



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

P.810

(02/96)

**CALIDAD DE TRANSMISIÓN TELEFÓNICA
MÉTODOS DE EVALUACIÓN OBJETIVA
Y SUBJETIVA DE LA CALIDAD**

**APARATO DE REFERENCIA
PARA RUIDO MODULADO**

Recomendación UIT-T P.810

(Anteriormente «Recomendación del CCITT»)

PREFACIO

El UIT-T (Sector de Normalización de las Telecomunicaciones) es un órgano permanente de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT). Este órgano estudia los aspectos técnicos, de explotación y tarifarios y publica Recomendaciones sobre los mismos, con miras a la normalización de las telecomunicaciones en el plano mundial.

La Conferencia Mundial de Normalización de las Telecomunicaciones (CMNT), que se celebra cada cuatro años, establece los temas que han de estudiar las Comisiones de Estudio del UIT-T, que a su vez producen Recomendaciones sobre dichos temas.

La aprobación de Recomendaciones por los Miembros del UIT-T es el objeto del procedimiento establecido en la Resolución N.º 1 de la CMNT (Helsinki, 1 al 12 de marzo de 1993).

La Recomendación UIT-T P.810 ha sido revisada por la Comisión de Estudio 12 (1993-1996) del UIT-T y fue aprobada por el procedimiento de la Resolución N.º 1 de la CMNT el 6 de febrero de 1996.

NOTA

En esta Recomendación, la expresión «Administración» se utiliza para designar, en forma abreviada, tanto una administración de telecomunicaciones como una empresa de explotación reconocida de telecomunicaciones.

© UIT 1996

Es propiedad. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse o utilizarse, de ninguna forma o por ningún medio, sea éste electrónico o mecánico, de fotocopia o de microfilm, sin previa autorización escrita por parte de la UIT.

ÍNDICE

	<i>Página</i>
1 Alcance	1
2 Referencias	2
3 Definiciones.....	2
4 Abreviaturas	2
5 Convenios	2
6 Descripción general	3
7 Especificaciones de la calidad de funcionamiento.....	3
7.1 Consideraciones generales	3
7.2 Trayecto de señal.....	4
7.3 Trayecto de ruido	8
7.4 Trayecto combinado.....	9
Bibliografía	9

RESUMEN

En esta Recomendación se describe el aparato de referencia para ruido modulado (MNRU, *modulated noise reference unit*), un aparato independiente que sirve para introducir degradaciones controladas a las señales vocales. Como tal, el aparato MNRU ha sido muy utilizado en evaluaciones subjetivas de la calidad de transmisión de procesos digitales, en aplicaciones de anchura de banda telefónica convencionales y en aplicaciones de banda telefónica ancha (por ejemplo, 70-7000 Hz).

Históricamente, el aparato MNRU se ha realizado en equipos analógicos. Las revisiones de esta versión de la Recomendación abarcan la inclusión de descripciones de realizaciones digitales del MNRU. Estas descripciones son adecuadas para realizaciones en programas informáticos o en equipos digitales. Otra revisión consiste en señalar la necesidad de que todas las realizaciones incorporen un filtro paso alto a fin de eliminar cualquier componente de corriente continua del material vocal de entrada. Las versiones analógicas existentes del aparato MNRU han de cumplir las especificaciones que figuran en esta Recomendación, siempre que ese filtrado se aplique externamente.

INTRODUCCIÓN

El MNRU fue concebido inicialmente para producir una distorsión que, subjetivamente, fuese similar a la producida por sistemas MIC con compresión-expansión logarítmica. Este enfoque de la cuestión se basó en lo siguiente:

- 1) la planificación de redes exige la realización de un gran número de pruebas subjetivas que permitan evaluar la calidad de funcionamiento de los sistemas MIC para una gama de características de compresión-expansión, a diversos niveles de señal, y en combinación con otras causas de degradación de transmisión (por ejemplo, atenuación, ruido del circuito en reposo, etc.) a diferentes niveles; y
- 2) sería igual de fiable y más fácil de definir un sistema de referencia para la distorsión que, por sí mismo, proporcionara una distorsión perceptiblemente similar a la de los sistemas MIC, y sobre la base del cual pudiera expresarse la calidad de funcionamiento de los sistemas MIC. Esto exige una amplia evaluación subjetiva del sistema de referencia cuando se introduce en una o más comunicaciones telefónicas simuladas, pero hace posible una evaluación subjetiva simplificada de las nuevas técnicas de tratamiento digital.

PALABRAS CLAVE

Aparato de referencia para ruido modulado (MNRU), aparato MNRU analógico, aparato MNRU digital, degradación controlada, evaluación subjetiva de la calidad de funcionamiento.

