

방사성 장애 전자파의 측정 및 분석



申 宅 正

삼성전자 가전부문 품질경영담당

전세계의 국가 규격들은 GLOBALIZATION 또는 HARMONIZATION의 경향으로 점차 단일화의 추세로 변해가고 있으나, 측정에 있어서는 그 나라의 규격해석 및 측정기술에 따라 상호 DEVIATION을 갖고 있으면서, 측정 DATA의 상호 재현 및 합치가 이루어지지 않은 것은 국가간 또는 시험기관간의 상호기술교류 및 상호인증제도가 미흡한 까닭이라고 얘기할 수 있다.

한정된 지면을 통해서 각 국가 규격의 측정법을 세밀히 분석하는 것은 거의 어려운 관계로 측정기술의 기본 원리에 초점을 두어 실제 측정시 도움이 되었으면 하는 바램으로 전개해 볼까 한다.

I. EUT와 안테나의 관계

1. EUT와 안테나의 거리

EUT와 안테나 간의 거리는 각 규격내에 구체적으로 규정되어 있지만 기기가 사용되는 환경에서 구별하는 방법이 채용되고 있다.

- 1) 주택환경에서는 3M 또는 10M로 비교적 짧은 거리다.
- 2) 상공업 지역에서는 30M, 100M, 300M인 긴 거리에서 측정한다.

이것은 피시험기기가 운용되는 장소를 기준으로 생각하고 그 피시험기기에서 영향을 받는 다른 기기가 어디에 있는가에 따라 결정되고 있다.

그러나 실제측정에서 30M, 100M, 300M에서 측정을 한다면 여러가지 문제가 생긴다.

예를 들면 측정거리가 멀면 멀수록 전계강도는 작아지고 주위잡음에 섞여서 검출하기가 어렵다. 따라서 측정기 전단에 증폭기를 연결하여 측정할 필요가 있다.

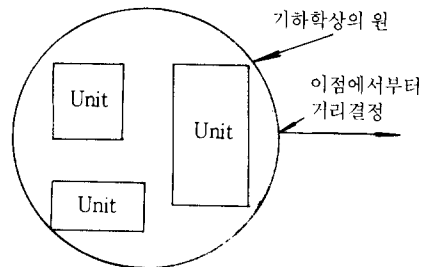


그림 1. 피시험기기(EUT)의 크기

실제의 측정거리를 결정하는 경우 EUT를 점으로 생각한다면 이 점의 위치로부터 안테나의 급전점까지가 실제의 측정거리가 되지만 실제의 EUT는 점이 아니고 어떤 크기를 갖고 있다. [그림 1]과 같이 CABLE을 포함한 전 UNIT 주위를 기하학상의 원으로 만들어 그 끝에서 거리를 측정하는 것이 일반적이다.

그러나 무선기기 등의 경우 내부에 있는 국부발진기(LOCAL OSCILLATOR)를 중심으로 거리를 결정하는 경우도 있다.

2. 수신안테나의 수신경로

수신안테나가 어떠한 경로로 EUT에서 나오는 방해파를 검출하는가를 생각해 보자.

EUT에서 나오는 방해파는 자유공간에서 4 St Rad으로 넓어져 가지만, EMI 측정에서는 OPEN SITE에서 행해지므로 그 공간은 반자유공간인 2 St Rad으로 된다. [그림 2] 그 결과 EUT에서 나오는 방해파는 기본적으로 [그림 3]과 같은 2개의 파로 된다.

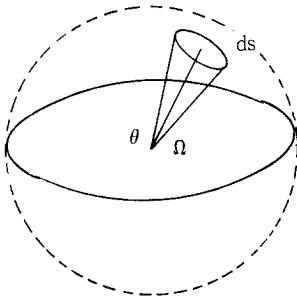


그림 2. 입체각

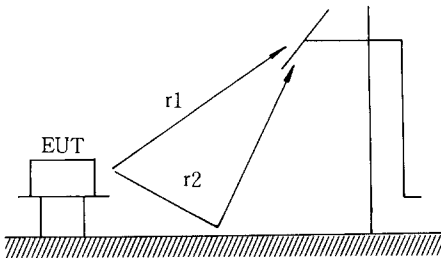


그림 3. 전파 전반 경로

1) 대지면에서 반사해서 안테나로 입사하는 반사파(r2)

2) 직접 안테나로 입사하는 직접파(r1)

이 두파는 전반경로가 다르고 반사파(r2) 위상이 180도 변화하기 때문에 두파간의 위상차가 생기게 된다. 위상차가 없는 경우(동위상) 그 LEVEL은 최대가 되고, 반대로 역위상인 경우의 NOISE값은 0으로 되게 된다. 따라서 실제 측정에서는, 안테나 높이를 가변시켜서 동위상 점을 찾게 되는 것이다.

