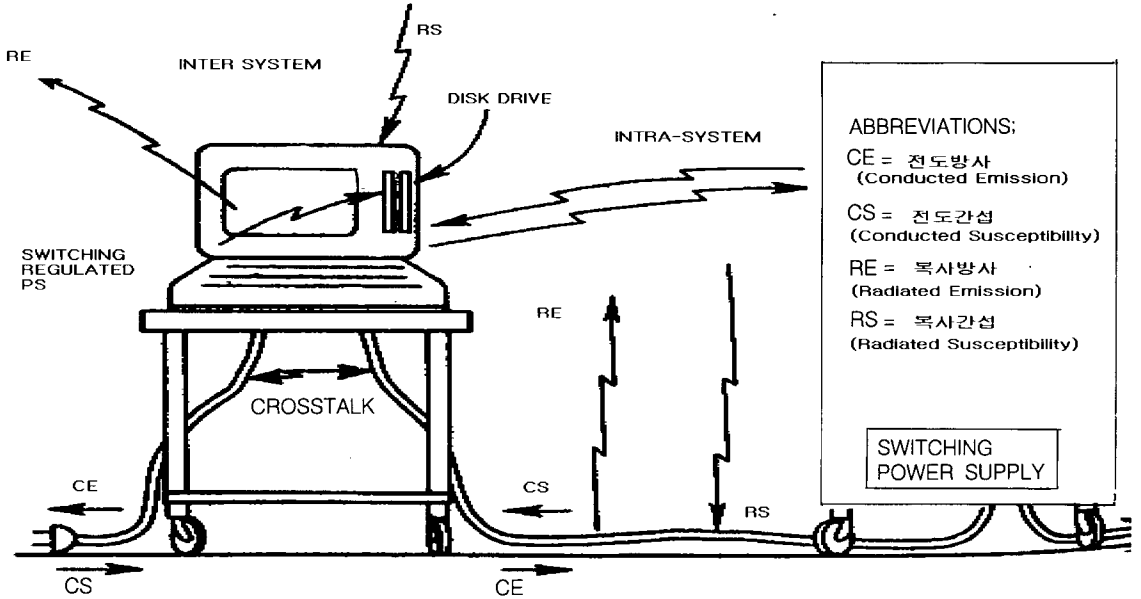


그림 1. PC에서 발생할 수 있는 전자파 장애의 예

2. 건물 내에서 발생할 수 있는 전자파 장애

2.1. 건물내부로부터 의 전자파 장애의 예

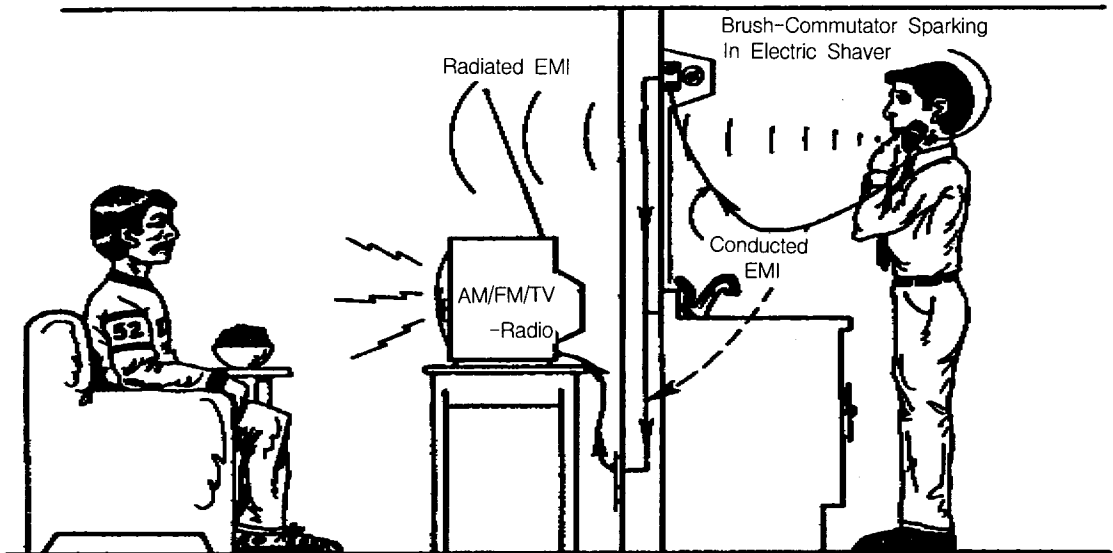


그림 2. 실내에서 발생할 수 있는 전자파 장애의 예

위의 그림은 전기 면도기 사용으로 인한 전자파 장애로 TV 화면에 영향을 미치는 예이다. 모터등을 사용하는 기기의 대부분의 불요 전자파가 전기적인 접점(Contact point)의 단속(Interrupt)으로 생기는 방전펄스 잡음이다. 각종 전자기기가 발생하는 펄스 잡음의 발생 상황은 전기접점 단속의 반복주파수 1회 단속에 의한 방전횟수 등의 차이에 따라 여러모로 달라진다. 이 펄스는 아래그림과 같이 나타난다.

