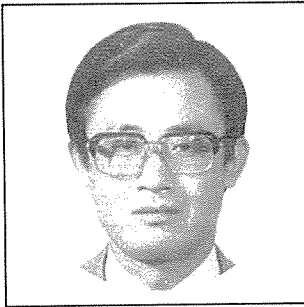


## □ 전자통신의 발달과 전자파의 제문제

# “소홀히 할 수 없는 文明의 産物”

— 世界各國 다양한 規制장치마련



朴 漢 奎

(延世大工大 교수 · 전자공학)

정보화 및 자동화의 물결속에 전자잡음 공해가 어느새 사회문제로 제기되고 있고, 최근에 들어 중요한 문제로 대두되고 있는 선진각국의 전자파 장해에 대한 규제는 전자기기 관련 업체에 큰 파문을 일으키고 있다.

전자파는 위성통신, 이동통신 및 레이다와 같은 무선통신에서 그 자체가 신호로서 이용되기도 하지만 전기 전자기기로부터 부수적으로 발생된 전자파가 그 자체의 기기나 다른 기기의 동작에 나쁜 영향을 줄 수 있다.

이러한 전자파 장해의 예로는 동력선 밑을 통과할 때 생기는 자동차 라디오 잡음, 군사용 전자방해(Electronic Countermeasures ; ECM) 번개와 같은 상당히 심각한 장애를 일으키는 경우가 있으며, 특히 고도 정보화 사회에서 통신망의 척병역할을 하는 컴퓨터에 끼치는 영향은 주로 데이터 손실이며, 실시간 처리가 아닐 시에는 데이터를 재전송할 수 있으므로 덜 중요하지만 프로그램이 깨지거나 시스템 크래쉬가 발생할 수 있는데, 이러한 것은 컴퓨터망시스템에 치명적인 영향이다.

따라서 최근 관련 업계에서는 이에 대응하기 위해 측정설비, 측정방법, 해당규격에 대한 관심이 높아지고 있다.

### EMI / EMC의 정의

우리는 모터, 전자레인지, 믹서등이 가동되고 있을 때 TV나 모니터를 시청하면 점이나 선이 나타나 화면을 어지럽히는 경우를 자주 볼 수 있는데, 이런 불필요한 소리와 화상의 원인을 통틀어 잡음이라 한다. 이러한 잡음은 실상 EMI 및 EMC로 구분하여 관리한다.

EMI(Electromagnetic Interference)는 불필요한 전자파에 의한 간섭 또는 방해로 정의된다.

EMI의 구성요소로는 EMI Source (잡음원), Medium(전파경로), EMI Receptor(수신기)의 3가지가 있다(그림-1).

잡음원으로는 인공잡음과 자연잡음으로 나눌 수 있는데, 인공잡음에는 통신장비, 송수신기, 국부 발진기, 페이지, 항법장치 등의 의도적인

잡음과 모터, 스위치류, 형광등, 의료기기, 아크 용접기, 컴퓨터시스템, 송전선 등의 전자기기에서 발생하는 비의도적인 잡음으로 구분할 수 있으며, 자연잡음은 10MHz 이하의 대역에서는 주로 전기폭풍에 의해 발생하는 대기잡음이며, 10MHz 이상은 우주잡음과 태양방사에 의한 것이다.

EMI수신기로는 TV, 라디오와 같은 수신기와 컴퓨터시스템, 항법장치 등이 있으며, 전파 경로로는 파워라인과 공간이 있다.

EMI에는 능동적 장애와 수동적 장애가 있는데, 발생된 전자기기에너지가 어떤 전파 매질을 통해 다른 기기에 장애를 주는 것을 능동적 장애라 하며, 외부에서 침입한 전자파 잡음에 의한 장애를 수동적 장애라 한다.

또한 “전자파 감응이다, 방출이다”라는 표현은 관측자의 관점에 의해 결정된다. EMI 중에서 10KHz ~300GHz의 영역에서 원하는 신호에 중첩되어 장애를 일으키는 EMI를 특히 RFI (Radio Frequency Interference : 무선주파장애)라 한다.

