

RECOMENDACIÓN UIT-R BS.644-1^{*,**}**Parámetros de calidad en audiofrecuencia de una cadena de transmisión radiofónica de alta calidad**

(1986-1990)

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) que las características de funcionamiento de los circuitos radiofónicos internacionales utilizados para el intercambio de programas se basan en un circuito ficticio de referencia (CFR) definido en la Recomendación UIT-T J.11;
- b) que las características de funcionamiento de un circuito radiofónico internacional realista más corto o más largo que el CFR pueden calcularse aplicando las reglas de la Recomendación UIT-T J.25;
- c) que las características de funcionamiento de la cadena de transmisión radiofónica desde el local de radiodifusión hasta la salida del receptor debería, por tanto, basarse en una cadena de referencia;
- d) que las señales radiofónicas destinadas al intercambio internacional se transmiten desde el local de radiodifusión al centro radiofónico internacional por circuitos nacionales que son iguales, o similares, a los circuitos nacionales que forman parte de la cadena de transmisión radiofónica;
- e) que la característica de funcionamiento de la cadena de transmisión radiofónica debe describirse mediante un cierto número de parámetros;
- f) que, a efectos de comparación, deben utilizarse parámetros claramente definidos y medidos a base de señales de prueba;
- g) que estos parámetros y sus valores ideales deben basarse en la perceptibilidad de las degradaciones al oído humano,

recomienda

- 1** que las características de funcionamiento de una cadena de transmisión radiofónica de alta calidad se basen en la cadena de referencia descrita en el Anexo 1;
- 2** que las características de funcionamiento de la cadena de transmisión de referencia desde la salida del centro de radiodifusión hasta la salida del receptor se describan con los parámetros enumerados en el Anexo 2;

* Esta Recomendación debe señalarse a la atención de la Comisión de Estudio 9 de Normalización de las Telecomunicaciones.

** La Comisión de Estudio 6 de Radiocomunicaciones efectuó modificaciones de redacción en esta Recomendación en 2002 de conformidad con la Resolución UIT-R 44.

3 que los valores límites indicados en el Anexo 3 se consideren objetivos realistas para estos parámetros;

4 que a los efectos de la planificación de la cadena completa de radiodifusión, desde la salida del micrófono hasta la entrada del receptor, se tomen como orientación los valores umbral subjetivos de los parámetros de calidad indicados en el Anexo 4.

ANEXO 1

Cadena de transmisión radiofónica de referencia

A los efectos de la presente Recomendación, la cadena de transmisión radiofónica de referencia se representa por la Fig. 1, en la cual A, B y C son los puntos interfaz de 0 dBrs de la señal de audiofrecuencia, que permiten la comparación de las características de funcionamiento:

- A: interfaz entre el origen de la emisión radiofónica (local de radiodifusión) y el sistema de circuitos radiofónicos;
- A-B: sistema de circuitos radiofónicos, formado por una sola sección de cable, de radioenlace, de satélite o de fibra óptica;
- B: interfaz entre el circuito radiofónico y el sistema de emisión-recepción;
- B-C: sistema de emisión-recepción, que comprende un solo emisor de radiodifusión o una sola red de cable y un receptor de supervisión de alta calidad en condiciones óptimas;
- C: interfaz de la señal de audiofrecuencia a la salida del receptor.

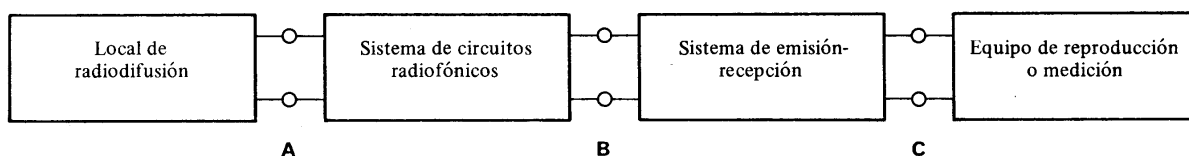


FIGURA 1 – Cadena de transmisión radiofónica de referencia

D01-sc

La UER ha publicado la Recomendación R.50 en la que define la polaridad de las señales acústicas, las señales de sonido eléctricas, las señales de audio en los conectores, las señales magnéticas en cintas magnetofónicas y magnetoscópicas, las señales de audio digitales y las señales de presión acústica para los altavoces.

ANEXO 2

Lista de parámetros de calidad en audiofrecuencia

Los parámetros de calidad en audiofrecuencia enumerados en la siguiente lista son los que se consideran más apropiados en un medio analógico. Algunos son también apropiados para conexiones que incorporan sistemas digitales, pero es preciso especificar otros para la prueba de estos sistemas digitales.

Todas las señales de prueba deben tener el nivel de medición (véase la Recomendación UIT-R BS.645) a menos que se indique otra cosa. En estereofonía deben hacerse las mediciones en los canales A y B.

1 Anchura de banda nominal

La banda de frecuencias efectiva transmitida (para los dos canales A y B, en el caso de estereofonía).

2 Respuesta amplitud/frecuencia

La respuesta debe expresarse con relación al nivel de la señal a la frecuencia de referencia de 1 kHz.

3 Variación de retardo de grupo

Los resultados de las mediciones efectuadas en toda la anchura de banda nominal deben expresarse con relación al retardo de grupo mínimo.

4 Distorsión no lineal

La distorsión armónica total (DAT) se puede medir utilizando una señal de prueba de un solo tono con el nivel de +9 dBu0s a frecuencias en la gama de 40 Hz y a 1 kHz, y el resultado se expresa como valor de «separación» (es decir, la diferencia de nivel entre la señal de prueba y los armónicos, expresada en dB).

