

RECOMENDACIÓN UIT-R SM.1268-1*

**MÉTODO DE MEDICIÓN DE LA MÁXIMA DESVIACIÓN DE FRECUENCIA
DE LAS EMISIONES DE RADIODIFUSIÓN A UTILIZAR EN LAS
ESTACIONES DE COMPROBACIÓN TÉCNICA**

(Cuestión UIT-R 67/1)

(1997-1999)

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) que las frecuencias de la banda 66 y 108 MHz en ondas métricas están siendo asignadas a un número cada vez mayor de estaciones de radiodifusión MF;
- b) que las relaciones de protección para la planificación de las frecuencias de los transmisores de radiodifusión se basan en un valor máximo de la desviación de frecuencia de ± 75 kHz (o de ± 50 kHz) y una potencia máxima de la señal de modulación que no rebase la potencia de un tono sinusoidal que provoca una desviación de frecuencia de ± 19 kHz;
- c) que algunas transmisiones de radiodifusión rebasan la máxima desviación de frecuencia debido a los distintos tipos de programas y a las componentes adicionales de la señal compuesta (por ejemplo, sistema de transmisión radioeléctrica de datos (RDS, *radio data system*);
- d) que es necesario limitar la desviación de cresta de la frecuencia para la protección mutua de la planificación de radiodifusión;
- e) que es necesario realizar comprobaciones técnicas de las emisiones difundidas para evitar que las transmisiones de radiodifusión rebasen la máxima desviación de frecuencia;
- f) que es necesario utilizar procedimientos de medición comunes para lograr una aceptación mutua de los resultados de las medidas por las partes interesadas; por ejemplo, organismos gestores de las frecuencias, servicios de comprobación técnica y entidades de radiodifusión;
- g) que está aumentando el número de estaciones de radiodifusión que utilizan señales adicionales, tales como las del RDS, y señales de datos de alta velocidad y estos sistemas son muy sensibles a la interferencia procedente de los canales adyacentes,

reconociendo

- a) que el método descrito en el Anexo 1 es una sencilla prueba de «sí o no» basada en una máscara de espectro, que no puede sustituir a la realización de mediciones precisas de la desviación de frecuencia;
- b) que el método descrito en el Anexo 1 no puede aplicarse a transmisiones con desviaciones de cresta de 50 kHz, debido a que no se dispone de una máscara de espectro adecuada;
- c) que el método descrito en el Anexo 2 sólo es aplicable a transmisiones con desviaciones de cresta de 50 kHz,

recomienda

- 1 que el método descrito en el Anexo 1 se utilice como una verificación para determinar si la desviación de frecuencia de una estación de radiodifusión MF rebasa los límites establecidos;
- 2 que se emplee el método descrito en el Anexo 2 cuando sea necesario conocer los valores de la desviación de frecuencia y la potencia de modulación.

* Esta Recomendación debe señalarse a la atención de la Comisión de Estudio 10 de Radiocomunicaciones.

Método basado en una máscara de espectro sencilla para determinar si se rebasan los límites de la desviación de frecuencia

1 Requisitos

Para esta medida puede utilizarse cualquier analizador de espectro y receptor de prueba con capacidades de analizador.

2 Conexión del transmisor y el analizador de espectro

Con la ayuda de una antena de medición.

3 Condiciones de medición

- Durante 3 mediciones de 5 min cada una, el transmisor sometido a prueba debe modularse con un material de programa representativo para ese transmisor en particular. Se pueden llevar a cabo mediciones adicionales para asegurar que el material del programa es verdaderamente representativo.
- No deben aparecer interferencias impulsivas (por ejemplo, interferencia procedente de una fuente de ignición).
- La relación señal/interferencia + ruido debe ser ≥ 50 dB.