APARATO DE REFERENCIA PARA RUIDO MODULADO

(Málaga-Torremolinos 1984; modificada en Melbourne, 1988;
Helsinki, 1993; revisada en 1996)

1 Alcance

El aparato de referencia para ruido modulado (MNRU, *modulated noise reference unit*) es un elemento independiente destinado a introducir degradaciones controladas en las señales vocales. Diversas organizaciones (administraciones y organismos científicos e industriales) así como el propio UIT-T han utilizado ampliamente el concepto del MNRU para evaluar la calidad de funcionamiento subjetiva de los procesos digitales (por ejemplo, en sus trabajos de elaboración de la Recomendación G.722 y el algoritmo MICDA a 32 kbit/s de la Recomendación G.726). En estos momentos se utiliza una versión modificada para evaluar códecs de mayor anchura de banda (70 a 7000 Hz). Sin embargo, los dispositivos utilizados actualmente, si bien se basan en principios comunes, pueden presentar diferencias de detalle y, por esta razón, los resultados obtenidos de las pruebas subjetivas pueden ser también diferentes. (También son significativas las diferencias en la metodología de las pruebas subjetivas.) Esta Recomendación tiene por objeto definir de la forma más concreta y detallada posible las versiones de banda estrecha y de banda ancha del MNRU a fin de minimizar los efectos del aparato, y de sus procedimientos de calibración objetiva, sobre los resultados de las pruebas subjetivas.

Un cierto número de factores ilustran la necesidad de un aparato realizado bien en la forma de programas informáticos o bien en equipamientos físicos, que introduce a las señales vocales degradaciones controladas:

- a) actualmente se ha generalizado la utilización de procesos digitales (MIC de 64 kbit/s de ley A o ley μ , pares de codificadores A/D/A, convertidores de ley A/ μ o de ley μ /A, atenuadores digitales basados en palabras MIC de 8 bits, MICDA de 32 kbit/s, etc.) en la red telefónica internacional;
- b) se están normalizando nuevos procesos digitales, por ejemplo, MICDA de banda ancha de 7 kHz, a 64 kbit/s;
- c) se necesitan instrumentos normalizados para medir la distorsión de cuantificación de los procesos digitales [por ejemplo, MICDA a 32 kbit/s (Recomendación G.726) y códec de banda ancha de 7 kHz a 64 kbit/s (Recomendación G.722)] de modo que los instrumentos puedan utilizarse para estimar subjetivamente la calidad de transmisión de conexiones internacionales que incluyen procesos digitales;
- d) no se ha establecido aún un método de evaluación objetiva de la calidad de las señales vocales;
- e) actualmente las pruebas subjetivas que incluyen las condiciones de sistemas de referencia representan el único método apropiado para medir la calidad de la transmisión telefónica de los procesos digitales;
- f) la utilización de un sistema de referencia común para expresar los resultados puede facilitar la comparación de los resultados de las pruebas subjetivas realizadas en diferentes laboratorios.

Se recomienda:

- 1) que se utilice un aparato MNRU de banda estrecha como sistema de referencia en base al cual se exprese la calidad subjetiva de los procesos digitales en la banda telefónica;
- 2) que se utilice un aparato MNRU de banda ancha como sistema de referencia en base al cual se exprese la calidad de funcionamiento subjetiva de los procesos digitales en banda ancha.

NOTAS

1 El aparato MNRU se construyó inicialmente utilizando circuitos analógicos. Sin embargo, hay actualmente una tendencia a utilizar circuitos digitales o a simularlo en ordenadores. Para más información sobre los efectos de los parámetros del aparato MNRU consúltense las fuentes bibliográficas enumeradas al final de esta Recomendación.

2 El método de escucha propuesto actualmente para la utilización del aparato MNRU en pruebas subjetivas se describe en la Recomendación P.830. Véase 2.2/P.80 en lo que respecta a las preocupaciones que deben tomarse en la práctica con las pruebas de escucha.

¹⁾ Anteriormente P.81.

3 Actualmente no existen métodos de medida objetiva que reflejen satisfactoriamente la calidad de funcionamiento de los diversos tipos de procesos digitales en lo que respecta a la distorsión de cuantificación. (Por ejemplo, la técnica objetiva de la Recomendación G.712, basada en medidas con señales sinusoidales o ruido de banda limitada, está ideada para el MIC, y no mide adecuadamente la distorsión introducida por otros sistemas tales como los MICDA.) La voz artificial descrita en la Recomendación P.50 puede ser pertinente. Incluso si se desarrolla un método objetivo, se necesitarán pruebas subjetivas para establecer la correlación de los resultados subjetivos/objetivos para determinados tipos de procesos digitales.

2 Referencias

Las Recomendaciones y demás referencias siguientes contienen disposiciones que, mediante su referencia en este texto, constituyen disposiciones de la presente Recomendación. Al efectuar esta publicación, estaban en vigor las ediciones indicadas. Todas las Recomendaciones y demás referencias son objeto de revisiones, por lo que se preconiza que todos los usuarios de la presente Recomendación investiguen la posibilidad de aplicar las ediciones más recientes de las Recomendaciones y demás referencias citadas a continuación. Se publica regularmente una lista de las Recomendaciones UIT-T actualmente vigentes.

- Recomendación UIT-T G.191 (1993), *Herramientas de soporte lógico para la normalización de la codificación de señales vocales y de audio.*
- Recomendación UIT-T P.50 (1993), *Voz artificial.*
- Recomendación UIT-T P.56 (1993), *Medición objetiva del nivel vocal activo.*
- Recomendación UIT-T P.80 (1993), *Métodos de determinación subjetiva de la calidad de transmisión.*
- Recomendación UIT-T P.830 (1996), *Evaluación de la calidad de funcionamiento subjetiva de los códecs digitales de banda telefónica y de banda ancha.*

3 Definiciones

En esta Recomendación se utilizan las siguientes definiciones:

- 3.1 dBov:** dB referido al nivel de sobrecarga de un sistema digital.
- 3.2 trayecto de señal:** Trayecto seguido exclusivamente por la señal de entrada en el aparato de referencia para ruido modulado.
- 3.3 trayecto de ruido:** Trayecto seguido por el ruido modulado en el aparato de referencia para ruido modulado que lo genera.
- 3.4 trayecto combinado:** Trayectos de señal y de ruido combinados a través del aparato de referencia para ruido modulado.
- 3.5 Q:** Relación, en dB, entre la potencia de la señal vocal y la potencia de ruido modulado.
- 3.6 Q_N :** Relación Q para un aparato de referencia para ruido modulado de banda estrecha.
- 3.7 Q_W :** Relación Q para un aparato de referencia para ruido modulado de banda ancha.

