



< 雑音電波の測定法 >

☆ 雑音測定器の概要

雑音測定器は、高周波雑音の電界強度や端子電圧などを測定するため、受信機、測定用アンテナ、出力指示計、標準電圧発生器、減衰器などから構成されています。最近の測定器は、これらの回路構成や動作をマイクロコンピュータを用いて自動化したものが多く見られ、外見上は構成機材が明確に見分けられないものもあります。

☆ 雑音測定器に必要な要件

測定の対象となる高周波雑音は、発生機構が複雑で、強度、周期、波形なども多種多様なため、測定器の通過帯域、検波時定数、直線性などによって、測定値が大幅に変化します。

したがって、雑音測定器に必要な要件は、これらの各種項目を規格としてきちんと定義しておかねばなりません。

☆ 国際的に統一するための CISPR 規格とわが国の規格

このため、国際的には国際無線障害特別委員会（CISPR「シスプル」と読みます。）で定めた規格があり、各国はこの CISPR 規格に準拠した規格に切り替えつつあります。わが国でも 1993 年（平成 5 年）以降、従来から採用していた「電波技術審議会答申の規格」から CISPR 規格に逐次移行しつつあります。

末尾に、これまでに国内答申された規格と測定法の一覧を示します。

☆ 主な特性の概要

・ 通過帯域幅

モーター、自動車、サイリスタ制御機器その他の多くの電気機器から

発生する高周波雑音のほとんどは、繰り返す周期に比較して持続時間が極めて短いパルス性のもので、その高周波成分はかなり広い周波数範囲に分布しています。雑音測定器はこの広範囲に分布している高周波スペクトラムの中から、測定する周波数を中心に受信帯域内に入るものを選択して測定することになり、通過帯域にほぼ比例した出力が得られます。したがって、測定器の通過帯域幅を一定にしなければ同一の指示を得ることができません。図 1(a)~(d) にパルス波形ならびにスペクトラムの例とそのパルスを広帯域な測定器ならびに狭帯域な測定器で受信したときの出力波形の例を示します。

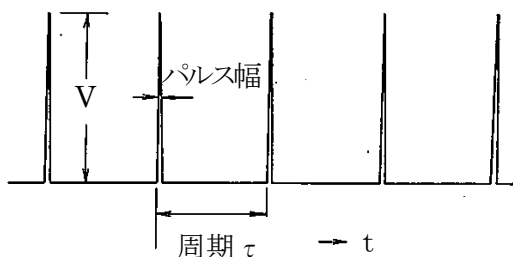


図 1 (a)パルス波形

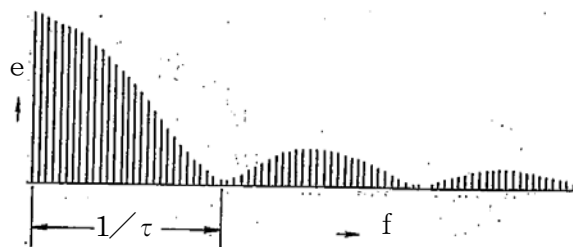


図 1 (b)パルス波のスペクトラム分布

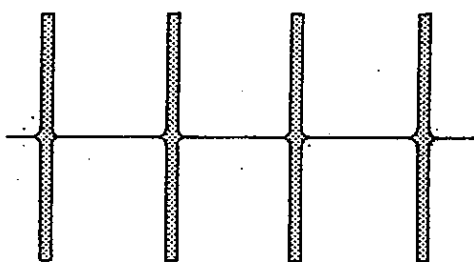


図 1 (c) 広帯域受信出力

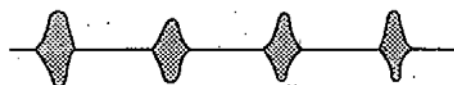


図 1 (d) 狭帯域受信出力

- 検波時定数

高周波電圧を検波して直流電流計を振らせる場合、検波回路の充放電時定数により指示値が変わります。充電が早く放電が遅ければ先頭値に近い値を指示し、逆の場合は、低い値を指示します。(図 2(a)~(c)参照)

