

전자잡음과 그에 대한 대책기술

이 기철* · 명 성호**

*한국전기연구소 전기환경연구실장

**한국전기연구소 전기환경연구실 연구원

환경오염 문제가 심각한 오늘날 사람들은 대기, 수질 등에 대해서는 오염의 형태를 쉽게 인식하나, 電磁汚染(Electromagnetic-Pollution)에 대하여는 직접적으로 느낄 수 없는 까닭에 잘 이해하지 못하고 있는 실정이다. 그러나 이 전자오염은 개개인 뿐만 아니라 많은 사람들에게 영향을 미칠 수가 있다. 예를 들어 雷放電에 의한 전기적 過渡現象(transients)으로 항공 관제탑과 비행기들과의 통신이 두절되어 충돌사고를 일으킬 수 있기 때문이다.

이러한 電磁雜音現象을 EMI(Electromagnetic Interference)라고 하는데 요즘은 부품의 高速化, 高集積化로 인해 전기·전자제품의 耐雜音性(Susceptibility)이 감소될 뿐 아니라 低價格化 및 情報社會 발달에 따른 기기의 급속한 보급으로 電磁環境 保全이라는 면에서 EMI현상은 매우 심각한 실정이다. 또한 전기·전자에서의 EMI연구 뿐 아니라, 電力의 質的向上을 위하여 高調波, 誘導障害 등의 전력계통에서의 EMI현상도 검토되어야 한다.

저주파대에서의 전력계통 EMI 현상은 送電線 인근의 通信線 안전문제, 라디오, TV의 수신장해문제, 次期 超高壓(800KV級), 送電線 設計問題 등을 감안할 때, 매우 중요한 분야라 하겠다. 여기에 부품 또는 설비가 外部雜音이나 内部雜音에 영향을 받지 않고, 또한 그 機器 자신이 방출하는 잡음이 다른 곳

에 영향을 주지 않는 兩立性 즉 EMC(Electromagnetic Compatibility) 制御가 필요하게 되었다.

I. EMC 개념

EMC는 크게 放射(Emission)와 내잡음성(Susceptibility)으로 구분되는데, 前者를 EMI, 後者를 EMS라 한다. 방사에는 電源線이나 制御線 등으로 導線을 통해 나가는 Conducted Emission(CE)와 空間으로 전파되는 Radiated Emission(RE)로 나눌 수 있으며, Susceptibility도 CS와 RS로 구분되는데 이것은 그림1과 같다.

또한 EMI는 한 시스템이나 기기의 내부에서 일어나는 Intra System EMI와 둘 이상의 시스템이나 기기간의 Inter System EMI로 나눌 수 있으며 여기

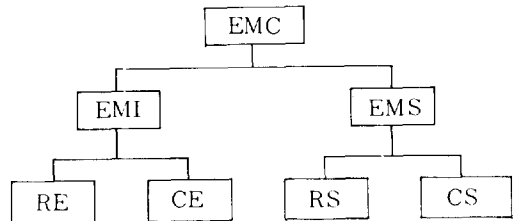


그림1. EMC 개념
(Fig.1. Outline of EMC)

에 따른 EMI 제어법도 당연히 달라지게 된다.

표1. 자연잡음의 종류

(Table 1. Kinds of Natural Noise)

II. EMI 發生源

電磁雜音은 自然雜音(Natural Noise)과 人工雜音(Man-made Noise)으로 나누어진다. 자연잡음에는 보통 20MHz 이상 대역의 태양, 흑성, 은하계를 원천으로 하는 宇宙雜音(Extra-terrestrial Noise)이 있다. 자연잡음에 의한 EMI현상 중 대기잡음의 주를 이루는 뇌방전 중 근거리 방전의 경우는 강한 펄스(Pulse) 電磁界를 발생하여 電力線 및 通信線에서 어지(Surge) 電壓을 誘起시킨다. 이에 따라 선로말

大氣雜音 (空間)	大氣中에서 자연적으로 발생하는 불꽃방전에 의한 잡음으로, 뇌방전은 그 전형적인 것이다. 이것은 극히 낮은 주파수(數 kHz 정도)에서 VHF 혹은 그 이상까지의 넓은 주파수대역에 방해를 주고, 또 상당히 먼거리 까지 전파된다. 대기중에서 전하의 분리, 축적이 일어날 조건이 만족되면 발생한다. 不連續線이나 低氣壓, 태풍, 화산의 분출연기, 黃砂 등에 의해서도 변화되므로 受信地點이나 계절에 따라서 그 強度나 妨害程度는 일정치 않다. 熱帶圈을 통과하는 短波通信에서는 걱정하게 妨害를 받을 수 있다.
太陽雜音	靜態時的 잡음은 太陽의 黑體放射에 의한 것으로, 태양에 흑점이 생겨서 활동이 활발히 되면, 그 수천배의 강한 잡음이 나타나기도 한다. 즉 磁氣폭풍우를 발생하여 無線通信에 妨害를 준다.
宇宙雜音	銀河方向에서 오는 것으로, 은하잡음이라고도 하며, 발생메카니즘은 명확치 않다. 우주공간에서의 電子의 自由轉移說, 은하계 항성에서의 爆發現象說 등이 있다.

