

전도성 장해전자파의 측정 및 분석

장해전자파의 스펙트럼은 일반적으로 넓은 주파수범위에 분포하며, 파형도 불규칙하게 변한다. 보통 잡음의 측정은 규정된 통과대역폭을 갖는 수신기에 의해 수신, 증폭하여, 그 출력을 전압계에 지시시키는 방법에 의하는데, 수신기의 선택도 특성이나 전압계에 사용하는 검파기의 방식이 다르면 동일한 잡음이라도 그 측정결과는 일반적으로 같은 값으로는 되지 않는다. 따라서 측정에 있어서는 잡음의 어떠한 성질을 측정대상으로 하는가에 따라 측정기의 방식을 선택하는 것이 필요하다. 장해전자파의 성질을 나타내는 물리량으로는 실효값, 첨두값, 평균값 등이 있으며, 또한 장해전자파의 물리적성질을 구하는 것이 아니고, 통신이나 방송의 수신에 대한 장애의 정도를 구하기 위한 측정에서는 장애에 대한 수신자의 주관적인 평가를 측정의 척도로 하는 것이 바람직하다.

CISPR에서는 이 측정을 위해서는 준첨두치파형의 측정기가 좋다고 하여, 국제적인 합의하에 이 생각을 기본으로 한 측정기의 규격을 제정하고, 각국의 채택을 권고하고 있다. 준첨두치검파형측정기란 사용하는 검파기의 전기적충진 및 방전시상수를 적당하게 정하고 잡음파형의 첨두값보다 어느 정도 낮은 값을 지시하도록 한 것으로 펄스잡음에 대한 응답은 인간의 청각의 특성에 대응한다. 그러나 이 측정기에 의한 측정값이 수신장애에 대한 주관평가와 좋은 상관을 나타내는 것은 진폭변조방식의 통신에 대해서이고, 다른 방식인 경우에는 반드시 좋은 상관은 없다. 위에서 서술한 것처럼 실효값과 첨두값 등의 단일물리량에서 각종 통신이나 방송에 대한 장애의 정도를 구하는 것은 곤란하며, 잡음의 진폭확률밀도 분포, 교차율, 자기상관함수 등의 양의 측정도 필요하다.

II. 장해전자파 잡음의 측정장치

전자파잡음측정기는 보통 장해전자파 측정기 또는 잡음전계강도측정기라 불리우며, 장해전자파측정기와 전계강도측정기는 구조적으로 전적으로 동일하지만, 전계강도측정기는 사인파전계만을 측정 대상으로 하기 때문에 수신기로서 선택도특성이나 검파기의 방식에 특별한 규정이 없다.



李 起 哲

한국전기연구소 전기환경연구실장

이에 반해 장해전자파측정기는 측정대상이 잡음이라는 디스택트럼 구조의 것이기 때문에 선택도특성, 검파기의 특성, 과부하계수, 잡음전계의 쌍방의 측정에 사용할 수 있지만, 전계강도측정기는 사인파전계의 측정에만 사용할 수 있다.

장해전자파측정기는 입력에 가변감쇄기를 갖는 슈퍼헤테로다인 수신기에 준첨두치전압계를 조합한 것을 주체로 하고, 여기에 이득을 교정하여, 항상 일정한 값으로 유지시키기 위한 교정용표준전압발생기(비교발전기)를 내장한다. 이 발생기의 출력은 수

신기의 입력에 설치된 측정-교정 전환기에 의해 기준입력으로서 수신기에 부가할 수 있다.

이와같은 조건 아래에서 장해전자파측정기는 전기·전자기기에서 발생하는 정현파로부터 펄스에 이르는 여러 종류의 잡음을 유사전원회로망(LISN), 안테나 또는 흡수클램프 등의 결합회로(혹은 센서)를 이용하여 잡음전압, 잡음전계강도, 잡음전력 등을 측정하게되며 장해전자파측정기의 국제적인 규격으로 CISPR Pub 16의 「장해전자파 측정기 및 측정법에 관한 CISPR의 규격」이 있다.