4 Ajustes del analizador de espectro

El analizador de espectro debe ajustarse de la forma siguiente:

- frecuencia central = f_0 (frecuencia portadora del transmisor);
- RBW 10 kHz (filtro de FI);
- VBW 10 kHz (filtro de vídeo);
- intervalo: 340 kHz;
- tiempo de barrido: 340 ms (1 ms/kHz);
- modo máxima retención,
- la atenuación de entrada depende del nivel de entrada.

Los ajustes para analizadores con procesamiento digital de la señal (DSP, *digital signal processor*) serán distintos pero deben proporcionar resultados equivalentes.

5 Instrucciones para la medición

- a) Se registra la señal de transmisor durante un periodo de 5 min.
- b) Debe utilizarse la observación del analizador y de los controles acústicos del receptor para asegurar que no se evalúan resultados de mediciones distorsionados por interferencia impulsiva. Por esta misma razón, se repiten dos veces las mediciones.
- c) Se superpone la medición gráfica a la máscara descrita en el § 7.
- d) El centro del eje x de la máscara deberá corresponder con la frecuencia central (f_0).
- e) Se ajusta el nivel de referencia de manera que la máxima amplitud de la medición corresponda a 0 dB.
- f) Se determina si la medición se encuentra dentro de los límites de la máscara.

6 Límites

Si algunos de los espectros medidos rebasa los valores de la máscara, se considera que la desviación del transmisor no satisface los requisitos.

7 Construcción de la máscara

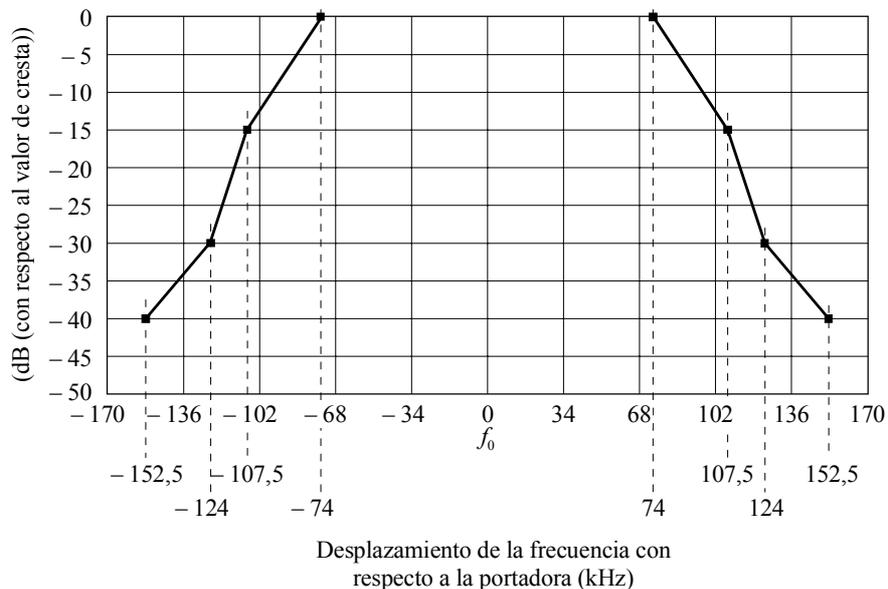
- a) La calibración de la máscara debe ser coherente con los ajustes del analizador.
- b) El centro del eje x se ajusta a f_0 .
- c) La cima del eje y corresponde al nivel de referencia 0 dB.
- d) Las siguientes coordenadas deben estar unidas por líneas rectas:

Eje x (kHz)	Eje y (dB)
$f_0 - 74$	0
$f_0 - 107,5$	-15
$f_0 - 124$	-30
$f_0 - 152,5$	-40

Eje x (kHz)	Eje y (dB)
$f_0 + 74$	0
$f_0 + 107,5$	-15
$f_0 + 124$	-30
$f_0 + 152,5$	-40

La representación gráfica de la máscara se muestra en la Fig. 1.

