

諮問第 3 号

「国際無線障害特別委員会（C I S P R）の諸規格について」

のうち

「無線周波妨害波およびイミュニティ測定装置の技術的条件」

無線周波妨害波及びイミュニティの測定装置

総論

本答申（第 1 部）は、「無線周波妨害波及びイミュニティの測定装置並びに測定方法の規格 — 無線妨害波及びイミュニティの測定装置」という一般表題の下で、次の編からなる：

第 1 編：測定用受信機

第 2 編：補助装置 — 伝導妨害波

第 3 編：補助装置 — 妨害波電力

第 4 編：補助装置 — 放射妨害波

第 5 編：30MHz — 1000MHz のアンテナ較正試験場

無線周波妨害波およびイミュニティの測定装置

第 1 編 測定用受信機

目 次

はじめに	1
1. 適用範囲	1
2. 引用規格	1
3. 用語及び定義	2
4. 周波数 9kHz から 1000MHz までの準尖頭値測定用受信機	4
5. 周波数 9kHz から 18 GHz までの尖頭値測定用受信機	1 4
6. 周波数 9kHz から 18 GHz までの平均値測定用受信機	1 8
7. 周波数 9kHz から 18 GHz までの実効値測定用受信機	2 3
8. 振幅確率分布(APD)測定機能を備えた周波数 1 GHz から 18 GHz までの測定用受信機	2 6
9. ディスターバンスアナライザ	2 7
付則 A (規定) 準尖頭値および実効値測定用受信機の繰り返しパルス応答の決定 (3.2, 4.4.2, 7.2.2 及び 7.4.1 項に関連)	3 6
付則 B (規定) パルス発生器のパルススペクトルの決定 (4.4, 5.4, 6.4 及び 7.4 節に関連)	4 2
付則 C (規定) ナノ秒パルス発生器出力の精密測定 (4.4, 5.4, 6.4 及び 7.4 節に関連)	4 4
付則 D (規定) パルス応答に対する準尖頭値測定用受信機特性の影響 (4.4.2 節に関連)	4 7
付則 E (規定) 平均値および尖頭値測定用受信機の応答 (6.2.1 節に関連)	4 8
付則 F (規定) CISPR 14-1 の 4.2.3 に基づくクリックの例外規定に関する性能試験	5 8
付則 G (情報) APD 測定機能の仕様に関する根拠	6 5
図 1 パルス応答曲線	5
図 2 総合選択度特性の限度値	9
図 3 相互変調効果の測定配置	1 1
図 4 総合選択度特性の限度値—通過帯域 (バンド E)	1 6
図 5 平均値検波器のブロック図	2 1
図 6 間歇的な狭帯域信号に対する指示計模擬回路の応答	2 2
図 7 ディスターバンスアナライザの例	2 9
図 8 クリックの定義に従ったアナライザの性能試験用信号 (表 1 4 関連)	3 0
図 E.1 他の形式の同調回路に関する B_{imp}/B_6 を推定するための補正係数	4 9
図 E.2 繰り返しパルスに対する検波効率 P	5 1

図 E.3	パルス幅 200ns のパルス変調信号のスペクトル例	5 3
図 E.4	測定用受信機に入力されるパルス変調無線周波信号	5 5
図 E.5	パルス繰り返し周波数 (prf) よりも十分に狭い B_{imp} によるフィルタリング	5 5
図 E.6	パルス繰り返し周波数 (prf) よりも十分に広い B_{imp} によるフィルタリング	5 5
図 E.7	インパルス帯域幅の計算	5 6
図 E.8	正規化された選択度特性の例 (1MHz の場合)	5 7
図 F.1	表 F. 1 に規定するアナライザの性能試験用信号の概念図	6 4
図 G.1	A/D 変換器を使用しない APD 測定回路の構成	6 6
図 G.2	A/D 変換器を使用する APD 測定回路の構成	6 6
図 G.3	APD 測定結果の表示例	6 7
表 1	準尖頭値測定用受信機の基本特性	4
表 2	準尖頭値測定用受信機の試験用パルスの特性	5
表 3	準尖頭値測定用受信機のパルス応答	8
表 4	準尖頭値測定用受信機の相互変調試験における帯域幅特性	1 2
表 5	受信機入力インピーダンスに関する VSWR 要求条件	1 4
表 6	帯域幅に関する要求事項	1 4
表 7	同一帯域幅における尖頭値および準尖頭値測定用受信機のパルス応答比 (周波数帯域 9 kHz から 1000 MHz)	1 6
表 8	帯域幅に関する要求事項	1 8
表 9	同一帯域幅における平均値測定用受信機と準尖頭値測定用受信機のパルス応答比 (周波数帯域 9 kHz から 1000 MHz)	1 9
表 10	パルス変調された正弦波入力に対する平均値検波器の最大指示値 (同じ振幅の連続正弦波入力との比較)	2 1
表 11	帯域幅に関する要求事項	2 3
表 12	同一帯域幅における実効値測定用受信機と準尖頭値測定用受信機のパルス応答比	2 4
表 13	実効値測定用受信機のパルス応答	2 5
表 14	ディスターバンスアナライザの性能試験	3 1
表 B.1	パルス発生器の特性	4 2
表 E.1	(インパルスエリア) 1.4 nVs のパルス変調信号の搬送波振幅	5 2
表 F.1	ディスターバンスアナライザの試験信号	5 9

はじめに

本編は、CISPR16-1-1（第 2.1 版 2006-11）に準拠し、無線周波妨害波及びイミュニティの測定装置並びに測定方法の規格のうち、第 1 部：無線周波妨害波およびイミュニティの測定装置、第 1 編：測定用受信機の技術的条件および性能評価法について定めたものである。

本編は、9つの章および付則から構成される。付則 A、B、C、D、E および F は拘束力を持つ規格である。また付則 G は技術情報である。

1. 適用範囲

本編は、周波数9kHzから18GHzまでの帯域における無線周波妨害波電圧、電流、および電磁界強度の測定装置の特性と機能に関して定めた基本的な規格である。さらに、非連続な妨害波を測定するための特殊な装置についての要求事項も規定している。これらの要求事項は、広帯域および狭帯域の無線周波妨害波測定に関するものを含んでいる。

本編の対象となる測定用受信機の種類を以下に示す。

- (a) 準尖頭値測定用受信機
- (b) 尖頭値測定用受信機
- (c) 平均値測定用受信機
- (d) 実効値測定用受信機

本編の要求事項は、測定器の有効指示範囲内において、あらゆる周波数及びあらゆるレベルの無線周波妨害波電圧、電流、電力または電磁界強度について、満足しなければならない。

2. 引用規格

以下の引用規格は、本編の利用に不可欠なものである。発行年が記された規格は、その年の規格を適用する。記されていない規格は最新の規格（あらゆる修正を含む）を適用する。

- [1] JIS C 60050-161 (1997) : 国際電気工学用語 (IEV) 161章 : 電磁両立性
- [2] CISPR 11 (2003) : 工業、科学及び医療用、無線周波装置—電磁妨害波の特性— 許容値と測定方法
- [3] CISPR 14-1 (2000) : 電磁両立性 — 家庭用機器、電動工具および類似機器に対する要求事項
— 第 1 部 : エミッション (放射)
- [4] CISPR 16-3 (2003) : 無線周波妨害波およびイミュニティの測定装置並びに測定方法に関する規格
— 第 3 部 : CISPR 技術報告
- [5] BIPM / IEC / IFCC / ISO / IUPAC / IUPAP / OIML (1993) : 計量における基本および一般的な国際用

3. 用語と定義

本編に関する用語を以下のように定義する。あわせて引用規格[1],[5]を参照すること。

3.1 帯域幅 (B_n)

帯域幅とは、受信機の総合周波数選択曲線の帯域中央の周波数における応答特性より規定の減衰量だけ低いレベルの2点間の幅をいう。帯域幅は記号 B_n と記し、 n はデシベル表示された減衰量の規定値である。

3.2 インパルス帯域幅(B_{imp})

インパルス帯域幅は、次式に示す B_{imp} である。

$$B_{imp} = A(t)_{max} / (2 G_0 \times I S)$$

ここで $A(t)_{max}$ は、受信機にインパルスエリアISのパルスを入力したときの中間周波出力の包絡線のピーク値である。 G_0 は、中心周波数における回路の利得である。

特に2段の臨界結合同調型変成器では、

$$B_{imp} = 1.05 \times B_6 = 1.31 \times B_3$$

ここで、 B_6 と B_3 は、それぞれ-6dBおよび-3dBにおける帯域幅である。(詳細は、付則AのA.2項参照)

3.3 インパルスエリア (IS)

インパルスエリア (インパルス強度ISと呼ばれることもある) は、次式で定義されるパルス電圧の時間積分値である。

$$IS = \int_{-\infty}^{+\infty} V(t) dt \quad \text{単位は}\mu\text{VsあるいはdB}(\mu\text{Vs}).$$

注：スペクトル密度 (D) はインパルスエリアと関係があり、単位は $\mu\text{V}/\text{MHz}$ 、もしくはdB ($\mu\text{V}/\text{MHz}$) で表す。

パルス継続時間T、周波数 $f \ll 1/T$ の矩形波インパルスの場合、DとISの関係は、 $D (\mu\text{V}/\text{MHz}) = \sqrt{2} \times 10^6 IS (\mu\text{Vs})$ である。

3.4 電氣的充電時定数 (T_c)

充電時定数とは、検波器入力直前の段に一定の正弦波電圧を瞬時に加えた後、その検波器の出力電圧がその最終値の63%にまで達する時間である。

注：時定数は、次のように定義する。中間周波増幅器の帯域中央の周波数に等しい周波数で一定振幅の正弦波信号を、検波器入力直前の段に加える。このとき検波器の動作に影響を与えないようにして、直流増幅器回路内の一点に接続された慣性の無い計器 (たとえば陰極線オシロスコープ) の指示値Dを記録する。信号レベルは、関係する段の応答が線形動作範囲内にあるような値でなければならない。次に、このレベルの正弦波信号をある制限された時間だけ加える。すなわち、包絡線が矩形波になるような正弦波信号を加える。このとき記録された振れが0.63Dになるようにした時の信号の継続時間が、検波器の充電時定数である。

3.5 電氣的放電時定数 (T_D)

放電時定数とは、検波器入力直前の段に加えられた定振幅正弦波電圧を瞬時に取り除いてから検波器の出力電圧が初期値の37%になるまでに要する時間である。

注：測定方法は、充電時定数の測定方法に準ずる。ただしこの場合は、信号を制限された時間だけ加えるのではなく、一定時間だけ中断する。振れが0.37Dまで下がるのに要する時間が、検波器の放電時定数である。

3.6 臨界制動型指示計器の機械的時定数（ T_M ）

臨界制動型指示計器の機械的時定数は以下に示す T_M である。

$$T_M = T_L / 2\pi$$

ここで T_L は、すべての制動を取り除いたときの計器の自由振動の周期である。

注1. 臨界制動型指示計器に対して、系の運動方程式は、次式で表わされる。

$$T_M^2 (d^2 \alpha / dt^2) + 2T_M (d\alpha / dt) + \alpha = ki$$

ここで、 α は指針の振れ、 i は計器を流れる電流、 k は計器の定数である。

この関係より次のことが導かれる。すなわち、この時定数は、矩形パルスの振幅と同じ振幅を持った連続電流によって生ずる定常的な振れ α_{max} の35%に等しい振れを生ずる（一定振幅の）矩形パルスの継続時間に等しいと定義することもできる。

注2. 測定および調整方法は、以下のいずれかによって行える。

- a) 自由振動の周期を $2\pi T_M$ に調整し、 $\alpha_{TM} = 0.35 \alpha_{max}$ となる制動を加える。
- b) 振動の周期が測定できないときは、臨界制動の直前になるように制動を調節してオーバースイングが5%以下となるようにし、それから可動部の慣性モーメントを調節して、 $\alpha_{TM} = 0.35 \alpha_{max}$ となるようにする。

3.7 過負荷係数

過負荷係数は、回路（または回路群）の実用的線形動作範囲に相当する入力レベルと指示計器の最大目盛に相当する入力レベルの比である。

実用的直線動作範囲とは、その回路（または回路網）の定常状態応答が理想的な直線性から1dB以上離れない最大のレベルとして定義される。

3.8 平衡電圧

平衡電圧は、単相電源のような2本の導線の回路において、2本の導線間に現れる無線周波妨害波電圧のことである。この電圧は、ディファレンシャルモード電圧と呼ばれることもある。一方の電源端子と大地間の電位差をベクトル量 V_a 、他方の電源端子と大地間の電位差をベクトル量 V_b とした時、平衡電圧は、 V_a と V_b のベクトル差（ $V_a - V_b$ ）で表わされる。

3.9 有効指示範囲

有効指示範囲は、測定用受信機が本規格の要求事項を満足する最大指示値と最小指示値の間の範囲で、この範囲は測定器の製造元によって示される。

4. 周波数9kHzから1000MHzまでの準尖頭値測定用受信機

受信機の規格は、その動作周波数により、9kHzから150kHzまで（バンドA）、150kHzから30MHzまで（バンドB）、30MHzから300MHzまで（バンドC）、300MHzから1000MHzまで（バンドD）に分けて定められている。

4.1 入力インピーダンス

測定用受信機の入力回路は、不平衡でなければならない。受信機を有効指示範囲内に調節した場合、入力インピーダンスは定格50Ωで、RF減衰量が0dBであれば電圧定在波比は2.0を越えてはならない。また、RF減衰量が10dB以上であれば1.2以内でなければならない。

9kHzから30MHz帯における平衡入力インピーダンス：平衡電圧測定を行うためには、平衡入力変換器を用いる。9kHzから150kHz帯での推奨入力インピーダンスは600Ωである。この平衡入力インピーダンスは、測定用受信機に接続する平衡型擬似回路網に組み込むか、測定用受信機にオプションとして組み込んで良い。

4.2 基本特性

4.4節に規定されているパルスに対する応答は、表1の基本特性を持つ測定用受信機について算出したものである。

表1 準尖頭値測定用受信機の基本特性

特 性	周 波 数 帯 域		
	バンドA 9kHz から 150kHzまで	バンドB 0.15MHz から 30MHzまで	バンドC, D 30MHz から 1000MHzまで
-6dB点における帯域幅 B_6 (kHz)	0.22	9	120
検波器の充電時定数 (ms)	45	1	1
検波器の放電時定数 (ms)	500	160	550
臨界制動指示計器の機械的時定数 (ms)	160	160	100
検波器前段の回路の過負荷係数 (dB)	24	30	43.5
検波器と指示計器間の直流増幅器の過負荷係数 (dB)	6	12	6
注： 1 機械的時定数（3.6項参照）の定義は指示計器の特性が線形であること、すなわち電流の増加分が等しければ、それによる指針の振れの増加分も等しいものであることが前提である。電流と指針の振れの関係が異なる指示計器を用いる場合には、この節の必要事項を満たすものであれば使用が認められる。電子的な指示計器においては、機械的時定数は模擬回路を用いて実現する。 2 電氣的、機械的時定数には許容範囲を示していない。個々の受信機で用いられる実際の値は、4.4項に述べる要求事項を満たすよう設計段階において決定される。			

4.3 正弦波電圧の精度

正弦波電圧測定の精度は、インピーダンスが50Ωの信号源から正弦波信号が供給される場合に、±2 dBより良くなければならない。

4.4 パルス応答

注：この項の要求事項を試験するために用いるパルス発生器の出力特性の測定方法は付則B、Cで述べる。

4.4.1 絶対値特性

測定用受信機に、インパルスエリアが表2の(a) $\mu\text{V s}$ (マイクロボルト秒) e.m.f. で、少なくとも (b) MHzまで一様なスペクトルを持ち、(c) Hzで繰り返すパルス列をインピーダンス50 Ω の信号源によって加えた場合、全ての同調周波数において、その応答は、実効値 2 mV(66dB μV) e.m.f.の同調周波数の無変調正弦波信号に対する応答と等しくなければならない。ただし、 ± 1.5 dBの相違を許容する。なお、パルス発生器と正弦波信号発生器の信号源インピーダンスは等しくなければならない。

表2 準尖頭値測定用受信機の試験用パルスの特性

周波数範囲	(a) μVs	(b) MHz	(c) Hz
9kHzから150kHzまで	13.5	0.15	25
150kHzから30MHzまで	0.316	30	100
30MHzから300MHzまで	0.044	300	100
300MHzから1,000MHzまで	0.044	1,000	100

4.4.2 パルス繰り返し周波数変化に対する応答 (相対値特性)

繰り返しパルスに対する測定用受信機の応答は以下のとおりであること。すなわち、測定用受信機がある一定の指示値を示すとき、パルスの振幅と繰り返し周波数との関係は図1a、1b、1cに一致しなければならない。

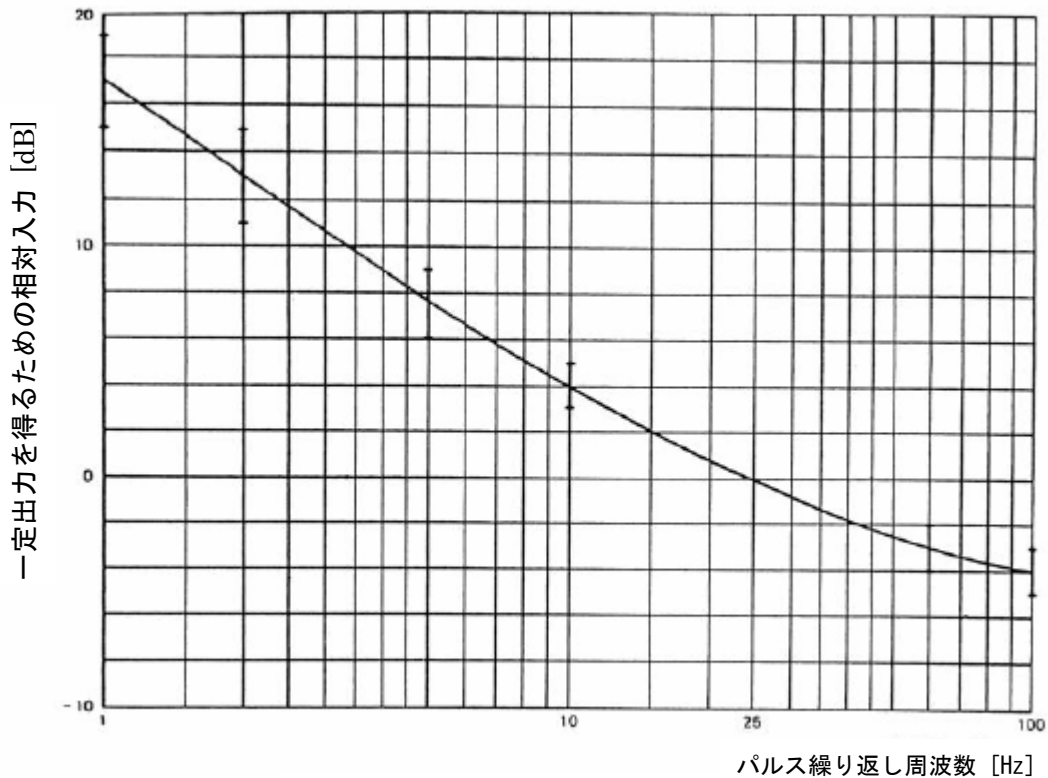


図 1a パルス応答曲線 (バンド A)