La distorsión puede medirse también utilizando el método de la distorsión total por diferencia de frecuencias (DTDF). Es una prueba de intermodulación en la que la señal de prueba comprende dos tonos en frecuencias elegidas, de modo que los productos de intermodulación de segundo y tercer orden (esto es, uno de cada tipo) aparezcan en una frecuencia cercana y puedan medirse juntos por un medidor utilizando un filtro selectivo. Las pruebas efectuadas en el Reino Unido han mostrado que el método DTDF es menos sensible al ruido que la prueba DAT y que no está limitado al uso de señales de prueba en frecuencias inferiores a 5 kHz. Ese factor puede ser importante cuando se prueban conexiones sometidas a preacentuación, aunque debe evitarse la posibilidad de sobrecarga resultante de la preacentuación.

El método DTDF se describe en el Anexo 5.

La duración de la transmisión de las señales de prueba debe limitarse conforme a las Recomendaciones UIT-T apropiadas de la Serie N.

5 Error en la frecuencia restituida

El error en la frecuencia restituida no debe exceder los valores del Anexo 3, para canales individuales.

En estereofonía cualquier desajuste de frecuencia diferencial entre los canales A y B es inaceptable.

6 Error en la respuesta amplitud/amplitud

Se aplica un tono de 1 kHz a la entrada de la cadena de transmisión a niveles de +9 dBu0s y -31 dBu0s de forma alternada. Los niveles de salida deben medirse selectivamente, sin que la diferencia rebase los límites especificados en el Anexo 3.

El tiempo durante el cual se transmite la señal de prueba debe limitarse de conformidad con las Recomendaciones UIT-T apropiadas de la Serie N.

7 Estabilidad de nivel

La diferencia de nivel de una señal de referencia constante, en el nivel de medición, aplicada a la entrada de la cadena de transmisión, con respecto a su nivel nominal, debe determinarse durante un periodo de 24 h. Esta diferencia puede variar en el periodo de 24 h e incluir un error de ajuste fijo.

En estereofonía, la estabilidad de nivel debe determinarse simultáneamente para ambos canales A y B.

8 Ruido (e interferencia de un solo tono)

El nivel de tensión del ruido ponderado (y, cuando convenga, el nivel de tensión de la interferencia de un solo tono) se mide de acuerdo con la Recomendación UIT-R BS.468. La relación máxima señal/ruido (ponderado) permitida (expresada en dB) se determina como la diferencia entre el nivel de la señal máxima permitida (SMP) y el nivel del ruido ponderado.

- Ruido del canal en reposo.
- Ruido de modulación radiofónica, medido con una señal de prueba sinusoidal de 60 Hz aplicada a la entrada de la cadena de transmisión con un nivel de +9 dBu0s y -31 dBu0s. La frecuencia fundamental y los armónicos de orden bajo se suprimen a la entrada del instrumento de medición mediante un filtro paso alto con una frecuencia de corte comprendida entre 200 Hz y 400 Hz. La pérdida de inserción del filtro debe ser al menos de 56 dB a 60 Hz, teniendo en cuenta la atenuación del filtro de ponderación (24 dB a esta frecuencia).

El tiempo durante el cual se transmite la señal de prueba debe limitarse de conformidad con las Recomendaciones UIT-T de la Serie N.

- Si es necesario, la interferencia de un solo tono en régimen permanente debe medirse selectivamente a las frecuencias en las que se detectan o pueden esperarse tonos. La medición debe realizarse mediante un filtro paso banda (cuya pérdida de inserción efectiva sea de 0 dB en la banda de paso), además del aparato de medida del ruido descrito en la Recomendación UIT-R BS.468, o mediante un analizador de espectro corrigiendo el nivel medido por el factor de ponderación correspondiente.

9 Modulación perturbadora de la fuente de alimentación

Es la relación entre una señal de prueba sinusoidal de 1 kHz y la componente lateral no deseada de nivel más elevado, resultante de la modulación de esa señal de prueba causada por la interferencia procedente de fuentes convencionales de suministro de energía por las líneas de c.a. (50/60 Hz).

10 Estereofonía: diferencia de nivel entre los canales A y B

La diferencia de nivel entre las salidas A y B de la cadena de transmisión debe medirse aplicando simultáneamente la misma señal de prueba sinusoidal a la entrada de ambos canales.

11 Estereofonía: diferencia de fase entre los canales A y B

La diferencia de fase entre las salidas A y B de la cadena de transmisión debe medirse aplicando simultáneamente la misma señal de prueba sinusoidal a la entrada de ambos canales.

Se recomienda la conservación de la polaridad de las señales de audio.

12 Estereofonía: diafonía entre los canales A y B

– *Diafonía lineal*

Se aplica una señal de prueba sinusoidal sucesivamente a cada canal y se mide selectivamente el nivel de la señal en el otro canal. La atenuación diafónica (expresada en dB) es la diferencia entre los niveles de la señal en cada uno de los dos canales.

– *Diafonía no lineal*

Se aplica sucesivamente a cada canal la señal de prueba convencional para simular señales radiofónicas especificada en la Recomendación UIT-T J.19. Si el otro canal es influenciado por la diafonía no lineal, puede observarse un aumento en el nivel del ruido ponderado.