3. HEIGHT PATTERN과 측정거리

이번에는 실제 방사 방해파 측정법에 대해서 설명해 보면,

안테나를 상, 하로 가변하면 HEIGHT PATTERN [그림 4]와 같이 나타나게 되는데, HEIGHT PATTERN이 가능한 이유는 안테나 높이를 변화시키면 지면에서 대지 반사파와 직접파와의 간섭에 의해서 수신 LEVEL이 높게 되기도 하고 낮게 될 수도 있기 때문이다. 방해파 측정에서는 이 HEIGHT PATTERN에 따라 가장 높은 전계강도를 측정하는 것이다. 지시치가 최대가 되는 안테나의 높이는 수평편파의 경우는 대지반사파가 직접파에 대해서 역상으로 되어 있기 때문에 낮은 주파수에서는 안테나 높이가 높은 쪽이 최대치가 된다. 한편 수직편파인 경우에는 직접파와 동상이기 때문에 안테나 높이가 낮은 곳에서 최대값이 나타난다. 공시기기를 점파원으로 생각해서 지시치가 최대가 되는 때의 측정용 안테나의 높이를 계산에 의해서 구한 것이 [그림 5]이다.

그러면, 허용치가 10m 혹은 30m에서 결정되는 경우, 이것을 3m에서 측정하든가 다른 거리에서 어떻게 하는 것인가는 기본적으로 10m에서 측정한 것과 3m에서 측정한 경우의 결과를 [그림 6]에 보인다. 실제로는 다르겠지만, 예를 들면 실선이 수평편파 결과이다. 종축은 10m에서 측정한 값과 3m에서 측정한 값의 비이다.

거리의 1/B에 전계가 비례한다고 가정하면 $20\log(10m/3m)$ 에서 10dB가 된다. 예를들면, CIS-PR규정에 따라 10dB에서 측정하면, 수평편파인 경우 실제 10m에서 측정해서 10dB를 더한 값보다도 3m에서의 측정값이 훨씬 높게 된다. 그래서 수직편파의 경우는 3m/10m의 환산치는 10dB보다 약간 낮은 값이 된다. 즉, 공시기기의 높이와 크기에 관련된다고는 일률적으로 말할 수 없기 때문에, 기본적으