그림중의 T는 접점의 단속이 발생하는 주기(Duration), τ 는 방전이 반복해서 발생하는 시간, f는 방전이 반복되는 주파수이다. T, τ , f는 기기에 따라 다르며 전기면도기, 헤어드라이어 등 모터류에서는 수 kHz의 주파수로 접점이 단속되는 것이 많고, T는 수100[μ Sec] 정도이며, τ 는 수 10[μ Sec]가 된다. 또한 서머스타트와 같은 것은 T가 수10초에서 수분 혹은 그 이상 길어지는 것이 많다.

2.2. 외부로부터의 전자파 장애의 예

아래 그림은 외부에서 발생 할 수 있는 여러 형태의 전자파 장애 원을 나타낸 것이다.

그중 한가지 예를 구체적으로 말하면 전력을 발전소에서 가정까지 보내기 위한 송배전에는 전력을 효율적으로 전송하기 위해 가능한 한 고전압으로 송전을 하고 있다. 따라서 송전도중에 각종 방전이 생기기 쉽고 이 방전에 의한 전자파 장애가 발생한다. 송배전선의 방전에는 전선에서의 대기중 코로나방전, 전선을 지탱하는 애자가 더러워져 절연불량이 되었을 때에 발생하는 코로나방전, 애자의 부속철 기구 등의 절연불량으로 발생하는 갭방전 등이 있다. 최근 전력수

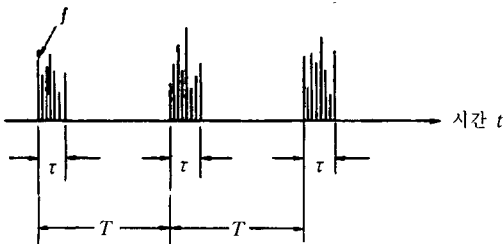
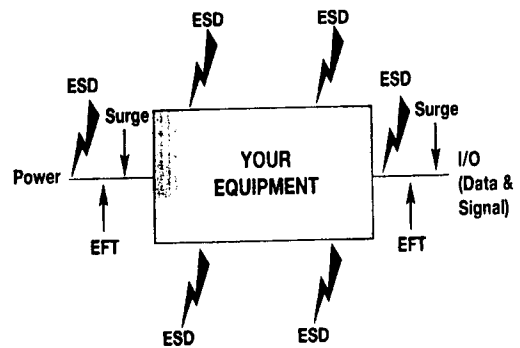


그림 3. 전기기기의 펄스잡음 발생 상황

요의 증감에 따라 설비의 신설, 고전압화 등이 진행되어 장애가 증가하는 경향을 볼 수 있다. 전선에서의 대기중 코로나 방전은 방전에 의해 발생하는 전자파의 주파수 성분이 낮고 라디오수신기가 장애를 받기 때문에 이전부터 개선 등의 연구가 진행되어 왔다. 한편 더럽혀진 애자에 의한 코로나방전, 부속철 기구 등의 접촉불량에 의한 갭방전은 비교적 높은 주파수성분을 갖고 TV수신기 등에서 장애가 발생하고 있다. 이 장애를 방지하기 위해 애자나 부속철 기구의 개선, 더럽혀진 애자의 세척기 개발 등을 하고 있다. 하지만 이들의 장애는 대부분 설비를 운용중에 있을 때 일어나므로 대응이 늦을 때가 많다.

3. 전자파 장애 원에 대한 각 대역별 또는 원인별 분석.

3.1. 도선(전원선, 신호선, 접지선)을 통한 장애 원



1) 낙뢰에 의한 장애 원(Surge: Switching-induced and lightning-induced) - 낙뢰가 외부 회로를 직접 때림으로써, 유입되는 고 전류와 발생한 전압이, 써지 임피던스를 통하여거나 접지저항을 통하여 흐르는 경우.

간접낙뢰가 건물의 내부나 외부회로의 전도체에 전압/전류를 야기 시키는 경우.