FIGURA 1
Forma de la máscara



Método de medición de la máxima desviación de frecuencia de las emisiones de radiodifusión MF a utilizar en las estaciones de comprobación técnica

1 Consideraciones generales

1.1 Definiciones

Desviación de frecuencia: En el caso de modulación de frecuencia se trata de la desviación de la frecuencia con respecto a la frecuencia de la portadora sin modular f_0 .

Desviación instantánea: En el caso de modulación de frecuencia, la desviación instantánea $\Delta f(t)$ es la diferencia entre la frecuencia portadora sin modular (f_0) y la frecuencia instantánea en un instante de tiempo determinado (t). La frecuencia instantánea es:

$$f(t) = f_0 + \Delta f(t)$$

Desviación de cresta: En el caso de modulación de frecuencia, la desviación de cresta ΔF es el máximo absoluto de la diferencia entre la frecuencia portadora sin modular (f_0) y la frecuencia instantánea $f(t)$. En el caso de modulación de frecuencia con ondas sinusoidales, la frecuencia instantánea es:

$$f(t) = f_0 + \Delta F \text{ sen}(\omega t)$$

Señal compuesta: Esta señal incluye toda la información de estereofonía (comprendido el tono piloto) y puede incorporar también la radioseñal de tráfico, la señal RDS y otras señales adicionales.

Potencia de modulación: Se trata de la potencia relativa promediada P_{mod} a lo largo de 60 s de la señal de modulación, de acuerdo con la fórmula:

$$P_{mod} = 10 \log \left[(2/60 \text{ s}) \int (\Delta f(t) / 19 \text{ kHz})^2 dt \right] \quad \text{dBr}$$

0 dBr: Es la potencia media de una señal equivalente a la potencia de un tono sinusoidal que provoca una desviación de cresta de ± 19 kHz.

1.2 Introducción

Existen varias razones, tales como una reducción del tiempo necesario para realizar las mediciones, que hacen conveniente llevar a cabo las mediciones de desviación de frecuencia en el propio trayecto y no directamente a la salida del transmisor. Para evitar incertidumbres en las mediciones es necesario que la señal que va a medirse se adapte a las características indicadas a continuación y que el equipo de medida cumpla los requisitos descritos en el § 3.

1.3 Límites

Se aplican las relaciones de protección especificadas en la Recomendación UIT-R BS.412 para la planificación de los transmisores de radiodifusión sonora MF con la condición de que no se rebase el valor de desviación de cresta de ± 75 kHz y que la potencia de modulación promediada a lo largo de cualquier intervalo de 60 s no supere la de un solo tono sinusoidal que provoque una desviación de cresta de ± 19 kHz.

1.4 Tiempo de observación

La medición debe representar la modulación típica del material de programa de la estación de radiodifusión. El tiempo de observación debe ser al menos de 15 min y en algunos casos puede que sea necesaria 1 h para asegurar que se mide material de programa representativo.

2 Condiciones necesarias para las mediciones

2.1 Valor necesario de la relación de niveles de las señales de RF deseada/no deseada, E_n/E_s , en el equipo de medida

Esta relación depende de las características del equipo utilizado para las mediciones y de la precisión requerida. El equipo de medida deberá tener la suficiente anchura de banda de FI como para permitir la medida de una desviación de frecuencia de acuerdo con los requisitos indicados en el § 3. En el caso de los equipos que satisfagan las «características de los receptores de referencia de radiodifusión sonora con modulación de frecuencia para fines de planificación», como especifica la Recomendación UIT-R BS.704, la relación E_n/E_s representada en la curva S1 de la Fig. 1 de la Recomendación UIT-R BS.412, se considera suficiente para estas mediciones y para una separación de frecuencia ≥ 200 kHz. Debido a la anchura de banda de FI necesaria y a la precisión requerida, la relación E_n/E_s para la interferencia cocanal y de canal adyacente deberá ser al menos 15 dB superior a los valores indicados.

