



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

UIT-T

P.561

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

(02/96)

CALIDAD DE TRANSMISIÓN TELEFÓNICA APARATOS PARA MEDICIONES OBJETIVAS

DISPOSITIVO DE MEDIDA EN SERVICIO NO INTRUSIVO – MEDIDAS PARA LOS SERVICIOS VOCALES

Recomendación UIT-T P.561

(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.561 ha sido preparada 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, finalidad y aplicación	1
1.1 Alcance	1
1.2 Objetivo	1
1.3 Aplicación.....	1
2 Referencias normativas	2
3 Abreviaturas y definiciones.....	3
3.1 Abreviaturas.....	3
3.2 Definiciones.....	4
4 Requisitos de las interfaces	5
4.1 Interfaces eléctricas.....	5
4.1.1 Interfaz digital DS1.....	5
4.2 Interfaces de transporte de datos de la red de gestión de las telecomunicaciones (RGT).....	5
5 Requisitos funcionales.....	5
5.1 Funciones de medida requeridas.....	6
5.2 Funciones opcionales.....	6
6 Descripción de las funciones de medida requeridas.....	7
6.1 Medidas de la señal vocal	7
6.1.1 Clasificación de las señales vocales	7
6.1.2 Medida del nivel vocal activo	7
6.1.3 Intervalo de medida del nivel vocal	7
6.1.4 Factor de actividad de las señales vocales	8
6.2 Medida del ruido.....	8
6.2.1 Nivel de ruido (ponderación sofométrica)	8
6.2.2 Intervalo de medida del nivel de ruido.....	8
6.2.3 Clasificación y medida del ruido no estacionario	8
6.3 Medida del eco.....	8
6.3.1 Medida del retardo del trayecto de eco de la voz	8
6.3.2 Medida de la atenuación del eco	9
6.3.3 Medida de la atenuación del trayecto de eco	9
6.3.4 Medida de la atenuación del trayecto de eco de la voz	9
7 Descripción de funciones opcionales	9
7.1 Números de dirección del origen y del destino.....	10
7.2 Identificación de la instalación o del circuito.	10
7.3 Hora y duración de la conexión	10
7.4 Clasificación de la señal	10
7.5 Identificación del cliente.....	10
7.6 Medidas de las características DS1.....	10
7.7 Nivel de ruido plano de 3 kHz	10
7.8 Medidas de la disposición de conexión	11
7.9 Análisis de datos e informes	11
7.10 Recorte por saturación	11
7.11 Intervalo de medida	11
7.12 Conversación simultánea	11
7.13 Recorte frontal	11
7.14 Transmisión en un sentido	11
7.15 Diafonía	11
7.16 Atenuación para la estabilidad.....	12
7.17 Distorsión.....	12

	<i>Página</i>
8	Requisitos para la ejecución de medidas 12
8.1	Descripción de las diferentes clases..... 12
8.1.1	Clase A – Redes locales (nacionales para muchos países)..... 12
8.1.2	Clase B – Redes con retardo medio 13
8.1.3	Clase C – Redes con retardo largo 13
8.1.4	Clase D – Redes futuras 14
8.2	Especificación de la medida 14
8.3	Requisitos de precisión 14
8.4	Descripción de los circuitos de referencia 16
8.4.1	Circuito de referencia N.º 1 16
8.4.2	Circuito de referencia N.º 2 18
8.4.3	Circuito de referencia N.º 3 19
8.5	Medidas de referencia..... 19
8.5.1	Medidas analógicas y digitales..... 19
8.5.2	Nivel vocal de referencia (RSL) 19
8.5.3	Nivel de ruido de referencia (RNL) 19
8.5.4	Factor de actividad de las señales vocales de referencia (RSAF) 20
8.5.5	Atenuación del eco de referencia (REL) 20
8.5.6	Atenuación del trayecto de eco de referencia (REPL) 20
8.5.7	Atenuación del trayecto de eco de la voz de referencia (RSEPL) 20
8.5.8	Retardo del trayecto de eco de la voz de referencia (RSEPD) 20
9	Condiciones de las pruebas para dispositivos de clase A, B y C 20
9.1	Diseño de la prueba 21
9.2	Medidas múltiples..... 21
9.3	Condiciones del circuito para el dispositivo de clase A..... 21
9.4	Condiciones del circuito para el dispositivo de clase B..... 21
9.4.1	Descripción de elementos de prueba..... 22
9.4.2	Condiciones del circuito..... 22
9.4.3	Condiciones del circuito con compensadores de eco 23
9.5	Condiciones del circuito para el dispositivo de clase C..... 24
9.5.1	Descripción de elementos de prueba..... 25
9.5.2	Condiciones del circuito..... 25
9.5.3	Condiciones del circuito con compensadores de eco 25
9.5.4	Condiciones del circuito con equipos de multiplicación de circuitos digitales (DCME).. 27
9.6	Clase D – Redes futuras..... 27
Anexo A	– Material de conversación 27
A.1	Parámetros 27
A.1.1	Participantes 27
A.1.2	Conversaciones 27
A.1.3	Idioma 28
A.1.4	Duración de las conversaciones 28
A.1.5	Factor de actividad de las conversaciones 28
A.2	Conexión telefónica 28
A.3	Grabaciones de señales en la fuente 28
A.3.1	Entorno de grabación 28
A.3.2	Sistema de grabación 28
A.3.3	Procedimiento de grabación..... 28
A.3.4	Nivel de la señal vocal 29
A.3.5	Participantes en las pruebas 29
A.3.6	Conversación..... 29
A.3.7	Señal de calibración 29
Apéndice I	– Examen de las técnicas de medida 29
I.1	Retardo del trayecto de eco de la voz 29
I.1.1	Análisis por correlación 29
I.1.2	Análisis por filtro adaptativo..... 30
I.2	Verificación de las medidas de retardo..... 31
I.3	Fallo de la medida del retardo..... 32

	<i>Página</i>
Apéndice II – Degradación de la calidad de transmisión telefónica debida al ruido no estacionario	32
II.1 Introducción.....	32
II.2 Clasificación del ruido no estacionario.....	33
II.2.1 Base de datos de señales de ruido y su análisis.....	34
II.3 Algoritmo de clasificación y medida del ruido (ejemplo)	35
II.3.1 Características principales.....	36
II.3.2 Algoritmo de estacionaridad	36
II.3.3 Ruido estacionario	36
II.3.4 Ruido no estacionario	36
II.4 Medida sofométrica	36
II.5 Evaluación del funcionamiento (ejemplo).....	37
II.5.1 Análisis de los resultados.....	37
II.6 Conclusión	38

RESUMEN

Esta Recomendación proporciona especificaciones para los dispositivos de medición de la transmisión de servicio vocal que efectúan mediciones en servicio de manera no entrometida. Estos dispositivos de medición en servicio no entrometida (INMD, *in-service non-intrusive measurement devices*) se utilizan ante todo para la medición de parámetros de calidad telefónica tales como el nivel de la señal vocal, el nivel del ruido, la atenuación del eco y el retardo de trayecto de eco de la voz.

Los INMD pueden utilizarse también para medir parámetros asociados con los sistemas de transmisión digital que tienen repercusiones en la calidad de funcionamiento de los canales de calidad telefónica transportados. Esta Recomendación especifica requisitos de interfaz, gama de medición y exactitud para medir los parámetros de transmisión de calidad telefónica, así como descripciones de funciones opcionales asociadas con estos parámetros.