번개가 라인을 피해갔더라도 근처의 물체를 때림

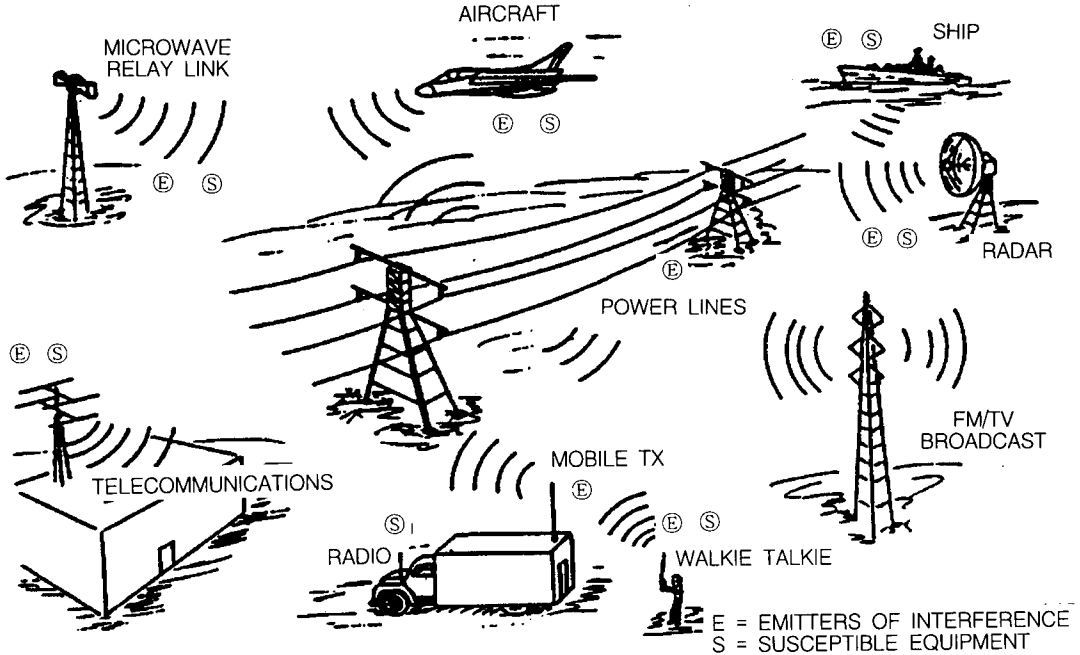


그림 4. 외부에서 발생할 수 있는 전자파 장애의 예

으로써 발생하는 전자장이 외부회로의 전도체 상에 전압을 야기 시키는 경우.

장비의 접지 시스템의 공통접지내부에 번개가 근처의 대질 직접 방전함으로써, 중첩하는 결과로서 발

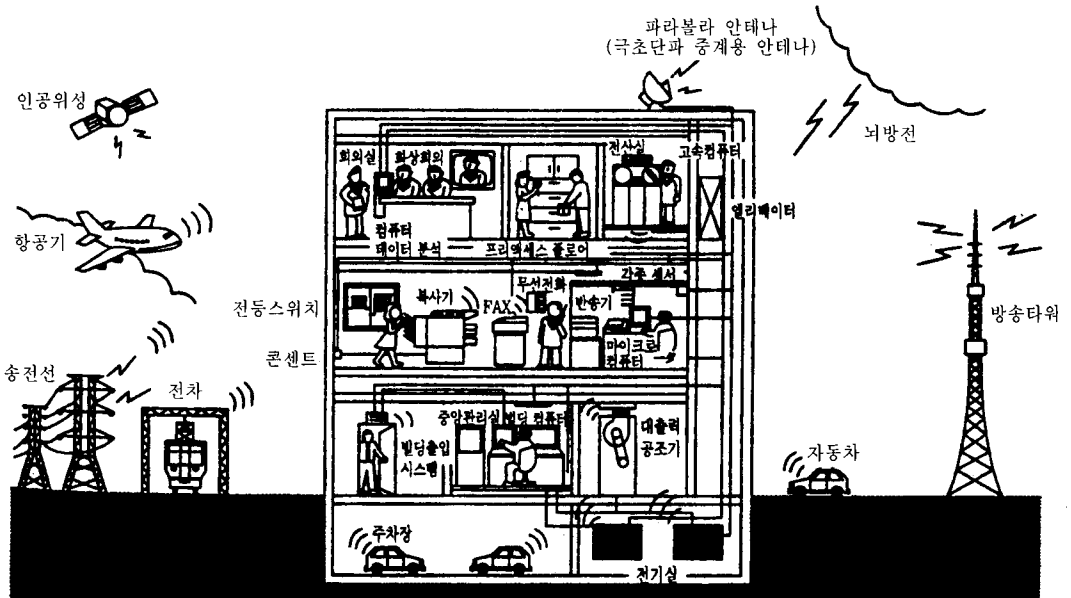


그림 5. 여러 형태의 전자파 장애

생하는 대지전류가 흐르는 경우.

