

## 컴퓨터 및 정보통신기기의 전자방해(EMI) 대책기술

김 세 동 <동원공과대학 교수/기술사>

정 수 용 <건설교통부 전기사무관>

### 1. 머리말

근래에 들어 전자통신기술의 발전과 각종 뉴미디어의 실용화로 고도 정보화사회가 진전되고 있으며, 가정자동화(HA), 사무자동화(OA), 공장자동화(FA), 서비스자동화(SA) 등이 급속하게 진행되고 있다. 이와같이 가정에서부터 사무실, 공장, 병원, 은행 등 모든 사회생활활동에 컴퓨터를 매체로하여 이루어지지 않는 업무가 없을 정도로 급속하게 변화되고 있다.

그러나, 정보통신기기 및 컴퓨터시스템 등은 순간 정전, 전압변동, 노이즈, 정전기, 고조파전류 등의 영향을 쉽게 받기 때문에 이러한 점을 충분히 고려하여야 하며, 다양한 정보통신기기와 컴퓨터시스템이 우리 가까이에서 사용됨에 따라 안전적인 면에서 신뢰적인 면에서 요구기능도 달라지고 있다.

예를 들면, 컴퓨터에 접속되는 전력선이나 신호선에서의 전도, 그리고 공간을 통하는 전자방사에 의해 상호 방해나 간섭을 받을 가능성이 있다. 하나의 기기가 특정할 수 없는 상대의 주변기기나 전파에 의해 장애를 받는 것은 말하자면, 그 기기가 놓여진 전기자기적인 환경에서 받고 있다고 생각할 수 있다. 이와같은 환경적인 난점은 하나의 기기 또는 장치가 전기자기적인 방해에 관한 피해자이면서 동시에 가

해자이기도 하다는 것이다. 하나의 기기는 그 전자환경으로부터 방해를 받는 동시에 그 자신도 동작에 수반하여 전파나 잡음 또는 전원전압을 변동시켜 주변환경에 영향을 주고 있다. 이와같은 문제를 전자환경성(electromagnetic compatibility : EMC)이라 하며, EMC로 인하여 기기나 장치가 받는 장애의 원인 즉, 전자방해작용(electromagnetic interference : EMI)이라 한다.

최근 통신, 제어, 정보기기 등의 보급이나 전력전자기술이 광범위하게 이용됨으로써 배전계통으로 말미암아 상호작용이라든가 공장, 빌딩내 시스템에서의 상호 영향이 현실화되고 있다.

본서에서는 컴퓨터 및 정보통신기기에 대한 전자환경성과 전자방해 작용에 대해서 살펴보고, EMI의 전달 경로와 전자환경적인 특성, EMI의 대책에 대해서 기술하고자 한다.

### 2. EMI의 경로와 전자방해 특성

전기설비기기 및 전자장치가 놓여져 있는 환경하에서 장치에 침입해 오는 EMI의 경로는 전원선로, 신호선로 및 주위의 공간이 될 것이다.

먼저 전원노선에서 EMI로서는 다음의 것이 있다.