1. 검파기의 특성

구분	검파방식			
	첨두치(Peak)	준첨두치(Quasi-Peak)	평균치(Average)	실효치(Rms)
특성	1. 어떤 일정한 시간내의 잡음의 최대진폭을 측정하여 잡음의 성질을 파악하고자 할 때 주로 쓰이는 검파방식 2. 펄스성 잡음의 펄스 반복주파수에 관계없이 측정이 가능하기 때문에 소요과부하계수가 작아도 무방함으로 레벨지시 범위를 크게할 수 있음 3. 방전시정수가 10초 이상이 됨으로 잡음의 시간적 변화에 응답이 없음	1. 다이오드에 의한 직선 검파기의 총·방전시정수비를 적당하게 하여 신호파형의 첨두치 근처를 지시하는 것으로 펄스잡음에 대한 응답은 인간의 청각 특성에 대응함 2. 장해전자파잡음의 물리적성질을 구하는 것이 아니고 통신이나 수신에 대한 장해의 정도를 구하기 위한 측정에서 수신자의 주관적인 평가를 위해 CISPR에서 권고한 방식 3. 임펄스의 반복률에 따라 다르게 반응함으로 주파수가 낮은 펄스성 잡음을 측정하기 위해서는 펄스응답특성에 대한 과부하계수가 필요함.	1. 준첨두치 방식의 총·방전시정수를 수신기의 통과대역폭의역수의 1/5 이하로 작게 한 것으로서 규정통과대역으로 수신된 신호의 포락선 평균치를 지시 2. 임펄스성 잡음에 대해 검파기 출력이 반복주파수에 비례함으로 반복주기가 낮은 잡음에 대해서는 실현불가능한 과부하계수를 요구하므로 잘 쓰이지 않음	1. 잡음의 파형이나 발생빈도를 문제로 하지않고 전력을 측정 대상으로 잡음의 성질을 파악하고자 할 때 사용
총·방전시정수비	약 10 ⁶ ~10 ⁷	약11~550배	1이하	-
용도	1. 군용규격(MIL-STD-462)	1. 대부분의 상용규격	1. 통신측정 또는 송신기의 불요복사등 협대역잡음의 측정에 사용	

검파방식	첨두치(Peak)	준첨두치(Quasi-Peak)	평균치(Average)	실효치(Rms)
구분				
	2. 자동차 등의 불꽃점화 엔진의 잡음측정 등 일부에 적용		2. 최근 정보처리장치의 전도성잡음과 같이 광대역과 협대역잡음이 공존하고 있는 경우 이들을 분리·평가하기 위해 준첨두치 방식과 병행하여 사용	

2. Band-Pass Filter의 대역폭 구분

CISPR에서 규정된 장해전자파 측정기의 Band-Pass Filter는 4가지 대역으로 구분 된다.

- A : 10kHz ~ 150kHz (200Hz의 Band-Pass Filter)
- B : 150kHz ~ 30MHz (9Hz의 Band-Pass Filter)
- C : 30MHz ~ 300MHz (120Hz의 Band-Pass Filter)
- D : 300MHz ~ 1GHz (120Hz의 Band-Pass Filter)

이와같이 Filter Band가 규정된 이유는 정현파형, CPU Clock-Pulse, Thermostat의 기동기 발생하는 잡음등과 같이 EUT에서 발생하는 잡음형태가 다양하고 주파수 대역에서 EUT에서 발생된 잡음형태는 협대역(A)과 광대역(B, C, D) 잡음 두가지로 구분할 수 있는데, 협대역잡음은 필터대역이 변하더라도, 측정값이 변하지 않는 반면에 광대역잡음은 필터대역에 따라 그 값이 변하기 때문에 측정값의 일반성을 기하기 위해 필터대역을 구분한 것이다.

3. 준첨두치 검파방식

준첨두치 검파기의 시정수와 지시계의 시정수는 장해전자파측정기의 규격에 나와 있으며 그림 1에는 펄스 응답 특성을 표시하고 있다.