2) 회로 개폐 또는 스위치회로 ON, OFF 에 따른 장애 원(EFT: Electrical Fast Transient) - 예를 들면 인버터는 스위칭 동작시 장애전자파가 발생한다. 특히 인버터 부에서는 캐리어 주파수 외에 스위칭 동작속도도 영향을 준다. IGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor)의 경우 캐리어 주파수는 약 5-16[kHz]로 높다. 캐리어 주파수가 낮게 설정되면 모터에서 금속성 자기소음이 발생하기 때문에 14[kHz]이상을 설정한다. 그러나 캐리어 주파수가 높으면 노이즈 주파수도 높아져 노이즈와 누설전류가 증가한다. 이러한 현상은 스위칭 동작을 하는 모든기기 (PC, TV, 전파기기, 용접기 등)에 공통된 현상이다.

3) 정전기(ESD: Electrostatic Discharge)에 따른 장애 원 - 정전기가 인체로부터 근처의 물체로 방전될 경우, 제품은 전자기 에너지의 영향을 받을 수 있으며, 정전기 방전은 제품 근처에 위치한 의자 및 책상과 같은 금속체 중간에 발생할 수 있다.

이 정전기는 인조섬유의 종류 및 주변환경의 상대 습도에 따라서, 수[kV] 까지 발생될 수 있다.

3.2. 공중선을 통한 장애원

1) 공중방송 또는 무선통신에 의한 방해.

방송. 아마추어 무선 기타 무선통신, 레이더 고도계 등의 계측 시스템, 라지컴 기타 제어 시스템 등은 전파를 공중으로 방사함으로써의 장애 원 예를 들면 무선통신에서 VHF TV 에서는 서비스 영역 내에서 높이 40[m]의 안테나를 설치한 수상기가 SN비 35[dB]로 수상 할 수 있는 값으로 해서, 전파의 전계강도가 0.5[mV/m]이상일 경우와 고 잡음 지역에서는 10[mV/m] 전차파 장애 원은 큰 차이가 있다. 이외에 휴대전화, 트랜시버 등을 사용하면 안테나 근방에서는 그 주파수 전파가 더해져서 장애 원이 될 수 있다.

2) 스피리어스 방사

증폭회로에 비 직선 성 이 있어서 신호의 파형이 변형되는 현상은 원 신호에 다른 성분을 더한 것과

같은 값이며 별도의 주파수성분이 방사하게 된다.

3) 사이드로브

통신이나 레이더 등으로 특정 방향에 전파를 보내려고 할 때, 넓은 면적의 안테나를 사용하면 그 정면에서는 안테나 각 부분에서의 전파가 같은 위상으로 강해지는데 반해, 안테나 양끝까지의 거리가 다른 방향에서는 전파에너지의 일부 또는 전부가 약해진다. 이 때문에 전파는 안테나 정면에 메인로브 라고 부르는 가는 빔이 되어 나아간다. 그러나 정면이외라도 안테나 각 부분에서 방사되는 전파가 간섭하여 메인로브 보다는 약하지만 전파빔이 형성된다. 이것은 레이더 출력상에 허상을 만드는 원인으로 특히 문제가 되는 것은 다른 시스템에 방해 원이 된다.

4) 스포라딕 E층

VHF이상의 고주파는 지표에서 반사되지만 전리층에서는 반사하지 않고 거의 가시거리가 통신 거리가 된다. 그러나 봄에서 여름에 걸친 기상 상태 하에서 전리층의 전자밀도가 극단적으로 증가(스포라딕 E층)하면 VHF과가 여기서 반사되고, TV전파가 통상적인 서비스 범위를 훨씬 넘어 1,000[km]이상을 전파한다. 이렇게 되면 계절적이긴 하지만 전국각지에서 외국전파에 의한 혼신장해가 있다.

5) 불법무선

무선기의 불법개량이나 대 출력의 외국 규격무선기의 국내사용은 중대한 장애 원이 되고 있다.

4. 건물 내에서의 장애 전자파

4.1. 전자파 발생 원

고주파 전자계인 전계성분 이 중심이 되는 장애 전자파 와 자계성분이 주를 이루는 자장 노이즈(AC, DC)가 있다. 빌딩에는 이 둘이 모두 설치되어 있는데, 고주파 장애 전자파는 방전제어 기기, 인버터 등의 위상제어기기, 컴퓨터 본체 등이 주요 장애 발생 원이 된

다. 아래 표는 이들 기기 및 시스템을 나타낸다.