DISPOSITIVO DE MEDIDA EN SERVICIO NO INTRUSIVO – MEDIDAS PARA LOS SERVICIOS VOCALES

(Ginebra, 1996)

1 Alcance, finalidad y aplicación

1.1 Alcance

La presente Recomendación establece las especificaciones de los dispositivos de medida de transmisión para el servicio vocal y que permiten efectuar medidas en servicio y sin intrusión. Estos dispositivos de medida en servicio y sin intrusión (INMD, *in-service, non-intrusive measurement devices*) se utilizan principalmente para la medición de parámetros de calidad vocal, tales como el nivel de las señales de voz, el nivel de ruido, la atenuación del eco y el retardo del trayecto de eco de la voz. Los dispositivos INMD pueden utilizarse también para medir parámetros asociados con sistemas de transmisión digital que afectan a las características de los canales de calidad vocal transportados. Esta Recomendación especifica las interfaces, la gama de medidas y los requisitos de precisión en la medida de los parámetros de calidad vocal en transmisión, así como descripciones de las funciones opcionales asociadas con estos parámetros. No se especifican los algoritmos de medición que deben utilizarse ni la aplicación de la medida resultante.

1.2 Objetivo

Los dispositivos INMD que se describen en esta Recomendación están destinados a ser utilizados en servicio (mantenimiento) para la detección de anomalías en la red que afectan a la calidad de transmisión de los servicios vocales.

1.3 Aplicación

Los dispositivos INMD se utilizan como dispositivos independientes o como parte de un elemento de red. Estos dispositivos se pueden instalar en conmutadores y nodos seleccionados en las redes de telecomunicaciones para medir los parámetros de funcionamiento «en servicio» relativos a la calidad de los servicios vocales y para localizar y analizar las anomalías de la red. En el caso de la red conmutada, el análisis de las anomalías es más fácil cuando se dispone de información sobre la conexión, tal como las cifras de la dirección llamante y llamada, las asignaciones de los circuitos que intervienen, etc., junto con la calidad de funcionamiento medida. El registro de esa información no constituye una intrusión en la intimidad, ya que no se monitoriza la inteligibilidad de las señales vocales. Para que los dispositivos INMD tengan una mayor utilidad se le pueden agregar otras funciones, de carácter opcional.

Los dispositivos INMD se pueden utilizar solamente en un punto a cuatro hilos. Para estudiar las condiciones en la parte a dos hilos de una línea de abonado, los dispositivos INMD deben estar conectados a través de un circuito de enlace a cuatro hilos a un elemento de red (que conecta con la línea de abonado objeto de prueba); así pues, para aislar un problema particular en esta línea de abonado, se deben utilizar algunos medios de transporte de información de conexión del elemento de red hacia los dispositivos INMD. Para el acceso a facilidades, el dispositivo INMD supervisa la señalización MF (multifrecuencia) o la DTMF (multifrecuencia bitono); sin embargo, para casos tales como el del sistema de señalización N.º 7 (SS7), se requerirá una nueva norma para definir el protocolo de la interfaz. Los dispositivos INMD miden los parámetros de transmisión sobre el trayecto, incluyendo el equipo del cliente, hasta el punto de acceso de medida de estos dispositivos. De este modo, pueden detectar anomalías de transmisión en la conexión establecida. Las anomalías pueden estar causadas por el entorno del cliente, la línea de abonado, los conmutadores y los circuitos de enlace, y se incluyen en ellas las producidas en las interfaces entre esos elementos de red. Los dispositivos INMD tienen la posibilidad, en particular, de observar anomalías que no son detectables mediante pruebas tradicionales efectuadas fuera de servicio. Algunos ejemplos de estas anomalías difíciles de detectar son los siguientes:

- desvanecimiento intermitente;
- realimentación acústica;
- ruido de sala;
- equipo defectuoso del cliente;
- fuga intermitente por los circuitos metálicos;
- ruido intermitente;
- violaciones de diseño;

- problemas del sistema de ganancia de pares;
- problemas del nivel de conmutador digital y del control de eco;
- problemas de eco en la interfaz línea-circuito de enlace;
- problemas en el control de los niveles de tonos y locuciones; y
- problemas de traducción del conmutador que ocasiona incumplimientos de los planes de atenuación de la red.

Aunque los dispositivos INMD pueden llegar a detectar dichas anomalías, hay que señalar que no pueden separar específicamente señales combinadas, por ejemplo, ruido de sala y ruido del cable, o realimentación acústica y desadaptación en la híbrida. Del mismo modo, los dispositivos INMD no pueden distinguir entre un problema en un circuito de enlace, en un conmutador, en la línea de abonado de terminación o en el equipo terminal. Las anomalías de red que detectan se pueden aislar posteriormente en el elemento de red al que afectan, mediante pruebas aplicables fuera de servicio, o supervisando la calidad de funcionamiento de las facilidades. Alternativamente, la utilización de técnicas perfeccionadas de procesamiento de señales, tales como el reconocimiento de la configuración, pueden permitir a los dispositivos INMD deducir cuál es el origen de una anomalía, por ejemplo reconociendo tipos particulares de ruido.

Los dispositivos INMD muestran cuando se utilizan en el modo muestreo de llamadas su eficacia como alternativa a las pruebas de rutina de los elementos de red, para la detección de anomalías en la red. De esa manera, no es necesario mantener grandes bases de datos de esas pruebas de rutina. En cuanto a la detección activa posterior, estos dispositivos son más eficaces cuando se utilizan como dispositivos portátiles para detectar problemas intermitentes. En la actualidad ya existen, y son utilizados por los proveedores de servicios, sistemas INMD autónomos de acceso a las instalaciones, que se completan con interfaces patentadas para la recogida de datos y programas de análisis.

2 Referencias normativas

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.

- [1] Recomendación UIT-T P.10 (1993), *Vocabulario de términos sobre calidad de transmisión telefónica y aparatos telefónicos*.
- [2] Recomendación UIT-T G.100 (1993), *Definiciones utilizadas en las Recomendaciones sobre características generales de las conexiones y circuitos telefónicos internacionales*.
- [3] Recomendación UIT-T P.56 (1993), *Medición objetiva del nivel vocal activo*.
- [4] Recomendación UIT-T G.122 (1993), *Influencia de los sistemas nacionales en la estabilidad y el eco para la persona que habla en las conexiones internacionales*.
- [5] Recomendación G.703 del CCITT (1991), *Características físicas y eléctricas de las interfaces digitales jerárquicas*.
- [6] Recomendación UIT-T G.772 (1993), *Puntos de supervisión protegidos en sistemas de transmisión digital*.
- [7] Recomendación M.3010 del CCITT (1992), *Principios para una red de gestión de las telecomunicaciones*.
- [8] Recomendación UIT-T G.763 (1994), *Equipo de multiplicación de circuitos digitales que emplea modulación por impulsos codificados diferencial adaptativa (Recomendación G.726) e interpolación digital de la palabra*.
- [9] Recomendación G.223 del CCITT (1988), *Hipótesis para el cálculo del ruido en los circuitos ficticios de referencia para telefonía*.
- [10] Recomendación G.212 del CCITT (1988), *Circuitos ficticios de referencia para sistemas analógicos*.
- [11] ANSI/IEEE 743-1984, *Standard methods and equipment for measuring the transmission characteristics of analogue voice frequency circuits*.
- [12] Recomendación G.131 del CCITT (1988), *Estabilidad y eco*.
- [13] Recomendación P.48 del CCITT (1988), *Especificación de un sistema intermedio de referencia*.