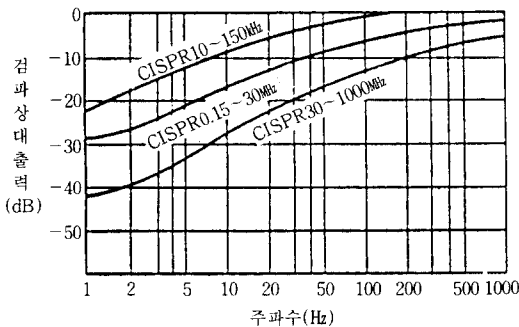


그림 1. 펄스 응답 특성

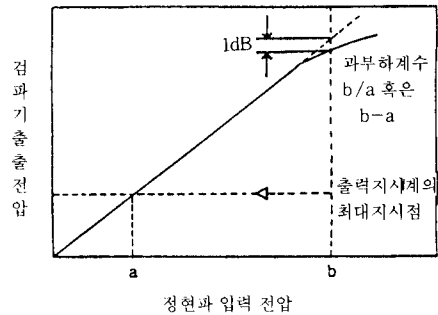


그림 2. 과부하계수

한편 낮은 주파수의 임펄스성 측정하기 위해서는 펄스응답특성외에도 그림 2와 같은 과부하계수가 필요하며 과부하계수는 측정수신기의 직선동작범위가 출력지시계의 Full-Scale점에서부터 어느정도의 여유를 가지고 있는가를 나타낸 것으로 CISPR에서는 30~1000MHz에서 43.5dB로 구성되어 있다.

III. 장해전자파의 측정방법

잡음전압은 기기의 전원단자에서 발생하는 잡음 단자전압으로 규정되어 있지만 반도체 제어장치의 부하나 규격(VDE)에 따라서는 공시기기에서 외부로 접속된 모든 도선의 단자전압으로 규정된 것도 있다.

1. 유사전원회로망(LISN)

유사전원회로망은 그림 3과 같이 공시기기와 전원사이에 삽입되어 공시기기의 전원단자에서 전원측으로 본 임피던스를 일정하게 유지하면서 공시기기에 전력을 공급함과 동시에 전원측에 존재하는 외

래 잡음 특히 고주파 잡음을 측정회로와 분리시키는 역할을 한다.

그림 4는 해외에서 사용되고 있는 LISN(50Ω/50μH)의 규격을 나타낸 것이다.

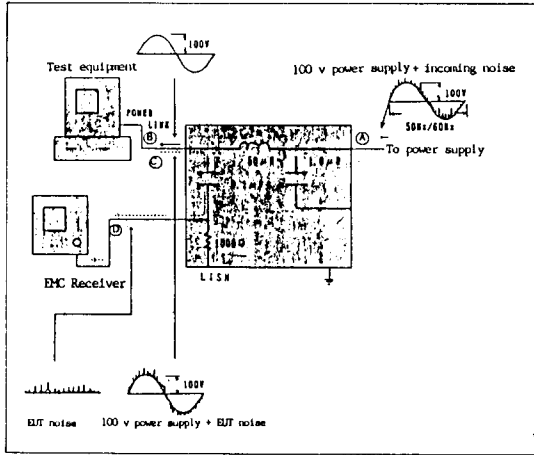


그림 3. LISN의 사용구성도

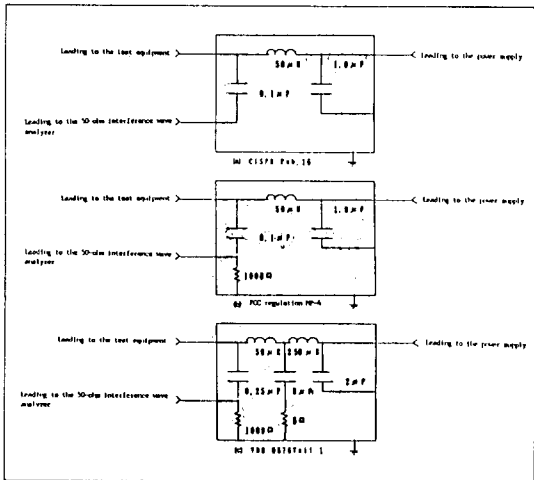


그림 4. LISN(50Ω/50μH)의 규격(CISPR/FCC/VDE)

2. 고주파 전압측정회로(전압측정 Probe)

공시기가 대형이거나 유사전원회로망을 사용할 수 없는 경우 혹은 반도체제어장치의 부하단자등과 같이 규격에 개별적으로 규정되어 있는 경우는 그림 5와 같이 전압측정회로를 사용한다.