La tensión de ruido aumentada, N_s , está formada por la suma de dos contribuciones de ruido, el ruido del canal en reposo, N_0 , y el ruido de diafonía no lineal, N_{cT} . Esta última tensión puede calcularse por la fórmula siguiente:

$$N_{cT} = \sqrt{(N_s)^2 - (N_0)^2}$$

La diafonía no lineal se expresa como relación entre la señal máxima permitida y este nivel de ruido de diafonía no lineal (es decir SMP/N_{cT}).

ANEXO 3

CUADRO 1

Valores de objetivos realistas para la cadena de transmisión radiofónica de referencia

Parámetro (los detalles pueden verse en el Anexo 2)	Señal de prueba		Sistema de circuitos radiofónicos (A-B) ⁽¹⁾	Sistema de emisión-recepción (B-C) ⁽¹⁾	Cadena de referencia completa (A-C) ⁽¹⁾
	Frecuencia	Nivel			
Anchura de banda nominal (véase el § 1)	–	–	40 Hz-15 kHz	40 Hz-15 kHz	40 Hz-15 kHz
Respuesta amplitud/frecuencia (véase el § 2)	40 Hz -125 Hz 125 Hz - 10 kHz 10 kHz- 14 kHz 14 kHz- 15 kHz	-12 dBu0s	+0,2/ -1,0 dB +0,2/ -0,2 dB +0,2/ -1,0 dB +0,2/ -1,4 dB	+0,4/ -1,5 dB +0,4/ -0,4 dB +0,4/ -1,5 dB +0,4/ -2,3 dB	+0,5/ -2,0 dB +0,5/ -0,5 dB +0,5/ -2,0 dB +0,5/ -3,0 dB
Variación de retardo de grupo (véase el § 3)	40 Hz 15 kHz	-12 dBu0s	18 ms 4 ms	37 ms 8 ms	55 ms 12 ms
Distorsión armónica total (véase el § 4)	40 Hz -125 Hz 125 Hz - 1 kHz	+9 dBu0s	-46 dB -52 dB	-42 dB -48 dB	-40 dB -46 dB
Error en la frecuencia restituida (véase el § 5)	Cualquiera	-12 dBu0s	0,2 Hz	0	0,2 Hz
Error en la respuesta amplitud/amplitud (véase el § 6)	1 kHz	+9 dBu0s -31 dBu0s	0,4 dB	0,8 dB	1,0 dB
Estabilidad de nivel (en un periodo de 24 h) (véase el § 7)	1 kHz	-12 dBu0s	0,6 dB	0,8 dB	1,0 dB
Ruido e interferencia de un solo tono: – ruido del canal en reposo – condiciones de la señal de prueba – condiciones de la señal de prueba – interferencia de un solo tono (véase el § 8)	– 60 Hz 60 Hz –	– -31 dBu0s +9 dBu0s –	53 dB 53 dB 43 dB 73 dB	56 dB 56 dB 46 dB 76 dB	51 dB 51 dB 41 dB 71 dB
Modulación perturbadora de la fuente de suministro de energía (véase el § 9)	1 kHz	0 dBu0s	51 dB	47 dB	45 dB
Diferencia de nivel entre los canales A y B (véase el § 10)	40 Hz -125 Hz 125 Hz - 10 kHz 10 kHz- 14 kHz 14 kHz- 15 kHz	-12 dBu0s	1,0 dB 0,5 dB 1,0 dB 2,0 dB	1,0 dB 0,5 dB 0,5 dB 1,0 dB	1,5 dB 1,0 dB 1,5 dB 2,5 dB
Diferencia de fase entre los canales A y B (véase el § 11)	40 Hz 40 Hz -125 Hz 125 Hz - 10 kHz 10 kHz- 15 kHz 15 kHz	-12 dBu0s	15° (2) 10° (2) 15°	10° (2) 8° (2) 10°	20° (2) 15° (2) 25°
Diafonía entre los canales A y B: – diafonía lineal – diafonía no lineal (véase el § 12)	40 Hz 40 Hz -300 Hz 300 Hz - 4 kHz 4 kHz- 15 kHz 15 kHz Señal radiofónica simulada (Recomendación UIT-T J.19)	0 dBu0s	46 dB (2) 56 dB (2) 46 dB 60 dB	22 dB (2) (2) 26 dB (3)	21 dB (2) 35 dB (2) 25 dB (3)

(1) Son convenientes los valores indicados para las secciones A-B y B-C, y para todo el conjunto de la cadena de transmisión (A-C), que deben tenerse en cuenta al diseñar nuevas redes nacionales de radiodifusión.

(2) Los valores de esta gama se obtuvieron por interpolación lineal entre los valores para gamas adyacentes en un gráfico con escala de frecuencias logarítmica.

(3) Se pide a las administraciones que sugieran valores.

ANEXO 4

Los valores umbral subjetivos corresponden a los umbrales de percepción, determinados por investigación estadística subjetiva en condiciones de audición ideales. Se han determinado sobre la base de resultados de pruebas obtenidos por los miembros del UIT-R y a partir de la documentación técnica internacional.