2.2 Propagación multitrayecto

Las señales retardadas deberán ser lo suficientemente pequeñas para asegurar que los resultados de la medición no resultan influenciados por los efectos de la propagación multitrayecto. Se considera suficiente que el producto del tiempo de retardo por la relación de amplitudes cumpla la condición:

$$(U_r / U_d) \tau < 320\% \mu s$$

donde:

U_r es la amplitud de la señal reflejada

U_d es la amplitud de la señal directa

τ es el tiempo de retardo.

Este producto es proporcional al máximo gradiente de la dependencia de la amplitud de RF con la radiofrecuencia causada por la propagación multitrayecto, que puede medirse fácilmente (incluso cuando existe más de una señal retardada). El correspondiente gradiente para la relación estereofónica es:

$$d(U_r / U_d) / df < 2\%/kHz$$

2.3 Nivel de la señal deseada a la entrada del receptor

Para asegurar un valor suficiente de la relación señal/ruido en audiofrecuencia, el nivel de entrada de la señal deseada en el receptor debe ser al menos de 43 dB(pW). (Lo que corresponde a una intensidad de campo de unos 68 dB(μ V/m) utilizando una antena como la indicada en la Recomendación UIT-R BS.599, Fig. 1, curva B (12 dB de relación adelante/atrás).)

3 Características de un equipo de medida adecuado

Para asegurar que se observan todos los valores de cresta de las desviaciones de frecuencia, el equipo tiene que ser capaz de detectar la desviación producida por la componente mayor de la señal en banda base o de la señal compuesta. Por ello, si se utiliza un equipo de medición digital, tiene que tener una velocidad de muestreo de 200 kHz o superior en función de la frecuencia máxima de la señal compuesta.

3.1 Mediciones de la desviación de frecuencia

El equipo de medida utilizado debe poder realizar mediciones de una desviación instantánea de ± 100 kHz o superior. Además, el equipo debe poseer unas características en las que se tengan en cuenta anchura de banda de medición requerida, el factor de conformación del filtro, etc. a fin de asegurar que la no linealidad y la distorsión no provocan una imprecisión mayor que la especificada en el Cuadro 1.

CUADRO 1

Desviación del instrumento para mediciones de desviación

Desviación instantánea (kHz)	Precisión requerida
≤80	±2 kHz
>80	±5%

3.2 Mediciones de la potencia de modulación

La potencia de modulación se especifica en dBr de acuerdo con el § 1.1. El equipo de medida deberá poder medir potencias de modulación en la gama de -6 dBr a +6 dBr. La precisión del instrumento deberá satisfacer al menos los valores especificados en el Cuadro 2.

CUADRO 2

Precisión del instrumento para realizar mediciones de la potencia de modulación

Potencia de modulación (dBr)	Precisión requerida (dB)
<-2	±0,4
-2 a +2	±0,2
>2	±0,4

4 Presentación de los resultados de las mediciones**4.1 Potencia de modulación**

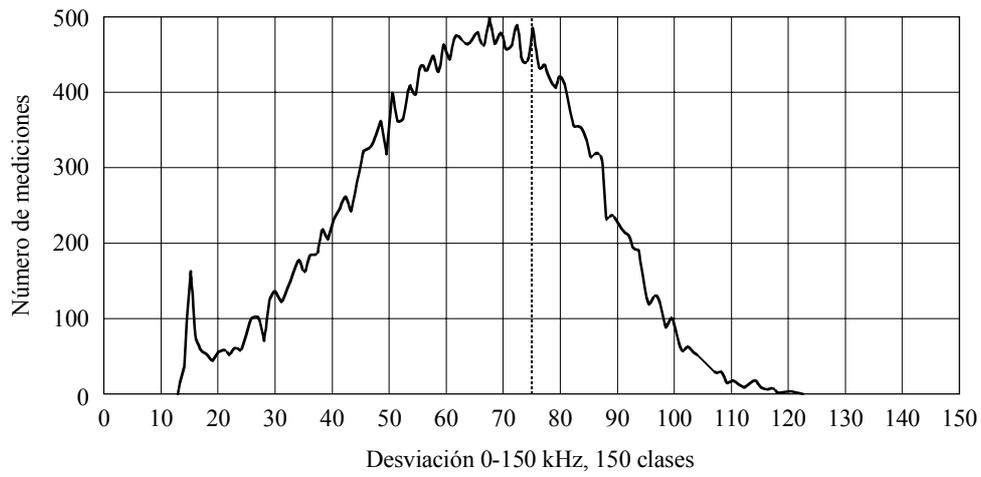
La potencia de modulación debe presentarse en función del tiempo durante el intervalo de medición.