- [14] Recomendación G.712 del CCITT (1992), *Características de transmisión de los canales de modulación por impulsos codificados*.
- [15] Recomendación UIT-T O.41 (1994), *Sofómetro para uso en circuitos de tipo telefónico*.
- [16] Recomendación UIT-T G.165 (1993), *Compensadores de eco*.
- [17] Recomendación G.711 del CCITT (1988), *Modulación por impulsos codificados (MIC) de frecuencias vocales*.
- [18] Recomendación UIT-T G.191 (1993), *Herramientas de soporte lógico para la normalización de la codificación de señales vocales y de audio*.
- [19] Recomendación UIT-T P.80 (1993), *Métodos de determinación subjetiva de la calidad de transmisión*.
- [20] UIT-T, *Manual sobre telefonometría* (1993).
- [21] Recomendación UIT-T P.830 (1996), *Evaluación de la calidad de funcionamiento subjetiva de los códecs digitales de banda telefónica y de banda ancha*.
- [22] Recomendación UIT-T P.310 (1996), *Características de transmisión de los teléfonos digitales en banda telefónica (300-3400 Hz)*.

3 Abreviaturas y definiciones

3.1 Abreviaturas

Se utilizan las siguientes abreviaturas de interés en la Recomendación UIT-T P.10 [1].

DCME	Equipo de multiplicación de circuitos digitales (<i>digital circuit multiplexing equipment</i>)
DSI	Interpolación digital de la palabra (<i>digital speech interpolation</i>)
DTMF	Multifrecuencia bitono (<i>dual-tone multi frequency</i>)
ENR(p)	Relación eco/ruido (ponderada sofométricamente) [<i>echo to noise (psophometrically weighted) ratio</i>]
INMD	Dispositivo de medida en servicio y sin intrusión (<i>in-service non-intrusive measurement device</i>)
IRS	Sistema intermedio de referencia (<i>intermediate reference system</i>)
LPC	Codificación predictiva lineal (<i>linear predictive coding</i>)
LSTR	Índice de efecto local para el oyente (<i>listener sidetone rating</i>)
MF	Multifrecuencia (<i>multi-frequency</i>)
MIC	Modulación por impulsos codificados
MICDA	Modulación por impulsos codificados diferencial adaptativa
OLR	Índice de sonoridad global (<i>overall loudness rating</i>)
REL	Atenuación del eco de referencia (<i>reference echo loss</i>)
REPL	Atenuación del trayecto de eco de referencia (<i>reference echo path loss</i>)
RLR	Índice de sonoridad en recepción (<i>receiving loudness rating</i>)
r.m.s.	Valor cuadrático medio o valor eficaz (<i>root mean square</i>)
RNL	Nivel de ruido de referencia (<i>reference noise level</i>)
RGT	Red de gestión de las telecomunicaciones
RSAP	Factor de actividad de las señales vocales de referencia (<i>reference speech activity factor</i>)
RSEPD	Retardo del trayecto de eco de la voz de referencia (<i>reference speech echo path delay</i>)
RSEPL	Atenuación del trayecto de eco de la voz de referencia (<i>reference speech echo path loss</i>)
RSL	Nivel vocal de referencia (<i>reference speech level</i>)
SLR	Índice de sonoridad en emisión (<i>sending loudness rating</i>)
SNR(p)	Relación nivel señal vocal activa/ruido (ponderada sofométricamente) [<i>active speech level to noise (psophometrically weighted) ratio</i>]
STMR	Índice de enmascaramiento del efecto local (<i>sidetone masking rating</i>)

3.2 Definiciones

A los fines de la presente Recomendación, son aplicables las definiciones siguientes:

3.2.1 intervalo de conversación simultánea: Intervalo durante el cual ambos sentidos de transmisión experimentan emisiones incidentes de señales de voz (los dos interlocutores hablan simultáneamente).

En el punto de supervisión del dispositivo INMD, este intervalo será diferente del de la conversación simultánea que perciben ambas partes en los dos extremos debido al retardo entre los extremos y el equipo de medida.

3.2.2 eco: En la Recomendación G.100 [2] se define el eco como una señal no deseada, insuficientemente atenuada y retardada en tal medida que, por ejemplo en telefonía, se percibe como distinta de la señal deseada (es decir, de la señal transmitida directamente).

3.2.3 atenuación del eco: La atenuación del eco (Recomendación G.122 [4]) se deriva de la integral de la característica de la función de transferencia de la potencia ponderada por una pendiente negativa de 3 dB/octava de 300 Hz a 3400 Hz. La atenuación del eco se debe calcular suprimiendo el retardo del trayecto de eco de la voz. Se ha comprobado que, para una conexión individual, el valor de la atenuación del eco obtenido de esa manera concuerda mejor con la opinión subjetiva que una atenuación del trayecto de eco no ponderada.

Para una respuesta en frecuencia plana del trayecto de eco, la atenuación del eco es igual a la atenuación del trayecto de eco de la voz y la atenuación del trayecto de eco.

3.2.4 trayecto de eco: Trayecto eléctrico de ida y vuelta que se inicia en el punto de medida de la señal vocal incidente y que termina en el punto en que se mide la señal vocal reflejada correlacionada.

3.2.5 atenuación del trayecto de eco: El trayecto de eco tiene una respuesta impulsiva única. La atenuación del trayecto de eco es la integral (en el dominio de la frecuencia) de esta respuesta impulsiva. La atenuación del trayecto de eco no depende del hablante.

3.2.6 sentido de transmisión distante a próximo (FN, *far-to-near*): Sentido de transmisión claramente especificado, con un extremo de un circuito etiquetado «distante» (F) y el otro extremo etiquetado «próximo» (N), en el que la transmisión va en el sentido distante a próximo.

3.2.7 tiempo de retención: Duración especificada de tiempo que comienza con el fin de la emisión de palabras y termina al empezar las medidas de ruido, si no aparecen mientras tanto nuevas emisiones de palabras.

3.2.8 señal vocal incidente: Señal vocal cuya fuente es la energía del hablante.

3.2.9 sentido de transmisión próximo a distante (NF, *near-to-far*): Sentido de transmisión claramente especificado, con un extremo de un circuito etiquetado «próximo» (N) y el otro extremo etiquetado «distante» (F), en el que la transmisión va en el sentido próximo a distante.

3.2.10 nivel de ruido: Energía eléctrica (medida en dBmp) causada por señales espurias.

Las señales espurias, es decir, el ruido, pueden ser generadas internamente en el circuito o pueden ser el resultado de interferencias causadas por fuentes externas. Estas fuentes se pueden clasificar como ruido ambiente, ruido del circuito y ruido impulsivo. Las mediciones del nivel de ruido sólo se deben aplicar al ruido uniforme durante los intervalos de silencio.

Las medidas de señales de ruido impulsivo son un tema que queda en estudio.