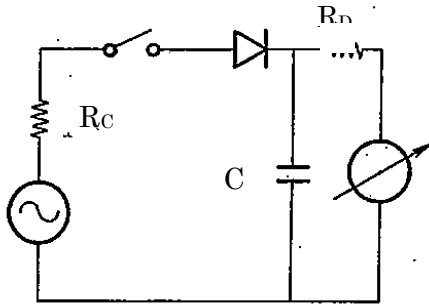


図 2 (a) 検波回路

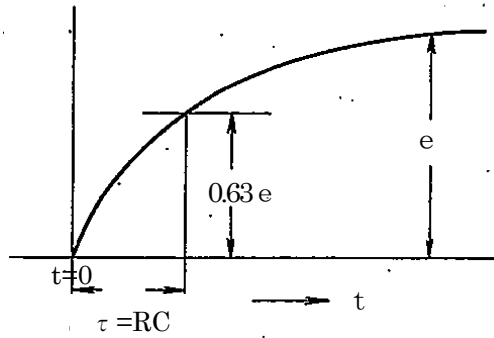


図 2 (b) 充電曲線

時定数とは、図 2(a)のコンデンサ C と抵抗 R を含む検波回路において電圧変化を過渡的に見た特性で

$$\text{時定数}(\tau) = R \times C$$

と表されます。τ は「タウ」と読みます。

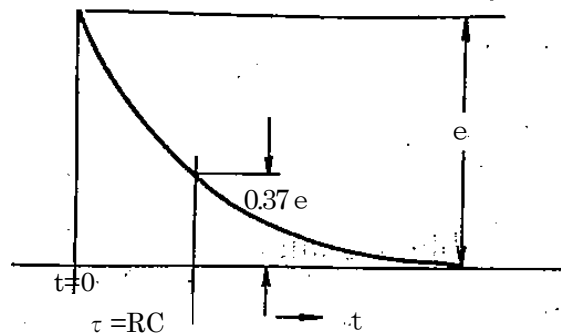


図 2 (c) 放電曲線

時定数の詳細については末尾に掲載します。

雑音測定器では、各国の規格値が多少異なりますが、検波回路の充放電時定数を特定した準先頭値計を使用することを原則としています。

なお、同様な理由で、指示計器の機械的時定数も問題となるので、これの検波時定数に関しても規定する必要があります。

図 3 (a) および (b) に繰り返し周期の早いパルスと遅いパルスの場合の計器の振出しの違いを示します。

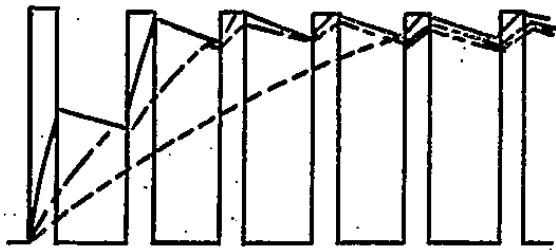


図 3(a) 繰り返しの早いパルス

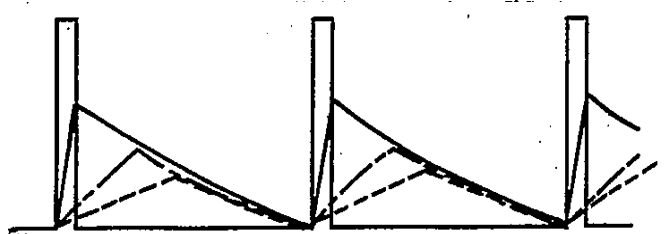


図 3(b) 繰り返しの遅いパルス

—— 充・放電曲線

- · - · - 時定数の小さい指示計の振出

- - - - 時定数の大きい指示計の振出

- 直線性（過負荷係数）

雑音測定器の指示する値は、前項時定数にて述べたように、雑音の先頭値よりもかなり小さい場合が多く、先頭値と指示値の差は、繰り返しの遅いものほど大きく、時により 10~40dB にも及ぶことがあります。

指示値がそれだけ小さいということは、検波器より前の増幅回路にそれだけ大きな出力が出せる余裕が必要となります。その余裕が保たれなければ飽和現象を起こして正しい指示値を得ることはできません。したがって、この余裕、すなわち直線性が要求されることになり、図 4(a)および(b)のように過負荷係数として規定されています。