CUADRO 2

Valores umbral subjetivos

Parámetro	Frecuencia de la señal de prueba	Valor umbral subjetivo
Respuesta amplitud/frecuencia (véase el § 2 del Anexo 2)	40 Hz -125 Hz 125 Hz - 10 kHz 10 kHz- 14 kHz 14 kHz- 15 kHz	$\pm 1,0$ dB $\pm 0,5$ dB $\pm 1,0$ dB $\pm 2,0$ dB
Variación del retardo de grupo (véase el § 3 del Anexo 2)	40 Hz-15 kHz	(véase la Nota 1)
Distorsión armónica total (DAT) no lineal (véase el § 4 del Anexo 2)	40 Hz-1 kHz	-52 dB (véase la Nota 2)
Error en la frecuencia restituída (véase el § 5 del Anexo 2)	Cualquiera	0,25 Hz
Error en la respuesta amplitud/amplitud (véase el § 6 del Anexo 2)	1 kHz	(véase la Nota 1)
Estabilidad de nivel (en un periodo de 24 h) (véase el § 7 del Anexo 2)		1 dB (véase la Nota 3)
Ruido e interferencia de un solo tono: – condiciones de canal en reposo – nivel de la señal de prueba: +9 dBu0s – nivel de la señal de prueba: -31 dBu0s – interferencia de un solo tono (véase el § 8 del Anexo 2)	– 60 Hz 60 Hz –	70 dB (véase la Nota 1) 80 dB (véase la Nota 1)
Modulación perturbadora de la fuente de suministro de energía (véase el § 9 del Anexo 2)		(véase la Nota 1)
Diferencia de nivel entre los canales A y B (véase el § 10 del Anexo 2)	40 Hz -125 Hz 125 Hz - 10 kHz 10 kHz- 14 kHz 14 kHz- 15 kHz	2,0 dB 0,5 dB 1,5 dB 2,0 dB
Diferencia de fase entre los canales A y B (véase la Nota 4) (véase asimismo el § 11 del Anexo 2)	40 Hz 40 Hz -125 Hz 125 Hz - 10 kHz 10 kHz- 15 kHz 15 kHz	45° (véase la Nota 5) 30° (véase la Nota 5) 90°
Diáfonía entre los canales A y B: – diáfonía lineal – diáfonía no lineal (véase el § 12 del Anexo 2)	40 Hz 40 Hz -300 Hz 300 Hz - 4 kHz 4 kHz- 15 kHz 15 kHz Señal radiofónica simulada (Recomendación UIT-T J.19)	15 dB (véase la Nota 5) 20 dB (véase la Nota 5) 15 dB (véase la Nota 1)

NOTA 1 – Se invita a las administraciones a proponer valores de este parámetro.

NOTA 2 – Este valor se ha obtenido suponiendo que la distorsión se debe predominantemente al segundo y tercer armónicos.

NOTA 3 – Una variación de 1 dB sólo es perceptible si es repentina.

NOTA 4 – Las tolerancias indicadas para las diferencias de fase entre los canales A y B corresponden a audición estereofónica; estas diferencias de fase provocan variables inaceptables en la respuesta amplitud/frecuencia de la señal monofónica (A + B). Los requisitos de la señal monofónica imponen por tanto una especificación más rigurosa a la diferencia de fase entre los canales A y B, lo que se tiene en cuenta en el Cuadro 1 del Anexo 3.

NOTA 5 – Los valores de esta gama se obtuvieron por interpolación lineal entre los valores de las gamas adyacentes en un gráfico con escala de frecuencias logarítmica.

ANEXO 5

Métodos especiales para la medición de los parámetros de calidad en audiofrecuencia**1 Medición de la distorsión no lineal a frecuencias altas en circuitos con preacentuación****1.1 Introducción**

La distorsión no lineal en los circuitos radiofónicos se mide casi siempre por el método de la Distorsión Armónica Total (DAT), en el cual se aplica al circuito un tono puro como señal de prueba. A la salida, se elimina el tono puro de la señal con un filtro, de paso alto o de banda eliminada, y las señales restantes se miden como DAT, expresando su magnitud como una relación con respecto a la magnitud de la señal de salida completa.

Como la distorsión no lineal es generalmente la más intensa a los niveles más altos del circuito, suele probarse al nivel máximo que puede alcanzar el circuito, o muy cerca del mismo. En la práctica de radiodifusión, éste suele ser el Nivel Máximo Permitido (NMP), es decir, +9 dBu0s.

Si la frecuencia de la señal de prueba es superior a un tercio de la frecuencia límite de la banda (por ejemplo, si en un circuito de 15 kHz la señal de prueba está por encima de 5 kHz) cualesquiera componentes de tercer armónico producidas en el circuito no llegarán a la salida, y la prueba de la DAT es infructuosa.

Por tanto, la no linealidad en la semidécada superior de un circuito de banda limitada (por ejemplo, entre 5 kHz y 15 kHz en un circuito de 15 kHz, sólo puede probarse por un método de intermodulación, en el cual dos tonos de frecuencias f_1 y f_2 se combinan para producir la señal de prueba, y los principales productos de intermodulación dentro de banda entre ellos, a las frecuencias $f_2 - f_1$ para la distorsión de orden par y $2f_1 - f_2$ para la distorsión de orden impar, se miden y se suman en valores cuadráticos medios como una medida de la no linealidad del circuito.

Esta prueba, de hecho, mide los productos de intermodulación, o de «batido». Es de señalar que son los productos inarmónicos espurios los que producen la mayoría, si no toda, la degradación subjetiva de la calidad del sonido debida a la no linealidad, y no los armónicos, que suelen más bien añadir «brillantez» al sonido.

El uso de preacentuación en frecuencias altas, con el fin de reducir el ruido, aumenta la aparición y la gravedad de esta distorsión, por lo que un método de medición de dicha distorsión es evidentemente esencial.