EMC(Electromagnetic Compatibility)는 어느 정도까지의 외부간섭 잡음에 대해서 기기가 아무런 성능저하없이 잘 동작되는가 하는, 즉 전자파 간섭에 대항할 수 있는 전자장비나 시스템의 간섭잡음 저항능력을 의미한다.

EMI의 3가지 구성요소중 하나만이라도 제거되면 전자파 장애는 일어나지 않으므로 EMC는 잡음원에서의 방출량을 줄이거나, 전파경로를 차단하거나 수신기가 EMI에 대해 면역성을 갖도록 함으로써 달성될 수 있다. 상용규격(예 : FCC, VDE)은 잡음원의 EMI의 방출량 규제에 역점을 두고 있고, 군용규격(예 : MIL, STD)은 방출량뿐만 아니라 감응도(Susceptibility)도 규제하고 있다.

EMC 측정에는 방출량 측정(Emission Tests)과 감응도 측정(Susceptibility Tests)등 두가지가 있다. 감응도에 대해서는 국가 규격이나 국제 규격이 전혀 없으므로 시스템 제조회사만의 관심사항이다.

### EMI의 특성

EMI는 전류형태로 전원라인과 케이블을 통해 전파되거나 방사전자파로서 공간을 통해 전파된다.

도체간 방출은 Differential 또는 Common Mode Current의 형태를 갖거나 이들 2가지의 합성 형태를 갖는다. Differential Mode방출의 Source는 같은 전원라인상의 다른 User를 포함하는 것인데, 그 예로 모터나 컴퓨터를 들 수 있다.

Common Mode방출은 모든 전원라인에 결합되어 방사원(Radiated Source)으로부터 발생되거나 부유회로 정전용량(Stray Circuit Capacitance)에 의하여 장비의 케이스나 Chassis에 결합되는 신호로부터 야기된다.

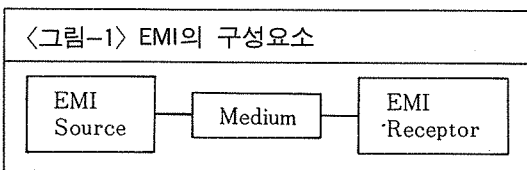
EMI를 측정하고 분석할 때 잡음원의 형태에 따라 광대역 잡음, 협대역 잡음 및 펄스와 과도성 잡음등으로 구분되며 EMI의 세기를 측정할 때 측정기기의 검파기 선택에 중요한 요소가 된다.

광대역 잡음 EMI의 대역폭이 수신기의 통과 대역보다 큰 경우이며, 협대역 잡음은 EMI 대역폭이 수신기의 통과 대역보다 작은 것을 뜻한다.

EMI에서 수신기의 통과 대역(Receiver Passband or Reference Bandwidth)은 잠정적인 수신기의 대역폭 또는 Spectrum Analyzer와 같은 Test Receiver의 대역폭이다.

광대역 잡음은 파워기본잡음(White noise)에 더해질 수도 있지만 협대역 잡음은 파워기본잡음과 주파수 위상이 같지 않으면 더해질 수 없으므로 협대역 잡음과 파워기본잡음 중 큰 값으로 측정될 것이다.

〈그림-1〉 EMI의 구성요소



광대역 잡음의 원인은 Switching 또는 Communication Process로 인한 급격한 전기 또는 자기상태의 변화에 의해 생성되는 각각의 Impulse 로 생각된다. 광대역 잡음은 저주파수로 반복되는 Impulse에 의해 야기될 수도 있는데, 광대역 방출에너지는 스펙트럼이 분산되어 있고, 수신기의 대역폭보다 작은 대역으로 나뉘어져 있다.

협대역 잡음의 주파수성분은 주로 고주파수자에 의해 야기되며, 수신기의 대역폭보다 큰 대역에 걸쳐 있다.

광대역 잡음의 발생원으로는 환풍기, 릴레이, 솔레노이드, 모터, 정류기 광대역으로 나타난 협대역 신호의 고조파가 있고 협대역 잡음의 발생원으로는 컴퓨터내에 있는 클럭, 스위칭레귤레이터, 오실레이터가 있다. 펄스잡음은 펄스의 크기, 반복률, 펄스폭 형상에 따라서 변할 수 있기 때문에 정의하기가 매우 어렵다.