유.무선 통신 시스템 등이다. 표 2는 이들 기기 및 시스템을 나타낸다.

4.2. 피해를 받기 쉬운 설비 기기.

피해를 받기 쉬운 설비 기기는 그 기기가 설치되는 환경의 전자파 종류나 성질에 따라 다르다. 건축 설비에서 반드시 주의해야 할 것은 미세 전자회로가 내장된 기기나 시스템, 정밀 검출기나 제어계측 기기,

5. 대책

5.1. 불필요한 전자에너지가 기기에서 발생하여 다른기기에 영향을 주지 않도록 한다.

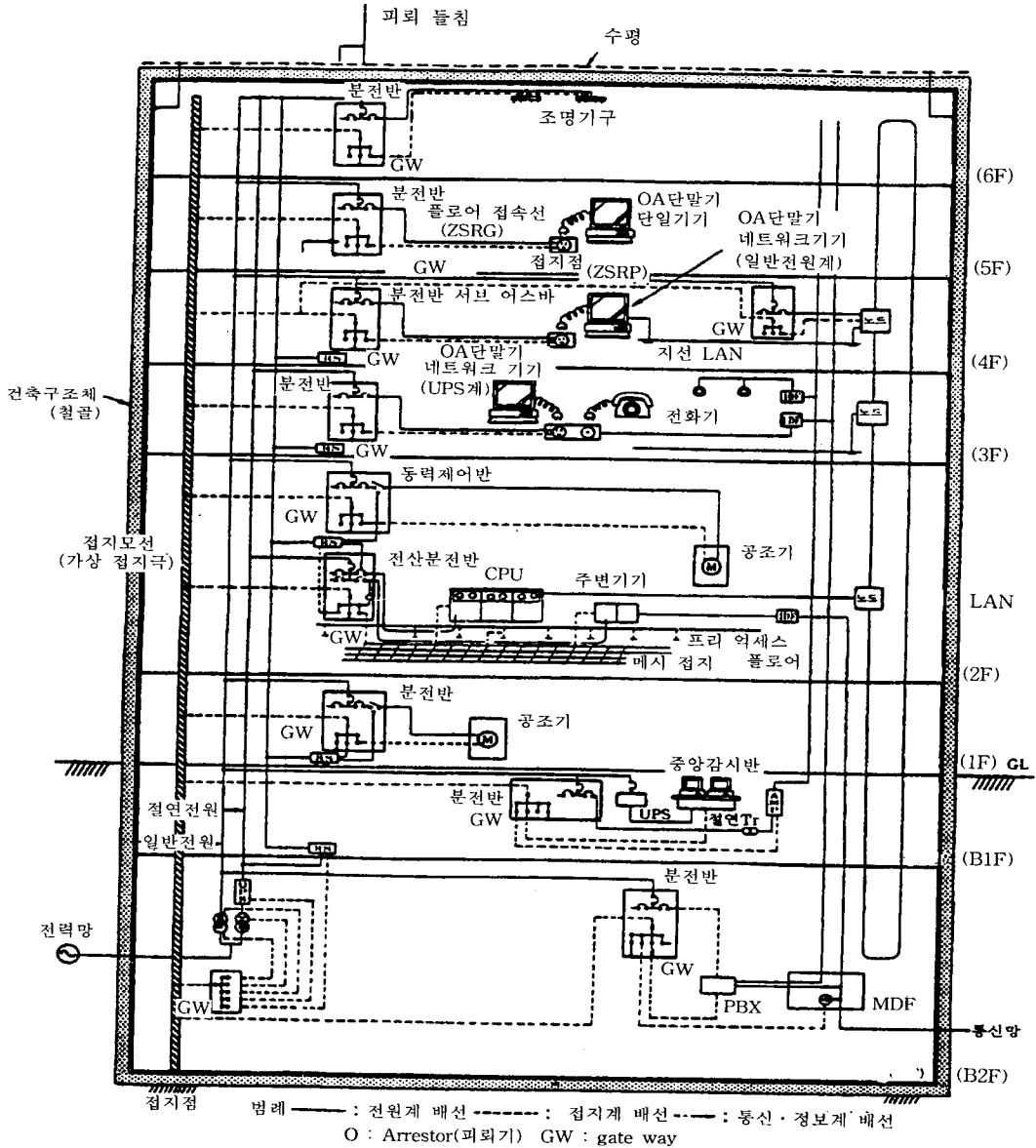


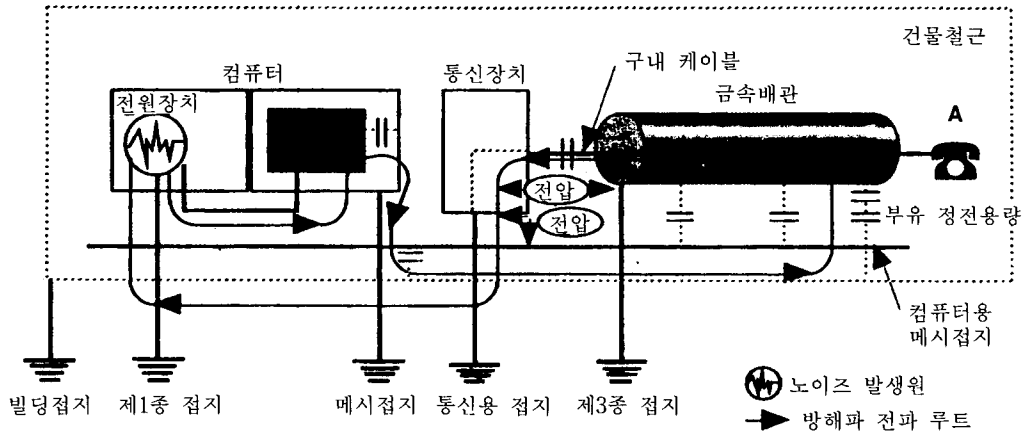
그림 6. 건물내 통합접지 시스템개통 개요도

표 1. 전자파 노이즈 발생원

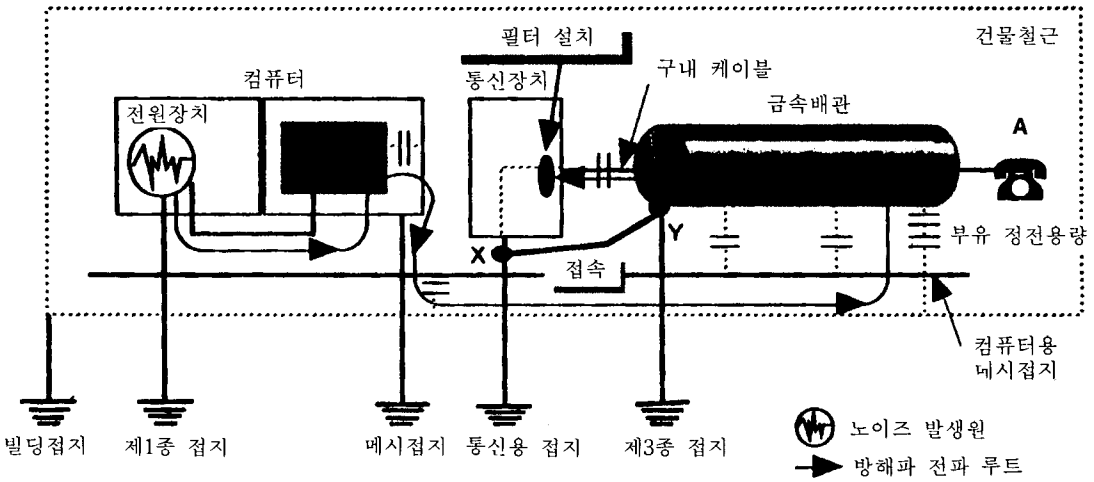
분 류	발생원 기기 및 시스템
전기설비	<ul style="list-style-type: none"> 전원설비 무정전 전원장치(CVCF, UPS), 비상용 발전기(내연기관), 사이리스터 정류기, 스위칭 전원장치 전력설비 변압기, 차단기, 개폐기, 계전기, 전자 접촉기, 전력간선(버스덕트, 케이블) 조명설비 인버터 형광등, 고압 방전관, 사이리스터 조광기 정보, 통신설비 각종 무선국 안테나(기지국), 중계/증폭기, 전화교환시스템, 무선 LAN
기계설비	<ul style="list-style-type: none"> 회전기기 정류자 전동기, 인버터 제어의 열원기, 펌프, 팬류, 인버터 에어컨 제어기기 제어밸브(전자밸브 등), 전동 제어기기, 발전장치
운반기 반송기	<ul style="list-style-type: none"> 엘리베이터, 에스컬레이터 인버터 제어 구동장치, 리니어모터 기타 크레인모터, 트롤리 이선(離線), 자동반송기(AGV)
내부기기	<ul style="list-style-type: none"> 생산설비 고주파 에너지 이용기기(방전, 가공기등), 용접기, 인버터제어 각종 공업용기기, 메카트로닉스 기기 의료기기 전기메스, 고주파 치료기, MRI, 방사선기기, 초음파 기기, 의료용 텔레미터 컴퓨터외 기타 컴퓨터 본체 및 주변장치, 전자렌지, NMR, 무선송신장치, 무선단말기장치(휴대폰 등)