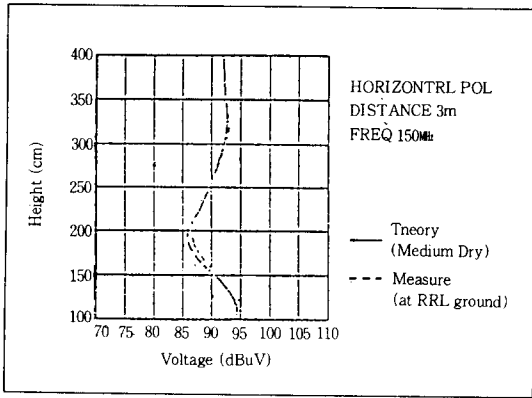


그림 4. Height Pattern

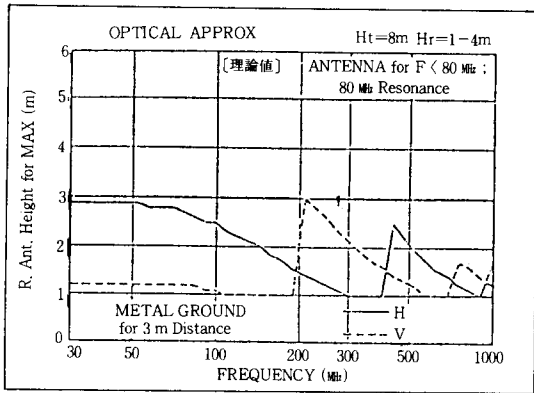


그림 5. 지시치가 최대가 되는 ANT 높이

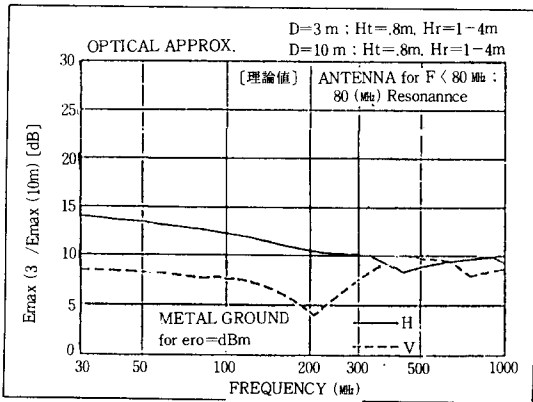


그림 6. 측정거리와 측정치의 관계

로는 규격을 통해 10m에서 측정할 필요가 있다.

측정거리를 얼마만큼 가깝게 할 수 있는가가 문제되지만 기본적으로 측정거리라는 것은 최초로 말한 것과 같이 공시기기를 점파원으로 보는 거리이다.

주파수가 1GHz에서 파장은 30cm이기 때문에, L이 3m인 기기인 경우는, 측정거리는 30m 정도가 된다. CISPR 규격등이 10m라든가 30m라고 하는 측정거리를 규정하고 있는 것은, 지금까지 설명한 이유이기 때문이다. 앞에서 설명한 바와 같이 공시기기의 크기라든가 혹은 기기의 어디에서 방해파가 나오는가에 따라 거리에 관한 환산치가 다르다. 따라서 환산치를 일률적으로 결정하는 것은 대단히 어려운 일이다. 예를들면, 같은 측정기와 같은 공시기기가 있다면, 한번은 10m에서 측정해서, 3m와 상관관계를 취해두고, 실제로는 3m에서 측정하는 것도 좋다. 그러나, 어떠한 공시기기에든 적용 가능한 일반적인 환산치를 구한다는 것은 불가능한 일이다. 그러므로, 5-6dB 정도의 오차를 허용할 수도 있겠다.

4. EUT에 대한 안테나 방향

EUT에서 방사되는 방해파는 여러가지 편파면을 갖기 때문에, 최대 방사 LEVEL을 정확히 측정하려면, 안테나 발룬(BALUN)을 축으로 해서 360도 회전시켜 측정해야 한다.

그러나, 규격상에서는 DIPOLE ANTENNA와 같이 편파면이 결정되어 있는 안테나를 사용하는 것이 의무화되어 있어 수직/수평편파를 각각 측정해야 한다.

II. 광대역/협대역 NOISE 구별법

SPECTRUM ANALYZER를 중심으로 구별해보면,

1. 정의

그 주파수 SPECTRUM이 주파수 영역에서 넓게 분포되어 있는가, 아니면 좁게 분포되어 있는가에 따라 구별된다.

광대역성 혹은 협대역성 신호란 그 주파수 SPECTRUM의 넓이가 검파기(여기에서는 SPECTRUM ANALYZER)의 검파대역폭(IF단의 대역폭으로 분해능 대역폭이라고도 한다)에 대해서 넓은 것인가 좁은 것인가에 의해 결정된다.

협대역 신호는 그 주파수 SPECTRUM ANALYZER의 분해능 대역폭에 대해서 좁은 것을 말하고, 가장 전형적인 신호는 CW(CONTINUOUS WAVE : 연속파)이다. 광대역 신호는 그 주파수