시스템외부로부터 간헐적으로 펄스가 생겨 시스템에 영향을 줄 경우에는 펄스잡음을 감응 현상으로 간주할 수도 있는데, 모터나 스위치 on/off 되는 기계가 시스템에 영향을 줄 경우에는 이 현상을 감응도 측면에서 검토할 수도 있다. 이럴 경우 일반적으로는 이러한 발생원을

격리시키거나 발생원 자체를 제거해야 한다.

펄스에 의한 장애는 대부분 선로를 타고 전파되는 과도현상에 기인하는 것으로 특히 상승 시간이 빠른 펄스는 대단히 높은 주파수 스펙트럼을 갖고 있어서 전원의 라인 필터로는 제거될 수 없다.

수신기에 대한 EMI효과는 source의 세기, 전파매체, source로부터의 거리, coupling mechanisms, 수신기의 감응도 등에 대해 결정된다.

수신기(측정기기)는 고유의 대역폭을 갖고 있고 그 대역폭 내의 잡음(신호)전력을 측정하는데, 이러한 측정기기에 대한 국제규격으로 CISPR (국제무선장해 특별위원회)의 규격은 <표-1>과 같다.

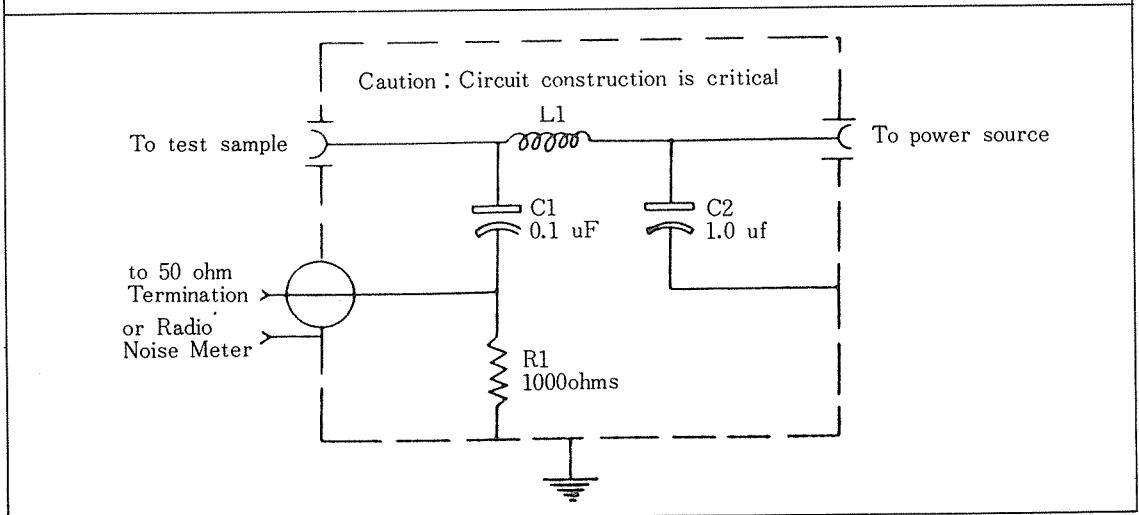
<표-1> 측정기기의 대역폭에 관한 규격(CISPR)

주파수 범위	대역
10KHz~150KHz	200Hz
150KHz~30MHz	9.45KHz~9.50KHz
30MHz~1GHz	120KHz

### EMI의 측정

전기전자기기에서 발생한 EMI(특히 RFI)는

<그림-2> 임피던스 안정화 회로망(LISN)



외부 압출력선(주로 전원선)을 따라 전도되거나 공중으로 복사하는 경로를 거친다.

방사성 잡음 측정

공간으로 방사되는 EMI는 시험기기와 일정 거리에서 전자파의 세기를 측정함으로써 그 정도를 판단한다. CISPR 규격은 <표-2>와 같다.