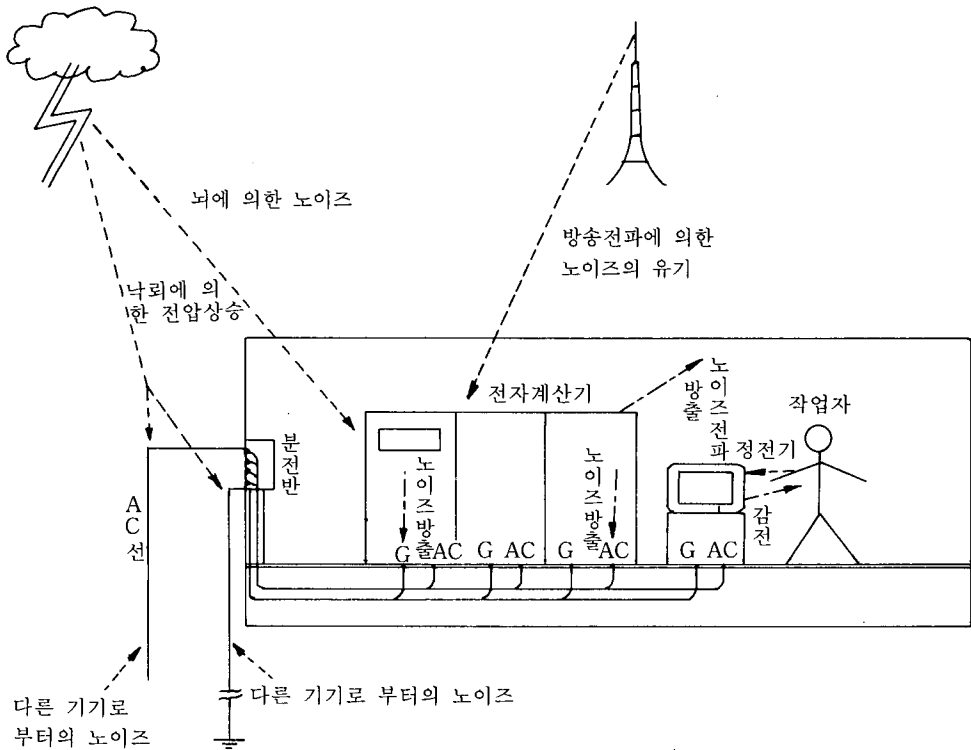


그림 1. 컴퓨터시스템 주변의 전자환경적 특성

- 전원고조파(전압 및 전류)
- 전원전압변동(전압플리커 등)
- 순정(瞬停)·전압dip
- 과도 과전압·서지

신호선로에서 침입하는 것은 다음의 것이 있다.

- 유도뇌 서지
- 전원선 기타로부터의 유도전압
- 기타 기기에서 전달되는 각종 잡음

그리고 주위 공간으로는

- 외부로부터의 전자방사
- 기타 기기의 정전기에 의한 방사

등에서 생기는 전계나 자계의 영향이 장치에 나타난다.

그림1은 컴퓨터시스템 및 정보통신기기를 둘러싼

전자환경적인 특성을 나타낸 것이며, 구체적인 전자 방해작용에 대해서 들면 다음과 같다.

### (1) 전원 선의 노이즈

전동기나 릴레이 등 유도성 부하가 접속된 전원 선과 공용하면 유도성 부하에 대한 전류가 차단되었을 때 전원 라인에 스파크(spike) 노이즈가 생겨 오 동작하는 일이 있다.

또 시스템 중의 기기에 사용되는 스위칭 전원 내에서 발생하는 스위칭 노이즈가 전원 라인으로 나와 다른 장치의 오동작을 유발한다. 그 밖에도 AC전원 라인에 혼입되는 노이즈나 기기에서 외부로 나오는 노이즈는 여러 가지며 이것이 동작에 악영향을 준다.

이러한 노이즈의 유입, 방출을 방지하기 위해 라인 필터를 삽입하여 그 접지단자를 접지한다.

### (2) 정전기 노이즈

정전기는 기기의 작동자인 사람에게 대전될 뿐 아니라 용지나 종이테이프처럼 이동하는 매체에도 발생한다. 정전기가 방전할 때의 노이즈는 기기의 오동작을 야기시킨다.

정전기에 대한 대책으로는 기기의 설치 환경(바닥재, 재실자의 의류·신, 습도 등)에 대해 고려하고 적절한 접지가 필요하다.

### (3) 전계에 의한 노이즈

방송국의 송신소 부근이나 출력이 큰 트랜시버를 기기의 곁에서 사용하면 전파에 의해 유기된 노이즈 때문에 컴퓨터가 오동작하는 경우가 있다. 또 컴퓨터 내부의 회로에서 방출되는 노이즈 전파 때문에 미약한 신호를 취급하는 장치에 오동작을 야기하거나 라디오나 무선기에 잡음이 들어간다.

이러한 경우의 대책으로는 기기의 뚜껑이나 문짝(보통 유전체다)을 확실히 접지하여 쉴드효과를 갖게 하고 또 전원라인에 유기되는 성분은 라인 필터를 삽입한다.

### (4) 대지성분 노이즈와 선간성분 노이즈

전기신호와 노이즈를 전도하는 전송선로는 평행한 왕복 2선인 경우가 많다. 전도 노이즈를 취급할 때는 보통 왕복 2선 사이에 발생하는 선간성분과 대지(또는 접지와 같은 공통전위가 되는 것)와 각 2선과의 사이에 발생하는 대지성분으로 구분하여 생각할 필요가 있다. 이것은 두 성분의 전송선로의 임피던스 특성이 다르기 때문이다.

대지성분 노이즈는 두 선에 대하여 동일위상으로 전달되며 Common Mode(동상) 노이즈, 비대칭 노이즈라고도 한다. 이것에 대해 선간성분 노이즈는 선간 신호와 같이 서로다른 위상으로 전달되며 Normal

Mode(차동)노이즈, 대칭 노이즈라고도 한다.

전도 노이즈가 선로상을 진행해 갈 때 두 선로의 임피던스가 완전대칭이면 Common Mode성분과 Normal Mode 성분을 독립적으로 취급해도 좋지만, 실제로는 선로의 임피던스가 완전하게 대칭되기가 불가능하므로 선로상을 진행하는 과정에 Mode의 변환이 일어나서 서로간의 성분에 대해 방해로 주게 된다.