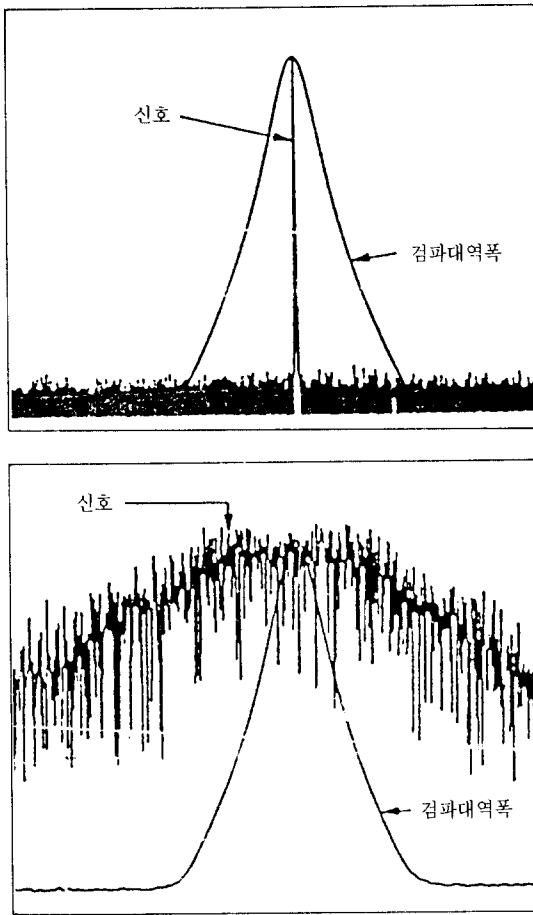


그림 1. 광대역/협대역 신호

SPECTRUM ANALYZER의 분해능 대역폭에 대해 넓은 것을 말하고, 자동차의 IGNITION SYSTEM, DIGITAL회로, SWITCHING전원등으로부터 발생하는 IMPULSE성 신호가 여기에 해당된다[그림 1 참조].

광대역 방해파는 분해능대역폭(검출 대역폭)에 따라서 측정기의 지시 LEVEL이 변한다. 그 이유는 검출 대역폭내에 복수의 방해파 SPECTRUM이 복잡하게 나타나므로 그 수가 검출 대역폭에 따라 변하기 때문이다.

2. 광대역/협대역 방해파 특성

방해파는 광대역성 방해파인 경우 주파수 SPECTRUM이 연속적으로 넓어지는 신호, 즉 PULSE성 신호로 다양한 주파수 성분으로 이루어지며, PULSE폭이 좁을수록 그 성분수는 증가하게 된다. 시간축에서 관측하면 PULSE 에너지는 각각의 SPECTRUM

으로 분산되기 때문에, 겉보기에는 LEVEL이 점점 감퇴하는 것 같이 관측된다. 또, 이 신호는 ON/OFF하기 때문에 한개의 SPECTRUM에서 보면 평균 ENERGY는 OFF 시간이 길면 길수록 즉, DUTY CYCLE이 작을수록 작아진다. 협대역성 방해파는 주파수 성분이 단일하고, SPECTRUM 성분의 넓어짐이 없기 때문에 시간축에서 관측하면 신호 ENERGY는 단일 SPECTRUM ENERGY와 같게 된다. 그리고, PULSE성 신호와 달리 시간적으로 연속적으로 발생하므로 그 SPECTRUM의 평균 ENERGY는 광대역성 방해파 각각의 SPECTRUM보다 높으며, 일정하게 된다. 전자/전기기기는 광대역성과 협대역성 방해파가 거의 나온다. 이러한 방해파중 광대역성 방해파는 협대역성보다는 방해줄 확률은 높지만 그 강도는 협대역성보다는 작다. 따라서, SPECTRUM의 크기가 같은 광/협대역성 방해파가 서로 혼재하는 경우 협대역성 방해파가 방해줄 요인이 크다고 하겠다.

상용규제에서는 평균치 검파를 요구하고 있는 이유도 바로 협대역성 방해파를 검출하기 위해서이다.

3. SPECTRUM ANALYZER에서의 평균치 검파

SPECTRUM ANALYZER에서는 평균치 검파는 VIDEO FILTER에 의해 변화된다. [그림 2]와 같이 검파기 바로 후단에 설치된 것이 VIDEO FILTER이다. 이 VIDEO FILTER는 R과 C에 LOW PASS FILTER로 이루어져 검파후 SPECTRUM 성분은 VIDEO FILTER의 사정수분의 1이상의 주파가 적분되어 평균화가 된다.

따라서, 광대역 방해파의 평균 ENERGY는 SPECTRUM ANALYZER의 지시 LEVEL이 협대역 방해와 같다면 평균 ENERGY는 대단히 작게 된다. 결국 평균치 검파를 하면 광대역/협대역 방해파 분리가 가능하게 된다.