주파수범위	측정안테나	측정파라미터
10KHz~150KHz	루프안테나	자계강도
150KHz~30MHz	로드 (rod) 안테나	전계강도
	루프안테나	자계강도
30MHz~1GHz	다이폴안테나	전계강도

실제로 대부분의 규격이 30MHz~1GHz 대역에서 전계강도를 규제하고 있으며, 30MHz 이하에서는 도선잡음전압으로 규제하고 있다. 일반적으로 측정장소로 전파반사의 영향이 없는 평평한 지형의 야외시험소를 권고하고 있다.

전계강도를 측정하는데 가장 적합한 야외시험소(open field site)는 공장지대와 도시등을 피해 주위의 EMI(RFI)의 레벨이 낮고 큰 빌딩같은 반사 물체가 없어야 하며 항공로, 송전선등의 장애요인으로부터 멀리 떨어진 지역을 택하여야 한다.

실험실, 공장, 무반사실 등을 측정장소로 이용했을 경우 그 측정소에서 얻어진 결과가 야외시험소에서 얻어진 결과와 동일함을 입증할 수 있어야 한다.

야외시험소에서 시험기기와 수신 안테나 사이의 거리는 해당규격 및 시험기기의 종류에 따라 다르나 일반적으로 3m 거리가 널리 사용되고 있다.

전계강도를 측정함에 있어 대지면으로부터 일정 높이에 놓여진 시험품으로부터의 전자파 복사는 일반적으로 지향성이 있으므로 시험품을 회전시켜 최대복사가 일어나는 점에서 측정을 할 필요가 있다.

최대 신호강도를 얻기 위하여 안테나의 높이를 변화시킬 필요가 있는데, 미국의 표준시험

방법에서는 10m거리 이하의 측정에서는 안테나 높이를 1~4m, 30m 거리 측정에서 2~6m, 10m~30m거리의 측정시에는 1m이하의 높이로 조정한다.

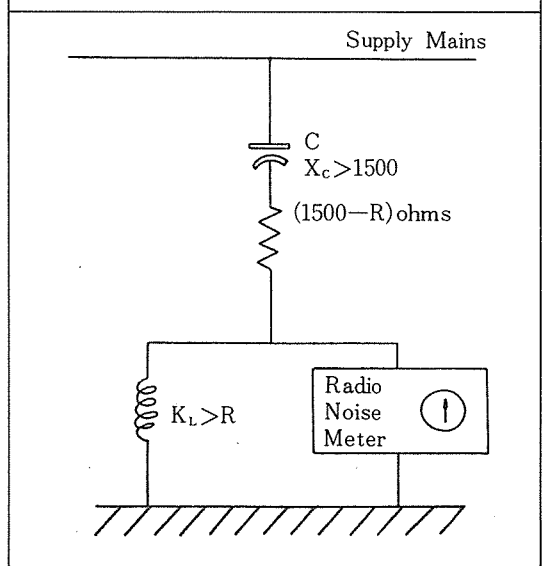
전도성 잡음 측정

전원선을 따른 전도잡음은 전도잡음전압, 전도잡음전류, 전도잡음전력으로 구분되나 통상 전도잡음전압을 규격에서 많이 사용한다.

전도잡음전압은 전원선과 대지간(비대칭) 또는 선간(대칭)의 무선잡음전압을 측정한다.

전원선의 임피던스는 각 무선잡음 주파수와 전원선의 형태에 따라 다르므로 그 측정 전압도 변할 수 있다. 따라서 전원선의 임피던스를 일정하게 할 필요가 있으며, 무선 주파수만 필터링 할 수 있는 회로망이 필요하게 된다. 이런 목적으로 임피던스를 50Ω으로 정한 표준 RF 임피던스의 전원선 임피던스 안정회로망(LISN)이 사용된다(<그림-2>). LISN의 RF 출력단에는 시험기기로부터 전도된 잡음이 출력되므로 여기에 전계강도 미터등을 연결하여 그 전압을 측정하게 된다. LISN을 설치하기 불가능한 곳이나 사용할 수 없을 만큼 큰 전류(25A~100A)를 사

<그림-3> Line Probe 설치예



용할 때 또는 전원선 임피던스가 낮은 주파수 대역(10KHz~150KHz)에서 Line Probe를 이용하여 전도잡음전류를 측정한다(그림-3).