표 2. 전자파 피해기기 및 시스템

분 류	피해기기 및 시스템
전기설비	<ul style="list-style-type: none"> 전력설비 전자식 보호계전기, 변환기, 전자제어식 차단기(누전차단기등), 전자릴레이, 전자계기, 제어용 컨트롤러(PC 등) 정보통신설비 전화시스템(D-PBX등), 데이터전송 시스템(LAN) 코드레스전화, 와이어레스 방송, 무선폭출기 기타 빌딩관리 시스템, 시큐어리티 시스템, AV시스템, CATV, 방재제어 시스템, 각종 디스플레이, 차량관제 시스템 기계설비
기계설비	<ul style="list-style-type: none"> 제어기기 각종 센서(온도, 습도, 압력, 수량, 풍량, 피터클), 신호변환기, 전송용 RS, CPU 탑재 계측기, DDC, 공업용 CPU, 전자계기, 에어컨컨트롤러 기타 반송기기 컨트롤러, 자동문, 자동수도꼭지
내부기기	<ul style="list-style-type: none"> 생산설비 CPU 탑재 공업용 각종계측, 제어장치, 시스템(NC등), 공업용 로봇, 자동생산 품질관리시스템(CAD/CAM 등), 무선유도시스템 의료기기 뇌파계, 심전계 등의 생체관측 센서 시스템장치, 페이스 메이커, 의료용 정보처리시스템, 의료용 텔레미터 전송장치, MRI, 각종 모니터링 장치, 수액펌프 컴퓨터 외 기타 컴퓨터 기기 및 주변장치, LAN등의 시스템 네트워크, 정밀해석장치, 시스템(전자현미경등), 아날로그 입력장치



(a) 대책 전



(a) 대책 후

그림 7. 전자파 장애 대책 사례

- 기기를 제어하고 가공시키는 것은 최종적으로는 전기신호이다. 따라서 그 파형 처리, 신호처리와 관련된 소프트웨어를 구체화 해서 회로도를 작성하는 단계에서의 회로설계상의 대책상의 대책이 필요하며 아래의 사항을 기초로 한다.
- 접지선 등의 전류가 가는 길을 근접시켜 귀로 전류에 의해 전자계를 상쇄시키는 것.
- 부품을 선택하고 프린트회로를 설계제작, 다른

부품과 함께 조립 할 때의, 즉 다양한 전기, 전자부품의 배치와 배선에 관련된 대책(배선은 되도록 짧게 한다, 적절히 중단 시킨다, 루프(Loop)를 만들지 않는다).

- 조립한 부품이나 회로에서 발생하는 불필요한 전자파를 기기에서 방사하기 어렵게 하기 위한 전자파 실드 대책. 기기 내부에서 서로영향을 받기 쉬운 부품이나 회로를 보호하기 위해서라도 실드에 대한

대책이 수립이 요구된다.

* 실드(Shield) - 실드에는 정전실드, 자기실드 및 전자실드가 있다.

정전 실드: 불필요한 전계를 차폐하고, 정전결합에 의해 노이즈가 다른 곳으로 전파되는 것을 저지하기 위한 것이다.

자기 실드: 전계는 도체내부에 진입할 수 없는 특징이 있으므로 이에 의해 차폐효과가 얻어지지만, 자계의 경우 투자율이 높은 실드 재료 내에 자속이 집중하여 다른 것이 누설되는 것을 방해하고 이에 의해 차폐효과가 발생.

전자 실드: 전자파의 입사에 의해 실드 재에 전류가 흘러 이에 의해 차폐효과가 발생하는 것에 있다.

실드 재료: 옛날부터 있는 양호한 실드 범으로서 기기의 몸통을 금속재료로 해왔으나, 디자인의 자유도가 적고 무거워 지기 때문에 현재는 사용빈도가 적다. 이에 대해 플라스틱에 의한 몸통은 이와 같은 결점이 없으므로 많이 보급되고 있으나 전자파 실드 면에서는 무방비상태이다. 따라서 이를 보충하는 방법으로 다양한 실드 기술이 개발되고 있다. 구체적인 방법으로는 금속케이스를 내부에 사용하는 방법과 플라스틱 몸통의 표면에 도전성을 갖게하는 방법으로 아크용사, 도전도료, 진공증착, 무전해 도금 등에 의한 방법이 있다.