4 Abreviaturas

A los fines de esta Recomendación se utilizan las siguientes abreviaturas:

MIC	Modulación por impulsos codificados
MICDA	Modulación por impulsos codificados diferencial adaptativa
MNRU	Aparato de referencia para ruido modulado (<i>modulated noise reference unit</i>)
RMS	Nivel cuadrático medio (<i>root mean square</i>)
SNR	Relación señal/ruido (<i>signal-to-noise-ratio</i>)

5 Convenios

En esta Recomendación se describen las realizaciones del aparato MNRU en equipos analógicos y digitales o en programas informáticos. En toda esta Recomendación se harán referencias a realizaciones en equipos analógicos y en equipos digitales. Cuando se mencionen las realizaciones digitales debe entenderse que la descripción se aplica al equipo digital o a los programas informáticos.

6 Descripción general

Una representación simplificada de la estructura del aparato MNRU se muestra en la Figura 1 a) para la versión de banda estrecha analógica, en la Figura 1 b) para la versión de banda ancha analógica, en la Figura 2 a) para la versión de banda estrecha digital y en la Figura 2 b) para la versión de banda ancha digital. Las señales vocales que entran por la izquierda se dividen en dos trayectos, un trayecto de señal y un trayecto de ruido. El trayecto de señal entrega a la salida una señal vocal sin distorsión (salvo la debida al filtrado paso banda). En el trayecto de ruido, la señal vocal controla instantáneamente a un multiplicador con una «portadora» aplicada de ruido gaussiano, cuyo espectro es uniforme entre las frecuencias de corte mostradas para la fuente de ruido. La salida del multiplicador, consistente en un ruido modulado por la señal vocal, se suma entonces a la señal vocal para producir la señal distorsionada.

Los atenuadores y conmutadores instalados en los trayectos de señal y de ruido permiten el ajuste independiente de los niveles de la señal vocal y de la señal de ruido a la salida. Por lo general, el sistema se calibra de manera que la posición de ajuste del atenuador (en dB) insertado en el trayecto de ruido presente la relación entre la potencia vocal instantánea y la potencia de ruido, cuando ambas se miden a la salida del filtro paso banda (terminal OT). Específicamente, cuando ambas potencias se fijan a 0 dB, el nivel de ruido medido en el terminal OT, con terminaciones resistivas separadas en los terminales T1 y T2 (no enlazados), será el mismo que el nivel vocal medido en el terminal OT, con terminaciones resistivas separadas en los terminales T5 y T6 (no enlazados). Para comprobar esto se establecerá que la relación entre la potencia vocal más ruido modulado (medida en el terminal OT) y la potencia de la señal vocal de entrada (medida en el terminal IT) es 3 dB (véase 7.3.1).

A los efectos de esta Recomendación, la representación en decibelios de esta relación se denomina Q_N para la versión de banda estrecha y Q_W para la versión de banda ancha.

Las realizaciones digitales del aparato MNRU se facilitarán señalando que, cuando el trayecto de señal tiene la ganancia unidad, la generación de señales vocales más ruido modulado de salida pueden expresarse por:

$$y(i) = x(i) [1 + 10^{-Q/20} N(i)] \quad (6-1)$$

donde $x(i)$ es la señal vocal de entrada, $N(i)$ es el ruido aleatorio, Q es la relación entre la potencia de la señal vocal y la potencia de ruido modulado (determinada por la ganancia sobre el trayecto de ruido), e $y(i)$ es la señal vocal más ruido modulado de salida.