표2. 인공잡음의 종류

(Table2. Kinds of Man-made Noise)

分 類	妨害發生原因	妨 害 發 生 裝 置	
小型電氣機器 (家庭用 等 一般電氣機器)	接點付 電氣機器	放電雜音 (불꽃, 아아크)	점멸기(네온사인 장식전구), 릴레이, 서모스타트, 電磁콘덴터, 금전등록기 등
	整流子 電動機 應用機器	放電雜音 (불꽃, 아아크)	전기드릴, 미싱용 전동기, 전기소세기, 전기믹서 등
	放 電 管	글로우放電	형광등, 네온방전관, 고압수은등
	반도체 사용의 제어장치	位相制御雜音 (過渡雜音)	사이리스터調光器, 인버터 등
高周波 利用設備	工業用 高周波 利用設備	不要信號*	공업용 고주파 가열장치, 고주파 전기용접기, 전자레인지 등
	고주파 의료설비	不要信號*	VHF 치료장치, UHF 치료장치, 전기메스 등
	초음파 응용설비	不要信號*	探傷機, 測深機, 魚群探知機, 超音波洗淨機
電力設備	電力線 (送配電線)	高電壓, 大電流	商用周波數 誘導 (정전유도, 전지유도, 대지누설전류)
		방전잡음 (코로나, 아아크)	코로나 잡음, 절연불량에자, 금속부식에 의한 불안전접촉 (아아크방전)
	電氣鐵道	방전잡음 (불꽃, 아아크)	트롤리線, 車內機器, 정류기 등
內燃機關	自 動 車	反 射	車體에 의한 반사
		방전잡음	點 火 系
		기 타	발전기, 전압조정기, 와이퍼, 혼, 방향지시기 등
無線通信設備	大電力送信裝置	信號放射*	방송기, 레이더 장치 등
		不要放射	송신기의 고조파
	受 信 機	不要放射	TV 수신기, FM수신기, AM수신기
核 爆 發	電磁펄스 (EMP)		핵폭발의 주위에 생긴 이온화된 기체의 영향에 의해 地磁氣의 界가 돌연히 왜곡을 받아 소실상태가 되고, 이 시간적 적분으로써 100KA 級의 電磁펄스를 발생한다.

*그 시스템內에서는 信號이나, 별도의 시스템에 대해서 妨害가 되는 것.

단의 전자·전기기에 誤動作 및 破壞를 초래할 경우가 있어 여기에 대한 대책연구가 이루어지고 있다. 자연잡음에 대하여는 표1에 자세히 나타내었다.

인공잡음은 무선통신, 계측제어시스템, 송배전선, 전력설비, 고주파 이용설비, 전자기기, 운송기기, 전기기기, 조명기기, 핵폭발 등에서 발생하는 잡음이며, 이러한 잡음은 故意的(intentional)인 경우와 非故意的(unintentional)인 경우가 있다. 인공잡음에 대하여는 표2에 나타내었다. 인공잡음 중 전력통신에 영향을 직접적으로 주는 전력시스템에 관한 EMI현상을 더 고찰해 보도록 한다.

가공송전선에서는 송전전압의 상승과 더불어 지표 부근의 電界가 강하고, 線下를 통하는 人間 등에의 영향을 고려해야 한다. 도체의 배열방법, 차폐용 地線을 도체 아래부분에 위치하는 등의 電界輕減策이 검토되고 있다. 선로의 개폐나 사고시의 서어지 電壓波는 근접하는 통신선 등에 誘導障害를 준다. 交直變換用사이리스터의 발생하는 高調波도 새로운 문제이고, 高調波輕減策이 검토되어야 한다. 高電壓架空送電시스템에서는, 코로나방전이 발생하기 쉽고, 이것이 雜音妨害를 준다.

Ⅲ. 雜音의 分類

잡음(Noise)과 방해(Interference)를 경우에 따라서는 같이 취급하는 수도 있으나, 엄밀하게는 다른 의미이다. 즉 방해를 일으키는 요인이 잡음인 것이다. 여기에서는 잡음을 電源系雜音, 對地系雜音, 誘導雜音, 放射雜音, 靜電氣雜音으로 分類하여 기술한다.

3.1 電源系雜音

잡음에 의한 방해를 받을때 가장 먼저 고려되어야 할 것이 전원계이다. 전원에서 침입하는 잡음을 차단하면 잡음문제는 상당부분이 해결되는 셈이다. 전원계잡음은 대부분 동일 간선에 접속된 전기설비에 의한 원인이지만, 전력선 자체에서 발생하는 것도 많다.

3.1.1 전력선 자체에 발생하는 잡음

(가)전력선의 방전잡음

초고압 송전선에서 발생하는 코로나방전 외에, 전압이 낮은 고압배전선에서도 碍子不良에 의한 방전 잡음을 발생하는 것이 있다.