측정회로는 저지콘덴서 C, 또 측정케이스와 어스간의 전저항이 1500Ω이 되도록 저항을 사용하여 각 전원선 또는 단자와 기준어스간의 잡음 전압을 측정한다.

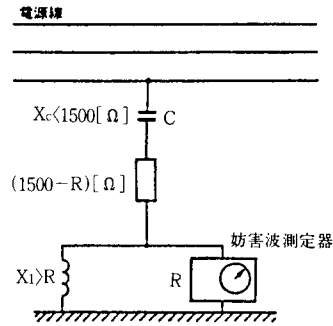


그림 5. 전원선에서의 고주파전압측정회로

3. 잡음전압의 측정법

가. 측정기기의 배치

유사전원회로망을 사용하여 잡음전압을 측정하는 방법은 각종규격 혹은 기기의 종류에 따라 약간씩 다르지만 FCC상에 규정된 배치의 일례를 그림 6에 표시하였다.

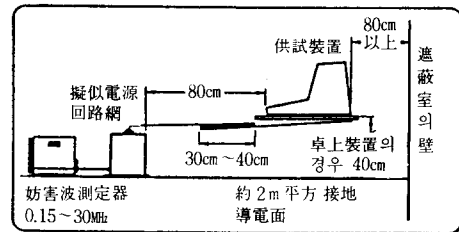


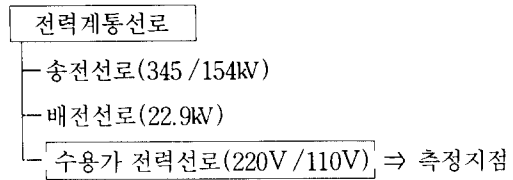
그림 6. FCC의 측정기기 배치

공시기기를 2m 평방 이상의 접지도전면상에 40cm 떨어지게 하고 다른 접지도전면으로 부터는 80cm 이상 분리된 지점에 설치한다. LISN은 공시기기에서 80cm 떨어진 지점에 설치하고 LISN케이스와 접지도전면은 고주파에 대해서도 같은 전위를 가지도록 직접 혹은 짧은 도선으로 접속한다. 또 공시기기와 LISN과의 접속은 공시기기의 코드가 80cm를 넘는 부분에 대해서 중앙에 30~40cm 길이로 접어서 묶는다.

나. 측정방법

준점두치점과기로 측정하고 계산용기기(Computing Device) 등의 정보처리장치에 대하여서는

준침두치외에 평균치측정도 규정하고 있으므로 경우에 따라 규정된 측정을 하여야 한다. 또 공시기가 동작하고 있지 않은 상태에서 측정된 외부잡음레벨은 측정하고자 하는 잡음의 최저치보다 20dB(규격에 따라서 6dB) 이상 낮아야 하기 때문에 보통은 전원필터를 설치하고 차폐실내에서 측정하는 것이 바람직하다.



본 실태조사에서는 발전설비나 송·배전 계통의 불완전성으로 인한 고주파 잡음현상보다는 일반수용가에서 사용하는 전기·전자기기 및 전력설비 등이 불요잡음원으로 동작하여 전원선로에 잡음으로 역류되었을 때 발생하는 고주파잡음 현상을 분석하고 고주파잡음의 장애정도를 파악하는 것이 목적이므로 주상 변압기 이후의 수용가 배전망만 분리하여 측정대상으로 하였다.