3.2.11 señal vocal reflejada: Señal vocal cuyo sentido de transmisión y nivel han sido alterados por discontinuidades en la red, tales como las conversiones de cuatro a dos hilos.

Esta definición concuerda con la definición de eco para el hablante, pero incluye cualquier señal vocal reflejada que no pueda ser clasificada como eco.

El eco para el hablante se define en la Recomendación G.100 [2] como el eco producido por reflexión próxima al extremo del oyente de una conexión, y que afecta al hablante.

3.2.12 factor de actividad de las señales vocales: Relación de la duración de la señal de la voz activa en el intervalo total de medida.

3.2.13 retardo del trayecto de eco de la voz: Periodo (en ms) entre la detección de una señal incidente, en un punto a cuatro hilos de nivel de referencia cero, y la detección de su señal reflejada correspondiente en el mismo punto a cuatro hilos (en el sentido opuesto).

En el caso de reflexiones múltiples del trayecto de eco, se debe calcular el retardo del trayecto de eco de la voz para cada detección de la señal reflejada correspondiente.

3.2.14 atenuación del trayecto de eco de la voz: Relación entre los valores cuadráticos medios de las señales vocales incidentes y las señales vocales reflejadas suprimiendo el retardo del trayecto de eco de la voz. La atenuación del trayecto de eco de la voz depende en gran medida del hablante.

3.2.15 nivel vocal: El nivel vocal activo se define en la Recomendación P.56 [3]. En general, el nivel vocal es la energía eléctrica generada por la conversión de la energía acústica del hablante, excluyendo todo ruido que no forme parte de la señal vocal (por ejemplo, los impulsos, la señal vocal reflejada y los ruidos de fondo durante periodos de silencio), pero incluyendo las pausas entre sílabas (breves periodos de potencia baja o nula que no son percibidos como interrupciones de la conversación).

3.2.16 intervalo de pausa de las señales vocales (o intervalo de silencio): Periodo de tiempo sin nivel de señal vocal debido a pausas entre sílabas y pausas de conversación.

Las pausas entre sílabas son discontinuidades inherentes al proceso de articulación. Esas discontinuidades son breves, alcanzan aproximadamente 350 ms y el oyente no las percibe. Hay que considerarlas como parte de la vocalización y, por consiguiente, deben ser incluidas en una medida de la señal vocal.

Las pausas de conversación son generalmente más largas. El oyente las percibirá, de un modo consciente o subconsciente, y se deben excluir de la medida del nivel vocal puesto que no contribuyen a la sonoridad subjetiva de la señal vocal. Al excluir esas pausas, se considera que la medida se hace cuando el hablante está «activo».

3.2.17 presencia de señal vocal: Periodo de tiempo en el que se considera que está presente la señal vocal. La señal vocal no es un flujo continuo de sonido, como puede parecer al escucharla sino que contiene muchas pausas. Por ello, la presencia de señal vocal contiene intervalos de emisión de palabras e intervalos de pausa de la señal vocal.

3.2.18 intervalo de emisión de palabras (o de vocalización): Periodo de tiempo durante el cual están presentes las señales vocales debido al énfasis silábico.

4 Requisitos de las interfaces

Los dispositivos INMD tienen dos tipos de interfaces externas: la interfaz eléctrica y las interfaces de transporte de datos. La interfaz eléctrica está en el punto de acceso digital de supervisión protegida en el que se mide la señal. Las interfaces de transporte de datos están en el puerto de datos de los elementos de red (para el transporte de la información de conexión) y de los sistemas de explotación (para el procesamiento distante de los datos INMD).

Con los dispositivos INMD se pueden suministrar otras interfaces adicionales, tales como las interfaces para sistemas de análisis de datos, que pueden estar patentadas o utilizar normas abiertas.

4.1 Interfaces eléctricas

El tipo de interfaz eléctrica viene determinado por el punto de acceso: en una instalación DS1 o en un conmutador digital. También es posible el acceso analógico, pero no se define en esta Recomendación

4.1.1 Interfaz digital DS1

El formato de señal DS1 y la interfaz de supervisión protegida de una instalación se describen en las Recomendaciones G.703 [5] (Características físicas y eléctricas de las interfaces digitales jerárquicas) y G.772 [6] (Puntos de supervisión protegidos en sistemas de transmisión digital).

4.2 Interfaces de transporte de datos de la red de gestión de las telecomunicaciones (RGT)

En la Recomendación M.3010 [7] se especifican los principios para una red de gestión de las telecomunicaciones; puede ser conveniente disponer de interfaces que se ajusten a ella.

5 Requisitos funcionales

Los requisitos funcionales de las interfaces funcionales dependen de cómo se efectúe el acceso a la información de conexión cuando se mide en conexiones conmutadas: a nivel de un punto de acceso a la instalación o a nivel de un elemento de red de conmutación. Cuando se accede a una instalación, ésta puede ser la única fuente de datos, mientras que cuando se accede a un conmutador se obtiene más fácilmente la información de conexión por parte del elemento de

red que por el dispositivo INMD. De hecho, los elementos de red pueden ser las únicas fuentes prácticas de información de conexión en el caso de conexiones de circuitos de enlace de señalización por canal común, realizadas por el sistema de señalización N.º 7. Para los dispositivos INMD de calidad vocal hay funciones recomendadas y opcionales. Estas funciones se definen para cada conexión en particular.

5.1 Funciones de medida requeridas

Las funciones de medida requeridas son las siguientes:

Caracterización de la señal vocal y del ruido

- nivel vocal activo;
- nivel de ruido (sofométrico ponderado);
- factor de actividad de las señales vocales.

Caracterización del eco

- retardo de la voz sobre el trayecto de eco (medidas de reflexiones simples o múltiples);

y, al menos, una de las siguientes medidas del eco:

- atenuación del eco (medidas de reflexiones simples o múltiples);
- atenuación del trayecto de eco (medidas de reflexiones simples o múltiples);
- atenuación del trayecto de eco de la voz (medidas de reflexiones simples o múltiples).

Las funciones requeridas indicadas son sólo para conexiones de voz y no se aplican a conexiones de corta duración, en las que no hay tiempo suficiente para determinar estos valores con precisión, o cuando no se completa una conexión. La medida de los valores funcionales requeridos se describe más adelante. Estas funciones requeridas son necesarias para las aplicaciones de transmisión de la voz en servicio.

Se recomiendan tres parámetros de atenuación del eco, ya que cada uno de ellos ofrece información diferente con respecto a la conexión. Las medidas de atenuación del eco se ajustan a la Recomendación G.122 [4] y se ha comprobado que concuerdan mejor con la opinión subjetiva que las mediciones de atenuación del trayecto de eco no ponderadas. La atenuación del trayecto de eco proporciona una medición no ponderada de la potencia del eco y puede permitir la identificación de problemas de eco a altas frecuencias (>2000 Hz) que pueden afectar a la calidad de los datos en la banda vocal. La atenuación del trayecto de eco de la voz representa la cantidad real de energía de la señal vocal reflejada y, por esta razón, puede estar fuertemente correlacionada con la opinión subjetiva de las personas que llaman. Serán necesarios otros trabajos para confirmarlo. Quizás en algunas conexiones no se puedan efectuar las tres medidas. Cuando se comparen resultados, entre diferentes dispositivos INMD, se debe tener cuidado de utilizar la definición de medida del eco correcta. Para una evaluación completa de la calidad del trayecto de eco se recomienda que se midan los tres parámetros de atenuación del eco.