(나)전력선의 전압강하

일본 전력회사의 통계에서도, 전력선의 사고의 대부분이 5~8 Cycle의 瞬斷이라고 말하고 있다. 또 大電力의 電動機의 起動時에는 정격전력의 80%의 電壓低下가 30Cycle 정도 계속되는 경우가 있다고 말한다. 이와같은 電源의 瞬斷 또는 電壓低下는 펄스 회로의 障害의 原因이 된다.

(다)전력선의 안테나効果

전력선은 수평으로 위치하므로, 水平偏波의 전파에 대하여 안테나효과를 갖는다. 中波라디오의 전파와 같이 垂直偏波의 경우에서도, 地表波의 大地內에서의 손실로 인한 水平成分을 발생하여, EMI의 原因이 된다. 또 전력선 자신은 水平이어도 引込線은 垂直部分이므로, 垂直偏波의 전파에 대하여 안테나 효과를 갖는 것이 된다.

(라)送配電系에 생기는 異常電壓

전력선에 이상전압을 발생하면, 이에 따른 전원의 차단이나 過渡特性的 발생이 있고, 電磁妨害의 原因이 된다. 이상 전압의 원인으로는 다음과 같은 것이 있다.

- 雷(誘導雷電壓, 直擊雷電壓)
- 線路開閉異常電壓
 - └ 故障電流의 遮斷
 - └ 無負荷送配電線の 充電電流의 遮斷
 - └ 變壓器勵磁電流의 遮斷, 3相 非同時投入
- 高障時의 過渡異常電壓
 - └ 永續性 地絡에 따르는 過渡電壓
 - └ 衝擊性 地絡에 따르는 過渡電壓
 - └ 故障點의 再點弧

3.1.2 기기 전원회로에서 발생하는 전압

(가)반도체 소자에서 발생하는 잡음

다이오드의 回復(recovery)특성 및 트랜지스터나 사이리스터의 스위칭작용에 의한다.

(나)돌입전류

트랜스의 투입여자전류나 콘덴서의 돌입전류에 기인한다.

(다)유도기기의 누설자속

변압기, 리액터, 쇼크 등에 기인한다.

3.2 對地系 雜音

전기기기에서 사시 또는 다른 도체를 전위의 기준으로 생각하면 다른 회로전압에서 전위차가 발생하여 잡음원이 될 수 있다. 여기에 따른 대지전류가 저주파수대에서는 導電結合에 의하여 회로전류로 흐르게 되고, 고주파수대에서는 정전결합에 따른 누설전

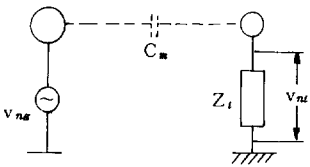
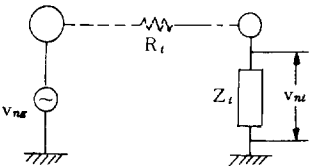
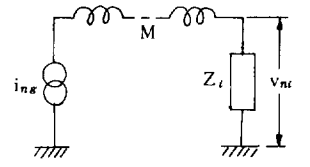
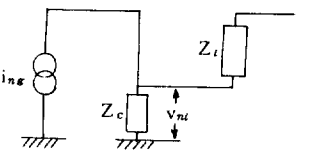
류, 전자결합에 따른 유도전류, 안테나효과에 의한 사시전류가 흐르게 된다.

3.3 誘導雜音

電磁防害(EMI)를 방지하기 위해서는, 그 侵入經路와 메카니즘을 알아야 한다. 대부분의 경우, 하나의 경로가 아니고 여러개의 경로에서 침입한다. 침입하는 가능성이 있는 여러개의 경로로부터, EMI의

표3. EMI의 誘導種類 및 誘導電壓의 크기

(Table3. Kinds and Voltage magnitude of EMI)

區	分	說 明
<p>I.</p> <p>妨害電壓(v_{ng})에 比例하는 誘導</p>	<p>(a) 靜電誘導</p> 	<p>$v_{ni} \propto j\omega C v_{ng}$</p> <p>靜電結合에 의한 誘導로, 主로 無線周波數에 對해, 機器의 内部 等의 近距離에서 問題되는 誘導이다.</p>
	<p>(b) 漏洩電流 誘導</p> 	<p>$v_{ni} \propto v_{ng}/R_L$</p> <p>絶緣抵抗 R_L에 흐르는 漏洩電流에 의한 誘導로, 實用上 問題가 되는 것은 거의 없다.</p>
<p>II.</p> <p>妨害電流(i_{ng})에 比例하는 誘導</p>	<p>(c) 電磁誘導</p> 	<p>$v_{ni} = j\omega M i_{ng}$</p> <p>相互誘導 M에 의해 妨害電壓을 誘起하는 경우로, 機器의 内部, 屋內 配線相互間, 至近距離의 屋外配線相互間等에서 問題가 된다.</p>
	<p>(d) 導電誘導</p> 	<p>$v_{ni} = Z_c i_{ng}$</p> <p>誘導回路와 被誘導回路와의 共通 阻抗에 電流가 흘러 妨害電壓을 誘起하는 것. 電源出力, 어스線 等의 阻抗가 問題된다.</p>