7 Especificaciones de la calidad de funcionamiento

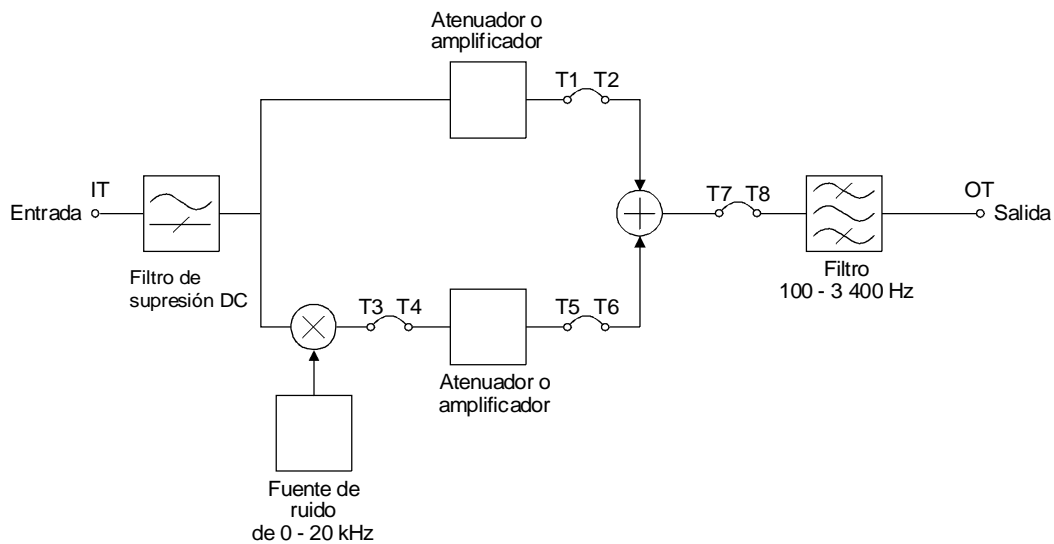
7.1 Consideraciones generales

Las especificaciones de esta sección abarcan tanto las realizaciones analógicas como las digitales. Las realizaciones en equipos analógicos y digitales de aparatos MNRU se describen en forma paralela. Los equipos analógicos existentes satisfacen las especificaciones que figuran en esta Recomendación y la Comisión de Estudio 12, durante el Periodo de Estudios 1989-1992, llevó a cabo numerosas pruebas de las realizaciones digitales del aparato MNRU. Se comprobó que estas realizaciones eran equivalentes en cuanto a sus efectos subjetivos. Dado que el aparato MNRU se concibe únicamente como una degradación de referencia para la evaluación subjetiva de procesos digitales, los expertos de la Comisión de Estudio 12 consideran que la equivalencia subjetiva de las realizaciones del aparato MNRU tienen una importancia capital.

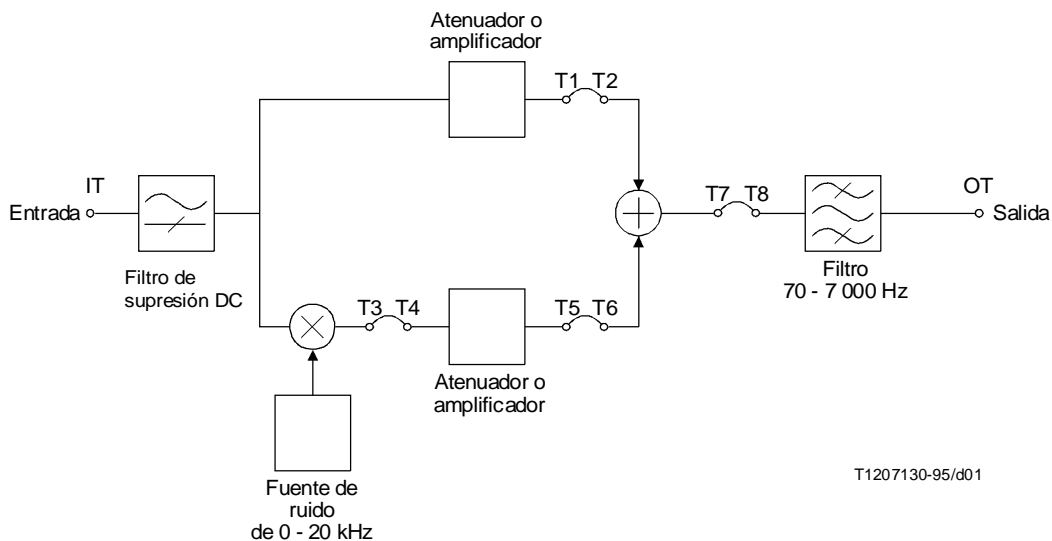
NOTA – Las realizaciones del aparato MNRU de banda ancha aquí descritas no fueron probadas. Se señala aquí las observaciones que figuran en la cláusula 1 sobre el aparato MNRU de banda ancha.

En las realizaciones prácticas los niveles reales de señal y ruido pueden aumentarse o disminuirse según las necesidades particulares. En tales casos, los requisitos para los niveles indicados a continuación tendrán que modificarse en consecuencia. En particular, las realizaciones digitales requerirán en general material vocal con un nivel medio cuadrático de $-26,15$ dBov (es decir, en dB referidos al punto de sobrecarga de un sistema digital). Sin embargo, si el idioma utilizado en las pruebas subjetivas presenta una relación del valor de pico/valor medio mayor que 23 dB, el nivel medio cuadrático de la señal vocal de entrada debe reducirse adecuadamente.

Se puede demostrar que un componente de corriente continua en la señal de entrada generará un componente de ruido aditivo en la señal de salida. Este componente de ruido aditivo no se considera cuando se especifica un valor de relación Q . De este modo, en vez de tener únicamente un ruido multiplicativo en la salida con una relación señal/ruido igual a Q , la salida tendrá otro componente de ruido aditivo que aumentará el nivel de ruido global a la salida y disminuirá la relación señal total (aditiva más multiplicativa) a ruido. Así pues, las realizaciones del aparato MNRU deberán incluir (o proporcionar externamente) el filtrado paso alto en la entrada.