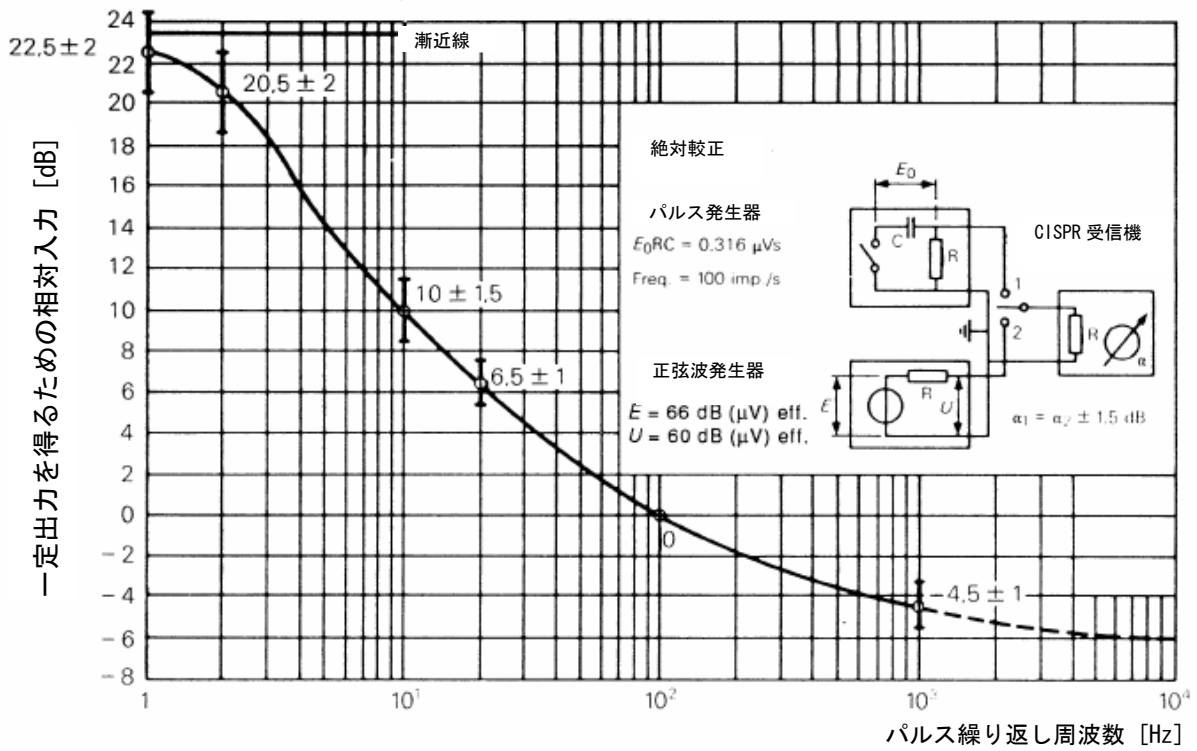


図 1b パルス応答曲線 (バンド B)

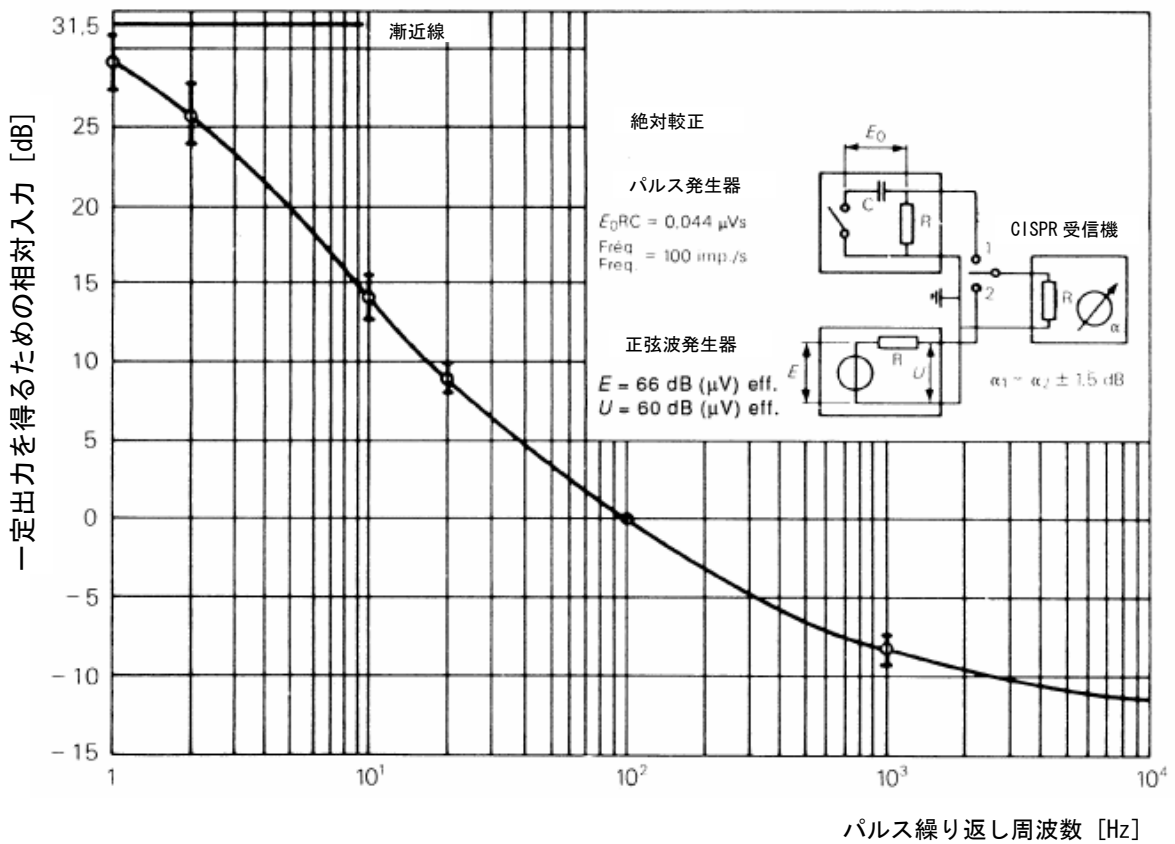


図 1c パルス応答曲線 (バンド G と D)

一定出力を得るための相対入力 [dB]

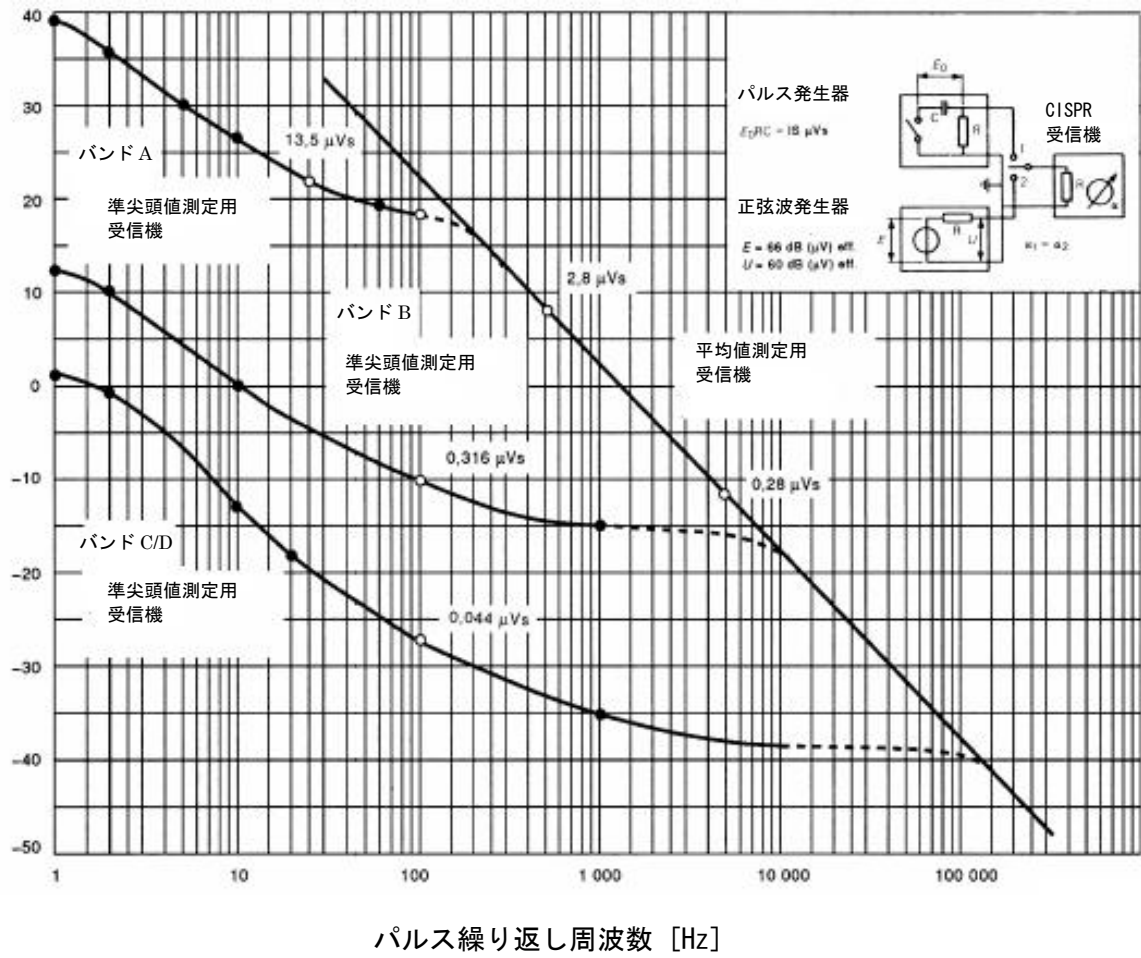


図 1d 準尖頭値および平均値測定用受信機の理論的パルス応答曲線 (6.4.2 項参照)

図 1 パルス応答曲線

個々の測定用受信機の応答曲線は、対応する図および表3に示した許容範囲内にあること。

表3 準尖頭値測定用受信機のパルス応答

繰り返し 周波数 Hz	各バンドにおけるパルス応答相対値(dB)			
	バンドA 9kHz から 150kHzまで	バンドB 0.15MHz から 30MHzまで	バンドC 30MHz から 300MHzまで	バンドD 300MHz から 1000MHzまで
1,000	注4	-4.5±1.0	-8.0±1.0	-8.0±1.0
100	-4.0±1.0	0 (基準)	0 (基準)	0 (基準)
60	-3.0±1.0	-	-	-
25	0 (基準)	-	-	-
20	-	+6.5±1.0	+9.0±1.0	+9.0±1.0
10	+4.0±1.0	+10.0±1.5	+14.0±1.5	+14.0±1.5
5	+7.5±1.5	-	-	-
2	+13.0±2.0	+20.5±2.0	+26.0±2.0	+26.0±2.0 *
1	+17.0±2.0	+22.5±2.0	+28.5±2.0	+28.5±2.0 *
孤立パルス	+19.0±2.0	+23.5±2.0	+31.5±2.0	+31.5±2.0 *

注：

- 1 受信機特性がそのパルス応答に及ぼす影響に関しては、付則Dで述べる。
- 2 準尖頭値測定用受信機とその他の検波器を持つ測定用受信機とのパルス応答の関係は、5.4, 6.4.1および7.4.1項に述べる。
- 3 準尖頭値測定用受信機と平均値測定用受信機のパルス応答理論曲線を併せて図1d に絶対値目盛で示す。図1d の縦軸は、開放端電圧の実効値が66dB μ Vの正弦波入力に対する指示値と等しくなる繰り返しパルス入力のインパルスエリアdB μ Vsを表し、その値は開放端電圧で示している。従って、測定用受信機の入力が較正用発振器と整合していれば、指示値は60dB μ Vとなる。測定器の帯域幅がパルスの繰り返し周波数より小さい場合には、入力信号の線スペクトルの周波数に受信機が同調している場合のみ、図1d の理論曲線は有効である。
- 4 9kHz から150kHzまでの周波数領域においては、中間周波増幅器における出力パルスが重なるため、繰り返し周波数100Hz以上での応答を定めることは不可能である。
- 5 付則A は、繰り返しパルス応答曲線の決め方について扱っている。
- 6 300MHz以上の周波数では、受信機入力での過負荷のために、パルス応答が制限される。上表でアスタリスク(*)のついた値は参考値で、絶対守らなければならない値ではない。

4.5 選択度

4.5.1 総合選択度 (通過帯域)

測定用受信機の総合選択度の曲線は、図2a、2b、2cに示す限度内にあること。

選択度は、測定用受信機の指示値を一定とするために必要な正弦波入力電圧の振幅の周波数に対する変化によって示すこと。

4.5.2 中間周波抑圧比

中間周波数の正弦波を測定用受信機に加えた場合の指示値が同調周波数の正弦波を加えた場合の指示値に等しくなる場合、その中間周波数の正弦波の入力電圧は同調周波数の正弦波の電圧に比べて40dB以上大きくなければならない。なお、2つ以上の中間周波数を使用している場合は、それぞれの中間周波数について、この要求事項を満足すること。

4.5.3 映像周波数抑圧比

映像周波数の正弦波を測定用受信機に加えた場合の指示値が同調周波数の正弦波を加えた場合の指示値に等しくなる場合、その映像周波数の正弦波の入力電圧は同調周波数の正弦波の電圧に比べて40dB以上大きくなければならない。なお、2つ以上の中間周波数を使用している場合には、それぞれの中間周波数に対応した映像周波数において、この要求事項を満足すること。

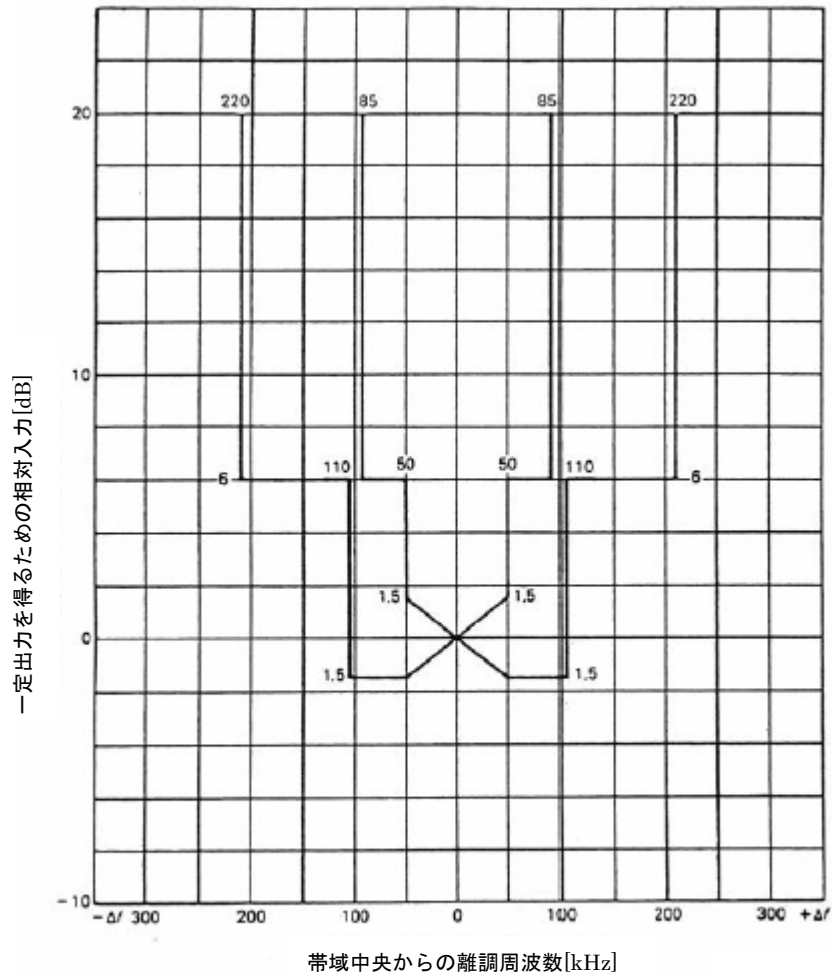


図 2a 総合選択度の限度値—通過帯域
(4.5.1, 5.5, 6.5, 7.5 節参照) (バンド A)

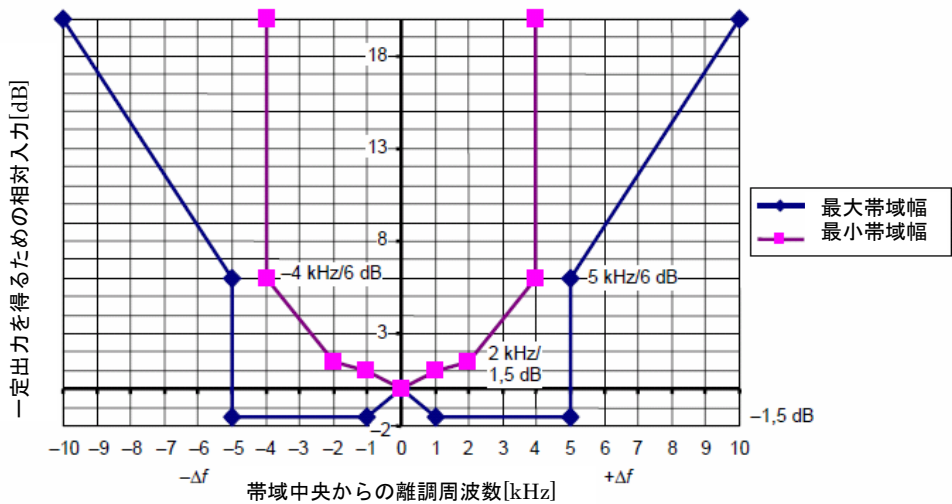


図 2b 総合選択度の限度値—通過帯域
(4.5.1, 5.5, 6.5, 7.5 節参照) (バンド B)

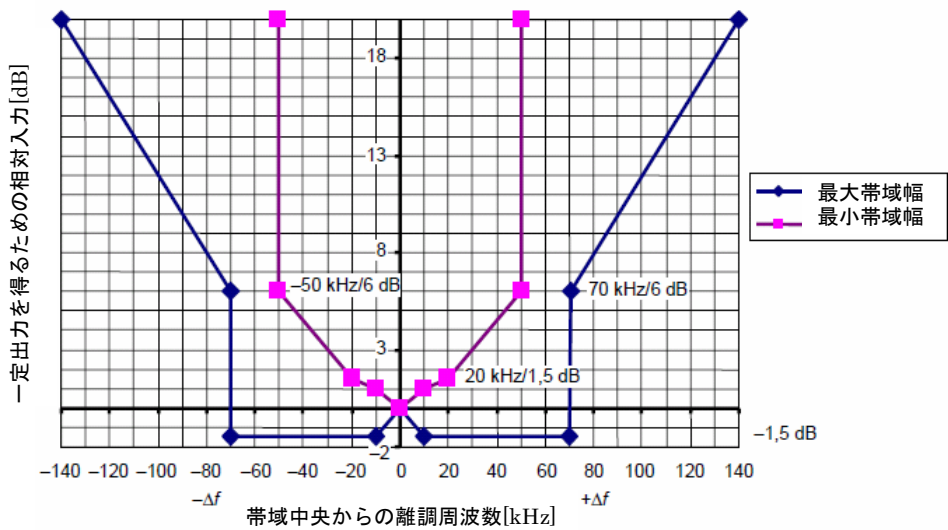


図 2c 総合選択度の限度値—通過帯域
(4.5.1, 5.5, 6.5, 7.5 節参照) (バンド C 及び D)

4.5.4 その他のスプリアス応答

4.5.2および4.5.3項に規定した以外の周波数の正弦波を測定用受信機に加えた場合の指示値が同調周波数の正弦波を加えた場合の指示値に等しくなる場合、その周波数の正弦波の入力電圧は同調周波数の正弦波の電圧に比べて40 dB以上大きくななければならない。そのようなスプリアス応答が生じる可能性のある周波数の例を以下に示す。

$$(1/m)(n f_L \pm f_i) \quad \text{および} \quad (1/k)(f_0)$$

ここで、 m 、 n 、 k は整数であり、 f_L は局部発振周波数、 f_i は中間周波数、 f_0 は同調周波数である。

注：2つ以上の中間周波数を使用している場合、周波数 f_L および f_i は、それぞれの局部発振器周波数と中間周波数の組み合わせを表す。さらに、スプリアス応答は、測定用受信機に信号が加わらない場合でも起こりうる。例えば、2つ以上の局部発振器の高調波が、どれかの中間周波数だけ違った場合に起こる。そのため、ここで述べた要求事項はこれらの場合に適用できない。これらのスプリアス応答の影響については4.7.2で述べる。

4.6 相互変調効果の制限

測定用受信機の応答は、以下に示す試験において、相互変調効果の影響を受けてはならない。

機器の配置を図3に示す。パルス発生器の出力スペクトルは、表4の(3)の周波数までは本質的に一定で、(4)の周波数で少なくとも10dB減衰すること。帯域阻止フィルタの減衰量は、試験周波数において少なくとも40dBは必要である。そのフィルタの帯域幅 B_0 (フィルタの最大減衰量に対する)は、表4の(1)と(2)の周波数の間にななければならない。