주된 원인이 되는 경로를 정확하게 파악하는 것이 EMI방지대책의 要點이다. 즉 妨害의 誘導·傳搬에 관한 原理를 이해하는 것이 우선 필요하다. 妨害源에서 발생한 電磁妨害가 電子機器나 通信機에 障害를 주는 것은 주로 기기의 低레벨의 點에 유도하여 발생하는 妨害電壓이 증폭되어 잡음출력이 나오기 때문이다. 기기의 내부나 상호간에 EMI의 高레벨部分(active part)에서 신호의 低레벨(susceptibility part)의 部分에 유도하는 방법은 표3과 같다 이 중에서 중요한 것은 靜電誘導, 電磁誘導, 導電誘導의 3가지로, 유도원인을 검토할 경우, 어느 쪽에 해당하는지를 우선 고려해야 한다. 잡음의 유도도 방해원의 전압의 크기가 문제가 된다고 보기도 하나, 방해전류의 크기가 문제로 되는 쪽이 많다. 예를들면, 高壓送電線에 의한 誘導妨害는 高壓에 의해 발생한 코로나放電의 영향도 있으나, 그것보다도 고압송전선은 大電力을 송전하기 위해 사용되므로, 電流가 대단히 큰 원인이라고 본다. 또 靜電誘導에 대해서는 靜電遮蔽回路의 임피던스를 내리는 등 유효한 대책이 많으나, 電磁誘導는 계획단계에서 충분히 검토해 놓지 않으면 굴착공사 완료후에는 아무리해도 안 되는 수가 많다.

3.4 放射雜音

3.4.1 電磁界의 種類

공간을 전파하는 잡음을 복사잡음이라 하며 다음과 같은 전자계가 발생된다.

- ┌ 거리에 반비례하는 성분(輻射電磁界)
- ├ 거리의 자승에 반비례하는 성분(誘導電磁界)
- └ 거리의 3승에 반비례하는 성분(靜電界, 靜磁界)

3.4.2 遠方界(Far field)와 近方界(Near field)

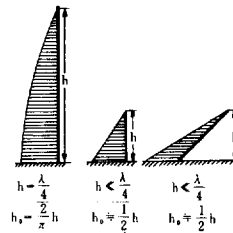
$r > \frac{\lambda}{2\pi}$ 인 먼거리에서는 거리에 반비례하는 복사전자계가 주체가 되어 $E/H \approx Z_0 = 120\pi = 377(\Omega)$ 로 일정하다.

한편 $r < \frac{\lambda}{2\pi}$ 인 근접거리에서는 복사전자계가 무시되고 정전계와 유도자계 또는 정자계와 유도전계가 조합하게 된다.

3.4.3 안테나의 실효길이

안테나로부터의 복사전자계는 안테나를 흐르는 전류와 길이의 곱에 비례한다. 여기서 전자계를 복사하는 안테나의 길이를 실효길이이라 하며, 수직안테나의 경우 실효높이라고 한다. 그림2는 수직도체 실효높이를 나타내고 있다. 도체에 전류가 흐르면 이 실효길이와 전류와의 곱에 비례하는 복사전자계를 방출하여 방사잡음의 원인이 되고 있다. 이러한 복사전자계 중에 도체를 놓으면, 이 실효길이에 비례한 기전력 e 를 유기하여 방사잡음의 방해를 받는다.

$$e = El \quad \left[\begin{array}{l} E: \text{電界強度}(V/m) \\ l: \text{도체의 실효길이} \end{array} \right]$$



h: 수직도체의 높이
h0: 안테나의 실효높이

그림2. 수직도체의 높이

(Fig.2. Height of Vertical Conduit)

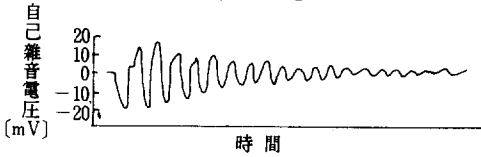
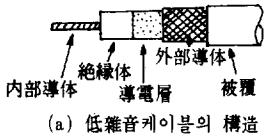
3.4.4. 방사잡음의 실태

도체에 고주파 전류가 흐르면 복사전자계를 방출하므로 금속체는 방사잡음원이 된다. 반대로 수신안테나의 역할을 하기도 하는데 그 예로는 기기의 샤시나 외함, 전원선, 신호선이나 제어선, 어스선등이 있다.