30MHz 이상에서는 기기로부터 발생한 방사 에너지는 기기에 연결되어 있는 전원선을 통해 발생하는데, 그 상관 관계가 큰 기기에는 전도 잡음전력을 측정한다. 잡음전력은 흡수 크랩프와 전계강도 미터에 의해 측정된다.

### EMI의 규제 동향

선진 각국에서 EMI에 대한 규제를 위해 규정을 제정하고 그 시행기관에서 관할하고 있다. 예로서 미국의 FCC(미연방통신위원회), 독일의 VDE(독일 전기기술자협회), 캐나다의 DOC 등을 들 수 있다. 또 상업용 제품에 대한 규정 외에 군용제품에 대한 규제도 MIL-STD 461A 및 B, MIL-STD 462의 규격을 들 수 있다.

FCC와 VDE를 포함한 대부분의 상업용 규정은 IEC(국제 전기기술위원회)의 소위원회로 발족된 CISPR의 권장사항을 따르고 있다. 여기서는 미국, 유럽, 일본의 EMI기술동향을 간략히 살펴보기로 하겠다.

#### 미 국

EMI에 대한 FCC의 주요업무는 전기기기 등의 EMI 시험수행, 시험방법 등의 개발, 기술 기준의 작성등이며, 클레임이 발생한 제품이나 또는 업체의 요청이 있을 경우에 관련 제품을 샘플링해서 시험한다.

그러나 종전의 EMI의 규제에 치우친 경향에서 벗어나 EIA에서 제안한 방법인 STRIPLINE-TEST와 비슷한 TEM CELL TEST를 요구하고 있다(EIA IS-16A). EIA는 TEM CELL을 이용하여 TV 및 VCR의 EMI Immunity를 제조회사가 자발적으로 설정하도록 하고 있다.

하지만 일부 미국회사들은 무조건 EIA IS-16A의 사양을 만족할 것을 요구해오고 있는데, 이는 종전의 EMI 규격만 추구하던 것이 이제 EMS (Electromagnetic Susceptibility)를 포함

한 EMC의 개념으로 바뀌어 가고 있음을 보여 준다.

#### 서 독

서독의 EMI에 대한 규격은 대단히 까다로와 유럽 지역에서는 가장 대표적이라 할 수 있어 서독의 규격에 합격한 제품이면 대개의 유럽국가 규격을 통과할 수 있다.

서독의 EMI 관련 업무는 FTZ(통신중앙사무국)에서 관할하여 기안되고 상부기구인 우정성(BDP)에서 확정 짓는다.

무선 장애에 따른 인허가에 대한 업무는 ZZF(무선설비허가국)에서 취급하기로 되어 있다.

서독 전기기술자협회인 VDE의 시험소는 FTZ의 시험대행기관이지만 정부기관은 아니다. 무선주파장애에 관한 VDE의 규격은 CISPR의 권장규격에 근거하고 있으며 FCC규격과도 유사하다. CISPR Pub. 14 및 22를 곧 VDE 규격에 적용할 예정이며 특히 10KHz~150KHz에서의 규정은 변경없이 그대로 적용할 예정이다.

#### 일 본

1985년 일본전자공업진흥협회, 일본사무기계공업회, 일본전자기계공업회, 일본통신기계공업회 등 4개 단체가 중심이 되어 정보처리 장치 등 전파간섭자주규제협의회(VCCI)를 설립했다. VCCI의 자주규제조치는 일본내의 출하되는 ITE(정보처리장치 및 전자 사무용기기)에 대해 가입회원이 자발적으로 무선주파 장애를 규제하도록 하고 있다.

ITE는 상공업지역과 주택지역 또는 그 인접한 지역에 따라 제1종과 2종기기로 나뉜다.

제1종기기는 통신기기가 잡음원으로부터 30m 이상 떨어져 사용될 것을 전제로 하고 제2종기기는 잡음원으로부터 10m 이상 떨어져 사용될 것을 전제조건으로 하고 있다.

자주규제의 기술기준은 CISPR Pub-22의 정보기술장치의 방해특성 허용치 및 측정법에 따르고 있다.