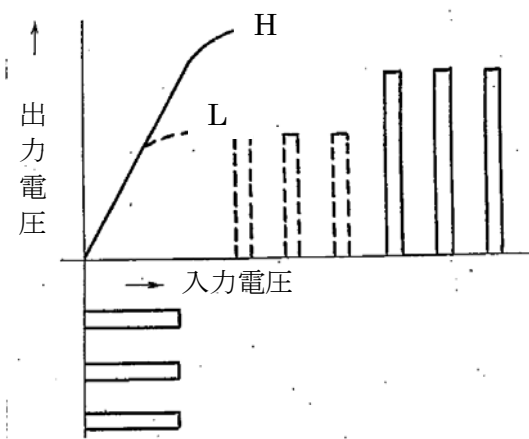


図 4(a) 測定器の直線性

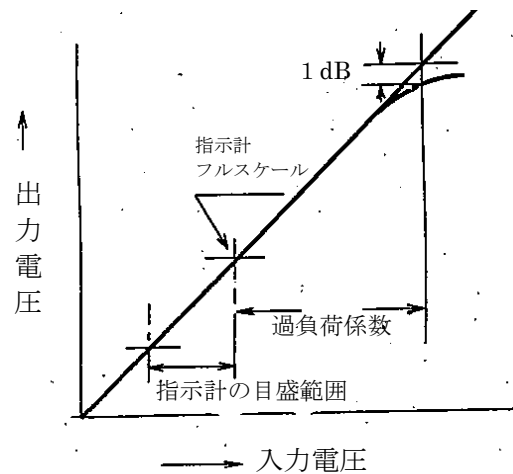


図 4(b) 過負荷係数

- その他

これまで述べた各特性のほか、選択度、バックグラウンドノイズの限界、遮へい、測定精度など多くの制約が設けられており、同一規格で作られた雑音測定器であれば同一の測定値が得られるようになっています。

☆ 国内答申された CISPR 規格一覧

総務省ホームページ (<http://www.tele.soumu.go.jp/j/adm/system/bc/now/>) から

CISPR11	「工業・科学及び医療用装置からの妨害波の許容値及び測定法」 【平成26年3月答申】
CISPR12	「車両、モータボート及び火花点火エンジン駆動の装置からの妨害波の許容値及び測定法」 【平成5年6月答申】
CISPR13	「音声及びテレビジョン放送受信機並びに関連機器の無線妨害波特性の許容値及び測定法」 【平成19年7月答申】
CISPR14-1	「家庭用電気機器、電動工具及び類似機器からの妨害波の許容値と測定法」 【平成23年9月答申】
CISPR15	「電気照明及び類似機器の無線妨害波特性の許容値及び測定法」 【平成27年9月答申】
CISPR16-1	「無線妨害波およびイミュニティ測定装置の技術的条件」 【平成19年7月答申】
CISPR16-2	「無線妨害波及びイミュニティ測定法の技術的条件」 【平成12年9月答申】
CISPR16-2-1	「無線周波妨害波およびイミュニティ測定装置と測定法に関する規格」 第2部第1編 伝導妨害波の測定 【平成23年9月答申】
CISPR16-2-2	「無線周波妨害波およびイミュニティ測定法の技術的条件」 第2部第2編 妨害波電力の測定法 【平成22年12月答申】
CISPR16-2-3	「無線周波妨害波およびイミュニティ測定法の技術的条件」 第2部第3編 放射妨害波の測定法 【平成21年3月答申】
CISPR22	「静電技術装置からの妨害波の許容値と測定法」 【平成22年12月答申】
CISPR24	「静電技術装置におけるイミュニティ特性の限度値と測定方法」 【平成10年9月答申】
CISPR25	「車載受信機保護のための妨害波の性能限度値及び測定法」 【平成9年9月答申】
CISPR32	「マルチメディア機器の電磁両立性・エミッション要求事項」 【平成27年12月答申】
IEC61000-6-3及び IEC61000-6-4	「住宅、商業及び軽工業環境に関するエミッション規格」 及び「工業環境に関するエミッション規格」 【平成9年9月答申】