1.2 Método de prueba

De los diferentes métodos que se han propuesto para medir la prueba de intermodulación, se prefiere aquel en el que las dos frecuencias de prueba f_1 y f_2 están relacionadas como $2f_0$ y $3f_0 + \Delta$, donde Δ es pequeño. Los principales productos de intermodulación dentro de banda son por tanto $f_0 + \Delta$ y $f_0 - \Delta$ para no linealidades de orden par e impar, respectivamente. Estos productos se miden juntos a través de un filtro paso banda centrado en la frecuencia f_0 y con una banda de paso estrecha de $\pm\Delta$, es decir, de anchura 2Δ . El filtro elimina las señales de prueba iniciales y al mismo tiempo la mayor parte del ruido dentro de banda, haciendo posibles mediciones a niveles que están más de 10 dB por debajo del ruido de banda ancha del circuito.

Las frecuencias de prueba han de ser lo más altas posible en la banda, pero no tanto como para arriesgarse a una atenuación de la componente de frecuencias superior debido a la caída de la respuesta cerca del borde de la banda, lo cual podría afectar a la exactitud de la medición de la no linealidad. En la prueba adoptada en el proyecto de revisión de la Publicación 268 de la CEI (Equipo de los sistemas de sonido: Parte 3, Amplificadores), las dos frecuencias de prueba son 8000 Hz y 11950 Hz. En esta configuración, f_0 es 4000 Hz y Δ es -50 Hz. Esto se representa esquemáticamente en la Fig. 2.

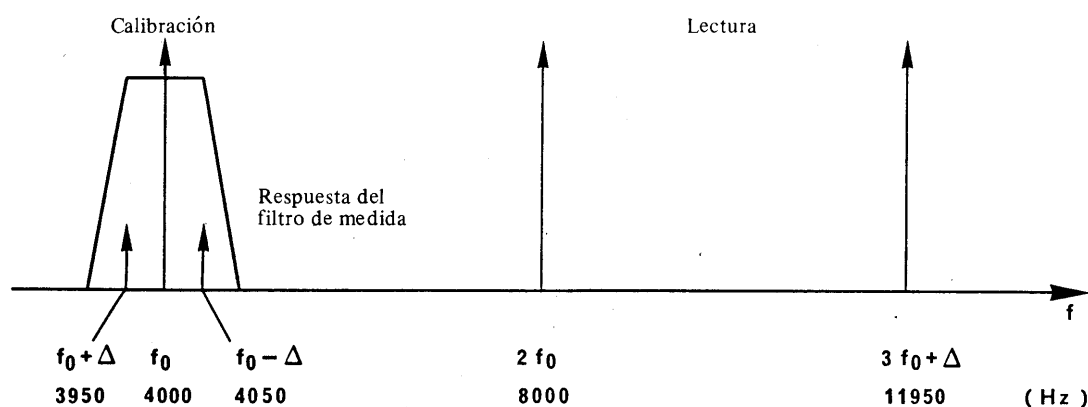


FIGURA 2 — Frecuencias de los tonos de prueba y productos de distorsión dentro de la banda

D02-sc

En el método descrito, las amplitudes de los dos tonos de prueba a $2f_0$ y $3f_0 + \Delta$ son iguales. La amplitud de cresta de una combinación de dos tonos de igual amplitud, cuyas frecuencias no estén relacionadas por números enteros pequeños, es el doble de la amplitud de cresta de cada tono. Por tanto, para probar el circuito a una amplitud de cresta igual a la de una onda sinusoidal simple a +9 dBu0s (NMP), la amplitud de cada tono debe ser +3 dBu0s. La potencia de esta señal suma es el doble de la de cada uno de los tonos individuales, es decir, igual a la de una onda sinusoidal simple de +6 dBu0s en el caso citado. Sin embargo, debe subrayarse que la limitación en el nivel que puede transmitir un circuito radiofónico es siempre la amplitud de cresta, es decir, la tensión de cresta, la corriente de cresta, la desviación de cresta, etc., que es el doble de la amplitud de cada tono individual, es decir, 6 dB mayor.

El valor cuadrático medio de la suma de los productos de intermodulación dentro de banda, medido a través del filtro paso banda, se expresa como una relación con respecto al valor cuadrático medio de UNO de los tonos componentes (ondas sinusoidales) de la señal de prueba, es decir, con respecto a una onda sinusoidal simple a +3 dBu0s en el caso citado. Esta relación tiene un valor muy similar numéricamente a la obtenida con una medición de DAT del mismo mecanismo no lineal, por lo que su importancia es prontamente apreciada por el personal más familiarizado con el viejo método. La magnitud de la señal de prueba a la salida puede medirse directamente mediante un medidor de valores cuadráticos medios verdaderos, y tomando como nivel de referencia un nivel de 3 dB inferior. Este método es adecuado cuando la magnitud del nivel sólo necesita establecerse en el instrumento de medición, cuyo dispositivo indicador lee valores cuadráticos medios.

1.3 Necesidad de una señal de calibración

Es importante que las señales que se cursan por circuitos radiofónicos puedan ser comprobadas por los medidores típicos utilizados normalmente para mediciones de nivel en estudios de radiodifusión. Estos medidores no miden valores cuadráticos medios verdaderos. El vúmetro, que lee valores medios, y el «medidor de cresta», que lee cuasicrestas, se calibran mediante un generador sinusoidal y, por lo tanto, son suficientemente precisos para la lectura de niveles de las ondas sinusoidales sencillas. No leen ni valores cuadráticos medios ni valores de cresta verdaderos para cualquier otro tipo de señal, en particular la señal de prueba de dos tonos. Sin embargo, esta última señal puede deducirse con precisión de las lecturas de estos medidores enviando primero, previamente a la señal de prueba principal, una señal sinusoidal simple calibrada cuyo nivel esté normalizado con respecto al de la señal de prueba de dos tonos.