IV. 전도성 고주파 잡음의 측정 및 분석예

현재 사용되고 있는 대부분의 전기·전자기기는 상용전력선로부터 전력을 공급받고 있기 때문에 전력선로는 대부분의 기기 및 시스템을 전기적으로 연결시키는 공동매체로 이용될 뿐만 아니라 PLD(Power Line Disturbance)의 전달매체로도 작용하고 있다. 이러한 PLD현상은 전력계통상의 운영 및 전력선로에 직접적인 장애를 주는 것은 아니지만 전력선로에 연결된 수많은 전기·전자기기 및 시스템에 오동작과 같은 동시장애를 유발시키는 심각한 잡음원으로 작용할 수 있기 때문에 최근에 전력회사 및 수용가 양자사이에 전력의 질에 대한 관심이 급격히 높아져 왔다.

전기연구소에서는 PLD요인에 대해 각종 전기·전자기기 및 전력설비 등의 효율적운용을 보장하고자 해당 수용자에 대한 220V 배전선로상의 PLD환경을 중점적으로 실태조사하였고, 얻어진 측정결과로서 PLD환경을 정량적으로 파악할 수 있었으며 관련 데이터 베이스를 구축하여 왔다.

본절에서는 PLD분야에 본 연구소가 최근에 수행한 측정결과를 전도성 고주파 잡음(10kHz~30kHz)에 대해서 간단하게 소개하고자 한다.

1. 측정목적

수용가측에서 전기·전자기기 및 전력설비 등을 가동시켰을 때 발생된 전자파잡음이 220/110V전원선로로 역류되어 깨끗한 60Hz전원을 전자기적으로 오염시킨 경우 이 전원선로를 통해 전력을 공급받는 주변의 정밀 전자장비 및 시스템 등에서는 오동작 등과 같은 장애현상이 발생되는 경우가 빈번하다.

본 실태조사에서는 이러한 전원선로를 통한 고주파잡음의 장애정도를 정확하게 파악하는 것이 목적이다.

2. 측정지점

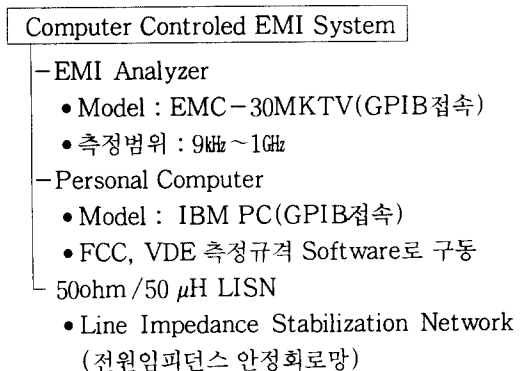
3. 측정대상지역 및 측정시기

- 측정대상지역
 - ┌ 주택가(2지역 : 아파트 단지)
 - ├ 상가(2지역)
 - ├ 공장가(7지역)
 - └ 방송국(1지역)
- 측정시기 : 90년 10월~91년 2월