5.2. 장애가 오더라도 기기가 영향을 받지 않도록 기기의 내성(Immunity)을 강화한다.

* 노이즈 필터(Filter) 사용 - 회로나 기기의 기능에서 불필요한 주파수성분의 전압, 전류를 제거하기 위하여 노이즈 필터를 사용한다. 예를 들면 클럭 주파수 수10[MHz]를 사용하는 장치에서는 그보다도 높은 주파수의 고조파 성분을 상당히 발생하고 있지만 이것들은 가능한 한 적게 하는 것이 바람직하다. 그러나 고조파성분을 너무 떨어 드리면 파형이 둔화되어 오동작을 초래하기 쉬우므로 주의하여야 한다.

* 실드- 위에서 언급한 실드는 기기의 불필요한

전자에너지 발생에도 효과가 있지만 반대로 외부의 전자적 장애에 대한 내성 강화에도 효과적이다.

* 다양한 형태의 접지(Grounding) 기술

전자파 차폐성능을 충분히 발휘하기 위하여서와 감전방지를 위해 전자파 차폐 공간은 접지상태가 양호하여야 한다. 특히 정보누설 방지목적의 전자파 차폐는, 내부에서 발생한 전자파가 차폐층에 입사되어 그것이 차폐공간 전체를 진동시켜 전자파가 외부로 재 방사되므로 접지하여 대지로 전자파 에너지를 나가게 할 필요가 있다. 한편 외부의 강한 전자파가 내부로 침입하는 것을 목적의 정보 기기 오동작 방지일 경우에는 이론적으로는 접지는 필요하지 않다. 그러나 전자파 입사에 의해 정전전위가 변동하여 전위가 다른 사람이나 기자재에 방전을 일으키므로 역시 접지를 해두는 편이 좋다. 다음 그림 7은 건물내 통합 접지 시스템개요도와 접지를 통한 전자파 장애해결의 예이다.

예) 인버터(Inverter) 전원에서 나오는 전자파 장애에 의한 고장 사례.

전산센터 빌딩에서 통신장치에 잡음이 발생한 예이다. 이 빌딩에서는 전력용 접지, 컴퓨터용 메시(Mesh) 접지 등 복수의 접지가 개별적으로 설치되어 있으며, 통신용 접지와 다른 계통간에 전위차가 발생하고 있다. 이 전자파 장애 발생 원은 컴퓨터 인버터이며, 약 40[kHz] 및 70[kHz]로 주파수 스펙트럼이 나타난다. 다음 그림 a)에 이 컴퓨터 전원에서 발생한 방해파의 전파경로를 나타내었다.

그 대책으로는 금속 배관과 통신장치 접지를 접속(아래 그림 a)의 X와 Y를 접속)하고 등전위화 하였다.

그 결과 통화 시에 들렸던 잡음도 통화에 지장이 없을 정도로 저하되었다. 접지접속으로도 해결되지 않았던 고음영역의 방해파 성분은, 통신장치의 통화로 회로에 노이즈 필터를 삽입함으로써 줄어들어 잡음이 살아졌다.

6. 전자파 장애에 대한 국내 및 국제 규제 동향

국내는 물론 미국, 유럽등 거의 전세계에서 전자파에 대한 규제를 하고 있으며 정해진 법령과 시험 기준에 따라 전자파 장애에 대한 시험을 수행하고 있다. 현재 국내는 정보통신부에서 관할하는 규제와 산업자원부 에서 관할하는 규제가 있다. 미국에서는 FCC(Federal Communications Commission)에서 이러한 규제를 총괄하고 있으며, 유럽은 CE 규격에 통합하여 규제를 하고 있다. 국내의 전자파 장애에 대한 기준은 유럽기준인 CISPR 22의 기준에 근거하여 전자파에 대한 규제를 실시하고 있다.

7. 맺음말

이상으로 건물 내에서 발생하는 전자파 장애의 원인과 해결책에 대하여 미흡하나마 설명하였다. 여기에 소개된 내용들이 조금이나마 전자파 장애에 대한 대책에 참고가 되었으면 한다.

◇ 著者紹介 ◇



지 광 철(池光喆)

1959년 11월 10일생. 1986년 건국대학교 공과대학 전자과 졸업. 1986~1994 (주)M-C Corp.기술부 근무. 1994~1997 세미기업(주) 기술부 근무. 1999년 현재 (주)에스테크 정보통신연구소 차장 근무