5.2 Funciones opcionales

Las funciones opcionales (sin incluir una lista exhaustiva) son las siguientes:

- 1) números de dirección del origen y del destino;
- 2) identificación de la instalación o del circuito;
- 3) hora y duración de la conexión;
- 4) clasificación de la señal (voz/datos/otras);
- 5) identificación del cliente (sólo para circuitos dedicados);
- 6) medidas de las características de DS1;
- 7) nivel de ruido plano de 3 kHz;
- 8) medidas de disposición de conexión;
- 9) análisis de datos e informes;
- 10) recorte por saturación;
- 11) intervalo de medida;
- 12) conversación simultánea;
- 13) recorte frontal (mutilación);
- 14) transmisión en un sentido;

- 15) diafonía;
- 16) atenuación para la estabilidad;
- 17) distorsión.

Las funciones 1 a 6 son información de conexión a la que se puede acceder a través de la interfaz o de la interfaz de los elementos de red. Esta interfaz puede estar integrada en el dispositivo INMD cuando se utiliza como dispositivo intermedio o puede constituir también un sistema de operación independiente que se interconecta con el dispositivo INMD. En la cláusula 7 se describe la medida o registro de los valores funcionales opcionales. Estas funciones opcionales son útiles para localizar y analizar anomalías de red.

6 Descripción de las funciones de medida requeridas

Las medidas requeridas se efectúan en un circuito durante el estado de presencia de la señal vocal. Dichas medidas no se deben iniciar antes de que hayan transcurrido dos segundos desde el comienzo de la señal vocal. De este modo, se reducen al mínimo los efectos de los transitorios causados por los cambios de estado y por la convergencia de los compensadores de eco. Los dos parámetros básicos medidos son el nivel de la señal vocal y el nivel de ruido. La atenuación del eco y el retardo del trayecto de eco de la voz se derivan de la señal vocal incidente transmitida en el sentido próximo a distante y su señal reflejada correlacionada que se propaga en el sentido contrario.

Si se determina que, durante el intervalo de medición, se detectan otras señales distintas de las vocales, las mediciones recomendadas no se deben notificar como parámetros vocales sino más bien como parámetros no vocales.

Las medidas con muestras o tiempo de integración insuficientes, o que exceden el rango de funcionamiento del dispositivo INMD, se han de notificar como tales. En los Cuadros 1 y 2 se dan especificaciones de medida del dispositivo INMD en cuanto al rango, precisión y resolución de la medida. Dichas medidas se definen únicamente en esta Recomendación y no se deben confundir con las medidas fuera de servicio definidas en otras Recomendaciones.

6.1 Medidas de la señal vocal

Una vez que se detecta la señal vocal, el nivel en la misma será medido en los intervalos de emisión de palabras.

6.1.1 Clasificación de las señales vocales

Al empezar una medida, es necesario clasificar la señal para determinar si el circuito se encuentra en el estado de presencia de la señal vocal. Las señales que pueden estar presentes en un circuito son: voz, datos, fax, señales del circuito en reposo, música, grabación, señal de llamada, ningún tono de circuito, etc.

Los requisitos para la clasificación de las señales vocales en los dispositivos INMD son similares a los tratados en los equipos DCME. En la Recomendación G.763 [8], figuran Recomendaciones para la clasificación de datos/señal vocal para equipos DCME. Los dispositivos INMD se han de atener a estas Recomendaciones.

El circuito en reposo se puede clasificar como un circuito en el que se transmite un flujo de ± 1 para la ley A (D5/55 alterno) y de ± 0 para la ley μ (FF/7F alterno) [17].

6.1.2 Medida del nivel vocal activo

El nivel vocal activo es el valor cuadrático medio (r.m.s.) de las amplitudes de la emisión de palabras expresado en dBm. El nivel vocal activo será el nivel vocal promediado en intervalos de emisiones de palabras incluyendo cualquier tiempo de retención y excluyendo las medidas durante las pausas de la conversación. Al incluir el tiempo de retención, se incluyen todas las pausas entre sílabas en el valor cuadrático medio. En general, estas medidas se calculan por muestreo o integrando la señal vocal activa. Esta definición concuerda con la definición de nivel vocal activo de la Recomendación P.56 [3].

El método B descrito en la Recomendación P.56 [3], no proporciona una orientación para la medida de la señal vocal con nivel de ruido elevado o cuando está presente la señal vocal reflejada. Las medidas en estas condiciones quedan en estudio.

6.1.3 Intervalo de medida del nivel vocal

El intervalo de medida del nivel vocal ha de ser lo suficientemente largo como para poder predecir, dentro del margen de 1 dB, el nivel vocal activo de una medida realizada durante toda la duración de la llamada. El intervalo de medida ha de incluir un mínimo de 20 segundos de señal vocal activa.

Si se mide una señal vocal activa de menos de 20 segundos, se debe notificar este hecho en el resultado ya que su fiabilidad es reducida.

6.1.4 Factor de actividad de las señales vocales

El factor de actividad de las señales vocales es la relación entre el tiempo activo y el tiempo total transcurrido durante una medida, expresado generalmente como porcentaje. El tiempo activo es la suma de todos los intervalos de tiempo durante los cuales se considera que está presente la señal vocal.

Se recomienda este parámetro porque ayuda a su vez a interpretar otras medidas. Sin embargo, dado que las medidas del factor de actividad de las señales vocales utilizan tiempos de retención, se debe tener cuidado al relacionar esta medida con el factor de actividad real del material de conversación de origen.

6.2 Medida del ruido

Una vez clasificada la señal vocal, debe medirse el nivel de ruido en intervalos de medición tomados cuando ambos sentidos de transmisión están en silencio (no hay ninguna señal vocal incidente ni reflejada). Esto suele ocurrir durante los intervalos de pausa de la señal vocal correspondientes a los intervalos de escucha en el otro sentido de transmisión.

Alternativamente, también se pueden efectuar medidas cuando sólo el sentido de transmisión que se mide está en silencio (ninguna señal vocal incidental), pero se debe asegurar que la señal vocal reflejada (eco) se ha cancelado adecuadamente a fin de satisfacer los requisitos de precisión en la medida del ruido o que se utilizan otras técnicas para suprimir el eco del valor de medida del ruido.

6.2.1 Nivel de ruido (ponderación sofométrica)

La ponderación sofométrica se especifica en la Recomendación G.223 [9]¹⁾.

El nivel de ruido, expresado en dBmp, será igual al valor cuadrático medio (r.m.s.) promedio de la amplitud de ruido ponderado (Recomendación G.212). El nivel de ruido es el nivel de ruido ponderado sofométrico promediado en intervalos de pausa de la señal vocal excluido el tiempo de retención. Al excluir el tiempo de retención, las medidas del valor rms del ruido no están desvirtuadas por ninguna señal vocal residual. El valor rms promedio del ruido debe ajustarse a la Recomendación O.41 [15].

6.2.2 Intervalo de medida del nivel de ruido

El intervalo de medida de nivel de ruido ha de ser lo suficientemente largo como para poder predecir, dentro del margen de 1 dB, un nivel de ruido activo de una medida realizada durante toda la duración de la llamada. Actualmente se supone que, en general, este intervalo de medida es de un minuto o más, aunque es necesario verificarlo.