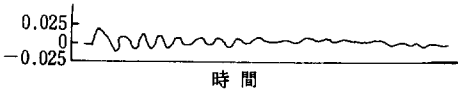
3.5 靜電氣雜音

정전기가 물체에 대전하면 대전부하의 전기적 작용에 의하여 근방의 물체를 흡수하거나 반발하는 역학현상과 대전물체의 강전계에 기인한 공기의 절연파괴가 생길 때 일어나는 방전현상을 나타낸다. 정전기 대전에 의한 방전, 역학현상으로 정전기에 의한 재래, 장애가 발생하는데 그 중 위험한 것이 폭발,

화재이다. 폭발, 화재는 방전에너지가 가스분진의 최소착화 에너지 이상으로 되어 사고를 초래하는 것이다. 방전은 IC류의 반도체 파괴, 전자장비의 잡음, 오동작 및 인체에 전기적 충격을 일으키기도 한다. 정전방전에 의한 오동작은 요즈음 대단히 문제가 되고 있다. 폴리에틸렌 등을 절연재료로 한 동축케이블은 굴곡이나 진동에 의해 절연체의 표면은 正, 외부도체는 負로 대전하여 다음의 굴곡이나 진동에서 방전하는 잡음을 일으킨다. 그림3과 같이 절연체 표면을 특수처리하여 도전재료를 바르면, 低雜音化할 수 있다.



(b) RG-58A/U (通常品)



(c) RC-58A/U-LA (低雜音케이블)

그림3. 低雜音 케이블의 特性

(Fig.3. Characteristics of Low-Noise Cable)

IV. 電氣機器 및 電力設備에서의 EMI現象

전기설비에서의 電磁放害에는 기기 자체의 접촉이나 방전에 의한 잡음과 제어부의 과도잡음 등이 있다. 특히 전기·전력기기의 제어부가 電力電子(power electronics) 발달로 사이리스터를 중심으로 한 소자로 구성되어가는 상황에 있어 여기에 따른 과도잡음이 전기의 질적향상에 방해요인이 될 우려가 있다. 전기기기 및 전력전자설비에서 일어나는 EMI에 대하여 잡음별로 구분하면 다음과 같다.

4.1 放電雜音

점멸기, 릴레이와 같이 접점부를 지닌 접점부 전

기기기 및 전기드릴이나 전기청소기, 전기믹서와 같이 정류자 전동기를 지닌 응용기구에 있어 불꽃방전이나 아아크방전잡음이 있다. 또한 형광등, 네온방전관, 고압수은등과 같은 방전관 사용시 일어나는 글로우방전잡음이 있다.

4.2 接觸雜音

소켓이나 스위치와 같은 접촉부품을 가진 기기류 사용시 접촉압력의 변동에 따라 접촉저항 변동으로 생기는 靜接觸雜音과 금속 접촉상태가 불완전하거나 습도변화 등 주변상태에 따른 불완전접촉잡음 등이 있다. 이밖에도 기계진동에 따라 접촉저항의 변화로 생기는 진동잡음, 금속산화물의 정류작용시 발생하는 저주파 방해잡음이 있다.

4.3 過渡雜音

과도현상방해에는 사이리스터와 같은 전자스위치 사용시 전류의 급격한 변화로 인한 위상제어잡음과 백열전구나 전동기와 같이 전원투입시 일어나는 돌입전류에 따른 작용이 있다. 요즈음은 고속디지털 기기계내의 전원개폐에 따른 과도현상방해도 문제가 되고 있다.

V. 通信시스템의 電磁環境問題

전력선이나 전기설비 등의 고장 및 뇌방전시 발생하는 유도전압에 대해서는 규제치가 전력회사와 통신회사 사이에 제정되어 왔다. 요즈음은 통신시설의 디지털화 및 각종 반도체 소자의 사용에 따라 통신설비의 내잡음성이 저하되었고, 전원회로부에 교류 전원을 사용하는 통신기기의 증가로 통신기기의 오동작 및 파손이 새로운 문제로 대두되고 있어 이에 대한 대책이 시급한 실정이다. 또한 통신시스템에서 발생하는 방사잡음이 다른 전기·전자기기에 미치는 영향도 날로 증가되고 있어 이에 대한 규제 및 대책이 요구되고 있다.