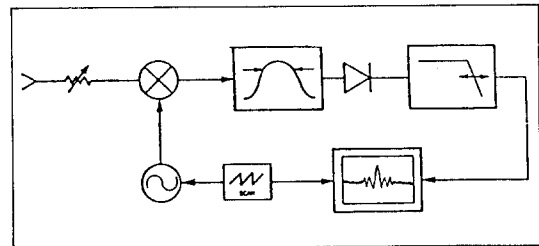


그림 2. Spectrum Analyzer의 Block도

4. 광대역 방해파와 소인시간(SWEEP TIME)의 관계

광대역 방해파의 표시 SPECTRUM의 횡축상의 밀도는 소인시간(SWEEP TIME)에 의존하는데, 이 경우는 분해능 대역폭 설정에 따라 그 지시치가 직선적으로 변하는 영역이다.

소인시간을 늦게 설정하면 SPECTRUM은 밀하게 되고, 빠르게 하면 거칠게 표시되게 된다. 따라서, 표시 SPECTRUM에서 방해파의 반복 주파수를 구할수도 있지만 PULSE의 ON/OFF의 시간 간격은 소인시간에 임의적이다. 이것은 SPECTRUM ANALYZER의 분해능 대역폭을 PULSE의 반복 주파수보다 충분히 넓게 설정하면은 ANALYZER는 주파수 DOMAIN 표시를 유지하면서 시간 DOMAIN적인 RESPONSE를 하기 때문이다. 이때의 표시 SPECTRUM을 “PULSE SPECTRUM”이라고 한다. 또 반대로 SPECTRUM ANALYZER의 대역폭을 PULSE 반복 주파수보다 충분히 좁게 설정한 경우 시간 DOMAIN적인 요소는 무시되고, 주파수 DOMAIN 표시를 유지한다.

이때의 표시를 “LINE SPECTRUM”이라 부르고, 소인시간을 변화시켜도, SPECTRUM의 표시는 변화하지 않는다. 이 설정상태는 협대역 신호를 관찰하는 측정기의 설정과 동기가 된다.

5. SPECTRUM ANALYZER의 식별방법

지금까지 광대역 방해파와 협대역 방해파를 간단히 정리해 보았지만 실제 어느정도 경험이 없는 한 이해하기가 어렵게 느껴질 것이다. SPECTRUM ANALYZER를 이용하여 간단하게 식별할 수 있는 몇가지 방법을 정리해 보았다.

(1) 동조 주파수를 검파 대역폭만큼 변화시켜본다.

SPECTRUM ANALYZER의 동조 주파수를 검파 대역폭만큼 변화시킬때 동조 주파수를 지시 LEVEL이 3dB이상 변한다면 그 방해파는 협대역성이며, 반대로 3dB이하라면 광대역성이다.

(2) VIDEO FILTER대역폭을 변화시켜본다.

PEAK검파 및 평균치 검파시에 VIDEO FILTER의 대역폭을 검파 대역폭의 1/3-1/10로 설정시킬때 지시 LEVEL이 변화가 없으면 협대역성이고, 있으면 광대역성이다.

(3) 검파 대역폭을 증감시켜본다.

SPECTRUM ANALYZER의 검파 대역폭을

증감시킬때 지시 LEVEL이 변화가 없으면 협대역성이고, 있으면 광대역성이다.

(4) 소인시간(SWEEP TIME)을 변화시켜본다. SPECTRUM ANALYZER의 소인시간을 변화시켰을 때 표시 SPECTRUM 간격이 변화가 없으면 협대역성이고 변화한다면 광대역성이다.

Ⅲ. 製品別 NOISE 分析一般

1. COMPUTING의 NOISE 發生

○ COMPUTING DEVICE의 NOISE SOURCE 들은 HIGH SPEED CLOCK 신호 및 SMPS의 SWITCHING 전원과 SWITCHING IC등의 NOISE SOURCE등이 있고 이 NOISE SOURCE등은 COUPLING MECHANISM을 통해 기기전체로 전도 또는 방사되며,

○ 전원공급선과 I/O기기간을 상호 연결하는 INTERFACE CABLE과 OPTION CARD등의 IMPEDANCE차에 의해 NOISE가 방사된다.

○ 또한 DECOUPLING FILTER의 NOISE 제거 효과가 충분치 않거나 전원 FILTER의 IMPEDANCE가 높게 설계되어진 경우 전원 PATTERN을 통해 방사된다.

○ 스위칭 전원의 고조파와 BOARD상에 기생하는 NOISE의 경우는 통상 FILTER로 제거가 가능하지만 전원 공급선과 정류기를 통해서 전도되어 신호 GROUND와 FRAME GROUND로 전파되는 경우도 있다.