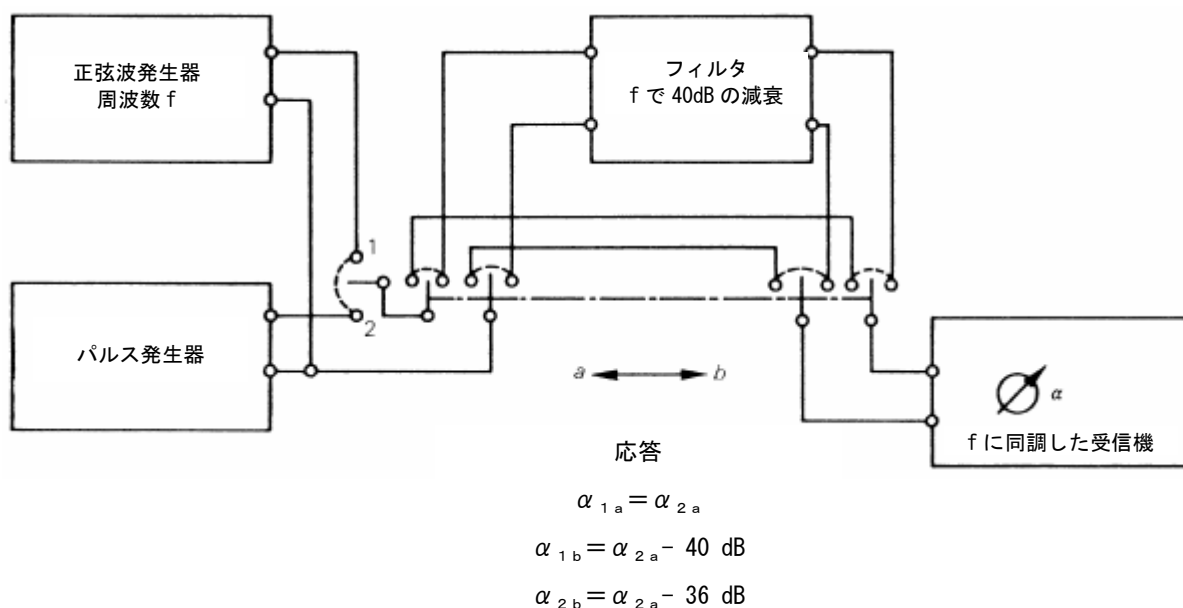


図3 相互変調効果の測定配置

表4 準尖頭値測定用受信機の相互変調試験における帯域幅特性

周波数範囲	(1) kHz	(2) kHz	(3) MHz	(4) MHz
9kHzから150kHzまで (バンドA)	0.4	4	0.15	0.3
0.15MHzから30MHzまで (バンドB)	20	200	30	60
30MHzから300MHzまで (バンドC)	500	2,000	300	600
300MHzから1,000MHzまで (バンドD)	500	6,000	1,000	2,000

まず正弦波発生器の出力を測定用受信機の入力に直接接続し、ある一定指示値になるよう正弦波出力を調節する。次に、正弦波発生器の代わりにパルス発生器を接続し、指示値が同じ値となるようにする。パルスの繰り返し周波数は、バンドAについては100 Hz、他のバンドについては1,000 Hzとする。

上記のようにパルス発生器を接続した場合、帯域阻止フィルタを挿入することによる指示値の減衰量は36dB以上でなければならない。

4.7 受信機雑音と内部で発生するスプリアス信号の制限

4.7.1 ランダムノイズ

受信機雑音は1dBを超える誤差をもたらしてはならない。

注：中間周波増幅器に減衰器を組み込んでいる測定用受信機の場合、受信機が下記の試験に合格していれば、この条件を満足したものとみなす。

測定用受信機の入力端子に正弦波信号を加え、その値 S_1 を調節して出力計器が基準の振れ θ を示すようにする。中間周波段で減衰量を10dB増す。出力計の振れが θ に回復するまで入力信号レベル S_2 を増加させる。この入力信号レベルの増加分($S_2 - S_1$)が10dBと11dBの間になければならない。

4.7.2 連続波

2つ以上の中間周波数が使用されている場合、測定用受信機のいかなる入力信号に対しても、4.5.4項の注で述べたスプリアス応答によって、1dBを越える測定誤差を生じないこと。中間周波増幅器に減衰器を組み込んでいる測定用受信機については、4.7.1項の方法で試験した場合に、その受信機が4.7.1項の基準に適合している場合は、本項の要求事項を満たすものと見なす。但し、この中間周波段の減衰器が最後の混合器段の後にある場合を除く。

4.8 遮蔽能力

遮蔽能力とは、測定用受信機が電磁界中におかれた場合、その性能が低下せずに動作することができる能力である。この要求事項は、3.9節の規定に従って測定用受信機の製造業者が指定する「有効指示範囲」以内で動作する受信機に適用する。

測定用受信機の遮蔽は、9 kHz から 1000 MHz までの任意の周波数の 3 V/m の電磁界（無変調）の中に受信機を置いたときに、受信機の製造業者が指定する有効指示範囲の上限および下限において、1 dB を超える測定誤差を発生しないようにしなければならない。測定用受信機がこの 3 V/m の要求性能

を満足しない場合、製造業者は誤差が 1 dB を超える電界強度値およびその周波数について明示しなければならない。下記に掲げる方法に従って試験を実施すること。

測定用受信機を遮蔽室の中に設置する。長さ 2 m の良く遮蔽されたケーブル（例えば、セミ・リジッド形）を用いて、遮蔽室壁面に設置した貫通端子を介して室外の信号発生器から受信機に信号を印加する。入力信号のレベルは、この受信機の製造業者が指定する有効指示範囲の最大値および最小値に設定する。この受信機の他の全ての同軸端子は、それらの特性インピーダンスによって終端しておくこと。

試験中、この測定用受信機に接続する線路は、最小限の機器接続（ヘッドフォンのようなオプションを付けない）で受信機を通常使用する際に必要なもの（例えば、電源線および入力信号ケーブル）のみを接続しておくこと。これらの線路の長さおよび配置は、典型的な使用例に倣うこと。

電磁界強度モニターを用いて、測定用受信機の近辺における周囲電磁界強度を測定すること。

周囲電磁界が有る場合と無い場合の測定用受信機の指示値の違いは、1 dB を越えないこと。

4.8.1 測定用受信機が発生する無線周波妨害波の制限

4.8.1.1 伝導妨害波

外付け線路のいかなる接続端子（電源端子に限らず）においても、無線周波妨害波電圧は CISPR 11 の 5.1 節に掲げるクラス B 装置の許容値を超えないこと。但し、無線周波妨害波電圧の測定は、遮蔽された装置との遮蔽接続用の端子の内部導体については行わない。測定用受信機の入力端子に現れる局部発振器信号の電力は、端子をその特性インピーダンスで終端した場合、34 dB(pW)を超えないこと。この値は 50 Ω の両端に 51 dB μV が加わった場合と等価である。

4.8.1.2 放射妨害波

測定用受信機から放射される無線周波放射妨害波の電磁界強度は、周波数 9 kHz から 1000 MHz までにわたって、規格 CISPR 11 の 5.2 節に掲げるクラス B 装置の許容値を超えないこと。また、この許容値は、同じ規格の表 1 に掲げる周波数帯（ISM 周波数帯域）においても適用する。1 GHz から 18GHz までの周波数帯では、許容値 45dB(pW)を適用する。

放射および伝導妨害波の測定を行う前に、試験装置（例えば、計算機制御）のノイズが測定値に影響しないことを確認しておくこと。

4.9 ディスターバンスアナライザへの接続装置

妨害波測定用受信機は、全周波数帯域において、不連続性妨害波測定のための中間周波出力端子と準尖頭値検波器出力端子の両方を備えていなければならない。これらの信号出力に伴う負荷によって、指示計は影響を受けてはならない。

5. 周波数 9kHzから18GHzまでの尖頭値測定用受信機

この章では、インパルス性妨害波の測定に用いられる尖頭値検波器使用の測定用受信機の要求事項について述べる。

5.1 入力インピーダンス

測定用受信機の入力回路は、不平衡でなければならない。受信機を有効指示範囲内に調節した場合、入力インピーダンスは定格50Ωで、電圧定在波比(VSWR)は表5の値を越えてはならない。

表5 受信機入力インピーダンスに関するVSWRの要求事項

周波数範囲	RF減衰量 dB	VSWR
9kHzから1GHzまで	0	2.0から1
9kHzから1GHzまで	≥ 10	1.2から1
1GHzから18GHzまで	0	3.0から1
1GHzから18GHzまで	≥ 10	2.0から1

9kHzから30MHz帯における平衡入力インピーダンス：平衡電圧測定を行うためには、平衡入力変換器を用いる。9kHzから150kHz帯での推奨入力インピーダンスは600Ωである。この平衡入力インピーダンスは、測定用受信機に接続する平衡型擬似回路網に組み込むか、測定用受信機にオプションとして組み込んでも良い。

5.2 基本特性

5.2.1 帯域幅

全ての広帯域妨害波について、その妨害波レベルを表すときには実際に使用した測定器の帯域幅を示すこと。6dB点における帯域幅は表6の値以内であること。

表6 帯域幅に関する要求事項

周波数範囲	帯域幅 B ₆	基準帯域幅
9kHzから150kHzまで (バンドA)	100Hzから300Hzまで ^a	200Hz(B ₆)
0.15MHzから30MHzまで (バンドB)	8kHzから10kHzまで ^a	9kHz(B ₆)
30MHzから1000MHzまで (バンドCとD)	100kHzから500kHzまで ^a	120kHz(B ₆)
1GHzから18GHzまで (バンドE)	300kHzから2MHzまで ^a	1MHz ^b (B _{imp})

a 重なり合っていないパルス妨害波に対する尖頭値測定用受信機の応答出力は、そのインパルス帯域幅に比例するので、測定結果に実際の帯域幅を結果に表記するか、その測定値をインパルス帯域幅 (MHz で表記) で除することによって“帯域幅1MHz当たり”として示してもよい (3.2参照)。他の種類の広帯域妨害波についてこの方法 (1MHz当たりの帯域幅) で示すと誤差を生ずる可能性がある。疑義がある場合は、基準帯域幅による測定結果を優先すること。

b 選択された帯域幅を測定用受信機のインパルス帯域幅で示すこと。ただし、許容偏差は±10%であること。

5.2.2 充電および放電時定数比

測定器の読みとり誤差を、1 Hz の繰り返し周波数において真の尖頭値の10%以内にするためには、充電時定数に対する放電時定数の比を下記の値以上としなくてはならない。

- a) 9kHzから150kHzまでの周波数帯域については、 1.89×10^4
- b) 150kHzから30MHzまでの周波数帯域については、 1.25×10^6
- c) 30MHzから1000MHzまでの周波数帯域については、 1.67×10^7
- d) 1GHzから18GHzまでの周波数帯域については、 1.34×10^8

尖頭値保持機能がある場合には、保持時間を30msから3sまでの値に設定できること。

注：尖頭値保持機能（及び保持時間後に強制放電）やデジタル的な尖頭値検出方法を備えた受信機に対しては、充電／放電時定数の比に対する要求条件は本質的なものではない。時間的に振幅が変動する信号に対して、表示部の最大値保持機能を用いても良い。

尖頭値測定にスペクトラムアナライザを使う場合、ビデオ帯域幅(B_{video})は、分解能帯域幅(B_{resol})以上に設定しなければならない。尖頭値測定においては、スペクトラムアナライザのリニア（真数）またはログ（対数）のいずれの表示モードによって測定値を得てもよい。

5.2.3 過負荷係数

尖頭値測定用受信機の過負荷係数は、他の種類の測定用受信機ほど大きい値を必要としない。ほとんどの直読型検波器の受信機では、過負荷係数は1より少し大きければ良い。なお、充放電検波器の受信機では、時定数に対応して、過負荷係数は適切な値でなければならない（5.2.2項参照）。

5.3 正弦波電圧の精度

正弦波電圧測定の精度は、インピーダンスが50Ωの信号源から正弦波信号が供給される場合に、±2 dB（1 GHzを超える場合は±2.5 dB）より良くなければならない。

5.4 パルス応答

1000MHzまでは、測定用受信機に、インパルスエリア $1.4/B_{\text{imp}}$ mV s (B_{imp} はHzで表示) e.m.f.のパルスをインピーダンス50Ωの信号源によって加えたとき、全ての同調周波数において、その応答は、実効値 2 mV(66dB μ V)e.m.f.の同調周波数の無変調正弦波信号に対する応答と等しくなければならない。ただし、±1.5dBの相違を許容する。パルス発生器と正弦波信号発生器の信号源インピーダンスは等しくなければならない。パルスは表2に示す一様なスペクトルでなければならない。この要求事項は、中間周波増幅器の出力でパルスの重なりがない限り、全てのパルス繰り返し周波数に対して適用する。

- 注：1. この項の要求事項を試験するために用いるパルス発生器の出力特性の決定方法については付則B、Cに述べる。
2. パルス繰り返し周波数をバンドAでは25Hz、その他では100Hzとした時、推奨帯域幅の尖頭値測定用受信機と準尖頭値測定用受信機の指示値の関係を、表7に記載する。

表7 同一帯域幅における尖頭値および準尖頭値測定用受信機のパルス応答比
(周波数帯域 9 kHz から 1000 MHz)

周波数	I S mV s	B _{imp} Hz	パルス繰り返し周波数に対する 尖頭値／準尖頭値の比(dB)	
			25Hz	100Hz
バンドA	6.67×10^{-3}	0.21×10^{-3}	6.1	—
バンドB	0.148×10^{-3}	9.45×10^{-3}	—	6.6
バンドCとD	0.011×10^{-3}	126×10^{-3}	—	12.0

注 上記のパルス応答は、基準帯域幅（表6参照）を使用した場合である。

18 GHzまで一様なスペクトラムを持つパルス発生器が実現されていないため、1GHzを超える周波数におけるインパルスエリア(IS)は、パルス変調された試験周波数の搬送波に関して定義する。(E.6項参照)

5.5 選択度

尖頭値測定用受信機の帯域幅は、5.2.1項によって、図2a、2b、2cと異なることが認められているため、これらの図は選択曲線の定性的な形のみを示したもので、周波数目盛は適切にスケールすること。たとえば図2aで $B_6/2$ は100Hzに対応する。

4.5.2、4.5.3、4.5.4項の要求事項を適用する。

バンドEに関する測定用受信機の総合選択度は、図4の範囲内になければならない。

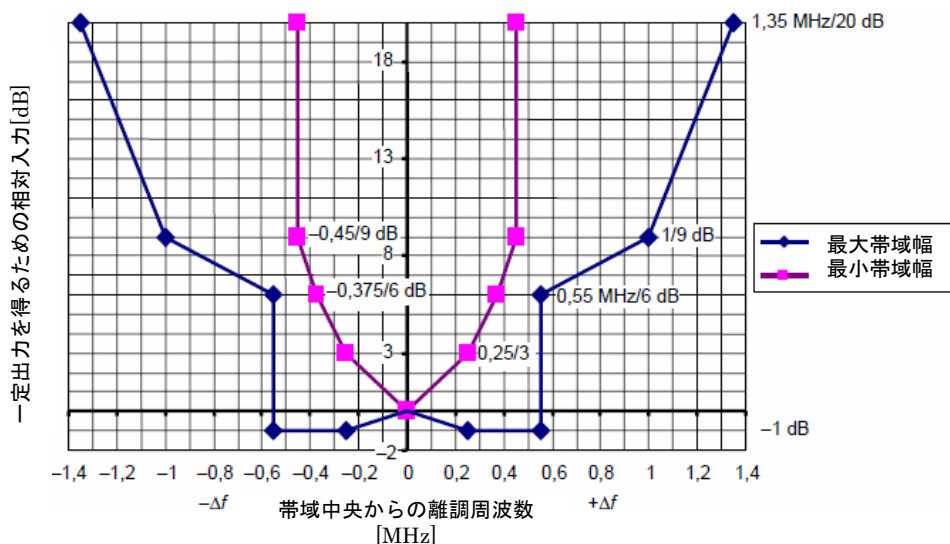


図4 総合選択度特性の限度値 — 通過帯域 (バンドE)

注1 インパルス帯域幅に関する限度値は、この図には表わすことができない。なぜなら、インパルス帯域幅はフィルタの型に依存するためである。従って、6 dB及び9 dB帯域幅に対する境界は、参考として示す。

注2 総合選択度特性の限度値は、本要求事項を定める際に一般に用いられていた装置を参考にしたものである。

5.6 相互変調効果、受信機雑音および遮蔽

1GHz以下の周波数では4.6、4.7および4.8章の要求事項を適用する。4.7および4.8.1項は、バンドEにも適用する。

バンドEに関しては、以下の事項も適用する。

ーバンドEに対するプリセクタ：ある種の供試装置において、強い基本信号の存在下で弱いスプリアス信号を測定する時には、測定用受信機の入力（内部、あるいは外部）にフィルタを挿入すること。このフィルタは、基本周波数の入力を適切に減衰でき、入力回路の過負荷及び損傷を防ぎ、高調波や相互変調信号の発生を抑制することができるものであること。

注1 供試装置の基本周波数におけるフィルタ減衰量は、一般に30 dBが適切である。

注2 複数の基本周波数に対しては幾つかのフィルタが必要になることがある。

6. 周波数 9kHzから18GHzまでの平均値測定用受信機

平均値測定用受信機は、インパルス性妨害波の測定には通常使用しない。平均値測定用受信機は、検波器前段を通過した信号の包絡線の平均値を示すように設計された検波器を使用している。平均値検波器は、変調あるいは広帯域ノイズの存在による影響を排除して、狭帯域信号を測定する際に用いられている。

この節の要求条件を満たすスペクトラムアナライザは適合性試験に使用することができる。

6.1 入力インピーダンス

測定用受信機の入力回路は、不平衡でなければならない。受信機を有効指示範囲内に調節した場合、入力インピーダンスは定格50Ωで、電圧定在波比は表5の値を越えてはならない。

9kHzから30MHz帯における平衡入力インピーダンス：平衡電圧測定を行うためには、平衡入力変換器を用いる。9kHzから150kHz帯での推奨入力インピーダンスは600Ωである。この平衡入力インピーダンスは、測定用受信機に接続する平衡型擬似回路網に組み込むか、測定用受信機にオプションとして組み込んで良い。

6.2 基本特性

6.2.1 帯域幅

帯域幅 B_6 は表8に示した範囲にななければならない。

表 8 帯域幅に関する要求事項

周波数範囲	帯域幅 B_6	基準帯域幅
9kHzから150kHzまで (バンドA)	100Hzから300Hzまで ^a	200Hz(B_6)
0.15MHzから30MHzまで (バンドB)	8kHzから10kHzまで ^a	9kHz(B_6)
30MHzから1000MHzまで (バンドCとD)	100kHzから500kHzまで ^a	120kHz(B_6)
1GHzから18GHzまで (バンドE)	300kHzから2MHzまで ^a	1MHz ^b (B_{imp})

a 帯域幅に関する事項については付則EのE. 1項に述べる。基準値以外の帯域幅を用いた場合には、妨害波レベルを示す時にその帯域幅を明示しなければならない。

b 選択された帯域幅に関しては表6の備考bに従うこと。

6.2.2 過負荷係数

検波器の前段の回路に必要なとされる過負荷係数は、パルス繰り返し周波数 n Hzの時、 B_{imp}/n でなければならない。ここで、 B_{imp} の単位はHzである。

測定用受信機は、バンドAにおいてパルス繰り返し周波数 25 Hz以上、バンドBにおいて500 Hz以上、バンドCおよびDにおいて 5000 Hz以上のパルス入力に対して、過負荷にならないこと。

注：一般に、この型の受信機は、十分な過負荷係数を確保することが不可能であるため、非常に低いパルス繰り返し周波数に対して、非線形動作を防止するのは困難である（このため、孤立パルスに対する応答は定めていない）。