a) Configuración básica del MNRU analógico de banda estrecha



b) Configuración básica del MNRU analógico de banda ancha

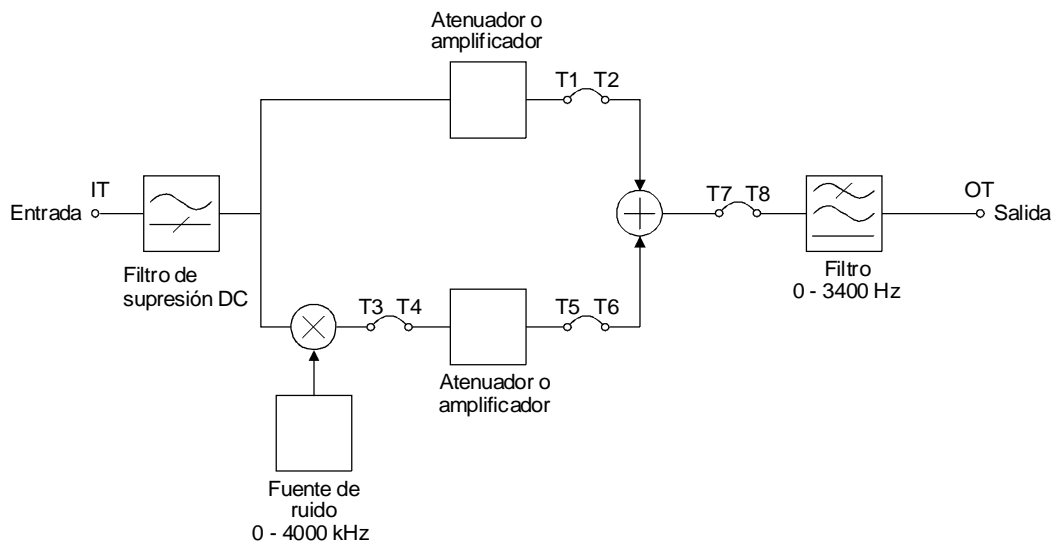
T1207130-95/d01

FIGURA 1/P.810

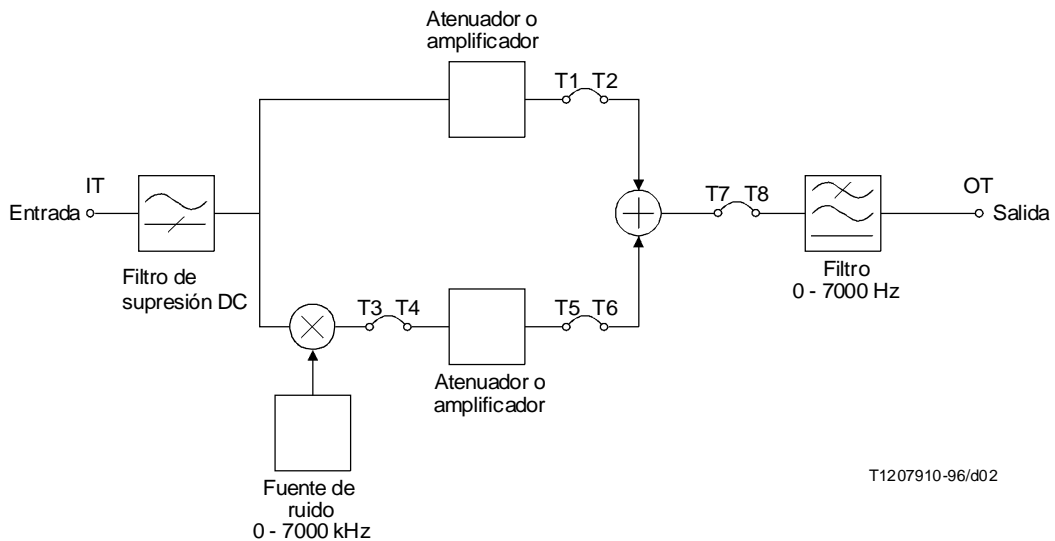
Configuración básica del MNRU analógico

7.2 Trayecto de señal

Los requisitos de este punto se refieren al aparato MNRU con atenuación infinita en los trayectos de ruido de la Figura 1 y de la Figura 2. Para los equipos analógicos, esto se logrará con terminaciones resistivas separadas en los terminales T5 y T6 (no enlazados). Las realizaciones digitales pueden ofrecer una opción para neutralizar el trayecto de ruido, permitiendo que se produzca como salida una versión filtrada de la señal original.