2. SMPS電源에서의 NOISE 發生

스위칭 레귤레이터는 현재 여러가지의 이점으로 많이 적용되고 있으나 가장 큰 문제점은 잡음이 발생한다는 점이다.

이 잡음은 크게 두가지의 요인이 있다고 볼 수 있다.

(1) SWITCHING 파형이 방형파형으로써 많은 고조파 성분을 포함하고 있는점 때문이며,

(2) SWITCHING TR이 ON 또는 OFF할 때 고속도로 전압전류가 변화함으로 인해 생기는 잡음이 있다.

3. AUDIO의 FM NOISE 發生

FM RADIO NOISE 발생은 TUNER의 OSCIL-LATOR 발진주파수의 고조파 성분 및 기타 외부 CLOCK의 주파수 성분이 CONDUCTOR와 STR-AY CAPACITANCE와 INDUCTANCE성분에 의해 상호 유기되어 PATTERN의 GROUND 및 SIGNAL LINE에 간섭 SIGNAL등이 중첩되면서 생겨난다.

4. TV의 NOISE 發生

TV는 SMPS단의 SWITCHING TR 발진 주파수의 고조파 성분 및 INPUT RECTIFIER의 NONLINEAR한 동작에 의하여 생기는 POWER LINE FREQUENCY성분의 고조파.

그리고 CRT DEFLECTION DRIVE단들의 고 조파 성분들이다.

IV. 放射性 NOISE의 規制値 比較表

제품	국가	EN	[1990.6] 유럽	전기용품 취체법	[1991. 7. 17] 일본	VDE	독일
		주파수범위[MHZ]	허용치[dB μ V/m]	주파수범위[MHZ]	허용치[dB μ V/m]	주파수범위[MHZ]	허용치[dB μ V/m]
		[3M]	Quasi-Peak	[3m]	Quasi-Peak	[3m]	Quasi-Peak
1. TV		300MHZ이하의 국부발진	57	국부발진 주파수	57	국부발진 주파수	57
		300MHZ이상의 국부발진	56	국부발진 주파수	57	국부발진 주파수	57
		80 - 30	52	국부발진	국부발진	국부발진	52
		300-1000	56	주파수 30 - 300	52	주파수 30 - 470	52
		121.5	40	이외의	이외의	이외의 470-1000	56
		243	47	주파수 300-1000	56	주파수	56
		주파수범위[MHZ]	허용치[dB μ V/m]	주파수범위[MHZ]	허용치[dB μ V/m]	주파수범위[MHZ]	허용치[dB μ V/m]
2. FM수신기		[3m]		[3m]			
		국부발진 주파수	60	국부발진 주파수	60	104MHZ이하의 국부발진 주파수	70
		80 - 300	52	30 - 300	52	104-300MHZ사이의 국부발진 주파수	57
		300-1000	56	300-100	56	300MHZ이하의 고조파	52
					300MHZ사상의 고조파	56	
3. 정보기기				주파수범위[MHZ]	허용치[dB μ V/m]	주파수범위[MHZ]	허용치[dB μ V/m]
				[at 3m]		[at 10m]	
				30 - 230	40	30 - 470	34
				230-1000	47	470-1000	40

국가	FCC [규격]		전자파 장애 검정규칙	
시험항목	주파수범위[MHZ]	허용치[μ V/m]	주파수범위[MHZ]	허용치[μ V/m]
1. TV	[30m]		[3m]	
	25- 70	32	65- 130	500
	70- 130	50	130- 150	50×f-6000
	130- 174	50-150	150- 280	1500
	174- 260	150	280- 470	(600/19)×f-
	260- 470	150-500	470-1000	139500/19
	470-1000	규정한 10개 주파수에서 평균치가 350, 최대치가 750		7500 [f : MHZ]
2. FM수신기	주파수범위[MHZ]	허용치[μ V/m]	주파수범위[MHZ]	허용치[μ V/m]
	TV와 동일		TV와 동일	
3. 정보기기	주파수범위[MHZ]	허용치[μ V/m]	주파수범위[MHZ]	허용치[μ V/m]
	[at 3m]	Quasi-Peak	[at 10m]	
	30- 88	100	30- 88	90
	88- 216	150	88- 216	150
	216-1000	200	216- 960	210
		960-1000	300	