6.3 正弦波電圧の精度

正弦波電圧測定の精度は、インピーダンスが50Ωの信号源から正弦波信号が供給される時、±2dB（1GHzを超える場合は±2.5dB）より良くなければならない。

6.4 パルス応答

注：1GHz以下の周波数における本項の要求事項の試験に用いるパルス発生器の出力特性の測定方法は付則B、Cに記載する。

6.4.1 絶対値特性

測定用受信機に、繰り返し周波数 n Hz、インパルスエリア $1.4/n$ mVs e.m.f.のパルス列をインピーダンス50Ωの信号源によって加えたとき、その応答は、実効値 2 mV(66dB μ V)e.m.f.の同調周波数の無変調正弦波信号に対する応答と等しくなければならない。ただし、許容偏差は2.5dB/-0.5dBである。なお、パルス発生器と正弦波信号発生器の信号源インピーダンスは等しくなければならない。但し、パルスは4.4.1項の表2に従って一様なスペクトルを持たなければならない。 n の値は、バンドAでは25、バンドBでは500、バンドCおよびDでは5,000とする。

注：帯域幅が同一で十分な過負荷係数を持つ平均値測定用受信機と準尖頭値測定用受信機に、出力レベルが一定で、繰り返し周波数25、100、500、1,000Hz、および5,000Hzの繰り返しパルスが加わった場合、指示値の差異は表9に記載するとおりとなる。

表9 同一帯域幅における平均値測定用受信機と準尖頭値測定用受信機のパルス応答比
(周波数帯域 9 kHzから1000 MHz)

測定用受信機の周波数範囲	繰り返しパルス周波数に対する 準尖頭値／平均値の指示値の比(dB)				
	25 Hz	100 Hz	500 Hz	1,000 Hz	5,000 Hz
9kHzから150kHzまで (バンドA)	12.4				
0.15MHzから30MHzまで (バンドB)		(32.9)	22.9	(17.4)	
30MHzから1000MHzまで (バンドCとD)				(38.1)	26.3

注1 上記のパルス応答は、基準帯域幅（表8参照）を使用した場合の応答に基いている。
注2 () 内の数値は単なる情報

1GHzを超える周波数（バンドE）においては、真数（リニア）及び対数（ログ）の2つのモードについて平均値（重み付け）検波器が定義される。

リニアモードの平均値検波器については、測定用受信機に、繰り返し周波数 n Hz、インパルスエリア $1.4/n$ mVs e.m.f.のパルス列をインピーダンス50Ωの信号源によって加えたとき、その応答は、実効値 2 mV(66dB μ V)e.m.f.の同調周波数の無変調正弦波信号に対する応答と等しくなければならない。ただし、許容偏差は±1.5dBとする。また、このパルスはパルス変調搬送波である。 n の値は、50,000とする。

対数モードの平均値検波器については、測定用受信機に、繰り返し周波数333kHz（周期3 μ sの逆

数)、インパルスエリア6.7 nVs e.m.f.のパルス列をインピーダンス50Ωの信号源によって加えたとき、その応答は、実効値 2 mV(66dB μV)e.m.f.の同調周波数の無変調正弦波信号に対する応答と等しくなければならない。ただし、許容偏差は±4.0dBとする（帯域幅の10%の許容偏差はほぼ±2.5 dBの変動を発生する可能性がある）。

詳細については、E.6項参照。

注1 平均値検波は、スペクトラムアナライザのビデオ帯域幅 B_{video} を分解能帯域幅 B_{resol} に比べて十分狭くし、測定信号の繰り返し周波数に応じた適切な帯域幅に設定することにより達成できる。ビデオ帯域幅を狭めることによる測定では、ビデオフィルタが正しく応答するために掃引時間が十分長いことを確かめること。

注2 リニアモードにおける平均（重み付け）検波の結果は測定信号の平均レベルに相当する。もし、対数モードを用いれば、その結果は測定信号の対数の平均値に相当する。従って、20 dB(μV)と60 dB(μV)の値を交互にとる方形波信号に対しては、対数モードで得られる値は40 dB(μV)であり、一方、リニアモードでは54.1 dB(μV)となり、リニアモードでの値が信号の正しい平均値となる。

6.4.2 パルス繰り返し周波数変化に対する応答（相対値特性）

繰り返しパルスに対する測定用受信機の応答は、以下のとおりであること。すなわち、測定用受信機の指示が一定となるためには、入力パルスの振幅と繰り返し周波数が下記の関係に従うこと。

振幅は繰り返し周波数の（-1）乗に比例する。

許容偏差は、繰り返し周波数が過負荷によって定まる繰り返し周波数の最低値と $B_3/2$ の間である場合、+3dB から -1dBである。

注：準尖頭値測定用受信機と平均値測定用受信機のパルス応答理論曲線を絶対値目盛で図1 dに示す。対数モードの平均検波器を備えた測定用受信機の繰り返しパルス応答（1GHz超）は、パルス間のノイズレベルによって影響を受ける。以下の値

$L_{\log AV}$ は対数モードでの平均検波器による指示レベル

T_p はパルス継続時間

L_p はパルスのレベル (dB μV)

T_N はノイズレベルの継続時間

L_N はノイズレベル (dB μV)

を用いて、以下の近似的な関係が成り立つ。

$$L_{\log AV} = \left(\frac{T_p L_p + T_N L_N}{T_p + T_N} \right)$$

例：もし、パルスのレベル L_p が85 dB(μV)で、ノイズレベル L_N が8 dB(μV)、 $T_p = 1/B_{\text{imp}} = 1 \mu\text{s}$ 、パルス繰り返し周波数 n が100,000ならば、 $T_N \cong 9 \mu\text{s}$ となる。この方程式により $L_{\log AV} = 15.7 \text{ dB}(\mu\text{V})$ となる。実際には、 T_p がもう少し大きいので、 $L_{\log AV}$ は、もう少し大きくなる。なぜなら、中間周波出力におけるパルス信号は1 μsの後で直ちにノイズレベルにまで下がることがないからである。

6.4.3 間歇的、非定常的な、漂動する狭帯域妨害波に対する応答

間歇的、非定常的な、漂動する狭帯域妨害波に対する応答は、以下ようになる。すなわち、図6に示すように、測定値が、バンドA及びBについては160 msの時定数を持つ指示計の最大指示値と等しいこと。バンドC及びDについては100 msの時定数を持つ指示計の最大指示値と等しいこと。時定数はA.3.1に定義されているものである。これは、受信機の包絡線検波器の後に指示計模擬回路を接続することにより実現できる。最大指示値は、例えば、図5に示すようにA/D変換器とマイクロプロセッサを用いて指示計出力値を連続的にモニタすることにより得られる。

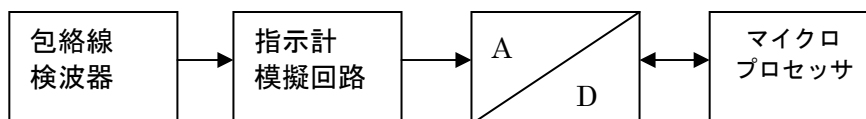


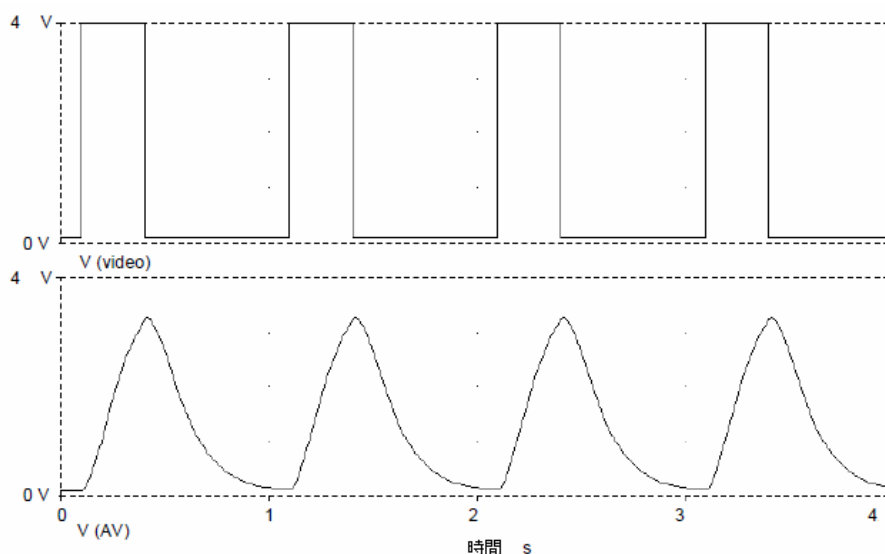
図5 平均値検波器のブロック図

バンドEについては、リニアモードの平均値検波器の指示計時定数は100msである。

上記の要求事項に従えば、平均値検波器は、表10に示すパルス幅と周期を持つ繰り返し方形パルスによって変調された無線周波正弦波入力信号に対して、同表に示す最大指示値を生じる。この要求事項に対しては±1.0 dBの偏差が許容される。

表10 パルス変調された正弦波入力に対する平均値検波器の最大指示値
(同じ振幅の連続正弦波入力に対する応答との比較)

変調に用いる 繰り返し方形パルス	バンド A/B 受信機 $T_M = 0.16 \text{ s}$	バンド C/D 受信機 $T_M = 0.1 \text{ s}$
パルス幅 = T_M 周期 = 1.6 s	0.353 (= -9.0 dB)	0.353 (= -9.0 dB)
注 バンドEにおいては、これはリニアモードの平均値検波器のみに適用する。		



注 間歇的な狭帯域信号に対する対数モードの平均値検波器の応答は、あるビデオ帯域幅、例えば10Hz、及びスペクトラム表示の最大保持機能を持つことを仮定すれば定義できるかもしれない。

注 ここに示す応答は、時定数100 msを用いた時に、パルス幅0.3 s、繰り返し周波数1 Hzの間歇的な狭帯域信号によって得られたものである。もし、時定数が160 msならば、指示計模擬回路の出力の最大値はこれより低くなる。

図6 間歇的な狭帯域信号に対する指示計模擬回路の応答

6.5 選択度

帯域幅 200Hz（周波数範囲 9kHzから150kHzまで）または帯域幅 9kHz（周波数範囲0.15MHzから30MHzまで）の測定用受信機の総合選択度は、それぞれ図2a、2bに示す範囲内になければならない。帯域幅 120kHz（周波数範囲 30MHzから1000MHzまで）の測定用受信機の総合選択度については図2cに示す範囲内になければならない。バンドEに関する測定用受信機の総合選択度は、図4の範囲内になければならない。

4.5.2、4.5.3および4.5.4項の要求事項を適用する。

6.6 相互変調効果、受信機雑音および遮蔽

5.6節に記述されている要求事項を適用する。

7. 周波数 9kHzから18 GHzまでの実効値測定用受信機

この章の要求条件を満たすスペクトラムアナライザは適合性試験に使用することができる。

7.1 入力インピーダンス

測定用受信機の入力回路は、不平衡でなければならない。受信機を有効指示範囲内に調節した場合、入力インピーダンスは定格50Ωで、電圧定在波比は表5の値を越えてはならない。

9kHzから30MHz帯における平衡入力インピーダンス：平衡電圧測定を行うためには、平衡入力変換器を用いる。9kHzから150kHz帯での推奨入力インピーダンスは600Ωである。この平衡入力インピーダンスは、測定用受信機に接続する平衡型擬似回路網に組み込むか、測定用受信機にオプションとして組み込んで良い。

7.2 基本特性

7.2.1 帯域幅

帯域幅は表11に示した範囲にななければならない。

表11 帯域幅に関する要求事項

周波数範囲	帯域幅 B_6	基準帯域幅
9kHzから150kHzまで（バンドA）	100Hzから300Hzまで ^a	200Hz(B_6)
0.15MHzから30MHzまで（バンドB）	8kHzから10kHzまで ^a	9kHz(B_6)
30MHzから1000MHzまで（バンドCとD）	100kHzから500kHzまで ^a	120kHz(B_6)
1GHzから18GHzまで（バンドE）	300kHzから2MHzまで ^a	1MHz ^b (B_{imp})

a 帯域幅に関する事項については付則EのE. 1項に述べる。基準値以外の帯域幅を用いた場合には、妨害波レベルを示す時にその帯域幅を明示しなければならない。
b 選択された帯域幅に関しては表6の備考bに従うこと。

7.2.2 過負荷係数

検波器前段の回路に必要なとされる過負荷係数は、パルス繰り返し周波数が n Hzの時、 $1.27(B_3/n)^{1/2}$ である。ここで B_3 の単位はHzである。

注1 一般に、この型の受信機は、十分な過負荷係数を確保することが不可能であるため、非常に低いパルス繰り返し周波数に対して、非線形動作を防止するのは困難である（このため、孤立パルスに対する応答は定めていない）。この検波器を用いる場合は、過負荷にならない最小パルス繰り返し周波数を定義しなければならない。

注2 過負荷係数の算出に関しては付則Aに記載する。

7.3 正弦波電圧の精度

正弦波電圧測定の精度は、インピーダンスが50Ωの信号源から正弦波信号が供給される場合に、±2 dB（1GHzを越える場合は±2.5 dB）より良くななければならない。

7.4 パルス応答

注：1GHz以下の周波数における本項の要求事項の試験に用いるパルス発生器の出力特性の測定方法は付則B、Cに記載する。

7.4.1 絶対値特性

1000MHzまでの実効値検波器は、以下のとおり定義される。

バンドAの測定用受信機に、インパルスエリアが $[278(B_3)^{-1/2}] \mu V s$ e.m.f. (B_3 の単位はHz)で、受信機の最高同調周波数まで一様なスペクトルを持ち、繰り返し周波数25Hzであるパルス列をインピーダンス50Ωの信号源によって加えた場合、全ての同調周波数において、その応答は、実効値 2 mV(66dB μV) e.m.f.の同調周波数の無変調正弦波信号に対する応答と等しくなければならない。

バンドB、バンドCおよびバンドD用の受信機については、対応する値は $[139(B_3)^{-1/2}] \mu V s$ (B_3 の単位はHz) および100Hzである。なお、パルス発生器と信号発生器の信号源インピーダンスは等しくなければならない。ただし、許容偏差は±1.5dBである。

注 実効値検波器のパルス応答の測定方法に関しては、付則Aに記載する。同一帯域幅の実効値測定用受信機と準尖頭値測定用受信機の測定値の関係を、繰り返し周波数25および100Hzについて、表12に記載する。

表 1 2 同一帯域幅における実効値測定用受信機と準尖頭値測定用受信機のパルス応答比

測定用受信機の周波数範囲	パルス繰り返し周波数 (Hz)	準尖頭値／実効値 (dB)
9kHzから150kHzまで (バンドA)	25	4.2
0.15MHzから30MHzまで (バンドB)	100	14.3
30MHzから1000MHzまで (バンドCとD)	100	20.1

注 上記のパルス応答は、基準帯域幅(表11参照)を使用した場合の応答に基づいている。

1GHzを超える周波数(バンドE)では、繰り返し周波数1000Hzで、インパルスエリアが $[44(B_3)^{-1/2}] \mu V s$ e.m.f.であるパルス列をインピーダンス50Ωの信号源で測定用受信機に加えたとき、その応答は、実効値 2 mV(66dB μV) e.m.f.の同調周波数の無変調正弦波信号に対する応答と等しくなければならない。ただし、このパルスはパルス変調搬送波である。詳細についてはE.6節参照。

7.4.2 繰り返し周波数変化に対する応答(相対値特性)

繰り返しパルスに対する測定用受信機の応答は、以下のとおりであること。すなわち、測定用受信機の指示が一定となるために、入力パルスの振幅と繰り返し周波数が下記の関係となること。

振幅は繰り返し周波数の $(-1/2)$ 乗に比例する。

測定用受信機のパルス応答曲線は表13に示す範囲内にななければならない。

表13 実効値測定用受信機のパルス応答

繰り返し周波数 Hz	パルス応答の相対値 (dB)			
	バンドA	バンドB	バンドC及びD	バンドE
100 k	—	—		-20±1.0
10 k	—		-20±1.0	-10±1.0
1,000	—	-10±1.0	-10±1.0	0(基準値)
100	-6±0.6	0(基準値)	0(基準値)	—
25	0(基準値)	+6±0.6	+6±0.6	—
20	+1±0.7	+7±0.7	+7±0.7	—
10	+4±1.0	+10±1.0	+10±1.0	—
2	+11±1.7	+17±1.7	—	—
1	+14±2.0	+20±2.0	—	—

7.5 選択度

実効値測定用受信機の帯域幅は、7.2.1によって、図2a、2b、2cと異なることが認められているため、これらの図は選択曲線の定性的な形のみを示したもので、周波数目盛は適切にスケールリングすること。例えば、図2aで $B_e/2$ は100Hzに対応する。バンドEに関する測定用受信機の総合選択度は、図4の範囲内になければならない。

4.5.2、4.5.3および4.5.4の要求事項を適用する。

7.6 相互変調効果、受信機雑音および遮蔽

5.6の要求事項を適用する。

8. 振幅確率分布(APD)測定機能を備えた周波数 1 GHz から 18 GHz までの測定用受信機

妨害波の振幅が特定の閾値を超える時間確率（累積分布）を、妨害波の APD と定義する。

APD は、無線周波測定用受信機あるいはスペクトラムアナライザの包絡線検波あるいはその後段回路の出力で測定することができる。妨害波の振幅は、受信機入力の電圧レベルもしくは対応する電界強度で表示されるべきである。通常、APD 測定は固定周波数で実施される。

APD 測定機能は測定装置の付加機能であり、測定装置に取り付けあるいは組み込まれる。

APD 測定機能は以下の方法で実現できる。1つの方法は、比較器と計数器を用いる（図 G.1）。その装置は、振幅（例えば電圧）が複数のあらかじめ指定されたレベルを超える確率を測定する。その振幅レベルの数は比較器の数と等しい。他の方法は、A/D 変換器、論理回路およびメモリを使ったものである（図 G.2）。この装置も、あらかじめ指定された複数の振幅レベルについての APD の図を示すことが可能である。そのレベルの数は A/D 変換器の分解能（8 ビットの場合、256 レベル）に依存する。

製品あるいは製品群に前述した機能を用いた APD 測定を適用すれば、デジタル通信への障害能力を評価することができる(CISPR16-3 改定 1 4.7 節 APD の仕様に関する背景資料参照)。

APD 測定機能は以下の要求事項を備えること。これらの仕様の根拠を付則 G に示す。

・ 要求仕様

- a) 振幅のダイナミックレンジは、60 dB を超えること。
- b) 振幅の設定誤差を含む振幅確度は、 ± 2.7 dB より良いこと。
- c) 妨害波の測定可能時間は 2 分以上であること。但し、測定できない時間が全測定時間の 1 % より少ない場合は、間欠的な測定を行っても良い。
- d) 最小測定可能確率は 10^{-7} であること。
- e) APD 測定機能は、少なくとも 2 つの振幅レベルを設定できること。設定した全ての振幅レベルに対応する時間率を同時に測定できること。振幅レベルの設定分解能は 0.25 dB 以下であること。
- f) サンプリング速度は、受信機の分解能帯域幅が 1 MHz の場合、10M サンプル毎秒以上であること。

・ 推奨仕様

- g) A/D 変換器を装備した APD 測定器の場合、APD 表示の振幅分解能は 0.25 dB より小さいことが望ましい。

注 APD測定は、1 GHz以下の周波数範囲においても適用可能。

9. ディスターバンスアナライザ

ディスターバンスアナライザは、不連続妨害波（クリック）の振幅、発生頻度、継続時間を自動評価するのに用いられる。

「クリック」は次の特性を持つ。

- a) 準尖頭値の振幅が連続妨害波の準尖頭値許容値を超える、かつ、
- b) 継続時間が 200ms を超えない、かつ、
- c) 先行するあるいは後続の妨害波との間隔が 200ms 以上。

一連の短いパルス列は、その最初のパルスから最後のパルスまでの時間が 200ms を超えず、a)、c) の条件が満たされるときには、ひとつのクリックとして扱う。

ここで云う時間とは、測定用受信機の間周波信号が（妨害波許容値相当の）基準レベルを超える時間で定義する。

注 1：クリックの定義と評価は CISPR 14-1:2005 に従う。

注 2：現在使用されているディスターバンスアナライザは、ある限られた内部信号レベルで動作する準尖頭値測定用受信機とともに用いるよう設計されている。従って、このようなアナライザがすべての受信機に正しく接続できるとは限らない。