[もっと知りたい方のために] 時定数について

図5のような単純なRC回路を考えます。V1をRC回路の入力端子、V2を出力端子とします。

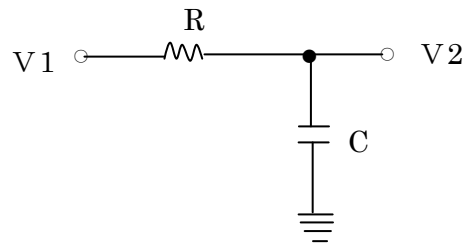


図5 RC回路

その回路に図6ような波形の信号が入力されたとします。

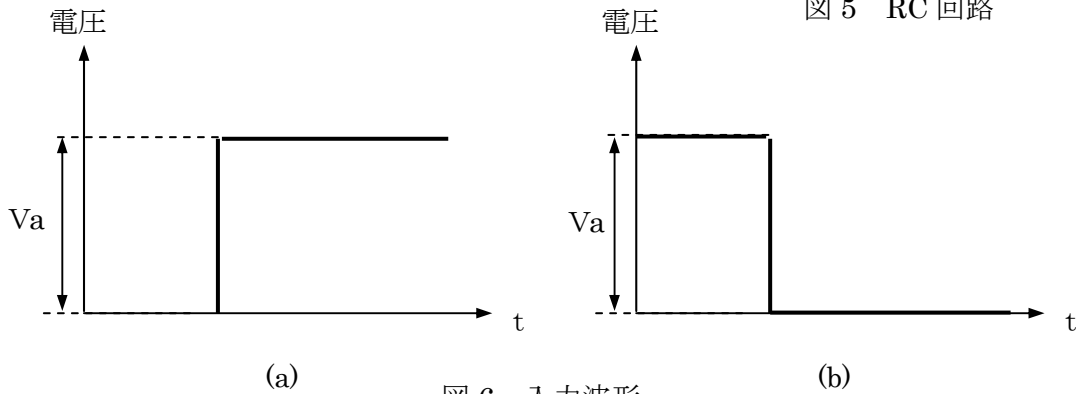


図6 入力波形

図6の(a)が $0V \rightarrow Va$ に変化した波形で、(b)が $Va \rightarrow 0V$ に変化した波形です。

出力端子V2の電圧は(a)の入力に対しては、図7(a)に示すように、(b)の入力に対しては図7(b)に示すようになります。

図7(a)から時間 t が $R \times C$ になったとき、電圧は $0.632Va$ となります。つまり、図6の入力V1が瞬時的に $0 \rightarrow Va$ なるのに対して、出力V2は時間 $t = RC$ 秒後に Va の電圧の63.2%まで立ち上がることを意味しています。

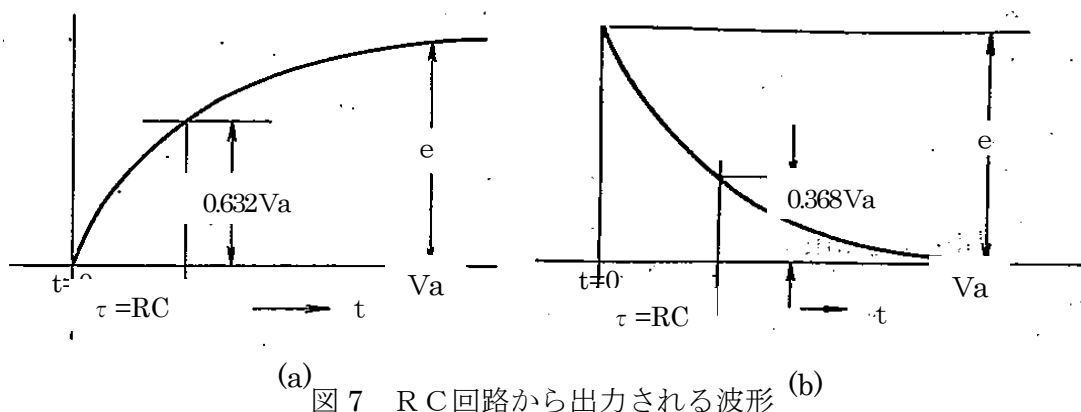


図7 RC回路から出力される波形

図7(b)でも時間 t が $R \times C$ になったとき、電圧の値は $0.368Va$ となります。つまり、図6の入力V1が瞬時的に $Va \rightarrow 0$ になるのに対して、出力V2は図7(b)から時間 t が $R \times C$ になったとき、電圧は36.8%まで0に近づくことを意味します。この $R \times C$ を時定数 τ (タウ) といいます。

時定数 τ の値が小さいと出力 V_2 の立ち上がりは早く、 τ が大きいと V_2 の立ち上がりは遅くなります。