즉, 공통모드(Common-Mode)와 정상모드(Normal-Mode)성분을 가진 전원선의 서지(충격파)와 노이즈는 컴퓨터와 마이크로 프로세서 제어장치 등과 같은 소신호 전자, 통신기기의 정상적인 동작에 장애를 주고 있다.

### (5) 낙뢰에 의한 노이즈

철탑, 건물 또는 피뢰침에 낙뢰가 들어오게 되면 그 접지극 부근의 대지전위가 상승하고 다른 접지극에서 기기로 뇌서지가 역류하기도 하고 피뢰기와 보호소자를 역섬락시켜 배전선측, 통신선측으로 뇌서지가 흐른다. 한편, 철탑이 건물의 옥상에 있는 경우는 피뢰침이 건물의 철골, 철근과 연결되어 있으므로 뇌서지는 건물에도 흐르고 그것과 접속되어 있는 기기의 지지물(금속)을 통하여 다른 접지계통에 유입된다.

낙뢰에 의한 영향은 단지 시스템을 오동작시킬 뿐 아니라 부품의 소손·파괴를 야기한다. 낙뢰에 의한 사고를 경감시키기 위해서는 서지흡수기나 피뢰기를 부착하여 그 접지단자를 낮은 접지저항으로 접지한다. 또 시스템의 접지극과 피뢰용 접지극은 가급적 띄워야 한다.

## 3. EMI 대책기술

컴퓨터와 정보통신기기들은 앞에서 설명한 여러 종류의 전자방해 작용에 대하여 몇가지의 보호장치를 가지고 있지만, 더욱 확실한 보호장치가 요구되고

있는 실정이다. 이러한 노이즈의 영향을 감소시키는 방법으로는 기본적으로 잡음원으로부터 간섭을 감소시키는 것, 전원과 잡음에 민감한 회로를 분리시키는 것, 잡음에 민감한 회로의 잡음 내력을 향상시키는 것, 접지를 적절히 하는 것 등이 있다. 그러나, 현장에서 실제적으로 실시 가능한 노이즈 대책으로는 필터링과 차폐, 접지 등이 방법이 있으며 각각에 대해서 간단히 기술한다.

## 1) 접지

### (1) 기준전위 확보를 위한 접지

빌딩에 있어서 특히 컴퓨터의 접지에는 충분히 유의할 필요가 있다. 컴퓨터의 접지로서는 컴퓨터 전원 설비의 접지는 본래부터 컴퓨터와의 정상적인 동작을 확보하기 위해 기기접지, 라인필터용접지, 신호용 접지 등의 독특한 접지가 시행되고 있다.

일반적으로 전기설비기술기준에서 정하고 있는 접지저항( $10[\Omega]$ 이하)을 유지하여야 하지만, 민감한 기기들이므로 가능한 낮은 저항을 가지도록 한다.

그리고, 컴퓨터 등의 전자·통신기기를 정상적으로 작동시키기 위해서는 전위의 변동을 가능한 작게 할 필요가 있다. 이 대책으로서 각층에 설비되어 있는 모든 관련 기기의 접지를 바닥에 설치되어 있는 기준접지극에 연결하는 즉, 전위의 기준점을 설정하는 것이다. 컴퓨터 관련기기의 기기접지 및 신호용접지를 전용 접지선으로 시공하는 것은 물론 그 위에 메시(mesh)상의 기준접지극에 모두 본딩하는 것이다. 여기에서 유의해야할 것은 컴퓨터 관련기기와 기준 접지극을 연결하는 접지선은 가능한 한 짧게하고 그림 5에서와 같이 접지는 1점에 하는 것이 필요하다.

### (2) 노이즈 장해 방지를 위한 접지

노이즈 장해를 방지하기 위해서는 서지 흡수장치, Noise Cut Transformer(이하 NCT라 함)를 사용하는 것이 구체적인 대책이지만, 기본적으로 접지를 하는 것으로 접지선과 대지에 설치하는 접지전극이 필요하다. 특히 노이즈장해를 방지하는 기본적 대책으로

는 접지계가 저임피던스이어야 한다.

### (3) 내부피뢰 대책을 위한 접지

최근 관심이 되고 있는 내부 피뢰 시스템에 있어서도 접지시스템 구축의 중요성이 지적되고 있다. 빌딩내에 설치되어 있는 전자, 통신기기 등은 과전압 내성이 작고, LSI나 마이크로 컴퓨터소자의 동작전압, 전류가 작기 때문에 기기의 파괴, 오동작, 잡음 발생 등의 장해가 생긴다. 또 정보관련기기의 건물 내외부가 유선으로 네트워크화되어 있고, 기기 대부분의 전원은 상용전원으로부터 공급되고 있다. 이같이 금속도체계에서 외부와 연결이 되어있는 경우는 주변의 낙뢰로 인한 뇌서지의 영향에 의해 여러 가지 장해가 생긴다.