9.1 基本特性

a) ディスターバンスアナライザは、妨害波の継続時間と発生間隔を測定するための測定系を備えていること。その測定系は測定用受信機の間周波出力に接続する。これらの測定では、受信機の間周波基準レベルを超えている妨害波のみを対象とする。継続時間測定の正確さは±5%より悪くないこと。

注 1：中間周波基準レベルとは、測定用受信機の間周波出力において、連続妨害波の許容値と等しい準尖頭値指示を発生させる無変調正弦波信号に対応した値である。

b) ディスターバンスアナライザは、妨害波の準尖頭値振幅を評価するための測定系を備えていること。

c) 準尖頭値測定系における振幅は、中間周波出力における最後の立下りから 250ms 経過した後に測定を行うこと。

d) 二つの測定系の組み合わせは全ての点で 4 の要求事項を満たすこと。

e) アナライザは以下の情報を表示すること。

- － 継続時間が 200ms 以下のクリックの数
- － 試験継続時間（分）
- － クリック率
- － 連続妨害波の準尖頭値許容値を超えるクリック以外の妨害波の発生

注 2：ディスタージアアナライザの例は、ブロックダイアグラムとして図 7 に示す。

f) アナライザの基本特性は、表 14 の全ての波形（試験パルス）を用いた性能試験に合格すること。

図 8 は、表 14 に列挙した試験信号の波形を示したものである。

図 F.1 は、表 F.1 に示した CISPR 14-1、4.2.3 のクリックの定義にはずれる試験信号波形で、性能試験に使用するためのものである。

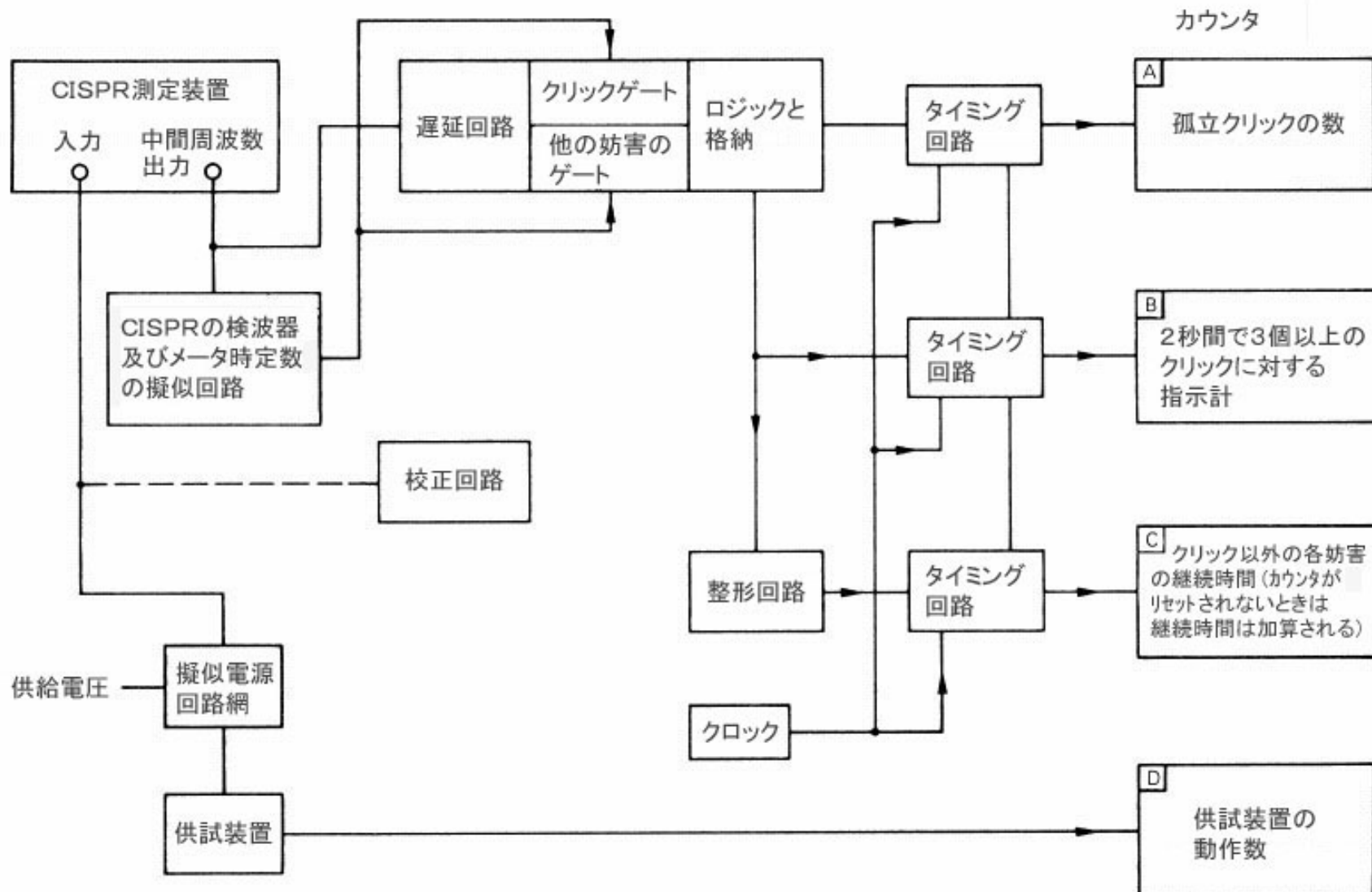


図7 ディスタージャンスアナライザの例

表 1 4 - ディスターバンスアナライザの性能試験 -

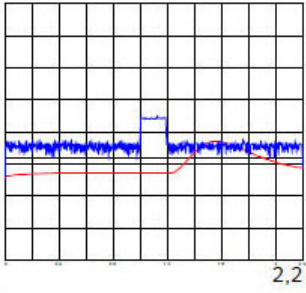
試験 No	試験信号パラメータ						
	1		2		3	4	5
	インパルスの 準尖頭値振幅： 測定用受信機の QP基準レベル に対する相対値		測定用受信機の 中間周波出力に おけるインパルス ^f の継続時間		インパルスの 間隔あるいは 周期 (中間周波出力)	アナライザ による 評価結果	中間周波出力における試験信号 および対応するQP信号 (測定器の基準に対する相対値)
	dB		ms		ms		
	パルス 1	パルス 2	パルス 1	パルス 2			
1	1		0,11			1 クリック	
2 ^a	1		9,5			1 クリック	
3 ^a	1		190			1 クリック	
4	1		1 333 ^b			クリック以外	

表 1 4 (続き)

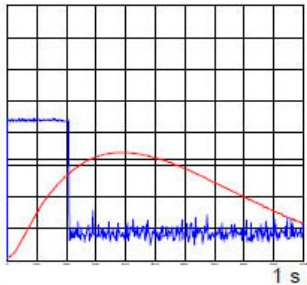
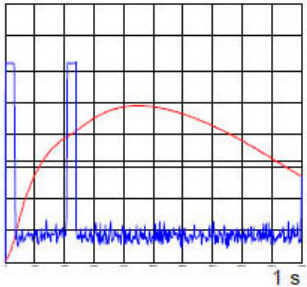
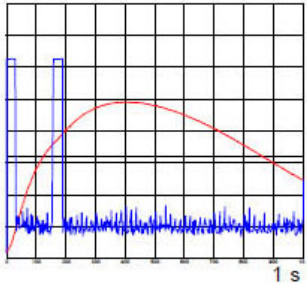
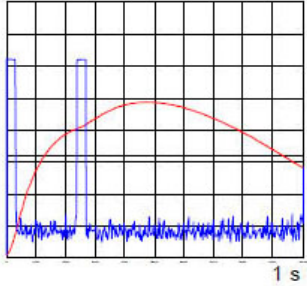
試験 No	試験信号パラメータ					アナライザ による 評価結果	中間周波出力における試験信号 および対応するQP信号 (測定器の基準に対する相対値)
	1		2		3		
	インパルスの 準尖頭値振幅： 測定用受信機の QP基準レベル に対する相対値 dB		測定用受信機の 中間周波出力に おけるインパルス ^f の継続時間 ms		インパルスの 間隔あるいは 周期 (中間周波出力) ms		
	パルス 1	パルス 2	パルス 1	パルス 2			
5	1		210			クリック以外 (210 ms)	
6	5	5	30	30	180	クリック以外 (240 ms)	
7	5	5	30	30	130	1 クリック	
8	5	5	30	30	210	2 クリック	

表 1 4 (続き)

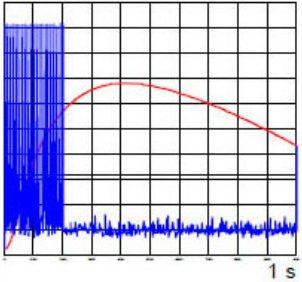
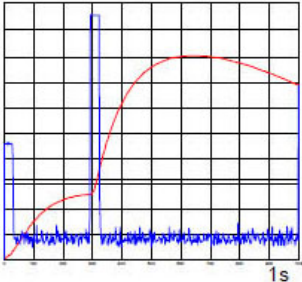
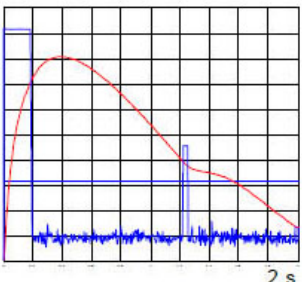
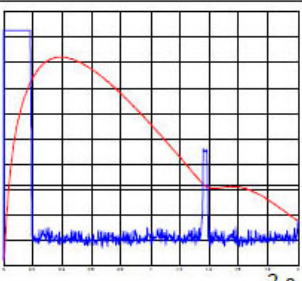
試験 No	試験信号パラメータ					アナライザ による 評価結果	中間周波出力における試験信号 および対応するQP信号 (測定器の基準に対する相対値)
	1		2		3		
	インパルスの 準尖頭値振幅： 測定用受信機の QP基準レベル に対する相対値 dB		測定用受信機の 中間周波出力に おけるインパルス ^f の継続時間 ms		インパルスの 間隔あるいは 周期 (中間周波出力) ms		
	パルス 1	パルス 2	パルス 1	パルス 2			
9	1		0,11		周期 10 最小 21パルス	クリック以外	
10	-2,5	25	30	30	265	1 クリック	
11	25	-2,5 °	190	30	1 034 ^e	2 クリック ^d	
12	25	-2,5 °	190	30	1 166 ^e	1 クリック	

表 1 4 (続き)

<p>a 準尖頭値の許容値対応の基準レベルより少なくとも 2.5dB 低いレベルの 200Hz CISPR パルスで構成される背景雑音を加えて実行する。これらのパルスは、試験信号よりも少なくとも 1 秒早く始まり、試験信号の後少なくとも 1 秒間は継続することが望ましい。</p> <p>観測：</p> <p>1) グラフは、200Hz パルスを表示できるように、試験受信機を用いて非常に短いホールド時間 (<1ms) の尖頭値測定によって得られた。パルス変調された正弦波が加わっているとき、(グラフの試験 N03 に見られるように) 200Hz パルスを見ることはできないが、クリック妨害の期間にも存在する。</p> <p>2) グラフの原点における非常に狭いレスポンスはファームウェアの不完全による。</p> <p>b 1.333s インパルス試験によって、準尖頭値の許容値対応レベルより 1dB だけ高いインパルスに対するアナライザの表示をチェックする。</p> <p>c これらのより低いレベルは中間周波段では基準レベルを超えるが、準尖頭値表示では許容値レベルを超えないようにすること。</p> <p>d もし、これらの 2 つのパルスが別々の妨害波として測定されるなら、1 つのクリックのみが記録されるであろう。…… (これは誤判定である)</p> <p>e 30MHz を超える周波数範囲についての対応する値は検討中であり、さらなる調査の後に見直される。</p> <p>f パルスの立ち上がり時間は 40μs を超えてはならない。</p>

9.2 ディスターバンスアナライザの性能確認試験法

9.2.1 基本要件事項

ディスターバンスアナライザは、適当な周波数に同調した準尖頭値測定用受信機に接続する。

同調周波数における連続正弦波信号とパルス変調正弦波信号が必要となる。また、付則 B に規定する CISPR パルス発生器で発生した繰り返しパルスで、200Hz の繰り返し周波数を持ち、同調周波数において受信機の帯域幅より十分広いスペクトルのものも、試験 No.2 および 3 では必要である。

パルス変調正弦波信号源は、2 個の独立に可変なパルスを供給できること。パルスの立ち上がり時間は、40 μ s を超えてはならない。パルスの継続時間は、110 μ s から 1.3s まで変えることができ、振幅は 44dB の範囲にわたって変化できること。パルス変調正弦波信号の背景雑音は、受信機の準尖頭値指示計で測定して、試験のステップ a) で用いる基準レベルより少なくとも 20dB は低くなければならない。

試験方法を以下に示す。

- a) 正弦波信号をディスターバンスアナライザに接続した測定用受信機の入力端に加

える。正弦波信号の振幅は、受信機の指示計が連続妨害波の準尖頭値許容値に等しくなる（基準点：0dB）ように調整する。受信機の高周波感度(減衰器)調整は、正弦波信号が受信機ノイズより十分高く、中間周波段において連続妨害波の許容値に対応するレベル以下になるように調節する。このときの受信機の中間周波出力に現れる正弦波信号レベルが中間周波基準レベルとなる。

- b) パルス変調正弦波信号を測定用受信機の入力端子から入力する。試験 No.2 および 3 では、パルス変調正弦波信号と CISPR パルス発生器からの信号を同時に加える。信号のパラメータを表 14 に示す。表 14 の 1 列目に示したパルスの振幅は、中間周波段の閾値として使われた連続妨害波の許容値に対応するレベルに対して独立に調整できること。そのレベルは、前のパラグラフで決定した高周波および中間周波段の基準レベルに対応する値との相対値でなければならない。

9.2.2 追加の要求事項

試験方法は 9.2.1 項の a)で述べた方法と同一である。

信号のパラメータを表 F.1 に示す。

付 則 A

(規 定)

準尖頭値及び実効値測定用受信機の繰り返しパルス応答の決定

(3.2、4.4.2、7.2.2、7.4.1項)

A.1 概説

この付則では、繰り返しパルスに対する応答曲線を求める際、数値計算に用いるデータ及び計算方法について述べる。この方法固有の仮定も述べる。計算は連続する3段階に分かれている。

A.2 検波器前段での応答

これらの段のパルス応答は、一般に、受信機の総合選択度を決定する中間周波段のみによって決定される。

この選択度は、縦続接続された2つの臨界結合同調型変成器の組み合わせを用い、-6dB点における通過帯域幅を所要の値に設定することによって得られると一般に考えられる。他の等価的な構成も、計算上は、上記のような形に変形することができる。この通過帯域は実際に対称なので、パルス応答の包絡線を等価低域通過フィルタを用いて計算することができる。この近似から生じる誤差は、無視することができる。

パルス応答の包絡線は次式で表される。

$$A(t) = 4\omega_0 G e^{-\omega_0 t} (\sin \omega_0 t - \omega_0 t \cos \omega_0 t) \quad (\text{A.1a})$$

ここで、

G は同調周波数における総合利得、

ω_0 は角周波数で、その値は $(\pi/\sqrt{2})B_6$ である。

インパルスエリア $\nu\tau$ のインパルスに対する2段臨界結合同調型変成器の応答の包絡線は、上式より以下となる。

$$A(t) = (\nu\tau) 4\omega_0 G e^{-\omega_0 t} (\sin \omega_0 t - \omega_0 t \cos \omega_0 t) \quad (\text{A.1b})$$

これに対応する等価低域通過フィルタの選択度曲線は、 $\tau \ll 1/\omega_0$ として、以下のよう書ける。

$$F(f) = G \left[\frac{2\omega_0^2}{(\omega_0 + j\omega)^2 + \omega_0^2} \right]^2 \quad (\text{A.2})$$

ここで、 $\omega = 2\pi f$ である。

帯域幅 B_3 および B_6 は下記のとおりである。

$$B_3 = \left[\sqrt{2} \times \sqrt[4]{(\sqrt{2}-1)} \right] \omega_0 / \pi = 0.361 \omega_0 \quad (\text{A.3a})$$

$$B_6 = \sqrt{2} \times \omega_0 / \pi = 0.450 \omega_0 \quad (\text{A.3b})$$

実際の装置と実効値応答が同じになる理想的な方形フィルタで構成された受信機の等価帯域幅は、次に定義する電力帯域幅 Δf に等しい。

$$\Delta f = \left(1/F_0^2 \right) \int_{-\infty}^{+\infty} F^2(f) df \quad (\text{A.4})$$

ここで、

$F(f)$ は選択度曲線、

F_0 は $F(f)$ の最大値である (ただし、単峰選択度曲線と仮定する)。

従って、電力帯域幅は $F_0 = 1$ の時、

$$\Delta f = \int_{-\infty}^{+\infty} F^2(f) df \quad (\text{A.5})$$

式 (A.2) の $F(f)$ を用い、 $G = 1$ と置くと次式が得られる。

$$\Delta f = \int_0^{+\infty} 2 \left\{ \frac{2\omega_0^2}{[(\omega_0 + j\omega)^2 + \omega_0^2]} \right\}^4 df \quad (\text{A.6})$$

これより

$$\Delta f = 0.265\sqrt{2} \times \omega_0 = 0.375\omega_0 \quad (\text{A.7})$$

従って、

$$B_3 = 0.963 \Delta f \quad (\text{A.8})$$

A.3 前段の出力に対する準尖頭値電圧検波器の応答

計算は、検波回路を中間周波最終段の出力に接続しても、それからの信号振幅または波形のいずれにも何の影響も与えないとの仮定に基づいて行われる。言い換えると、中間周波最終段の出カインピーダンスは、検波器の入カインピーダンスと比べて無視できるほど小さいと見なす。

いかなる検波器も、ある抵抗値（全順方向抵抗 S ）を持つ非線形素子（例えばダイオード）の後に、放電抵抗 R と容量 C の並列回路を接続した形に（実際に、または等価的に）変形できる。

充電時定数 T_C は積 SC と関連があり、一方、放電時定数 T_D は積 RC で与えられる。

T_C と積 SC の関係は、一定振幅の高周波信号を突然加えた後、 $t=T_C$ 経過したときに、指示電圧が最終定常値の0.63倍に達することにより定められる。

コンデンサの両端の電圧 U と検波器に加えられる高周波信号の振幅 A との関係は、次式となる。

$$dU/dt + U/(RC) = A(\sin\theta - \theta\cos\theta)/(\pi \times SC) \quad (\text{A.9})$$

ここで、 θ = 導通角 ($U = A\cos\theta$) である。

この式は直接積分することはできない。指定の時定数に関して上記の条件を満足する積 SC は、近似法により求められる。例を以下に示す。

バンドA	T_C	= 45 ms
	T_D	= 500 ms
	$2.81SC$	= 1 ms
バンドB	T_C	= 1 ms
	T_D	= 160 ms
	$3.95SC$	= 1 ms
バンドCおよびD	T_C	= 1 ms
	T_D	= 550 ms
	$4.07SC$	= 1 ms

このようにして得られた値を式 (A.9) に代入し、一定振幅 A の代わりに A.2 の式 (A.1) の関数 $A(t)$ を用いれば、この式は、孤立パルスに対しても、または繰り返しパルスに対しても（再び近似法を用いて）解くことができる。

繰り返しパルスの場合、以下のようにして実用的に解くことができる。まず、各パルスの立ち上がり時における検波器出力電圧のレベルを任意に仮定し、次に、パルスによって生じるこの電圧の増加分 ΔU を求め、さらに、仮定した初期条件が繰り返されるようにするために連続する2つのパルス間に存在しなければならない間隔を見つける。

A.3.1 検波器からの信号に対する指示計器の応答

解析を単純化するための、かつ全く合理的な唯一の仮定として、検波器出力電圧の立ち上がりが瞬間的であるとする。

この時、以下の特性方程式を解かなければならない。

$$\frac{d^2\alpha}{dt^2} + \frac{2}{T_M} \frac{d\alpha}{dt} + \frac{1}{T_M^2} \alpha = \frac{1}{T_M^2} \exp\left(\frac{-t}{T_D}\right) \quad (\text{A.10})$$