La onda sinusoidal calibrada está a una frecuencia f_0 , por ejemplo, de 4 kHz cuando $2f_0$ es 8 kHz. Si su nivel fuese +3 dBu0s, podría utilizarse directamente para calibrar el nivel de referencia para las mediciones de distorsión. Sin embargo, una señal al nivel de alineación, 0 dBu0s, es más adecuada, primero para la lectura en vúmetros, y segundo para probar circuitos con preacentuación en frecuencias altas, como se indica en el Cuadro 3. Como la señal de la onda sinusoidal puede ser leída con exactitud por medidores de nivel normalizados, y con la frecuencia f_0 , atraviesa directamente el filtro paso banda utilizado al medir la distorsión, permitiendo así una comprobación en la calibración del instrumento de lectura de la distorsión.

1.4 Mediciones en circuitos con preacentuación

El método de dos tonos, que mide la distorsión total por diferencia de frecuencia (DTDF), es superior al método DAT para mediciones en todas las frecuencias, pero a frecuencias altas es el único que es eficaz. Hasta ahora se ha supuesto que el canal de transmisión tiene una respuesta en amplitud plana y que su capacidad de amplitud de cresta es la misma en todas las frecuencias.

Sin embargo, en radiodifusión, esta aptitud sólo puede esperarse de los amplificadores y de los equipos digitales de calidad estudio. En casi todos los procesos de tratamiento de la señal (en grabación, transmisión y emisión) en MF, las frecuencias altas son preacentuadas hasta una característica normalizada antes de someterse al proceso principal de tratamiento de la señal. A la salida la señal es desacentuada de una manera complementaria. El objetivo es reducir el efecto del ruido a las frecuencias superiores en la salida, en la hipótesis implícita de que el material radiofónico raramente contiene componentes de frecuencias altas en las proximidades de las posibilidades de cresta del circuito. Aunque esta hipótesis puede no ser cierta en el caso de algunos tipos de material radiofónico que ya contienen preacentuación, especialmente cierto material de hoy día, la preacentuación es un método utilizado por los radiodifusores desde hace largo tiempo.

Un circuito de transmisión se prueba convencionalmente aplicando una señal de prueba al mismo en un punto en el que la respuesta de frecuencia es plana, es decir, antes de cualquier preacentuación. Igualmente, la salida se lee convencionalmente en un punto en el que la respuesta de frecuencia es también plana, es decir, después de la desacentuación. Así toda señal de prueba que se aplique a la entrada del circuito alcanzará el trayecto de transmisión principal en una forma preacentuada. Una señal de frecuencia alta que esté ya optimizada para cargar totalmente un circuito plano, sobrecargaría en exceso el trayecto preacentuado.

Por ejemplo, si la señal de prueba de la CEI, que está compuesta de una combinación de dos tonos de 8 000 Hz y 11 950 Hz, cada uno a +3 dBu0s, se hace pasar por un circuito preacentuado según la Recomendación UIT-T J.17 con una atenuación de 6,50 dB a 800 Hz, su nivel de cresta, inicialmente idéntico al de una onda sinusoidal simple a +9 dBu0s, se elevará después de la

preacentuación al equivalente de +14,89 dBu0s. Este valor está 2,89 dB por encima del punto de sobrecarga de +12 dBu0s especificado para los métodos de codificación digital del UIT-R, A1, A2, A3 y A4, y sólo 0,11 dB por debajo del punto de sobrecarga de +15 dBu0s para el método B5.

Sin embargo, si dicha señal, utilizada para probar un trayecto plano, se desacentúa primero hasta la misma característica antes de aplicarla a la entrada, alcanzará el trayecto preacentuado en la misma forma y lo probará exactamente en la misma medida, como la habría hecho desacentuado, en un trayecto plano. Tal desacentuación no exige una red sensible a la frecuencia. Como la señal comprende únicamente los tonos de dos componentes a $2f_0$ y $3f_0 + \Delta$, se produce el mismo efecto igualmente atenuando cada uno de ellos mediante la desacentuación adecuada dentro del generador antes de mezclarlos y aplicarlos a la entrada. A la salida, se compara la magnitud de los productos de intermodulación con el nivel de referencia, que se toma 3 dB por debajo del valor cuadrático medio de la suma de los tonos de prueba. Obsérvese que no se necesita ninguna preacentuación complementaria antes de la lectura de la señal de salida. La relación distorsión/señal total se mide como aparece en la salida.

Para el método en que el nivel de la señal puede comprobarse con medidores de radiodifusión utilizando un tono de calibración a f_0 , próximo a 4 kHz, el nivel de la suma de los tonos de prueba, después de la desacentuación a la salida, se deduce a partir de la magnitud del tono de calibración. A continuación se determina la diferencia entre el nivel de calibración y la media de las potencias de los dos tonos de prueba indicada como «valor cuadrático medio 8 + 12 kHz» en el Cuadro 3. La magnitud de los productos de intermodulación se ajustan luego en esta diferencia y se lee como una relación con respecto al nivel de calibración. Esto requiere la atenuación de los productos de distorsión en 3 dB en la condición plana, y ganancias de diversas magnitudes para las diferentes normas de preacentuación. En la Fig. 3 se muestra una presentación esquemática del equipo.