6.2.3 Clasificación y medida del ruido no estacionario

En la actualidad se estudian técnicas para la clasificación y medida del ruido no estacionario. En el Apéndice II (Degradación de la calidad de transmisión telefónica debida al ruido no estacionario) se ofrece una visión general de los trabajos en este campo realizados hasta el momento.

6.3 Medida del eco

Una vez detectada la señal vocal, se miden el retardo y la atenuación del eco en intervalos de medición tomados durante emisiones de la señal vocal incidente en el sentido de transmisión y emisiones de la señal vocal reflejada durante los correspondientes intervalos de escucha en el sentido de recepción de la transmisión. No se deben efectuar medidas durante los intervalos de pausa de la señal vocal.

Cabe destacar que las mediciones de atenuación y retardo del eco se definen en esta Recomendación únicamente como mediciones en servicio, y no se deben confundir con las medidas fuera de servicio definidas en otras Recomendaciones.

Las definiciones que se indican a continuación se dan en función de la respuesta impulsiva o de la respuesta en frecuencia del trayecto de eco. No obstante, la finalidad de estas definiciones es proporcionar una referencia para las medidas, sin excluir métodos alternativos para calcular la atenuación del eco o el retardo del trayecto de eco de la voz.

6.3.1 Medida del retardo del trayecto de eco de la voz

Los dispositivos INMD deben ser capaces de detectar trayectos de eco simples y/o múltiples.

¹⁾ En la Recomendación G.223 [9] se definen las ponderaciones sofométricas y en la Recomendación G.212 [10] se define el nivel de ruido sofométrico.

6.3.1.1 Reflexiones simples

El retardo del trayecto de eco de la voz será igual al tiempo transcurrido entre el instante de referencia cero y el instante de medida de la amplitud máxima absoluta de la respuesta impulsiva en el dominio del tiempo del trayecto de eco.

6.3.1.2 Reflexiones múltiples

El retardo del trayecto de eco de la voz, de cualquier reflexión, será igual al tiempo transcurrido entre el instante de referencia cero y el instante de medida a la amplitud de pico de la respuesta impulsiva en el dominio del tiempo del trayecto del eco.

Los dispositivos INMD han de ser capaces de diferenciar entre reflexiones que están separadas al menos 10 ms.

6.3.1.3 Métodos de cálculo del retardo del trayecto de eco de la voz

Con respecto a los dispositivos INMD, existen actualmente dos técnicas conocidas de medida del retardo del trayecto de eco de la voz: El análisis mediante correlación y el análisis mediante filtro adaptativo. Probablemente, cada una de ellas sea la técnica apropiada para una gama diferente de valores. En el Apéndice I figura una breve introducción a ambas técnicas.

6.3.2 Medida de la atenuación del eco

Los dispositivos INMD han de poder detectar trayectos de eco simples y/o múltiples.

La atenuación del eco (a-b) definida en la Recomendación G.122 [4] se puede calcular a partir de la respuesta en frecuencia del trayecto de eco utilizando una ponderación en frecuencia. Se ha comprobado que este valor de atenuación del eco concuerda mejor con la opinión subjetiva en el caso de conexiones individuales que la atenuación del trayecto de eco no ponderada. No obstante, se ha visto que, en un gran número de muestras grandes de conexiones reales, ambos métodos dan medias y desviaciones típicas muy similares.

6.3.2.1 Reflexiones simples

La atenuación del eco será la integral de la respuesta ponderada en frecuencia del trayecto de eco.

6.3.2.2 Reflexiones múltiples

La atenuación del eco de cualquier reflexión será la integral de la respuesta ponderada en frecuencia para esa reflexión.

6.3.3 Medida de la atenuación del trayecto de eco

La atenuación del trayecto de eco se deriva de la respuesta impulsiva del trayecto de eco.

6.3.3.1 Reflexiones simples

La atenuación del trayecto de eco será la integral de la respuesta total impulsiva (en el dominio de la frecuencia) del trayecto de eco. Utilizando el teorema de Parseval, esto equivale a la media de la suma de los cuadrados de la respuesta impulsiva (en el dominio del tiempo).

6.3.3.2 Reflexiones múltiples

La atenuación del trayecto de eco de cualquier reflexión será la integral de la respuesta sin ponderar en frecuencia para esa reflexión.

6.3.4 Medida de la atenuación del trayecto de eco de la voz

La atenuación del trayecto de eco de la voz sólo se puede calcular si se conoce el retardo del trayecto de eco de la voz. El retardo del trayecto de eco de la voz se utiliza para determinar cuándo se calcula el valor cuadrático medio de la señal vocal reflejada.

La atenuación del trayecto de eco de la voz (en dB) será la relación en valor eficaz entre la señal vocal incidente y la señal vocal reflejada.

7 Descripción de funciones opcionales

Las funciones opcionales se realizan en un circuito durante el estado activo o (para dispositivos de acceso a instalaciones) durante el estado señalización y supervisión. Estas funciones deben efectuarse una vez que se ha tomado el circuito para la conexión (indicación de descolgado). Según las opciones de usuario, se pueden medir y notificar todos los parámetros, o sólo uno cualquiera de ellos. A continuación se indican aplicaciones y enfoques típicos de estas funciones. La especificación detallada de las mismas, que puede variar, no forma parte de la presente Recomendación.

7.1 Números de dirección del origen y del destino

Para los dispositivos INMD que se conecten a una instalación, las direcciones del origen y del destino se decodifican a partir de la información de señalización asociada con el canal que se observa. Para los dispositivos INMD que se conectan a un conmutador, esta información se obtiene a través de la interfaz de datos del procesador del conmutador. La información es de utilidad para identificar la calidad de funcionamiento con cada usuario final, línea de acceso, central local de conmutación, o ruta de red en las redes conmutadas.

7.2 Identificación de la instalación o del circuito.

Para los dispositivos INMD que se conectan a una instalación, la identificación de la instalación o del circuito suele ser el grupo o doble grupo del sistema y los códigos de canal (para instalaciones con multiplex) o código de par o de canal (para instalaciones de un solo canal). El dispositivo INMD puede estar cargado con esta información en el momento de su acceso puentado. Para los dispositivos que se conectan a un conmutador, la información de terminación de circuito se obtiene a través de la interfaz de datos del procesador del conmutador. Esta información es útil para identificar la calidad de funcionamiento de un elemento de red o de un circuito en particular.

7.3 Hora y duración de la conexión

La hora de conexión es habitualmente la hora en la que la conexión medida se pone en el estado activo. La duración de la conexión suele ser el intervalo entre las horas de conexión y desconexión. Para los dispositivos INMD que se conectan a una instalación, esta información suele decodificarse a partir de la información de supervisión en el canal que se observa. Para los dispositivos que se conectan a un conmutador, la información se obtiene a través de la interfaz de datos del procesador del conmutador. Esa información es de utilidad como información de tráfico. Además, la correlación en conexiones de corta duración y de mala calidad de funcionamiento puede indicar fallos graves en la red.

7.4 Clasificación de la señal

Se puede determinar la clasificación del servicio (datos, voz, etc.). Además, se podría detectar más información específica (tal como la velocidad de los datos en baudios, funcionamiento analógico o digital, formato de la señal, etc.) mediante técnicas de procesamiento de la señal y de reconocimiento de formas. Esa información es de utilidad como información de tráfico.