VI. 雜音對策方法

잡음방지의 기본은 발생원에서 억제하는 것이 기본적인 방법이지만, 회로 특성상 할 수 없는 경우가

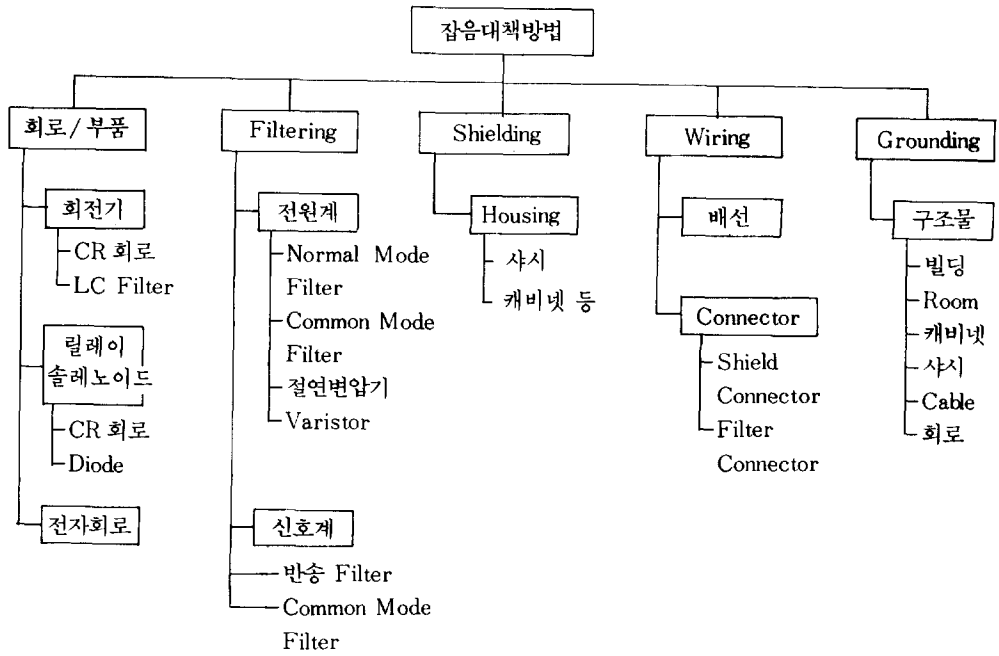


그림4. 잡음대책방법
(Fig.4. Countermeasure of Noise)

많아 전송경로에서 억제하는 수단이 많이 쓰이고 있다. 또한 부품이나 기기 자신의 내잡음성을 높이 설계 하는 방법도 요즈음 많이 연구되고 있다. 그림4는 잡음대책방법을 총괄적으로 나타낸 것이다.

6.1 기기내부에 대한 전원방해 방지대책을 세운다.

6.1.1 기기의 방해배제능력을 높인다.

전원간선에서 침입한 전자방해는, 기기의 입력에 직접 들어오지 않고, 감쇄하여 신호회로에 들어온다. 일정전압의 전원방해에 대한 等價入力電壓이 작은 만큼, 전원잡음에 대해 강해진다. 이것을 정량적으로 표시하여, 妨害排除能力(immunity factor) M을 다음과 식으로 정의한다.

$$M = 20 \log \frac{\text{전원입력회로에 가해진 전자방해전압}}{\text{신호입력회로에 환산한 전자방해출력전압}}$$

6.1.2 안정화 전원을 사용한다.

안정화 전원을 사용하고 있는 기기에서는, 안정화 전원의 入出力間의 傳送特性에 따라 전자방해를 감

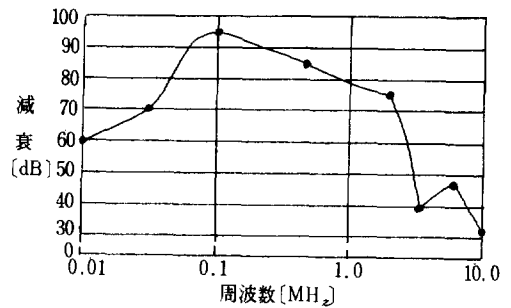


그림5. 안정화 전원의 전송특성
(Fig.5. Transmission Characteristics of Stabilizable Power Supply)

쇄시킬 수 있다. 그림5는 안정화 전원의 전원측 交流入力の 전자방해전압과, 直流出力側에 누설될 수 있는 방해전압의 比, 즉 감쇄특성의 일례를 표시한 것이다.

6.1.3 전원트랜스에 정전차폐대책을 세운다.

배전간선에서의 전자방해의 침입에 대하여, 간단한 효과가 있는 대책의 하나로 전원트랜스의 靜電차

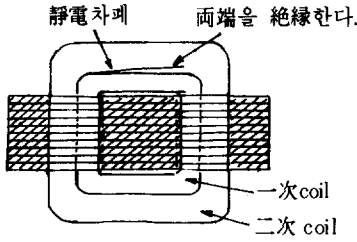


그림6. 차폐트랜스의 구조
(Fig.6. Configuration of Shielding Transformer)

폐가 있다. 구조는 그림6과 같이, 일차권선과 이차권선과의 사이에 알루미늄이 銅의 薄板을 1회 감고, 양 끝을 절연하여, 전류가 흐르지 않도록 하고, 일차권선과 이차권선 사이의 靜電結合을 제거하고, 자속에 의한 결합만으로 한 것이다. 차폐도체는 철심과 접지하는 것이 보통이다.

6.1.4 차동증폭기를 이용한다.

差動增幅器는 증폭기의 입력단자를 對地電位에 대해 대칭이 되도록 배치하고, 두개의 입력단자에 주어지는 逆相信號의 電位差만을 증폭한다. 對地에서 보아, 2개의 입력단자에 同相으로 주어지는 신호에 대해서는, 그 차이가 0이 되도록 증폭출력이 나타나지 않는 것을 목적으로 만들어진 증폭기이다. 따라서 차동증폭기를 사용하면, 同相 mode의 전원잡음 및 상용교류의 유도잡음에 대한 기기의 방해배제능력을 높일 수 있다. 차동증폭기의 성능을 표시하는 量으로, 同相分除去比(CMR)가 편리하다.

$$CMR = \frac{\text{差動利得}}{\text{同相利得}} = \frac{\text{正相信號에 대한 증폭기의 증폭도}}{\text{同相信號에 대한 증폭기의 증폭도}}$$

6.2 필터를 사용한다.