ここで

$\alpha(t)$ は指示計の振れ、

T_D は準尖頭値電圧計の放電時定数、

T_M は臨界制動型指示計器の機械的時定数である。

この問題の解は、応答曲線の両極端においては簡単である。一方はパルス間隔が十分に離れているため初期値がゼロで既知の場合、また他方は繰り返し周波数が十分大きく計器の慣性のために変動に対して忠実に追従できないような場合についてである。これらの中間の場合には、計算はさらに複雑なものとなる。各パルスの立ち上がり点では、機器の指示値が変化しているため、初期の位置と速度を考えて解を求める必要がある。

A.4 前段の出力電圧に対する実効値型検波器の応答

定義より、実効値型検波器の出力電圧は次式によって与えられる。

$$U_{rms} = \left[n \int_0^{+\infty} (A^2(t)/2) dt \right]^{1/2} \quad (\text{A.11})$$

ここで n はパルス繰り返し周波数 (Hz) である。

出力は、周波数応答曲線から次のように導くことができる。

$$U_{rms} = \left[n \int_{-\infty}^{+\infty} (2v\tau \times F(f))^2 / 2 df \right]^{1/2} \quad (\text{A.12})$$

ここで $v\tau$ は一様な周波数スペクトルをもつパルスの面積である。

これは以下のようになる。

$$U_{rms} = \sqrt{2} \times v\tau \times \sqrt{n} \left[\int_{-\infty}^{+\infty} F^2(f) df \right]^{1/2} \quad (\text{A.13})$$

従って、式 (A.5) から、下記の式が得られる。

$$U_{rms} = \sqrt{2} \times v\tau \times \sqrt{n} \sqrt{\Delta f} \quad (\text{A.14})$$

式 (A.14) から、振幅の関係は、 $U_{rms}=2\text{mV}$ 、 $n=100\text{Hz}$ とおくと、

$$v\tau = (100\sqrt{2}) / \sqrt{\Delta f} \quad (\mu \text{Vs}) \quad (\text{A.15})$$

となる。あるいは、式 (8) より

$$v\tau = 139 / \sqrt{B_3} \quad (\mu \text{Vs}) \quad (\text{A.16})$$

となる。

A.4.1 過負荷係数の計算

n Hzのパルス繰り返し周波数に対応する過負荷係数は、以下のように求められる。

式 (A.14) より

$$U_{rms} = (v\tau) \times (2n\Delta f)^{1/2}$$

式 (1) から、 $G=1$ の場合、次式となる。

$$A(t)_{peak} = 0.944 \times v\tau \times \omega_0$$

従って過負荷係数は、次式で与えられる。

$$A(t)_{peak} / \sqrt{2} \times U_{rms} = 1.28(B_3 / n)^{1/2} \quad (\text{A.17})$$

A.5 実効値型計器の指示値と準尖頭値型計器の指示値との関係

実効値型計器の場合の振幅関係、すなわち、 2mV の正弦波信号と等価な指示値を与える繰り返し周波数 100Hz のパルスの値 $(v\tau)_{rms}$ は、式 (A.16)から以下となる。

$$(v\tau)_{rms} = 139 / \sqrt{B_3} \quad (\mu \text{Vs})$$

式 (2) に示されている選択度特性に対しては、6dB帯域幅を基準にとると、次式となる。

$$(\nu\tau)_{rms} = 155 / \sqrt{B_6} \quad (\mu Vs)$$

準尖頭値測定用受信機の場合、2mVの正弦波信号と等価なパルスの値 $(\nu\tau)_{qp}$ は次のようになる。

0.15MHzから30MHzまでの周波数帯では、

$$(\nu\tau)_{qp} = 0.316 \mu Vs$$

30MHzから1000MHzまでの周波数帯では、

$$(\nu\tau)_{qp} = 0.044 \mu Vs$$

従って、式 (A.2) に一致する帯域通過特性と、第1章に定められた公称帯域幅に等しい6dB帯域幅を持つ測定器の場合、 $(\nu\tau)_{rms} / (\nu\tau)_{qp}$ の関係は以下のようになる。

0.15MHzから30MHzまでの周波数帯では、

$$(\nu\tau)_{rms} / (\nu\tau)_{qp} = 14.3 \text{ dB}$$

30MHzから1000MHzまでの周波数帯では、

$$(\nu\tau)_{rms} / (\nu\tau)_{qp} = 20.1 \text{ dB}$$

これらの関係は、100Hzのパルス繰り返し周波数に対して成立する。他の繰り返し周波数では、それと対応するパルス応答曲線を使用する必要がある。

付 則 B
(規 定)

パルス発生器のパルススペクトルの決定
(4.4、5.4、6.4、7.4節)

B.1 パルス発生器

この規格の第1章の要求事項を満足しているかどうかを確認するためには、パルス発生器が必要である。4.4、4.6、5.4、6.4節、および7.4の要求事項への適合性は、パルス発生器を用いた方法に従って試験できる。

使用される発生器は、供試測定用受信機の周波数帯域に対して、表B.1に示すインパルスエリアを持ち、かつ同表に示す繰り返し周波数範囲のパルスを発生させることができなければならない。インパルスエリアは±0.5dB以内、繰り返し周波数は約1%以内で既知であること。

表B.1 パルス発生器の特性

供試測定用受信機の 周波数帯域	インパルスエリア $\mu V s$	繰り返し周波数 Hz
0.09から0.15MHzまで	13.5	1,2,5,10,25,60,100
0.15から30MHzまで	0.316	1,2,10,20,100,1000
30から300MHzまで	0.044	1,2,10,20,100,1000
300から1000MHzまで	(注を参照)	1,2,10,20,100,1000

注：発生器は、できる限り1000MHzまで均一なスペクトルを持つ適切なインパルスエリアのパルスを発生可能であること。

B.1.1 発生されたパルスのスペクトル

スペクトルは、供試測定用受信機と同調周波数に対する、一定の帯域幅を持つ測定装置の入力における等価電圧の変化を表す曲線として示される。

スペクトルは、供試測定用受信機の周波数帯域の上限周波数まで十分に一定でなければならない。対象周波数帯域内でのスペクトル振幅の変動が、その周波数帯域内の低周波における振幅に対して2dBをこえることがなければ、そのスペクトルは周波数帯域内で十分均一であると見なしてもよい。測定周波数におけるインパルスエリアは、±0.5dB以内で既知でなければならない。

2.6節の要求事項を満たしているかを確認するには、周波数帯域の上限以上のスペクトルは制限されなければならない（周波数上限の2倍の周波数で10dB低下すること）。このことは試験のきびしさの程度を標準化するために必要となる。なぜならスペクトルの全ての成分の相互変調積が応答に影響を与えるからである。

B.2 一般的測定方法

パルスのスペクトル振幅の絶対値を正確に決定する方法は、付則Cに示されている。

周波数に対するスペクトル振幅の変動を測定するためには、以下の方法を用いても良い。

パルス発生器をRF受信機の入力に接続し、受信機の出力に現れるRFパルスを観測できるようにオシロスコープを接続する。

受信機と同調可能な各周波数で以下の測定を行う。

- a) -6dB点における受信機の帯域幅 B_6 (Hz)
- b) パルス発生器と同一のインピーダンスを持つ標準信号発生器を受信機の中心帯域に同調させたときに、オシロスコープにRFパルスのピークと等しいふれを生じさせる標準信号発生器の出力の実効値 E_0

各周波数における相対スペクトル振幅は、次式で表される。

$$S_r(f) = E_0 / B_6$$

考えている帯域内の様々な試験周波数で同様の測定を繰り返す。

パルス発生器のスペクトルは、 $S_r(f)$ と測定周波数との関係を表す曲線で与えられる。

使用される受信機は、用いられる信号のピークレベルに対して線形でなければならない。

寄生応答の抑圧比、特にイメージ周波数及び中間周波数に対する応答の抑圧比は、少なくとも40dB以上でなければならない。

測定では、オシロスコープの代わりに、この規格を満足している準尖頭値指示の受信機を使用しても良いが、その場合は、一連の測定の間中、パルスの繰り返し周波数を一定に保つこと。

付 則 C
(規 定)

ナノ秒パルス発生器出力の精密測定
(4.4、5.4、6.4、7.4節)

C.1 インパルスエリア (IS) の測定

C.1.1 概説

理論的及び実験的検討によると、適度の注意を払って利用すれば、C.1.2項からC.1.5項までに述べる方法は精密な測定法である。

C.1.2 面積法

被測定パルスは、狭帯域（通過）フィルタを通して供給される。このフィルタの通過帯域は中心周波数 f で、対称な振幅特性と反対称の位相特性を持つこと（フィルタとともに増幅器を使用しても良いが、増幅器はその線形領域で動作すること）。

次の等式中の積分値を求めるために、帯域通過フィルタの出力の包絡線 $A(t, f)$ より下の全面積を（その各部分の符号も考慮して）測定する。

$$2(IS) = S(f) = \int_{-\infty}^{+\infty} A(t, f) dt$$

ここで、 $S(f)$ はスペクトル強度、 $A(t, f)$ は孤立パルスによる包絡線の振幅（等価正弦波入力電圧で表したもの）である。

この式を適用する場合には、低周波受信機または妨害波測定用受信機の間周波増幅器を一連の周波数変換器とともに用いて、パルスのスペクトルの全域にわたって同調させるようにする。最後の中間周波増幅器の出力を直接オシロスコープで観測し面積を測定する。

この方法を周波数 f の周期よりきわめて短い継続時間を持つパルスの場合へ応用するには、適切なオシロスコープ（例えば、ナノ秒パルスでは、サンプリングオシロスコープが必要である）を用いて各部分の符号を考慮しながら積分を行って、直接面積を計測することでインパルスエリアを求めることができる。

C.1.3 標準伝送線法

伝搬時間 τ に対応する長さを持ち、電圧 V_0 に充電された伝送線を、その線の特性インピーダンスに等しい負荷抵抗へ放電させる。ここで、この伝送線は、実際の電線と、スイッチ用箱に収められた伝送線の充電部から構成されると考えられる。発生したパルスのスペクトル振幅が周波数に対して一定であるような低い周波数範囲においては、スペクトル振幅 $S(f)$ は $2V\tau$ となり、この振幅は、伝送線と負荷抵抗の間の浮遊インピーダンス（例えばインダクタンスや抵抗）の存在や有限なスイッチング時間には無関係である。

C.1.4 高調波測定

この方法は、繰り返し周波数が十分大きく安定なパルス列を発生するパルス発生器に対して用いることができる。

パルスの繰り返し周波数 F が測定用受信機の帯域幅の値を超えている場合、測定用受信機は、パルススペクトルの中から一本の線を選択することになる。この場合、インパルスエリアは次式で表される：

$$IS = V_k / 2F = V\sqrt{2} / 2F$$

ここで、 $V_k = V\sqrt{2}$ は k 次高調波のピーク値である。

測定用受信機の帯域幅が十分広く、この帯域内に多数の高調波成分（6dB帯域幅内に約10個以上）を包含できれば、このパルス発生器を用いて測定器のパルス応答特性を較正することができる。

C.1.5 エネルギー法

もう一つの方法に、熱源（抵抗器）によって発生する電力を、パルス発生器によって発生する電力と比較するエネルギー法がある。しかし、この方法で得られる精度は上記3つの方法の精度より幾分低い。この方法は1000MHzオーダの周波数において有効であると考えられる。

C.2 パルス発生器のスペクトル

C.2.1 4.4.1、5.4、6.4.1、および7.4.1項に対する適合性の判定には、インパルスエリアが誤差 ± 0.5 dB以下で知られていること。

C.2.2 パルス繰り返し周波数が誤差1%以内で知られていること。

C.2.3 4.4.2、5.4、6.4.2、および7.4.2項に対する適合性の判定には、インパルスエリアは繰り返し周波数に無関係であること。

C.2.4 4.4、5.4、6.4、および7.4節に対する適合性の判定には、パルス発生器の周波数スペクトルが、測定用受信機の通過周波数帯域内で一様であること。この要求事項は、以下の場合に満たされるものと考えられる。

- a) 周波数スペクトルの変動が、受信機の通過帯域内の周波数に対して本質的に線形であり、かつ、 -6dB 内の通過帯域内でそのスペクトルの変動が 0.5dB を超えない場合。
- b) 周波数スペクトルが、受信機と同調周波数の両側において滑らかに低下し、かつ -6dB 内のスペクトル幅が、受信機の -6dB 通過帯域幅の5倍以上である場合。

いずれの場合もインパルスエリアは、同調周波数での値に等しいものと仮定する。

付 則 D
(規 定)

パルス応答に対する準尖頭値測定用受信機特性の影響
(4.4.2項)

高い繰り返し周波数に対するパルス応答曲線のレベルは、本質的に帯域幅の値に依存している。一方、繰り返し周波数が低い場合には時定数がより重要となる。これらの時定数の許容偏差についての規定はないが、指針として20%という値が合理的であると考えられる。

繰り返し周波数が非常に低い場合には、さらに過負荷係数の不足の影響がもっとも大きく現れる。過負荷係数に要求される値は、規定の帯域幅と時定数を用いて孤立パルスを正確に測定するのに必要な値である。

指示計器の目盛り範囲の両端においてパルス応答曲線を調べることにより、検波器の非線形特性を調べることができる。この点に関して最も問題になる繰り返し周波数は、おおよそ20Hzから100Hzまでの範囲である。

付 則 E
(規 定)

平均値及び尖頭値測定用受信機の応答
(6.2.1項)

E.1 検波器前段の応答

対称的な周波数特性を有する狭帯域回路のインパルス応答波形の包絡線下の面積は、帯域幅には無関係であることが知られており*、次式で与えられる。

$$\int_{-\infty}^{+\infty} A(t)dt = 2v\tau G_0 \quad (E.1)$$

ここで v と τ は、それぞれ方形パルスの振幅と幅であり、 $B_{\text{imp}}\tau \ll 1$ である。 G_0 は中心周波数における回路の利得である。

この定理は、非振動性の包絡線の場合に限り有効である。振動性の包絡線は、複同調回路に特有のもので、位相検波器を使用しない限り、振動性応答により生ずる誤差を較正によって補正する必要がある。臨界結合の場合には、包絡線の第2ピークは、第1ピークの約8.3%である。

注：A.2節で述べたように、検波器前段の応答は振動的である。従って、誤差は、6.4.1に示したように、偏りのある許容範囲+2.5dB/-0.5dB以内であること。

中間周波増幅器の出力でパルスが重なり合わない限り、平均値は、パルス繰り返し周波数 n に比例する。

したがって、平均電圧は、 $2v\tau G_0 n$ に等しい。

式(E.1)から、平均値測定用受信機の実効帯域幅を規定するのは、あまり意味がないと思われる。

* David B. Geselowitz "Response of ideal radio meter to continuous sine-wave, recurrent impulses, and random noise" IRE Trans. RFI, Vol. RFI-3, No.1, pp. 2-11, May 1961. また、次も参照 S.Sabaroff "Impulse excitation of a cascade of series tuned circuits", proc. IRE, Vol.32, pp. 758-760, Dec. 1944.

E.2 過負荷係数

過負荷係数の計算、及び尖頭値測定用受信機への適用の際には、検波器前段回路の実効インパルス帯域幅として知られる量を次式で定義するのが有益である。

$$B_{imp} = A(t)_{max} / 2G_0 \quad (E.2)$$

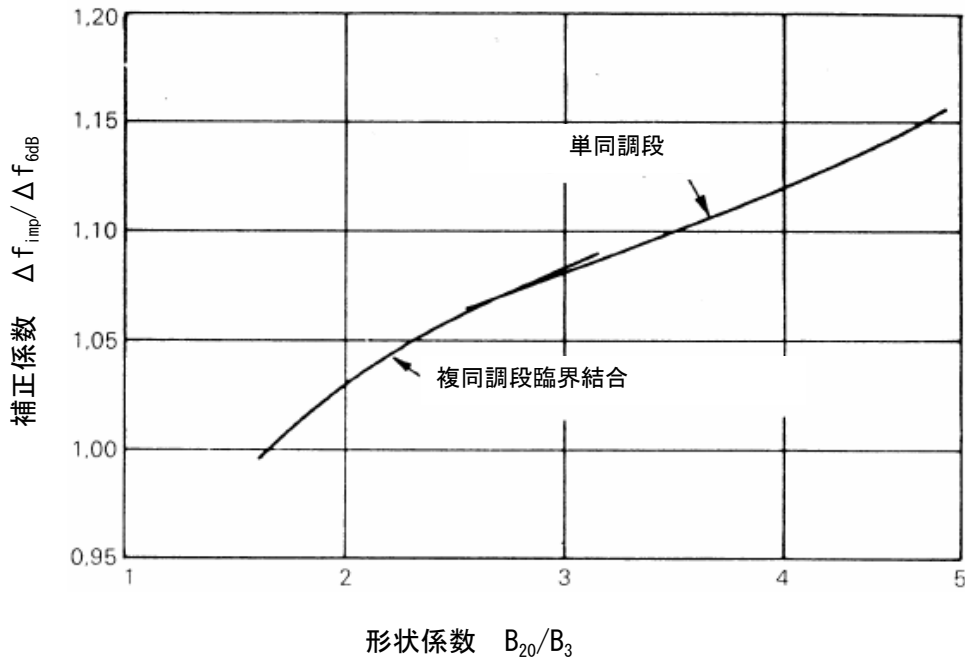
ここで $A(t)_{max}$ は、単位インパルスを入力したときの中間周波段出力の包絡線の最大値である。

式 (A.17) の導出 (付則A参照) から、以下の関係を得る。

$$B_{imp} = (0.944 / 2) \omega_0 = 1.05B_6 \quad \text{または} \quad 1.31B_3 \quad (E.3)$$

ここで、 B_6 と B_3 は、1.1で定義されている。

他の形式の同調回路については、20dB減の帯域幅を B_{20} とした場合に、 B_3 に対する B_{20} の比がわかっているならば、 B_{imp} 対 B_6 の比を図E. 1から推定できる。



図E.1 他の形式の同調回路に関する B_{imp}/B_6 を推定するための補正係数

E.3 平均値測定用受信機と準尖頭値測定用受信機の指示値の関係

繰り返し周波数 n Hzでインパルスを平均値測定用受信機に加えたとき、パルス発生器と同じ出力インピーダンスを持つ信号発生器から実効値 2mV の同調周波数の無変調正弦波信号を加えたときと同じ応答になるためには、必要とされるインパルスエリアは次式で表される。

$$\nu \tau = 1.4/n \quad (\text{mV s})$$

繰り返し周波数 100Hz では、これは $14 \mu\text{Vs}$ となる。

したがって、付則AのA.5より、同じ指示値を与える $(\nu \tau)_{\text{ave}}$ 対 $(\nu \tau)_{\text{qp}}$ の比は、以下ようになる。

0.15MHzから30MHzまでの周波数帯では、

$$(\nu \tau)_{\text{ave}} / (\nu \tau)_{\text{qp}} = 32.9 \text{ dB}$$

30MHzから1000MHzまでの周波数帯では、

$$(\nu \tau)_{\text{ave}} / (\nu \tau)_{\text{qp}} = 50.1 \text{ dB}$$

上記においては、この繰り返し周波数において過負荷係数は十分であると仮定し、また使用帯域幅は第1章の帯域幅に対応するものとしている。なお、繰り返し周波数 $1,000\text{Hz}$ においては、対応する比は、それぞれ 17.4dB と 38.1dB である。

E.4 尖頭値測定用受信機

受信機において直読式メータが用いられている場合、時定数に関する要求事項は図E.2の曲線から決定することができる。この図は、真のピーク値に対する指示値の百分率があるパラメータの関数として示され、これには時定数比、帯域幅 B_6 、およびパルス繰り返し周波数が含まれている。この曲線を用いる場合には、次の点に注意すること。

$$R_C / R_D = (1/4) (T_C / T_D) \quad (\text{E.4})$$

ここで、 T_C 、 T_D はそれぞれ充電及び放電時定数である。

例えば、 1Hz の繰り返し周波数において、真の尖頭値の少なくとも90%の値を指示させたい場合には、放電時定数対充電時定数の比を、次のようにする必要がある。

$$\begin{aligned} &0.15\text{MHzから}30\text{MHzまでの周波数帯では、} 1.25 \times 10^6 \\ &30\text{MHzから}1000\text{MHzまでの周波数帯では、} 1.67 \times 10^7 \end{aligned}$$