Además, esta clasificación será necesaria para la medida de parámetros de disposición de conexión y de datos que han de ser tratados en las futuras normas sobre los dispositivos INMD.

7.5 Identificación del cliente

Para circuitos especializados, la identificación del usuario final o cliente entre centrales suele cargarse en el dispositivo INMD en el momento de su acceso puentado. Esta información puede ser de utilidad para informar sobre el comportamiento del cliente así como para compartir los datos de calidad de funcionamiento con el cliente.

7.6 Medidas de las características DS1

Para una conexión vía una interfaz DS1, las medidas de las características (tales como la tasa de errores en los bits de alineación de trama, pérdida de sincronización, pérdida y deslizamientos de trama, fluctuación de fase, etc.), se pueden efectuar en la señal DS1. Estas medidas y los correspondientes criterios respecto a la calidad de funcionamiento se describen en otras Recomendaciones del UIT-T. Son útiles para informar sobre las características de la instalación digital y, además, para correlacionar las medidas de calidad de funcionamiento de los dispositivos INMD con las características DS1 observadas. De este modo se pueden identificar con mayor claridad los problemas de la red y sus causas.

7.7 Nivel de ruido plano de 3 kHz

El nivel de ruido plano de 3 kHz se mide de modo similar al nivel de ruido sofométrico descrito en 6.2.1, con la salvedad de que la ponderación sofométrica se cambia por una ponderación plana. El nivel de ruido se pondera de acuerdo con la Norma ANSI/IEEE 743 [11] para la medición de circuitos analógicos de frecuencia vocal. Cuando se utilicen técnicas digitales de procesamiento de la señal, se filtrará cualquier componente de corriente continua (DC, *direct current*). Las medidas de ruido de 3 kHz son útiles para correlacionar el nivel de ruido sofométrico, a fin de determinar el tipo y contenido espectral del ruido presente en el circuito.

7.8 Medidas de la disposición de conexión

Estas medidas pueden ser útiles para determinar el funcionamiento de la conexión del circuito y los puntos de fallos anormalmente frecuentes en la conexión. La disposición de conexión puede incluir, por ejemplo, «respondida», «ocupada», y «llamada sin respuesta».

7.9 Análisis de datos e informes

Los análisis de datos e informes son útiles para la caracterización de la red, así como para los informes de gestión y mantenimiento de la misma.

7.10 Recorte por saturación

El porcentaje de señal vocal activa que ha sido saturada («recortada» en amplitud, lo que provoca la distorsión no lineal) se puede obtener detectando la ocurrencia de los códigos MIC positivos y negativos máximos.

7.11 Intervalo de medida

El registro del intervalo en el cual se han tomado las medidas permite supervisar la coherencia de las medidas del dispositivo INMD con diferentes intervalos de medida. Se pueden determinar así intervalos de medida óptimos, aunque esto requiere, por lo general, hacerlo en condiciones de prueba controlada y no en una red «desconocida».

7.12 Conversación simultánea

La conversación simultánea es aquella condición en la que, por la razón que sea, una persona, en una conexión telefónica empieza a hablar antes de que la otra haya terminado. Este fenómeno ocurre de manera natural cuando un participante desea interrumpir el flujo de conversación del otro, pero suele ocurrir con más frecuencia cuanto mayor es el tiempo de propagación de la conexión. La supervisión de la ocurrencia de conversación simultánea proporciona un indicador útil vinculado a la percepción de la calidad de funcionamiento que percibe el cliente.

La condición de conversación simultánea puede expresarse como un porcentaje del intervalo de medida. Quizá sean apropiadas otras medidas para informar al respecto, pero este aspecto queda en estudio.

7.13 Recorte frontal

El recorte frontal se produce cuando se omite el inicio de la ráfaga de señales vocales debido a un fallo, por ejemplo en los algoritmos de detección y de interpolación de la señal vocal en el equipo digital de multiplicación de circuitos o cuando el número de señales activas supera temporalmente al número de canales disponibles en periodos ocupados (congelación).

7.14 Transmisión en un sentido

La pérdida temporal de un sentido de la transmisión tiene serias consecuencias en la percepción de la calidad por parte del cliente. Mediante un análisis de los niveles de actividad y ruido, es posible detectar incluso breves periodos de transmisión en un sentido. La capacidad para detectar transmisión en un sentido permanente dependerá de si el circuito averiado está siendo supervisado cuando se efectúa la conexión, lo que a su vez depende de la velocidad de exploración, ya que ninguna de las partes retendrá el circuito durante mucho tiempo. La transmisión en un sentido puede producirse en algunas comunicaciones que son inicialmente bidireccionales (por ejemplo, cuando un usuario está escuchando una grabación); la probabilidad de esta situación se tendrá en cuenta para decidir si se clasifica la aparente transmisión en un sentido como avería o no.

7.15 Diafonía

Se considera que se produce diafonía en una conexión cuando se oye en la misma a un hablante que participa en otra conversación por un circuito diferente. Esto sucede cuando hay un acoplamiento mutuo excesivo entre circuitos. La paradiafonía es aquella en la que el hablante perturbador se halla en el mismo extremo del grupo de circuitos que el oyente perturbado. La telediafonía se produce cuando el hablante perturbador y el oyente perturbado se encuentran en extremos opuestos del grupo de circuitos. Es posible detectar diafonía mediante un análisis de los niveles y de las características estadísticas de las señales vocales, pero es necesario conocer que existen diferentes problemas para diferenciar la telediafonía causada por conversaciones de fondo o de múltiples hablantes conectados por enlaces a tres canales.

7.16 Atenuación para la estabilidad

El riesgo de que la atenuación del eco alcance valores bajos en la gama de frecuencias 0-4 kHz ha de ser el mínimo posible. La atenuación para la estabilidad es el valor más bajo de atenuación en la banda de frecuencia considerada (Recomendación G.100 [2]).

7.17 Distorsión

La clasificación y medición de la distorsión del códec queda en estudio.

8 Requisitos para la ejecución de medidas

A continuación figuran los requisitos mínimos necesarios para la verificación de las funciones de medida requeridas en la cláusula 5. Dichos requisitos se dividen entre cuatro clases²⁾ de dispositivos INMD destinados a la explotación en redes nacionales e internacionales y en las redes lineales e/o invariables en el tiempo.

- Clase A: Limitados a la medida de rutas de corto retardo que contienen sólo componentes analógicos y MIC a 64 kbit/s [17] (es decir, ningún códec de baja velocidad binaria) y ningún dispositivo de control de eco.
- Clase B: Limitados a la medición de redes de retardo moderado que incluyen dispositivos de control de eco.
- Clase C: Para utilizar en redes de gran retardo que pueden incluir dispositivos de procesamiento de la señal, tales como los de control de eco y los de compresión de la señal vocal (por ejemplo, DCME y MICDA) que incorporan codificación de la forma de onda (no predictivos) pero no incluyen codificadores de la voz (por ejemplo, LPC).
- Clase D: Para utilizar en redes de cualquier tipo, posiblemente no lineales y variables en el tiempo, que incluyen dispositivos de procesamiento, tales como codificadores LPC.

En los Cuadros 1 y 2 figuran las gamas de funcionamiento y precisión para cada medida.