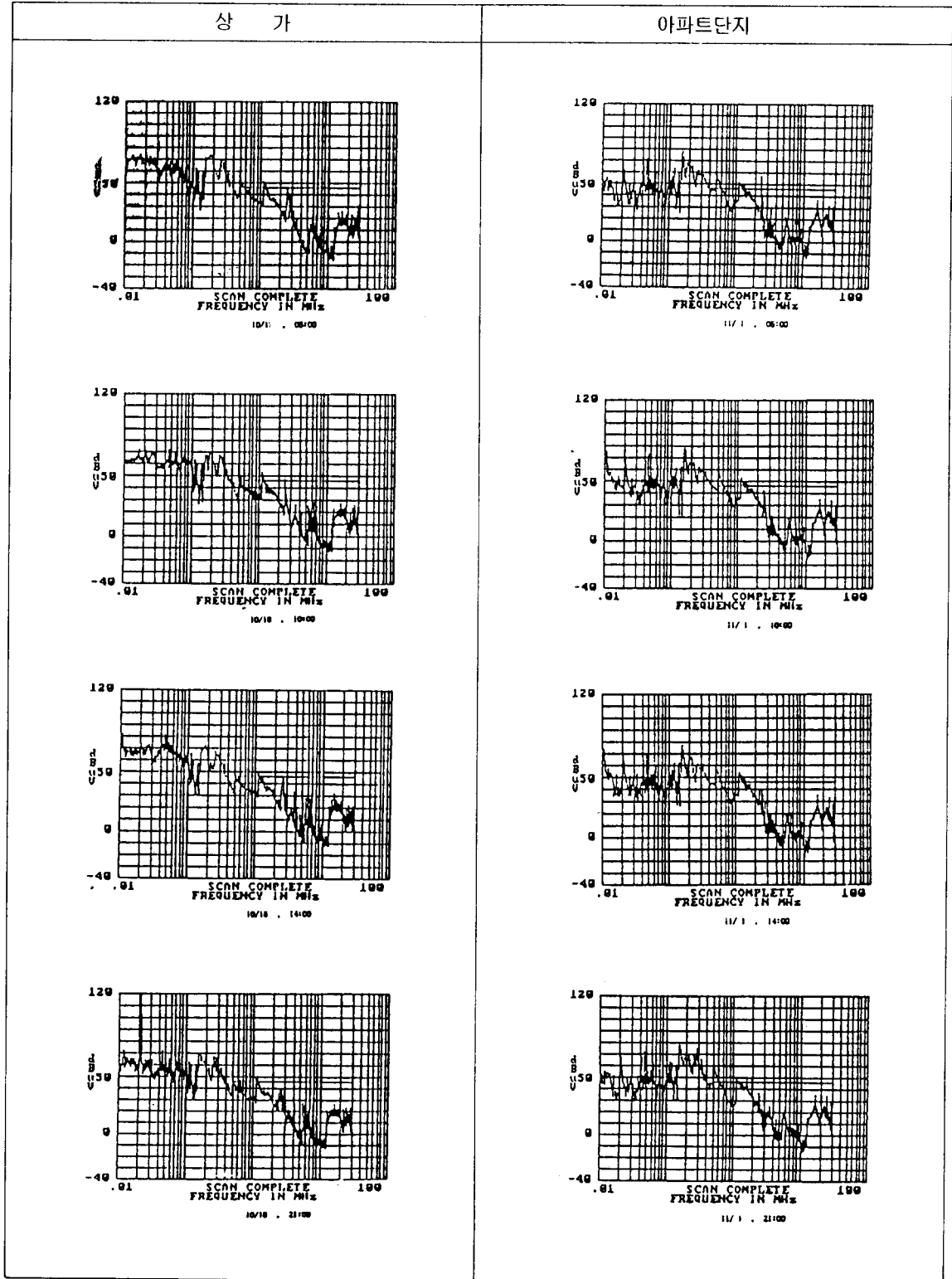
4. 측정방법

본 실태조사에서는 LISN을 거쳐 EMI Analyzer에 측정된 고주파 잡음을 측정 규격 Software를 이용하여 통계처리한 후 퍼스날 컴퓨터의 모니터상에 Frequency Domain형태로 디스플레이 하는 방식을 가진 Computer Controlled EMI System으로 측정을 실시하였다. 그리고 잡음측정 주파수 범위를 국제적으로 널리 사용되고 있는 측정주파수대역인 10kHz~30MHz로 설정하고 전원선로상의 고주파잡음 분포레벨을 시간별, 일일별로 알아보기 위하여 적당한 시간간격으로 측정하였다.