En el Cuadro 3 figuran los niveles en las diversas partes del circuito. Se supone que, aunque no existan productos de intermodulación ($-\infty$ dBu0s) en la señal de prueba de entrada, se producen productos de intermodulación con un cierto nivel (tomado arbitrariamente para fines de ilustración como -37 dBu0s) en cada clase de trayecto con preacentuación, cuando los niveles de la señal de prueba son idénticos. Esto demuestra como al aumentar la preacentuación, la misma relación de intermodulación entre frecuencias altas en el trayecto preacentuado produce una relación mayor de los productos de distorsión dentro de la banda en la salida desacentuada.

1.5 Utilización con distintas características de preacentuación

Aunque las frecuencias de las señales de prueba de las figuras han sido recomendadas en la Publicación 268 de la CEI, Parte 3 (es decir, $2f_0$ a 8000 Hz y $3f_0 + \Delta$ a 11950 Hz) se utilizan conjuntos ligeramente diferentes de frecuencias para las diferentes normas de preacentuación en radiodifusión. La Fig. 4 muestra como cada conjunto de frecuencias está desplazado de su vecino. Una relación de desplazamiento de aproximadamente 1,03 asegura que las señales para una norma de preacentuación, con sus ajustes especiales de nivel y ganancia, no pueden ser recibidos por equivocación en un equipo dispuesto para recibir otra norma que requiera ajustes diferentes. Con las bandas de paso de los filtros de medida aproximadamente a $\pm 1\%$ en torno a f_0 , toda señal de calibración recibida de un canal vecino será atenuada el menos 30 dB. Este procedimiento, si los ajustes de control son inadecuados para la señal entrante, alerta al operador de recepción y hace prácticamente imposible las mediciones con características de preacentuación errónea.

CUADRO 3

Niveles de señal, ajustes de ganancia y valores relativos para las mediciones de intermodulación

Tipo de preacentuación		Plana	Recomendación UIT-T J.17	50 μ s/15 μ s	50 μ s
<i>Nivel de entrada (dBu0s) antes de preacentuación</i>					
Calibración	4 kHz	0,0	0,0	0,0	0,0
Componente f_1	8 kHz	+3,0	-2,6	-3,7	-5,6
Componente f_2	\approx 12 kHz	+3,0	-3,1	-5,2	-8,8
Distorsión	\approx 4 kHz	$-\infty$	$-\infty$	$-\infty$	$-\infty$
<i>Nivel (dBu0s) en el trayecto con preacentuación</i>					
Calibración	4 kHz	0,0	+3,5	+3,5	+4,1
Componente f_1	8 kHz	+3,0	+3,0	+3,0	+3,0
Componente f_2	\approx 12 kHz	+3,0	+3,0	+3,0	+3,0
Distorsión	\approx 4 kHz	-37,0	-37,0	-37,0	-37,0
<i>Nivel de salida (dBu0s) después de la desacentuación</i>					
Calibración	4 kHz	0,0	0,0	0,0	0,0
Componente f_1	8 kHz	+3,0	-2,6	-3,7	-5,6
Componente f_2	\approx 12 kHz	+3,0	-3,1	-5,2	-8,8
Valor cuadrático medio	8 kHz + 12 kHz	+3,0	-2,8	-4,4	-6,9
Distorsión	\approx 4 kHz	-37,0	-40,5	-40,5	-41,1
<i>Relación de distorsión (dB)</i>		-40,0	-37,7	-36,1	-34,2

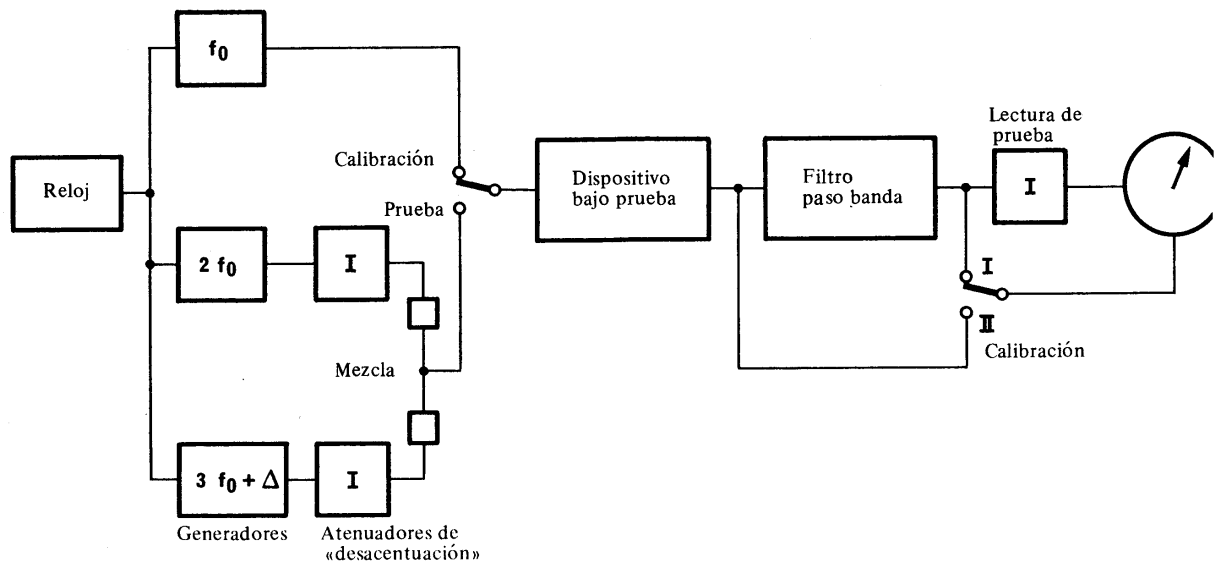


FIGURA 3 – Diagrama de bloques del equipo de medición

En modo I, las señales de calibración y prueba se envían secuencialmente.