전원선에 필터를 사용한다. 교류전원에 사용하는 필터는 전원주파수를 통과대역으로 하는 low-pass filter이다. 스위칭소자, 개폐기, 모터 등 일반적인 잡음발생원은 normal mode이므로, 잡음발생원 근처에 normal mode필터를 사용한다. 잡음의 원거리 전반은 common mode인 경우가 많아 외래잡음에 의한 오동작 방지용이나 잡음발생원을 가진 기기로서 교류전원 케이블의 본체 출구 근처에는 common mode Filter를 사용한다. 그림7은 normal mode와 com-

Mode	Noise Path	Equivalent Circuit	EMI Filter Circuit	EMI Filter (Example)
Normal-Mode	Electronic equipment	Noise source Load	For normal-mode noise	
Common-Mode	Electronic equipment	Load Noise source	For common-mode noise	Normal-mode common-mode composite filter circuit

그림7. Normal Mode와 Common Mode 비교
(Fig.7. Comparison Between Normal Mode and Common Mode)

mon mode를 개략적으로 나타낸 것이다.

6.3 신호선에 필터를 사용한다.

아날로그 시스템에서는 low-pass, high-pass, band-pass라 말하는 LC소자, mechanical소자 또는 active소자 등에 의한 필터를 이용한다. 디지털 신호의 전송계는 신호자체가 광대역 스펙트럼을 가지므로 예측 불가능한 잡음이 많아 필터에 따라 구분이 곤란하여 각 소자 및 매체에 있어 불필요 방사에 대한 대책이 필요하다. 디지털 전송계에서의 필터는 저항 성분이 크고, 서어지 흡수효과가 있는 페라이트 비트와 소용량 세라믹 콘덴서 또는 복합소자를 삽입하여 펄스의 발생을 제어하며 불필요한 울림을 억제한다. 이러한 소자는 적분회로로 작용하므로 전송파형을 왜곡하기 쉽다.

6.4 비선형소자를 이용한다.

서어지흡수용 소자로는 Varistor, 誘導雷로부터전자보호장치에 방전관을 이용한다. 최근에는 전압 비직선성을 가지고 서어지 내량이 우수한 금속산화 Varistor(MOV)를 이용하고 있다.

6.5 회로 부품에 잡음대책을 세운다.

회로 기판의 각 점의 파형이 불필요한 울림을 발생시키는 경우는 저항 성분이 큰 Ferrite비트를 삽입한다. 對地계에서는 전자장치간의 귀로전류에 의한 간섭을 방지하고 對地선에 유도전류를 억제하기 위해서는 어스인덕터를 이용한다.

6.6 기기 연결 부품에 잡음대책을 세운다.

콘센트, 콘넥터 또는 단자기구 부품에 필터의 차폐기능을 복합하는 연구가 이루어지고 있고 케이블 방사대책 기술도 실용화되고 있다.

6.7 차폐대책을 세운다.

6.7.1 磁氣차폐대책

전력설비의 누설자속과 전력간선으로부터 저주파 자계를 막기 위해 높은 투자율, 저잔류자기 특성을 가진 퍼멀로이(permalloy) 재료 등을 사용한다.

6.7.2 電磁차폐대책

차폐효과가 큰 알루미늄이나 鐵 등의 도전성이 양호한 좋은 재료나 도전료를 사용한다.

6.7.3 靜電차폐대책

電氣力線 흡수를 위해 접지가 반드시 필요하므로 접지기술을 확보해야 한다.

6.8 유도방해 방지대책을 세운다.

6.8.1 방해방지의 원리

전자방해의 방지대책으로 우선 고려해야 할 것은 그 침입경로가 複數라는 것이다. 추정되는 원인 A, B, C, D가 있고 각각에 대한 대책을 세워도, 거의 효과가 없는 경우, A, B, C, D에 대한 대책을 동시에 실시하면 해결하는 경우가 있다.

6.8.2 방지대책의 기본적 방법

(가) 發生源側에서의 대책

표4. 전로의 상대레벨에 의한 분류법

(Table4. Classification by Relative Level of Cable)

區 分	說 明
妨害電路 (active cable)	高레벨의 電路이며, 다른 電路에 방해를 준다.
一般電路 (passive cable)	中레벨의 電路이다. 妨害電路, 敏感電路 이외의 電路에서, 직접적으로 다른 電路에 방해를 주며, 방해를 받지는 않는다.
敏感電路 (susceptible cable)	低레벨의 電路이며, 유도에 의한 방해를 받기 쉽다.

전자방해의 방지대책으로는, 우선 방해를 발생하는 측에서 실시함이 바람직하다. 광범위하게 퍼진 잡음을 일일이 조사하는 것은 대단한 노력이 필요하고 불가능하므로, 조치 가능한 한 발생원 측에서 방지대책을 실시하는 것이 효과적이다.

(나) 機器 및 電路를 電力레벨에 의한 分類

전자방해의 침입경로로써, 기기간을 연결 電路相互間의 유도에 의한 것이 많다. 이를 방지하기 위해 各種電露나 機器를 그 電力레벨에 따라 분류하는 것이 편리하다.