E.5 尖頭値測定用受信機と準尖頭値測定用受信機の指示値の関係

同調周波数での実効値2mVの無変調正弦波信号応答と同等の応答を、尖頭値測定用受信機で指示するために必要なインパルスエリア IS は次式で表される。

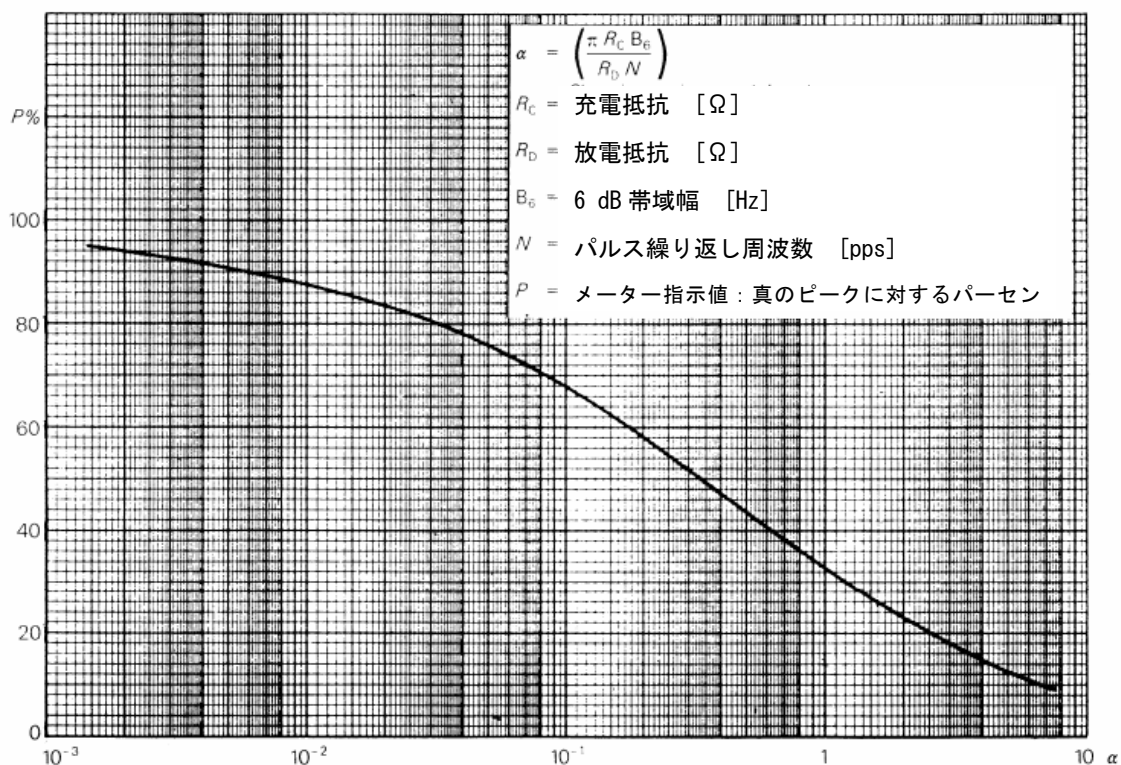
$$1.4/B_{\text{imp}} \text{ (mVs)} \quad (B_{\text{imp}}\text{の単位はHz}) \quad (\text{E.5})$$

表1 (4.2) に定める6dB帯域幅から、 B_{imp} は、 $1.05B_0$ となる (E.2)。尖頭値測定用受信機に必要なこれらの値および対応する IS の値は次のようになる。

周波数	IS_{peak} (mVs)	B_{imp} (Hz)
バンドA	6.67×10^{-3}	0.21×10^3
バンドB	0.148×10^{-3}	9.45×10^3
バンドC, D	0.011×10^{-3}	126×10^3

したがって表2 (4.4.1) の (a) の値を IS_{qp} として用いると、同一指示値を与えるために必要な IS_{qp} の IS_{peak} に対する比は次のようになる。

バンドA	6.1dB (パルス繰り返し周波数 25Hz において)
バンドB	6.6dB (パルス繰り返し周波数 100Hz において)
バンドC, D	12.0dB (パルス繰り返し周波数 1000Hz において)



図E.2 繰り返しパルスに対する検波効率 P

E.6 1GHzを超える周波数における測定用受信機のパルス応答試験

18GHzまで一様なスペクトラムを持つパルス発生器は実現できていない。1GHzを超える周波数におけるパルスに対する測定用受信機の応答を試験するために、また測定用受信機の様々なタイプの振幅関係を確認するために、その受信周波数に同調したパルス変調搬送波を用いるのが实际的である。パルス幅は、 $(1/3B_{imp})$ 以下であること。関連する項目において要求されているように、正確なインパルスエリアを有するパルスを発生するためには、インパルスの幅の精度が重要である。オシロスコープを用いたパルス幅の測定に加えて、方形パルスのパルス幅はスペクトラム表示の最小値間の距離によって確認することもできる。(波形のサンプルとして図E. 3を参照)

1MHzのバンド幅 B_{imp} の尖頭値検波器を持っている測定用受信機に対して、インパルスエリア(emf) $1.4/B_{imp}$ mV s、すなわち1.4 nVsが必要である。これに対する応答は、同調周波数において、実効値 2 mV[66dB(μ V)]e.m.f.の同調周波数の無変調正弦波信号に対する応答と等しくなる。所定のインパルスエリアを持つパルス変調搬送波は、表E. 1に示すように様々なパルス幅を持って発生させることができる。

表E. 1 (インパルスエリア) 1.4 nVsのパルス変調信号の搬送波振幅

パルス幅 w_p / ns	搬送波振幅(e.m.f) $L_{carrier}$ / dB(\square V)
100	86
200	80

リニアの平均値検波器を持っている測定用受信機に対して、実効値 2 mV[66dB(μ V)]e.m.f.の同調周波数の無変調正弦波信号に対する応答と等しくなるには、インパルスエリア(emf)は $1.4/n$ mVs e.m.f (nはパルス繰り返し周波数)が必要である。n=50,000に対しては、インパルスエリアは28 nVsとなり、すなわち1MHzのバンド幅 B_{imp} を持つ尖頭値測定用受信機の場合と比較して26 dB高い。

実効値検波器を持っている測定用受信機に対して、実効値 2 mV[66dB(μ V)]e.m.f.の同調周波数の無変調正弦波信号に対する応答と等しくなるには、1 kHzのパルス繰り返し周波数に対しては、インパルスエリア(emf)は $[44(B_3)^{-1/2}] \mu$ Vs が必要である。1MHzのインパルス帯域幅 B_{imp} に対しては、対応する B_3 は700 kHzである。従って、要求されるインパルスエリアは52.6 nVsとなり、すなわち1MHzのバンド幅 B_{imp} を持つ尖頭値測定用受信機の場合と比較して31.5 dB高い。

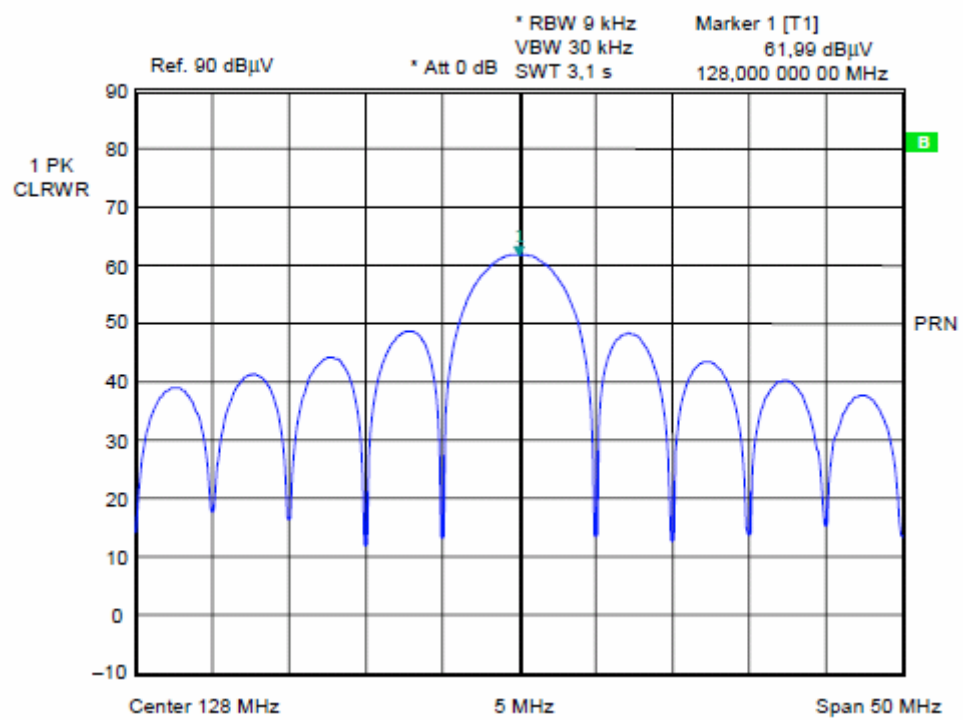


図 E.3 パルス幅200nsのパルス変調信号のスペクトル例

E.7 測定用受信機のインパルス帯域幅の測定

測定用受信機のインパルス帯域幅 B_{imp} は、ピーク値（受信機で測定した） U_p を試験パルスのスペクトル密度で割ったものとして定義される。

$$B_{imp} = U_p / D \quad (E.6)$$

もし、 U_p が μV 単位で測定され、 D が $\mu V/MHz$ 単位で与えられていれば、 B_{imp} はMHz単位で得ることができる。どちらの量、すなわち U_p 及び D は、変調しない正弦波信号の実効値で較正されていると仮定されており、これがCISPR測定用受信機の場合に相当する。

パルススペクトル密度 D は、いつも正確な参照量として得られるわけではない。インパルス帯域幅測定の不確かさを減ずるために、以下の測定法1と2では、各々2回の測定を行う。ある条件では、測定受信機の種類もまた B_{imp} を計算するのに用いられる（方法3に示されているように）。というのは、 B_{imp} は測定用受信機の“電圧帯域幅”（電力帯域幅や等価雑音帯域幅と混同してはいけない。これらは、測定用受信機の実効値検波器を用いた時のガウス雑音の実効値を決定するものである）であるからである。 B_{imp} は中間周波フィルタの選択度曲線、フィルタの位相特性（非線形の可能性もある）及び受信機のビデオ帯域幅から決定される。それは、 B_6 より広いが、受信機の B_{imp} と B_6 や B_3 との関係に関して一般的な係数は存在しない。

測定法1：2つの同じ振幅と幅を持つパルスで、繰り返し周波数が低いものと高いものに対する B_{imp} の応答の比較による測定

この方法は、図E.4に示すように短いパルス継続時間を持ち、2つの異なるprf（パルス繰り返し周波数）のパルス変調RF信号に適用する（を用いる）。高いprf（ $fp \gg B_{imp}$ ）に対しては、受信機は図E.5に示すように、受信機は搬送波周波数に同調することができる。低いprf（ $fp \ll B_{imp}$ ）に対しては、スペクトラムは図E.6に示すように、広帯域信号として現れる。パルススペクトル密度は $D = U_1 * \tau$ となる。パルスの形状（振幅= U_1 と幅 τ ）は、prfと独立でなければならない。 $B_{imp}=1MHz$ に対しては、 $fp_1=30MHz$ 、 $fp_2=30kHz$ と選択できるであろう。

最初の測定では、実効値振幅 U_2 は $U_2 = U_1 * \tau * fp_1$ となる。高い信号対雑音比によって、低い測定不確かさが実現できる。しかしながら、過負荷とならないように注意しなければならない。2番目の測定では、ピークから遷移領域への値の実効値の最大応答は $U_p = U_1 * \tau * B_{imp}$ となる。もし、積 $U_1 * \tau$ が2つの測定で完全に一致していれば、 B_{imp} は2つの測定結果から、図E.7に示すように、式(E.7)を用いて計算することができる。

$$B_{imp} = fp_1 * (U_p / U_2) \quad (E.7)$$

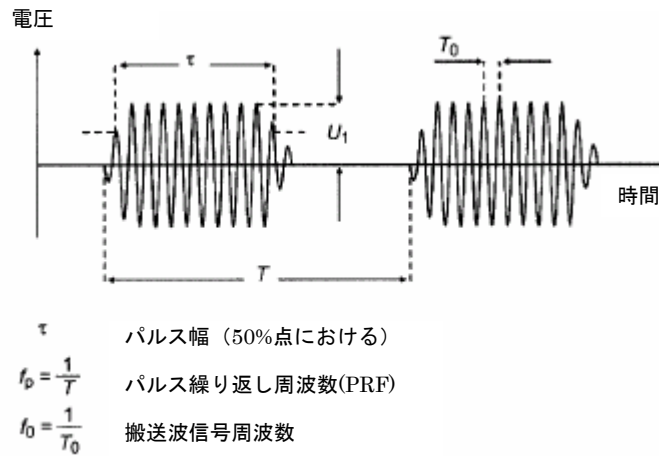


図 E.4 測定用受信器に入力されるパルス変調無線周波信号

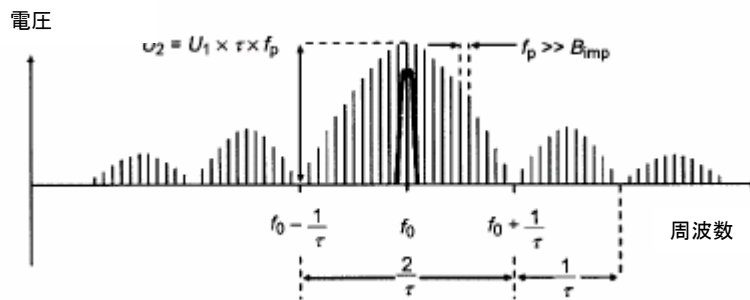


図 E.5 パルス繰り返し周波数 (prf) よりも十分に狭い B_{imp} によるフィルタリング

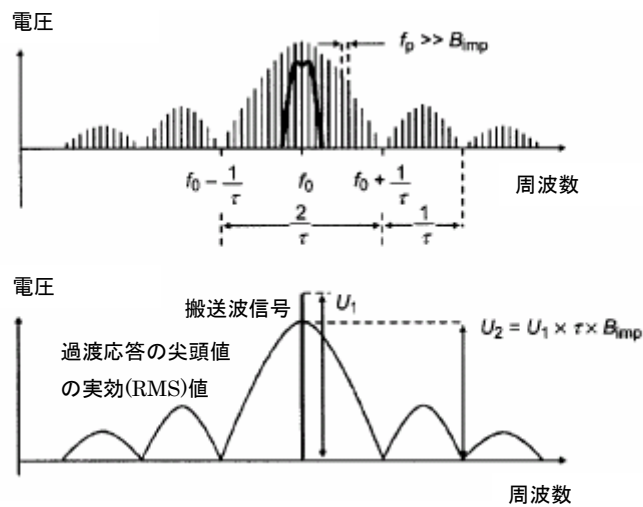
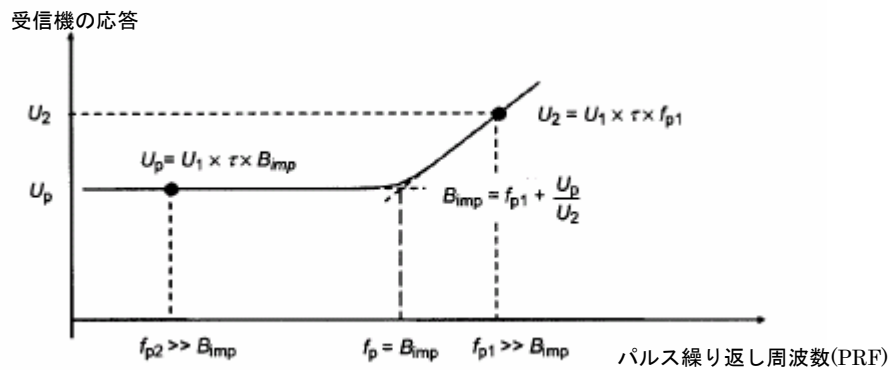


図 E.6 パルス繰り返し周波数 (prf) よりも十分に広い B_{imp} によるフィルタリング



図E.7 インパルス帯域幅の計算

測定法2：インパルス（衝撃）性の信号に対する B_{imp} の応答と、同じ信号に対する狭い帯域幅の応答との比較による測定法

選択したprf（パルス繰り返し周波数）に関らず一定の振幅を保持できるパルス発生器を入手できない場合は、比較的低いprfにおいて測定方法2を適用できる。これは、測定方法1と同じ原理に基いている。しかし、2番目の測定では、高い繰り返し周波数の信号を使用する代わりに、prfより十分に狭いフィルタを用いて行う。この方法はC.1.5項sにも記述されている。

この方法では、パルススペクトル密度 D を、方程式 $D=U_k/f_p$ によって決定する。ここで、 U_k は一つの線スペクトルの測定値（即ち、もし信号がパルス変調搬送波である場合は搬送波、または受信周波数の中心線であり、その周波数で B_{imp} が測定される）、 f_p はprfである。言い換えれば、 f_p は狭帯域フィルタの帯域幅より十分高く、測定する B_{imp} より十分低くなければならない。即ち、 $B_{narrow} \ll f_p \ll B_{imp}$ であること。例えば、 $B_{narrow} = 9 \text{ kHz}$, $f_p = 100 \text{ kHz}$, $B_{imp} = 1 \text{ MHz}$ と設定する。この方法は、変調されていない正弦波信号を加えた時に、狭帯域フィルタの応答と、測定されるべきフィルタの応答とを比較し、 D の計算における補正係数 c ($c=U_2/U_1$, U_2 は広いほうのフィルタに対する値で、 U_1 は狭いほうのフィルタに対する値)を導出するものである。従って、 $D = c \cdot U_k/f_p$ である。 D が決定されたならば、 U_p を尖頭値検波器で測定し、 B_{imp} を、式(E.2)で計算する。

測定法3：正規化された線形選択度関数の積分

この方法は、高い精度を持つという特徴があり、完全に線形な選択度関数（例：デジタルフィルタ、または製造者の仕様に基く）をもつフィルタに対して適用できる。ビデオ帯

域幅は、インパルス帯域幅に比べ十分に広い（例えば10倍）必要がある。(B_{video} >> B_{imp})

この方法では、測定用受信機のインパルス帯域幅は正規化（正規化係数としての1/U_{max}を持つ）されたリニア選択度関数U(f)の面積として定義される。

$$B_{imp} = \frac{1}{U_{max}} \int_{-\infty}^{+\infty} U(f) df$$

高分解能のデジタル周波数表示を持つ測定用受信機では、選択度特性U(fn)を測定するために、ΔfごとにNステップの周波数で同調することができる。60 dB点を100ステップ(N=101)で測定すれば、通常、正確な帯域幅測定をするためには十分である。同様に、掃引受信機は、そのスタート及びストップ周波数が、フィルタ曲線の60dB点に一致するように設定することができ、振幅特性が得られるように1回周波数掃引する。試験信号は、CW信号で供試フィルタのフィルタ形をトレースする。この時、インパルス帯域幅は測定でき、以下の式で計算される。

$$B_{imp} = \frac{1}{U_{max}} \sum_{n=1}^N (U(f_n) + U(f_{n+1})) \cdot \frac{\Delta f}{2}$$

図E.8は、正規化された選択度関数の1MHzの例（目盛は真数）を示している。

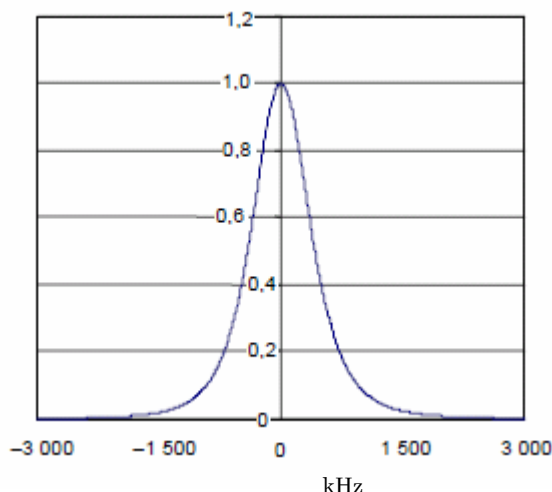


図 E. 8 正規化された選択度特性の例（1MHzの場合）

付 則 F
(規定)