4.2 Desviación de frecuencia

Para obtener más información, es preferible representar la desviación mediante histogramas y como una función del tiempo en lugar de simplemente presentando el valor más alto en un modo de «máxima retención» durante un cierto periodo de tiempo. Los histogramas de la desviación de frecuencia se procesan como sigue:

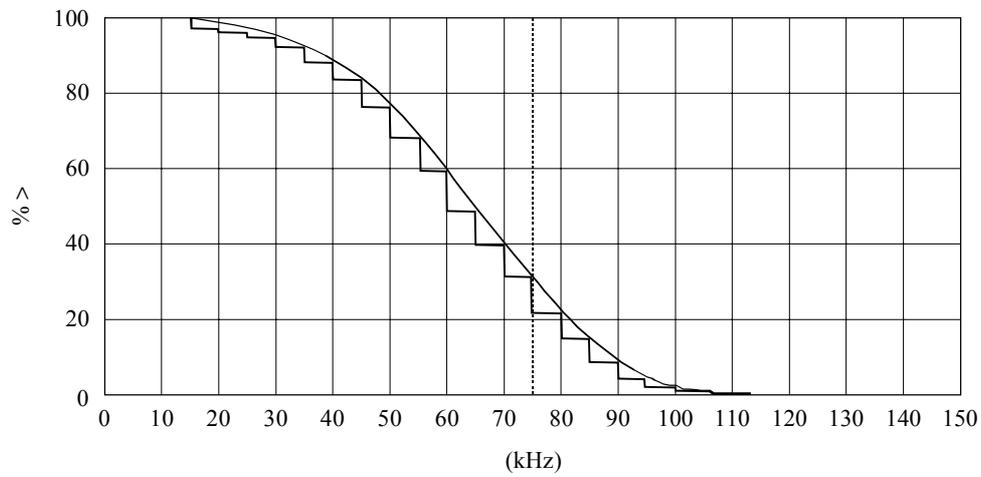
- Se obtienen los valores de retención de cresta N de la desviación tomados cada uno durante un tiempo de medición de 50 ms. El tiempo de medición tiene influencia en la gráfica de distribución y por lo tanto debe normalizarse para asegurar su repetibilidad. Los 50 ms aseguran que los valores de cresta de la desviación se observan incluso en frecuencias de modulación tan bajas como 20 Hz.
- Se divide la gama de desviaciones de frecuencia de interés (es decir 150 kHz) por la resolución deseada (por ejemplo 1 kHz) para obtener el número de sectores (en este caso 150 sectores).
- Para cada sector se determina el número de muestras que tienen un valor dentro del sector. El resultado es una gráfica de distribución de la desviación, como se muestra en la Fig. 2.
- Se suman los cómputos en cada sector de izquierda a derecha y se normaliza por N . El resultado es una gráfica de la distribución acumulativa, como se muestra en la Fig. 3, que empieza con una probabilidad del 100% desde el lado izquierdo y finaliza con una probabilidad del 0% en el lado derecho.
- Además, los valores de retención de cresta N de la desviación de frecuencia deben presentarse en función del tiempo durante el intervalo de medición.

FIGURA 2
Gráfico de distribución de la desviación



1268-02

FIGURA 3
Gráfico de la distribución acumulada de la desviación



22 % > 75 kHz
12 % > 80 kHz
8 % > 85 kHz

1268-03