5. 측정기기

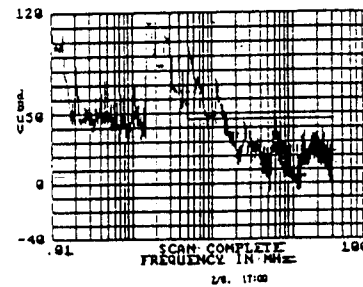
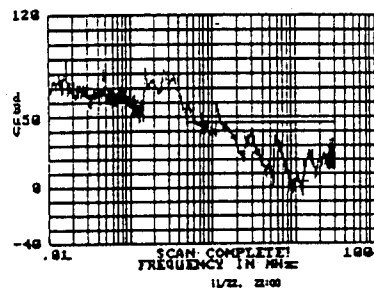
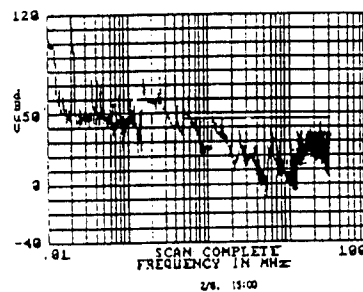
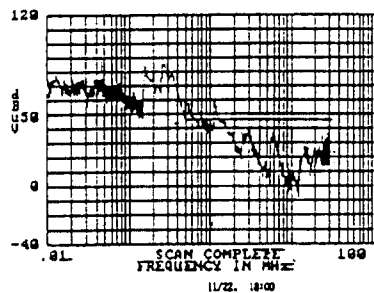
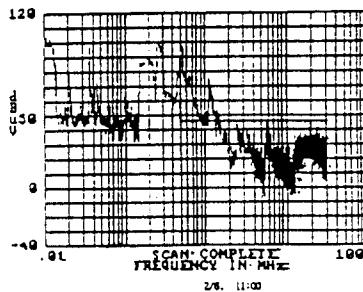
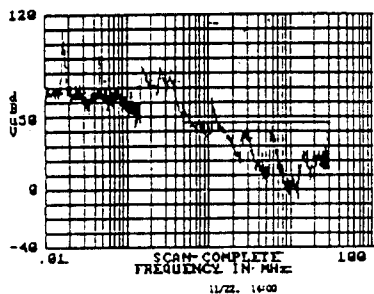
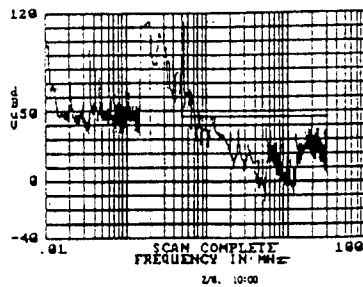
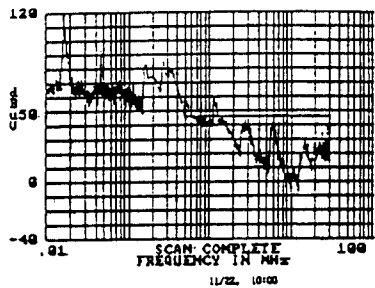


6. 전도성 고주파잡음 측정결과(상가, 아파트단지, 방송국, 공장)



방송국

공단



7. 측정결과 분석

발생된 고주파잡음 환경은 상가지역, 주택지역, 공장지역, 방송국에 따라 또한 전기로, 용접기, 선반, 방송설비, 각종 모터류 등과 같은 부하기기의 사용여부에 따라 각 수용가 특성 즉 고주파잡음 분포 레벨 특성을 나타내고 있었다. 그러나 측정된 고주파잡음 발생결과(스펙트럼 분포특성)에 의해 수용가의 고주파잡음 환경을 비교 분석할 수 있었지만 고주파잡음 발생원을 추적하기가 매우 어려웠다.

즉, 측정결과에 나타난 특징을 부하기기의 고주파잡음 발생 특성과 연관시키기가 어려운 이유는 사용 부하기기의 동작시 다음과 같은 이유 때문이라고 생

각한다. 첫째, 발생원에서 고주파 잡음 현상이 많이 발생되고 있더라도 배전선로의 구조 및 전달특성, 선로 잡음의 감쇄량 정도 등 수용가 배전망의 특성에 따라 측정장비에 측정된 결과는 달라진다. 둘째, 동일 부하기라도 ON-OFF적인 사용형태에 따라서도 고주파잡음 발생정도는 다르게 나타난다.

따라서 수용가 고주파잡음 측정결과를 분석할 때는 사용 부하기기의 종류 및 전력용량, 수용가 배전망의 특성 그리고 부하기기의 ON-OFF적인 사용형태에 따라 고주파잡음의 분포특성 및 레벨정도가 변화하므로 이 점에 유의하여야 한다.