a) Configuración básica del MNRU digital de banda estrecha



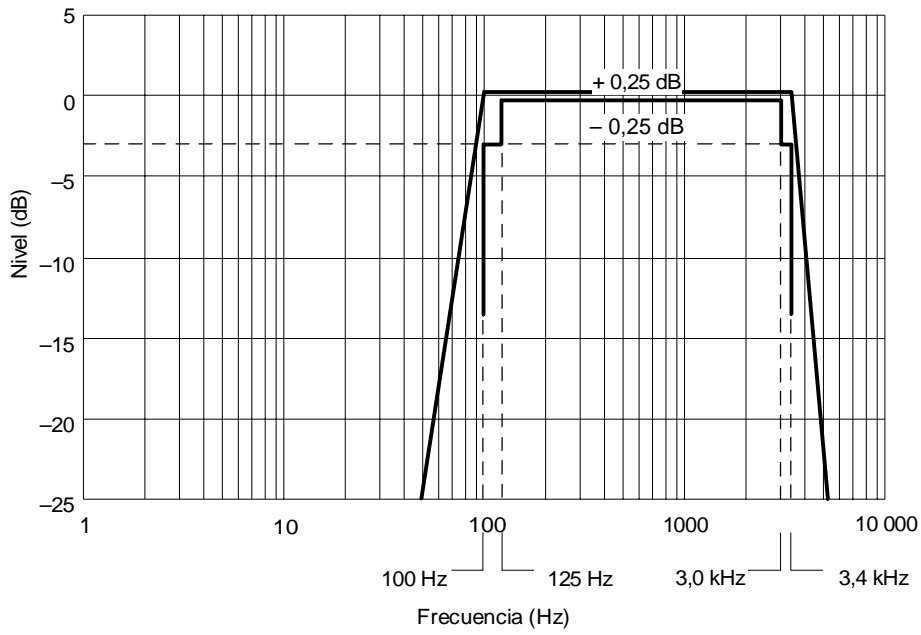
T1207910-96/d02

b) Configuración básica del MNRU digital de banda ancha

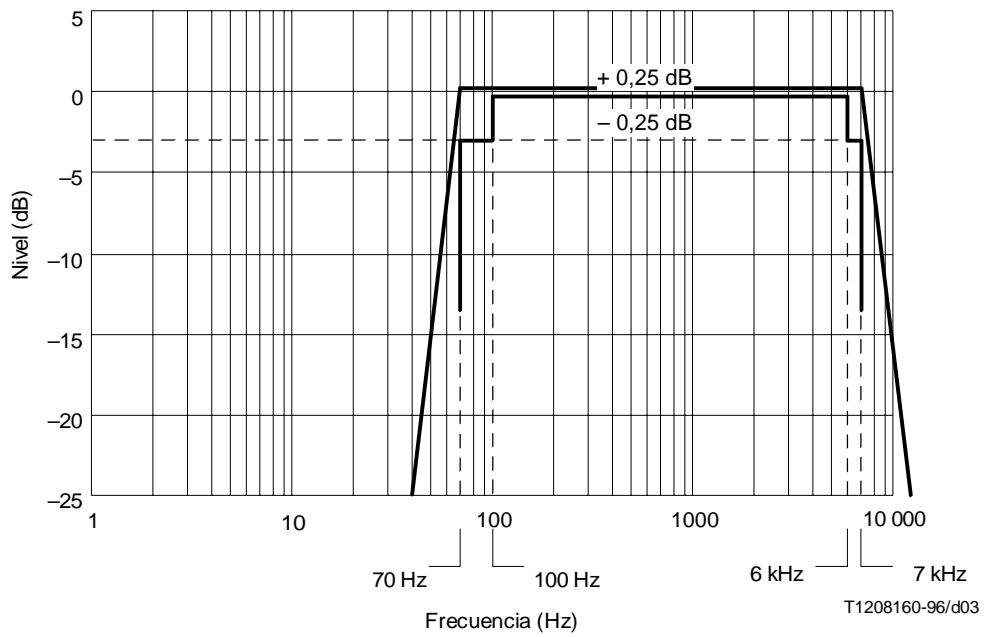
FIGURA 2/P.810

Configuración básica del MNRU digital

La respuesta en frecuencia del trayecto de señal (es decir, entre los terminales IT y OT) de las Figuras 1 a), 1 b), 2 a) y 2 b) debe estar dentro de los límites de la Figura 3 a) para el circuito de la Figura 1 a), dentro de los límites de la Figura 3 b) para el circuito de la Figura 1 b), dentro de los límites de la Figura 4 a) para el circuito de la Figura 2 a), y dentro de los límites de la Figura 4 b) para el circuito de la Figura 2 b). Las respuestas en frecuencia de las realizaciones digitales tienen las mismas características de paso bajo que la realización de los equipos analógicos correspondientes.