CISPR 14-1 の 4.2.3 項に基づくクリックの例外規定に関する性能試験

CISPR 14-1:2005 の中で述べられている例外規定を適用するに当たって、アナライザは以下の付加的情報を提供すること。

- a) 継続時間が 10ms 以下のクリックの数
- b) 継続時間が 10ms を超え 20ms 以下のクリックの数
- c) 継続時間が 20ms を超え 200ms 以下のクリックの数
- d) 装置がクリックの定義に適合しないクリック以外の妨害波を発生し、いずれの例外規定も適用されないことが明確になったときの、その装置が試験に不合格であることの表示
- e) 試験の開始から d) で述べた妨害波の発生までの時間
- f) 準尖頭値レベルが連続妨害波の許容値を越える、クリック以外の妨害波の全継続時間
- g) クリック率

表 F.1 ディスタージャンスアナライザの試験信号^a

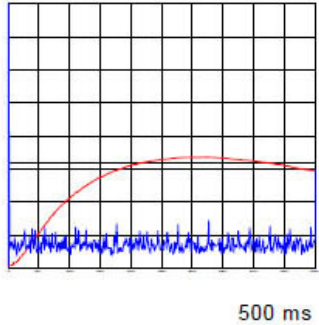
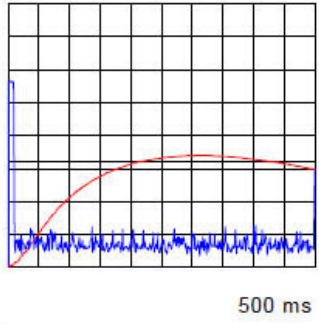
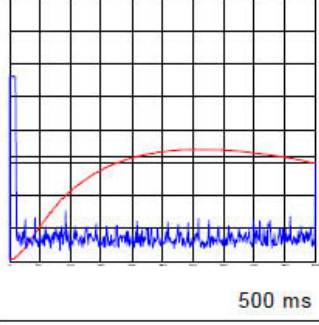
試験 No	試験信号パラメータ					アナライザ による 評価結果	中間周波出力における試験信号 および対応するQP信号 (測定器の基準に対する相対値)
	1		2		3		
	インパルスの 準尖頭値振幅： 測定用受信機の QP基準レベル に対する相対値		測定用受信機の 中間周波出力に おけるインパルス の継続時間		インパルスの 間隔あるいは 周期 (中間周波出力) ms		
	dB		ms				
	パルス 1	パルス 2	パルス 1	パルス 2			
1	1		0,11			1 クリック ≤10 ms	
2	1		9,5			1 クリック ≤10 ms	
3	1		10,5			1 クリック >10 ms, ≤20 ms	

表 F.1 (続き)

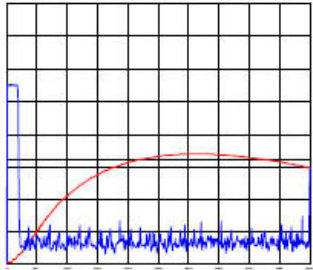
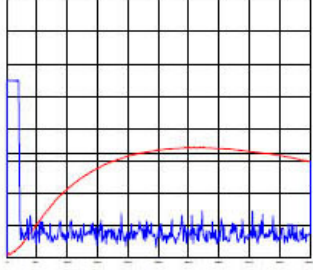
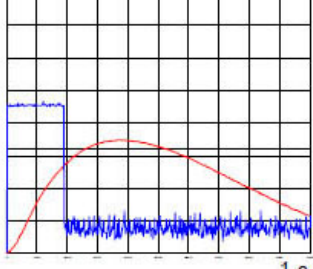
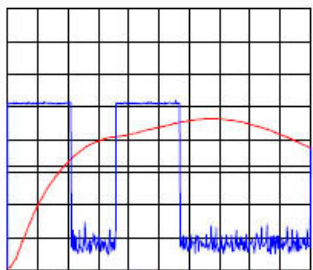
試験 No	試験信号パラメータ					アナライザによる評価結果	中間周波出力における試験信号および対応するQP信号 (測定器の基準に対する相対値)
	1		2		3		
	インパルスの準尖頭値振幅 : 測定用受信機のQP基準レベル に対する相対値		測定用受信機の中間周波出力におけるインパルス の継続時間		インパルスの間隔あるいは 周期 (中間周波出力) ms		
	dB		ms				
	パルス 1	パルス 2	パルス 1	パルス 2			
4	1		19			1 クリック >10 ms, ≤20 ms	 500 ms
5	1		21			1 クリック >20 ms	 500 ms
6	1		190			1 クリック >20 ms	 1 s
7	5	5	210	210	150	もしプログラム サイクルある いは最小観測 時間毎に1回 のみであれば 1クリック > 20ms (注2、E2、 600ms規定 参照)	 1 s
						上記と異なる場合 : 連続妨害波 (570ms)	

表 F.1 (続き)

試験 No	試験信号パラメータ					アナライザ による 評価結果	中間周波出力における試験信号 および対応するQP信号 (測定器の基準に対する相対値)
	1		2		3		
	インパルスの 準尖頭値振幅： 測定用受信機の QP基準レベル に対する相対値		測定用受信機の 中間周波出力に おけるインパルス の継続時間		インパルスの 間隔あるいは 周期 (中間周波出力) ms		
	dB		ms				
パルス 1	パルス 2	パルス 1	パルス 2				
8	5	5	220	220	190	<p>不合格</p> <p>連続妨害波</p> <p>(注 2、E2 参照： 全継続時間が 630ms > 600ms であるため 例外規定は 適用されない)</p>	<p style="text-align: right;">1 s</p>
9	5	5	190	190	190	<p>もし 最終クリック率が 5より小さければ</p> <p>2クリック > 20ms (注 2、E4：冷蔵庫 に関する規定参照 注 3も参照)</p>	<p style="text-align: right;">1 s</p>
						<p>上記以外の場合で もしプログラムサイクル毎に1回 あるいは 最小観測時間に1回のみならば、 1クリック > 20ms とカウントされる (注 2、E2 参照)</p> <p>その他の場合は、 不合格：連続妨害波 (570ms)</p>	
10	5	5	50	50	185	<p>もし 最終クリック率が 5より小さければ</p> <p>2クリック > 20ms (注 2、E4：参照 注 3も参照)</p>	<p style="text-align: right;">1 s</p>

表 F.1 (続き)

試験 No	試験信号パラメータ					アナライザ による 評価結果	中間周波出力における試験信号 および対応するQP信号 (測定器の基準に対する相対値)		
	1		2		3			4	5
	インパルスの 準尖頭値振幅： 測定用受信機の QP基準レベル に対する相対値		測定用受信機の 中間周波出力に おけるインパルス の継続時間		インパルスの 間隔あるいは 周期 (中間周波出力) ms				
	dB		ms						
	パルス 1	パルス 2	パルス 1	パルス 2					
						上記以外の場合で もしプログラムサイクル毎に あるいは 最小観測時間に1回のみならば、 1クリック > 600msとカウントされる (注 2、E2、2×285ms > 20ms 参照) その他の場合は、 不合格：連続妨害波(285ms)			
11	20	20	15	5	1×パルス1+ 9×パルス2 を、40クリックが 記録されるまで 繰り返す 各インパルスの 間隔は 13秒	36クリック < 10ms 4クリック > 10ms、≤ 20ms クリックの 90%以上が < 10ms 合格 (注 2、E3 参照：注 4も参照 クリック振幅の測定は要求されない)			
12	20	20	15	5	1×パルス1+ 8×パルス2 を、40クリックが 記録されるまで 繰り返す 各インパルスの 間隔は 13秒	35クリック < 10ms 5クリック > 10ms、≤ 20ms クリックの 90%以下が < 10ms (注 2、E3 参照：注 4も参照 例外規定は適用されない クリック振幅が非常に高いため、 上限4分位法の適用後の最終結果は「不合格」)			
<p>注1 CISPR 14-1：2005、4.2.3には下記の例外規定が含まれている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・E1 「個々のスイッチング動作」 この例外規定の評価は、ディスターバンスアナライザによる自動ではなく、操作者が行う。CISPR 16-1-1とCISPR 14-1の 使用者が、例外規定の番号によって混乱しないように、ここに記載する。 ・E2 「600msより短い時間フレームの組み合わせクリック」(「600ms規定」) プログラム制御された装置では、600msより短い時間フレームの中での組み合わせクリックが、選択されたプログラムサイクル 毎に1回許容される。他の装置については、そのような組み合わせクリックが、最小観測時間の間に1回許容される。これは各 相と中点との間で順次に妨害を発生するサーモスタット制御の三相スイッチにも有効である。 組み合わせクリックは、一つのクリックと見なす。 									

表 F.1 (続き)

<p>・E3 - 「瞬時スイッチング」 下記の条件を満たす機器は、クリックの信服に係わらず、許容値を満足しているものと見なす。</p> <ul style="list-style-type: none"> — クリック率が5以下 — 全ての発生クリックの継続時間が 20ms 以下 — 発生クリックの 90%の継続時間が 10ms 以下 <p>もし、これらの条件の1つでも満足しない場合には、連続妨害波の許容値が適用される。</p> <p>・E4 - 「発生間隔が 200ms より短いクリック」(冷蔵庫に関する規定) クリック率が5より小さい機器については、継続時間が最大 200ms の2つのクリックは、それらの発生間隔が 200ms より短くても、2つのクリックと評価する。この場合、たとえば冷蔵庫については、このような妨害は連続妨害波ではなく、2つのクリックと評価されるべきである。</p> <p>注 2 アナライザは、例外規定 E4 が適用されないときにのみ、E2を適用しなければならない。</p> <p>注 3 下記の計算が示すように、例外規定 E3 が適用できるときには、性能チェック波形11と12は実施しなくても良い。</p> <p>・性能チェック波形11と12で要求される40個のクリックがカウントされるのは、0秒におけるクリックを含んで $13 \text{ 秒} \times 39 = 507 \text{ 秒後}$、即ち、8.45分後である。クリック率は $40/8.45 = 4.734$ (クリック率は5より小さく、ここでは全て、90%が 10ms より短いかどうかには依存する)。</p> <p>注 4 CISPR 14-1 によるクリックのための許容値の緩和は、$20 \times \log(30/4.734) = 16.04(\text{dB})$ である。したがって、チェック用波形11と12(振幅が許容値を 20dB 超過)は、クリックの 25%がクリック許容値を超えることを許容した CISPR 14-1 : 2005 による上限四分位法では合格しない。</p>
<p>^a CISPR 14-1:2005、4.2.3 項のクリックの例外規定に関する性能チェックに使用される試験信号である。</p> <p>^b パルスの立ち上がり時間は $40 \mu\text{s}$ 以上であってはならない。</p>






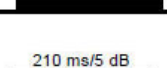

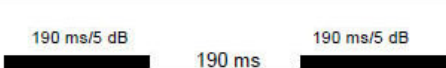
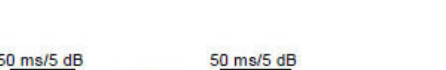

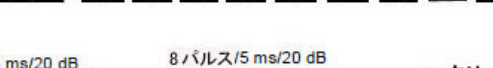

試験 No	試験信号	アナライザによる評価
1	 0.11 ms/1 dB	1 クリック ≤ 10 ms
2	 9.5 ms/1 dB	1 クリック ≤ 10 ms
3	 10.5 ms/1 dB	1 クリック > 10 ms, ≤ 20 ms
4	 19 ms/1 dB	1 クリック > 10 ms, ≤ 20 ms
5	 21 ms/1 dB	1 クリック > 20 ms
6	 190 ms/1 dB	1 クリック > 20 ms
7	 210 ms/5 dB 150 ms 210 ms/5 dB	1 クリック ≤ 600 ms (プログラム制御されたDUT)
8	 220 ms/5 dB 190 ms 220 ms/5 dB	連続性妨害 ≥ 600 ms
9	 190 ms/5 dB 190 ms 190 ms/5 dB	1 クリック ≤ 600 ms (2クリックとしてカウントされる 冷蔵庫に関する規定)
10	 50 ms/5 dB 185 ms 50 ms/5 dB	N < 5であれば - 2クリック N ≥ 5であれば - 連続性妨害 プログラム制御されたDUTに ついては 1 クリック ≤ 600ms
11	 15 ms/20 dB 13 s 13 s 13 s 13 s 13 s 13 s 13 s 13 s 13 s 9パルス/5 ms/20 dB クリックが40個カウントされるまで 繰り返し	36 クリック ≤ 10 ms 4 クリック > 10 ms, ≤ 20 ms
12	 15 ms/20 dB 13 s 13 s 13 s 13 s 13 s 13 s 13 s 8パルス/5 ms/20 dB クリックが40個カウントされるまで 繰り返し	35 クリック < 10 ms 5 クリック > 10 ms, ≤ 20 ms

図 F.1 表 F.1 に規定するアナライザの性能試験用信号の概念図

付則 G (情報)

APD 測定機能の仕様に関する根拠

測定器の仕様は、以下の定義及び条件に基づいている。

a) 振幅のダイナミックレンジ

振幅のダイナミックレンジは、所定の精度で APD を測ることができる振幅範囲と定義する。ダイナミックレンジの上限は、被測定妨害波の尖頭レベルよりも高いこと。下限は製品規格作成にあたって決められる妨害波の許容値より 10 dB 以上低いこと。

CISPR 11, Group 2, class B, ISM 装置のピーク許容値は $110 \text{ dB } \mu\text{V/m}$ 、重み付け許容値は $60 \text{ dB } \mu\text{V/m}$ であるので、10 dB の余裕を取って、ダイナミックレンジは 60 dB とした。

b) サンプリング速度

守るべき無線業務の等価帯域幅で妨害波の APD を測定するのが理想である。しかし、スペクトラムアナライザの分解能帯域幅は、1GHz 以上では 1 MHz と指定されているので、サンプリング速度は 10M サンプル/秒より早いことにした。

c) 最大測定時間

CISPR 11 は、1GHz 以上の電子レンジ妨害波の尖頭値測定時間を 2 分と規定している。従って、APD 測定の測定時間を少なくとも 2 分とした。計数器あるいはメモリのサイズに制限があるので、長い測定時間は困難であることから、測定できない時間が、全測定時間の 1% よりも少なければ間欠測定も許容される。

d) 最小測定確率

確率測定において有意な結果を得るには、約 100 個の事象が必要である。従って、最小測定確率は以下のように計算される。

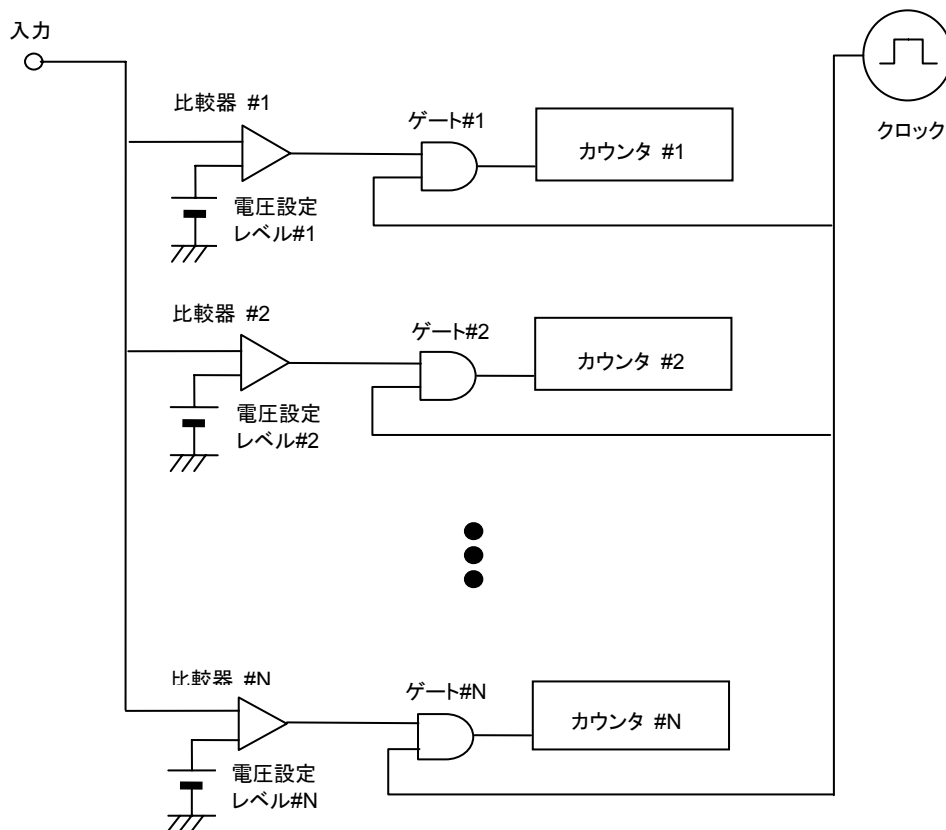
測定時間を 2 分、サンプリング速度を 10M 個/sec と仮定すると、確率は $100/(120 \times 10 \times 10^6) \sim 10^{-7}$ となる。

e) APD 測定データの表示

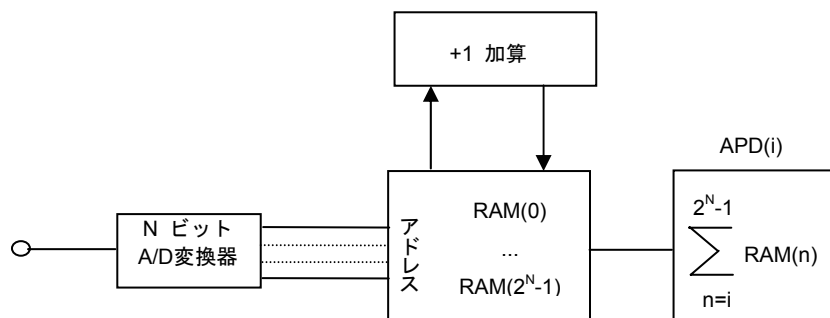
APD 測定結果の表示の振幅分解能は、ダイナミックレンジと A/D 変換器の分解能に依存する。例えば、60 dB のダイナミックレンジを有する場合、対数振幅に 8 bit A/D 変換器を適用すると、表示の分解能は、0.25 dB ($\sim 60/255 \text{ dB}$)程度となる。

図 G.1 および図 G.2 に APD 測定機能を可能にするためのブロックダイアグラムを示す。

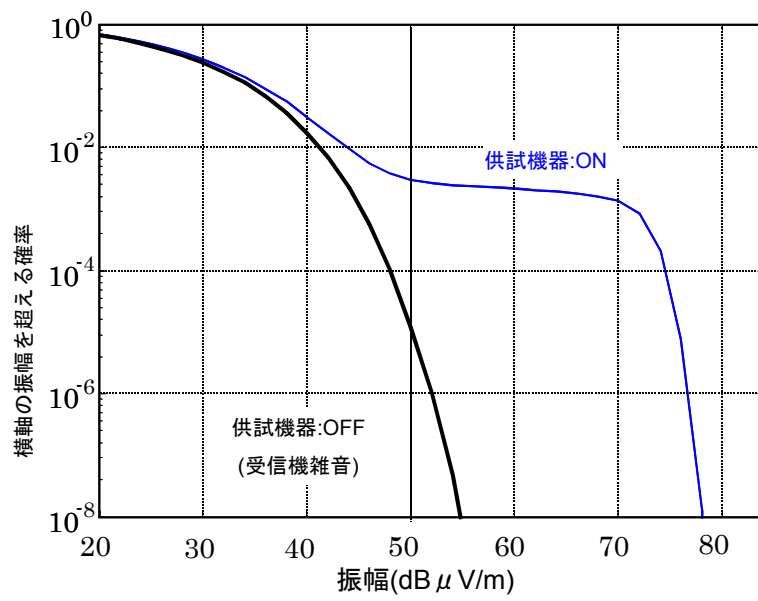
APD 測定結果の例を図 G.3 に示す。



図G.1 A/D変換器を使用しないAPD測定回路のブロックダイアグラム



図G.2 A/D変換器を使用するAPD測定回路のブロックダイアグラム



図G.3 APD測定結果の表示例