① 相對레벨에 의한 분류

전자방해는 레벨이 높은 電路에서 낮은 電路로 유도한 경우가 문제로 되고, 그 程度는 레벨의 상대적 관계에 의해 정한다. 레벨이 낮은 電路에 방해되는 잡음도, 레벨이 높은 電路에 대해서는 문제가 안되는 수가 많다. 따라서 방해방지의 우선은 電路를 분류하고, 전력레벨이 가까운 것을 모아서, 레벨의 차이가 있는 電路나 機器는 상호 격리해 놓는다. 상대레벨의 분류는 표4와 같다.

표5. 전력레벨차 30dB 분류법

(Table5. 30dB Difference Classification of Power Level)

區分	電力레벨	種 別
A	>+40 dBm	大電力 DC/AC電力線 및 RF 信號源
B	+10~+40dBm	小電力 DC/AC 電力線 및 RF 信號源
C	-20~+10dBm	pulse 및 digital 信號源 映像出力回路
D	-50~-20dBm	音聲 및 센서의 敏感回路 映像人力回路
E	-80~-50dBm	RF 및 IF 人力回路 safety circuits
F	<-80	안테나 및 RF 回路

표6. 전로의 용도와 종별에 의한 구분법

(Table6. Classification by Application and kinds of Cable)

區分	種別	電壓, 電流 또는 電力	周波數
I	DC 電力線	>2A	0
	DC 制御線	<2A	0
II	DC 리액턴스回路 AF 敏感回路	<0.2A 또는 <1 V	0
III 및 IV	AC 電力線 AC 리액턴스回路	>0.2A 또는 >1 V	<400 Hz
V	AF 信號源回路	>0.2A	<15 kHz
VI	RF 敏感回路	> -45~-> -75dBm	0.15~5 MHz
		> -75dBm	5~25 MHz
		> -75~-> -45dBm	25~1,000 MHz
		> -45 dBm	>1 GHz
VII	안테나回路		

② 絶對레벨에 의한 分類

시스템이 상당히 복잡하지 않은 경우는 위의 相對分類法이 편리하나, 규모가 크거나, 규모가 작아도 취급 전력레벨의 범위가 크면, 어느 레벨의 電路가 放射電路 또는 敏感電路가 된다. 이와 같은 경우는 3分類로는 불충분하고, 分類區分을 증가할 필요가 있어 표5와 같은 絶對레벨分類法이 있다. 絶對레벨 분류법도 전력레벨의 숫자만으로는 電路의 종류와 직접 묶을 수 없어 불편하다. 표6은 絶對레벨의 분류에 電路의 用途나 種別을 取扱한 것으로 목적에 따라서는 편리하다.

6.9 전파흡수체를 이용한다.

전파흡수체는 안테나의 특성개선과 특성평가를 위해 전파암실로써 개발되었는데 요즈음 전자기기의 잠음평가용 전파암실, TV 고스트(Ghost) 등의 원인이 되는 고층빌딩의 벽면반사 방지용, 가교 등에 의한 레이다파의 반사방지용 등에 개발 중이다.

VII. 結 論

외국의 경우 EMI에 대한 규정을 제정하여 보다는 전자환경성 보전을 위해 노력하고 있으며 能動방해에 대한 규제(EMI)는 점점 강화되고 있는 실정이다. 받는 측의 배제능력에 대한 규제(EMS)도

앞으로 제정될 움직임을 보이고 있는 이때 국내에서는 규정이 제정된 바도 없고 산업체측에서도 일부 전자수출품목에 대하여 관심을 가지고 있는 정도이다. 전력계통이나 전력기에 있어 EMI는 아직 활발한 연구가 이루어지고 있지 않으나 송전선의 초고압화, 전자스위치류 활용 등 앞으로의 실정에 비추어 적극 검토되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

- 1) 荒木庸夫, 「電磁放射と防止對策」東京電機大學出版局
- 2) 荒木庸夫, 「ノイズの實態と取扱ひ, 方法」橫浜國立大學
- 3) 堀田幸雄의 다수, 「雜音對策手法」電子通信學會誌, 1984. 2.
- 4) 赤尾保男, 「我々をとりまく電磁環境の諸問題」電子通信學會誌, 1984. 2.
- 5) Donald R.J. White, MSEE/PE, 「EMC Handbook, Vol. 1」, Don White Consultants, Inc.
- 6) Michel Mardiguian, 「How to Control Electrical Noise.」, Don White Consultants, Inc.
- 7) 小島伸哉外 「通信 System의 電磁環境問題と標準化 動向」電信電話研究, 1987. 4.
- 8) 전자과학 「전자회로에 있어서 노이즈 문제」, 1987. 1.
- 9) Donald R.J. White, MSEE/PE, 「EMI Control Methodology and Procedure」, Don White Consultants INC.
- 10) Ralph M. Shower, Richard B. Schulz, Shaw-Yueh Lin, 「Fundamental Limits on EMC」Proceedings of the IEEE, Vol.69, No.2, pp.183~195, Feb. 1981.