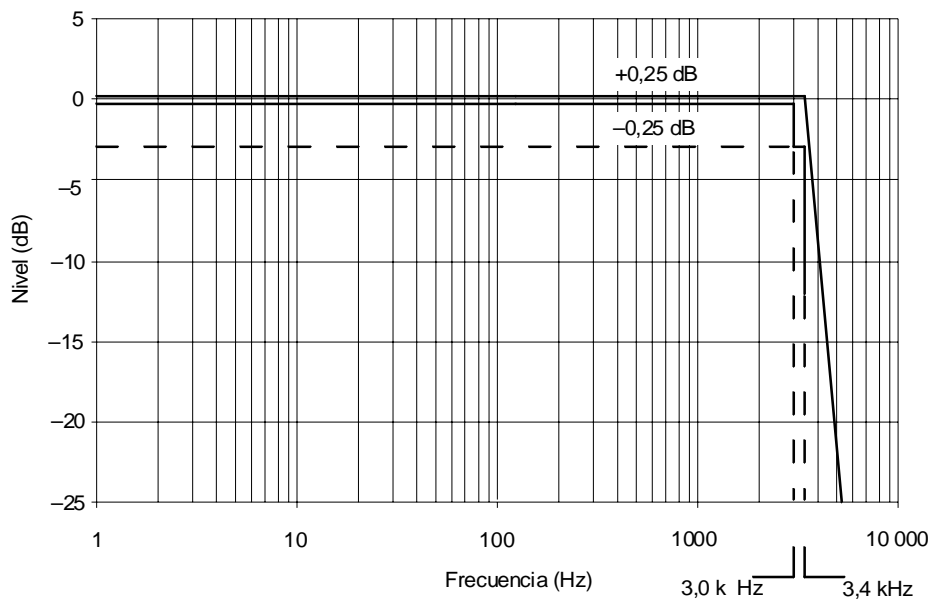


a) Características del filtro de salida del MNRU analógico de banda estrecha

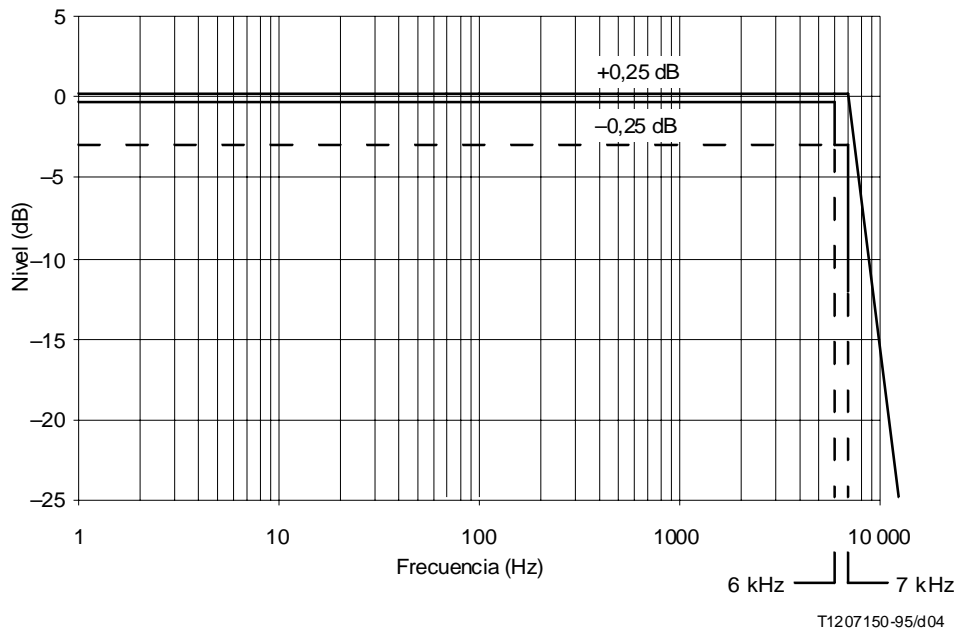


b) Características del filtro de salida del MNRU analógico de banda ancha

FIGURA 3/P.810
Características del filtro de salida del MNRU analógico



a) Características del filtro de salida del MNRU digital de banda estrecha



b) Características del filtro de salida del MNRU digital de banda ancha

T1207150-95/d04

FIGURA 4/P.810
Características del filtro de salida del MNRU digital

Para equipos analógicos, la atenuación entre los terminales IT y OT para una señal sinusoidal de entrada de 1 kHz a 0 dBm debe ser de 0 dB. Para toda la gama de niveles de entrada comprendidos entre +10 dBm y -50 dBm, la atenuación debe ser $0 \text{ dB} \pm 0,1 \text{ dB}$. Las realizaciones digitales deben garantizar una ganancia unidad en el trayecto de señal.

Cualquier componente armónico debe estar como mínimo 50 dB por debajo del fundamental a la salida del sistema [terminal OT en las Figuras 1 a) y 1 b)] para cualquier frecuencia fundamental comprendida entre 125 Hz y 3000 Hz en un sistema de banda estrecha y entre 100 Hz y 6000 Hz en un sistema de banda ancha. Las realizaciones digitales, cuya salida es enviada por convertidores D/A de alta calidad (16 bits), cumplirán fácilmente estos criterios.

El ruido en reposo generado en el trayecto de señal debe ser inferior a -60 dBm, medido en el terminal OT, a fin de ajustarse a lo establecido en 7.4.

Se recomienda que el nivel de las señales vocales aplicadas a los terminales IT del equipo analógico (Figura 1) sea inferior a -10 dBm (potencia media en estado activo, es decir, el nivel activo medio de acuerdo con la Recomendación P.56) a fin de evitar que el amplificador recorte las crestas de la señal, y superior a -30 dBm para proporcionar un valor suficiente de la relación señal vocal/ruido de fondo. Conviene que los materiales vocales digitales utilizados a la entrada de las realizaciones digitales del aparato MNRU se cuantifiquen sobre la escala lineal de 16 bits y que los niveles activos medios no sobrepasen -26,15 dB con respecto al punto de sobrecarga de un convertidor D/A de 16 bits. En los demás casos, la señal vocal puede ser recortada. Como se señala en 7.1, en el caso de idiomas cuyas relaciones valor máximo/valor medio son mayores de 23 dB deben ajustarse los niveles adecuadamente. La aplicación de programas informáticos de la Recomendación P.56, como figura en la Recomendación G.191, se debe utilizar para determinar el nivel, a los efectos de cumplir este requisito.

7.3 Trayecto de ruido

Los requisitos de este punto se refieren al aparato MNRU, con una atenuación infinita en los trayectos de señal de la Figura 1 y la Figura 2. Para equipos analógicos, esto se logrará con terminaciones resistivas separadas en los terminales T1 y T2 (no enlazados). Las realizaciones digitales pueden ofrecer una opción que proporcione únicamente como salida el ruido modulado.