이와같은 피뢰시스템은 전자·통신기기 등의 이른바 전자기기의 과전압방지를 위해 빌딩내에 있어서 등전위접지, 서지흡수기의 적용, 차폐 등의 대책, LEMP(lightning electromagnetic pulse) 대책으로 대응할 필요가 있다.

## 2) 차폐

잡음발생원과 잡음의 영향을 받는 기기를 서로 차단하는 것을 차폐라고 하는데 차폐방식에는 잡음이 있는 공간에서 잡음이 없는 공간을 만드는 경우(수동적 차폐)와 잡음원을 차폐시켜 잡음이 없는 공간을 만드는 경우(능동적 차폐)의 두가지가 있다.

잡음발생원과 기기와의 결합에는 전장에 의한 정전유도결합과 자장에 의한 전자유도결합이 있는데 이것에 대한 차폐특성은 각각 다르다.

정전차폐는 얇은 금속상자만으로도 가능하지만 전자차폐는 차폐물체의 모양에 의해 좌우된다. 또한 전자차폐물체의 두께가 두꺼울수록 와류전류가 생겨 이것에 의해 반자계가 발생됨으로써 차폐효과가 있게 된다. 이 경우에는 고투자율의 재료가 쓰이지 않고 고전도율(비저항이 낮다)의 동판이나 알루미늄판으로 대상을 차폐시키는 것이며 이때 차폐물체를 접지시키면 정전유도의 효과도 함께 나타난다.

고투자율재료에 의한 차폐를 자기차폐, 고전도율 재료에 의한 차폐를 전자차폐라고 하는 경우도 있다.

자속과 회로와의 쇄교를 차폐함으로써 차폐시키는 방법외에 회로의 면적을 작게 함으로써 전자유도를 차폐시키는 방법이 있다.

### 3) 필터링

일반적으로 전원계, 신호계 모두 도체를 통해 전달되는 잡음의 전달 mode는 Normal mode와 Common mode로 구분된다. 스위칭 소자와 개폐기, 모터 등 잡음의 발생원근처에는 Normal mode구성의 필터를 설치하고, 외래잡음에 의한 오동작방지용 또는 잡음발생원을 가진 기기의 AC전원케이블 근처에는 Common mode구성의 필터를 설치하는 경우가 많다. 이것은 잡음발생원이 보통 Normal mode인 것에 대해 원거리에서 전달되는 잡음은 Common mode인 경우가 많기 때문이다.

전원방해를 방지하기 위해 사용하는 필터는 전원 라인 필터이며, 보통 전원주파수를 통과대역으로 하고 고주파의 전원방해를 제거하는 Low-Pass 필터특성을 가진다.

필터회로를 구성할 때는 회로임피던스 등의 여러 조건을 고려해야 한다.

예를 들면 배전선의 대지임피던스는 선간임피던스보다 크므로 배전선과 접지사이에 삽입하는 정전용량은 작아도 좋지만 Normal mode성분의 잡음제거에 대한 효과가 작게 되므로 선로사이에 대용량의 콘덴서를 삽입하도록 한다.

전원필터에는 보통 차폐실용 필터와 일반전자기기용 필터가 있는데 차폐실용은 14[kHz]~10[GHz]에서 80~100[dB] 또는 100[dB]이상의 감쇠특성을 가지는 경우가 많다.

그러나 전자기기용 필터는 150[kHz]이하의 잡음에 대해서 각 기기의 방해배제능력이 크고 또한 TTL, DTL 등과 같은 반도체소자는 30[MHz]이상에서는 감응하지 않기 때문에 보통 150[kHz]~30[MHz]의

주파수대역에서 감쇠특성을 가지는 필터가 많이 사용되고 있다.

### ◇著 者 紹 介◇



김 세 동(金世東)

1956년 3월 3일생. 1980년 한양대학교 전기공학과 졸. 1986년 동대학원 졸. 2000년 서울시립대 전기전자공학부 대학원 졸(박사). '80~'84년 한국전력공사, '84~'97년 한국건설기술연구원 수석연구원 역임. 현재 두원공과대학 전기과 교수. 한양대학교 강사. 기술사. 당학회 편수위원.



정 수 용(鄭樹龍)

1953년 12월 23일생. 건설교통부 서울·부산지방항공청 전력과장. 건설교통부 항공국 전력계장. 건설교통부 신공항건설기획단 전력계장. 현재 건설교통부 고속철도 건설기획단 건설지원과 전기사무관으로 근무. 경부고속철도 건설관련 전기·신호·통신업무 관장.