En modo II, se envía únicamente la señal de prueba (dos tonos). Las frecuencias del generador, las atenuaciones y los filtros paso banda varían con la preacentuación.

Se prevé que se utilizará la característica plana o la Recomendación UIT-T J.17 al probar las cadenas de transmisión, y las características 50 µs/15 µs y 50 µs al probar las cadenas de emisión. Una cadena que esté compuesta de enlaces con características diferentes se prueba para la correspondiente a la máxima preacentuación en frecuencias altas.

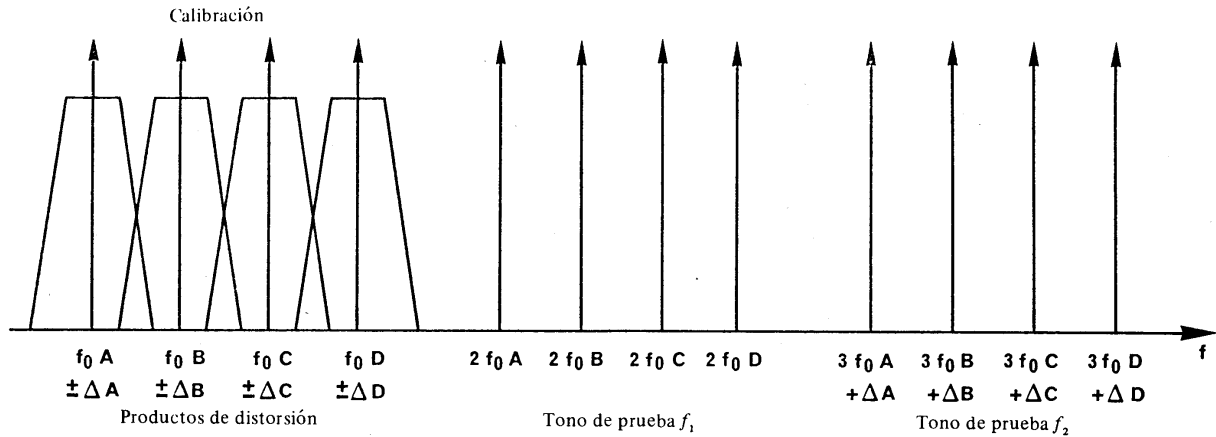


FIGURA 4 – Tonos de prueba y productos de distorsión con diferentes características de preacentuación A, B, C y D

D04-sc

1.6 Conclusiones

El método descrito es un método sencillo para medir la distorsión lineal en el extremo superior de la banda de audiodfrecuencias. Puede realizarse fácilmente y permite hacer mediciones en una variedad de circuitos preacentuados con una posibilidad mínima de error en la alineación de niveles o en la elección de las características de preacentuación.

2 Método de medición del ruido impulsivo

Durante la transmisión de señales sonoras aparecen con frecuencia en la reproducción acústica ruidos de corta duración, perceptibles y molestos, en forma de chasquidos que molestan al oyente. No existe hasta la fecha ningún procedimiento adecuado para medir este parámetro de calidad «ruido impulsivo» que tenga en cuenta el efecto perturbador subjetivo, o sea, el factor de molestia.

En la República Democrática Alemana se han efectuado estudios estadísticos subjetivos completos de todos los factores pertinentes que influyen en la molestia subjetiva de esos impulsos. Como resultado de esas investigaciones, se ha sugerido el siguiente método de medición del ruido impulsivo:

Para efectuar la medición selectiva en frecuencia del ruido impulsivo, se propone establecer un «valor de cresta ponderado de impulso \hat{U}_{IW} », que se define del siguiente modo:

$$\hat{U}_{IW}(\text{dB}) = 20 \cdot \log \left(\frac{\hat{U}}{U_0} \right) + 20 \cdot \log (k_1 \times k_2 \times k_3)$$

donde k_1, k_2 y k_3 son los factores objetivos de graduación correspondientes a la duración del impulso t_i , la forma del impulso $u(t)$ y su frecuencia de repetición f_p que resulta de los cuadros de evaluación subjetiva predeterminados. La determinación del valor \hat{U}_{IW} sólo puede efectuarse por un método de medición informatizado. Para hacerlo, se almacena en primer lugar el impulso entrante y

se analiza. La amplitud de impulso U y su duración t_i pueden medirse directamente, así como el tiempo hasta la llegada del próximo impulso. La forma del impulso puede determinarse utilizando un análisis espectral por medio de analizadores de transformación rápida de Fourier o (más simple) por comparación con formas de impulso tipo determinadas previamente. A partir de los valores medidos de t_i , $u(t)$ y f_p , se determinan los factores k_1 , k_2 y k_3 utilizando los cuadros de evaluación subjetiva, y por último se determina el valor \hat{U}_{IW} a partir de los mismos.

Al evaluar la calidad del equipo de los estudios y de los enlaces de transmisión, el valor \hat{U}_{IW} puede servir de medida de este importante parámetro de «ruido impulsivo». Sin embargo, se necesitan nuevos estudios para fijar el valor admisible.