7.3.1 Linealidad en función del nivel de entrada

Con un ajuste de Q_N de 0 dB en el circuito de la Figura 1a) o con un ajuste de Q_W de 0 dB en el circuito de la Figura 1 b), según sea el caso, el nivel del ruido modulado a la salida del sistema (terminal OT) debe ser numéricamente igual al nivel de la onda sinusoidal a la entrada (terminal IT). Debe obtenerse una correspondencia dentro de un margen $\pm 0,5 \text{ dB}$ para los niveles de entrada de la onda sinusoidal comprendidos entre +5 dBm y -45 dBm y para frecuencias de entrada comprendidas entre 125 Hz y 3000 Hz en un sistema de banda estrecha y entre 100 Hz y 6000 Hz en un sistema de banda ancha. Las realizaciones digitales calibradas para un nivel dado (por ejemplo -26,15 dBov) cumplirán fácilmente estos criterios.

7.3.2 Espectro de ruido

Para un sistema analógico de banda estrecha, cuando Q_N se ajusta a 0 dB, las ondas sinusoidales de entrada aplicadas al terminal IT en la Figura 1a) con niveles de +5 a -45 dBm y frecuencias de 125 Hz a 3000 Hz deben producir una densidad espectral de ruido plana en el sistema a la salida del dispositivo de multiplicación [terminal T5 de la Figura 1 a)] dentro de un margen de $\pm 1 \text{ dB}$ en la gama de frecuencias de 75 Hz a 5000 Hz. La densidad espectral debe medirse con una resolución de anchura de banda de 50 Hz como máximo.

Para un sistema analógico de banda ancha, cuando Q_W se ajusta a 0 dB, las ondas sinusoidales de entrada aplicadas al terminal IT de la Figura 1 b) con niveles de +5 dB a -45 dBm y frecuencias de 100 Hz a 6000 Hz deben producir una densidad espectral de ruido plana en el sistema a la salida del dispositivo de multiplicación [terminal T5 de la Figura 1 b)] dentro de un margen de $\pm 1 \text{ dB}$ en la gama de frecuencias de 75 Hz a 10 000 Hz. La densidad espectral debe medirse con una resolución de anchura de banda de 50 Hz como máximo.

Las realizaciones digitales (de banda estrecha y banda ancha) calibradas para un determinado nivel (por ejemplo, -26,15 dBov) y cuando la fuente del ruido satisface los requisitos que figuran en 7.3.3, cumplirán fácilmente estos criterios.

7.3.3 Distribución de amplitudes

La distribución de las amplitudes de ruido a la salida del sistema debe ser aproximadamente gaussiana.

NOTAS

1 Para equipos analógicos, una fuente de ruido que consista en un generador de ruido gaussiano seguido por un recortador de crestas con espectro plano desde las inmediaciones de cero hasta 20 kHz producirá un nivel de ruido de salida satisfactorio en el terminal OT.

2 Para asegurar una linealidad suficiente en las realizaciones digitales, una fuente de ruido que conste de un generador de ruido aleatorio gaussiano (seguido por un recortador de crestas) con un espectro plano entre 50 Hz y la frecuencia de corte de la parte paso bajo del filtro paso banda de las Figuras 2 a) y 2 b) producirá un ruido de salida satisfactorio en el terminal OT cuando el nivel de recorte sea al menos 12 dB por encima del nivel cuadrático medio (valor eficaz) de ruido.

3 Para las realizaciones digitales, el ruido que tiene una distribución de amplitudes aproximadamente gaussiana puede ser generado por cualquier otro método. Si el ruido es generado a partir de números aleatorios distribuidos uniformemente mediante el teorema del límite central, la cantidad de esos números aleatorios debe ser mayor que 10.

7.3.3.1 Periodo de ruido

En las realizaciones digitales, el ruido aleatorio se debe generar utilizando un generador de números aleatorios gaussianos que tenga un periodo mayor de 2^{20} muestras.

7.3.4 Atenuadores de ruido

Las pérdidas introducidas por el (o los) atenuador(es) de ruido, es decir, entre los terminales T4 y T5 de las Figuras 1 a) y 1 b), deben estar comprendidas dentro del margen de $\pm 0,1$ dB alrededor del ajuste nominal. El (o los) atenuador(es) permitirán ajustes de Q_N y Q_W entre -5 dB y 45 dB, es decir, una gama de 50 dB. Las realizaciones digitales cumplirán fácilmente estos criterios.

7.4 Trayecto combinado

Los requisitos especificados en este punto se refieren al aparato MNRU con los trayectos de señales vocales y de ruido funcionando simultáneamente.

Con la relación Q_N o Q_W (según proceda) puesta a 0 y la entrada terminada por una resistencia equivalente, el ruido en reposo generado en el trayecto combinado debe ser inferior a -60 dBm cuando se mide a la salida del sistema (terminal OT).

Bibliografía

LAW (H.B.), SEYMOUR (R.A.): A reference distortion system using modulated noise, *The Institute of Electrical Engineers*, pp. 484-485, noviembre 1962.

CCITT Contribución COM XII-N.º 63, *Some considerations of specifications for modulated noise reference unit*, NTT, Japón, Periodo de Estudios 1981-1984 (en inglés únicamente).

CCITT Contribución COM XII-N.º R4, pp. 80-88, Periodo de Estudios 1981-1984.

CCITT Contribución COM XII-N.º 119: *Descripción y modo de utilización del generador de ruido modulado de referencia (MNRU/MALT)*, Francia, Periodo de Estudios 1981-1984.

ITU-T Contribution COM 12-8: *Report on comparative experiments for MNRU algorithms*, NTT, study period 1993-1996.