NOTA – En esta Recomendación se expresan los valores correspondientes a los niveles de las señales de voz y de ruido en términos de niveles absolutos, utilizando las unidades dBm y dBm0p. Estos niveles se aplican directamente en puntos de medida que presentan un nivel relativo de 0 dBr, es decir, los niveles son los mismos cuando se expresan en términos de dBm0 y dBm0p. Los dispositivos INMD pueden expresar a voluntad los valores de los informes en estas unidades.

8.1 Descripción de las diferentes clases

8.1.1 Clase A – Redes locales (nacionales para muchos países)

Se especifica un dispositivo de clase A para utilizar en rutas de retardo corto con retardo de ida y vuelta de hasta 50 ms. En el Cuadro 1 figura la especificación de las gamas de medida. Se prevé que las conexiones estén formadas únicamente por conexiones analógicas y a 64 kbit/s (es decir, ningún códec de baja velocidad binaria) y ningún dispositivo de control de eco.

Requisitos adicionales para dispositivos de clase A

- Si un dispositivo puede efectuar mediciones precisas fuera de las gamas especificadas, se puede informar del resultado. Debe utilizarse un código por defecto cuando la medida está fuera de la precisión prescrita.

Alternativamente,

- Si el retardo del trayecto de eco de la voz supervisado es superior a 50 ms, el dispositivo INMD debe emitir un código por defecto que indique que el retardo del trayecto de eco de la voz es superior a 50 ms.
- Si la atenuación del eco/atenuación del trayecto de eco/atenuación del trayecto de eco de la voz supervisada es superior a 25 dB, el dispositivo INMD debe emitir un código por defecto que indique que la atenuación del eco/atenuación del trayecto de eco/atenuación del trayecto de eco de la voz es superior a 25 dB.

²⁾ Es probable que los INMD diseñados para funcionar en redes internacionales y redes no lineales e/o invariables en el tiempo sean mucho más complicados que los no diseñados a tal fin. Se considera necesario que dichos dispositivos cumplan requisitos individuales más estrictos y que, al mismo tiempo, no impidan el desarrollo de dispositivos para las redes nacionales.

- Si el nivel de la señal vocal supervisada es inferior a -35 dBm, el dispositivo INMD debe emitir un código por defecto que indique que el nivel de la señal vocal es inferior a -35 dBm.
- Si el nivel de ruido supervisado es superior a -40 dBmp, el dispositivo INMD debe emitir un código por defecto que indique que el nivel de ruido es superior a -40 dBmp.

8.1.2 Clase B – Redes con retardo medio

Se especifican los dispositivos INMD de clase B para utilizarlos en rutas de retardo medio que tienen un retardo de ida y vuelta de hasta 150 ms. En el Cuadro 1 figura la especificación de las gamas de medida. Se espera que estas rutas incluyan dispositivos de control de eco, tales como compensadores de eco.

Requisitos adicionales para dispositivos de clase B

- Si un dispositivo puede efectuar mediciones precisas fuera de las gamas especificadas, se puede informar del resultado. Debe utilizarse un código por defecto cuando la medida está fuera de la precisión prescrita.

Alternativamente,

- Si el retardo del trayecto de eco de la voz supervisado es superior a 150 ms, el dispositivo INMD debe emitir un código por defecto que indique que el retardo del trayecto de eco de la voz es superior a 150 ms.
- Si la atenuación del eco/atenuación del trayecto de eco/atenuación del trayecto de eco de la voz supervisada es superior a 35 dB, el dispositivo INMD debe emitir un código por defecto que indique que la atenuación del eco/atenuación del trayecto de eco/atenuación del trayecto de eco de la voz es superior a 35 dB.
- Si el nivel de la señal vocal supervisada es inferior a -35 dBm, el dispositivo INMD debe emitir un código por defecto que indique que el nivel de la señal vocal es inferior a -35 dBm.
- Si el nivel de ruido supervisado es superior a -40 dBmp, el dispositivo INMD debe emitir un código por defecto que indique que el nivel de ruido es superior a -40 dBmp.

Especificación para conexiones que contienen compensadores de eco

- Si el compensador de eco funciona correctamente, el dispositivo INMD debe emitir un código por defecto que indique que la atenuación del eco/atenuación del trayecto de eco/atenuación del trayecto de eco de la voz es superior a 35 dB.
- Si el compensador de eco no logra suprimir completamente el eco, el sistema debe:
 - i) medir la atenuación del eco/atenuación del trayecto de eco/atenuación del trayecto de eco de la voz y el retardo; o
 - ii) indicar que está presente el eco.

El apartado i) es el más conveniente, aunque es posible que la señal devuelta esté tan distorsionada que ya no sea posible una medición precisa del eco y su retardo. En estos casos, es aceptable el apartado ii).

8.1.3 Clase C – Redes con retardo largo

Se especifican los dispositivos INMD de clase C para utilizarlos en rutas de retardo más largo con retardo de ida y vuelta de hasta 1000 ms. En el Cuadro 1 figura la especificación de las gamas de medida. Está previsto que estas rutas incluyan dispositivos de procesamiento de la señal, tales como canceladores de eco y DCME. Bajo ciertas circunstancias, estos dispositivos pueden añadir una degradación adicional al funcionamiento de los circuitos.

NOTA – Los usuarios deben tener presente que a pesar de que un dispositivo de clase C pueda medir retardos del trayecto de eco de hasta 1000 ms (o más), de conformidad con lo establecido en la Recomendación G.114 no es aceptable un tiempo de transmisión de ida y vuelta que supere los 800 ms en llamadas internacionales.

Requisitos adicionales para dispositivos de clase C

- Si un dispositivo puede efectuar mediciones precisas fuera de las gamas especificadas, se puede informar del resultado. Debe utilizarse un código por defecto cuando la medida está fuera de la precisión prescrita.

Alternativamente,

- Si el retardo del trayecto de eco de la voz supervisado es superior a 1000 ms, el dispositivo INMD debe emitir un código por defecto que indique que el retardo del trayecto de eco de la voz es superior a 1000 ms.
- Si la atenuación del eco/atenuación del trayecto de eco/atenuación del trayecto de eco de la voz supervisada es superior a 45 dB, el dispositivo INMD debe emitir un código por defecto que indique que la atenuación del eco/atenuación del trayecto de eco/atenuación del trayecto de eco de la voz es superior a 45 dB.
- Si el nivel de la señal vocal supervisada es inferior a –35 dBm, el dispositivo INMD debe emitir un código por defecto que indique que el nivel de la señal vocal es inferior a –35 dBm.
- Si el nivel de ruido supervisado es superior a –40 dBmp, el dispositivo INMD debe emitir un código por defecto que indique que el nivel de ruido es superior a –40 dBmp.

Especificación para conexiones que contienen compensadores de eco

- Si el compensador de eco funciona correctamente, el dispositivo INMD debe emitir un código por defecto que indique que la atenuación del eco/atenuación del trayecto de eco/atenuación del trayecto de eco de la voz es superior a 45 dB.
- Si el compensador de eco no logra suprimir completamente el eco, el sistema debe:
 - i) medir la atenuación del eco/atenuación del trayecto de eco/atenuación del trayecto de eco de la voz y el retardo; o
 - ii) indicar que está presente el eco.

El apartado i) es el más conveniente, aunque es posible que la señal devuelta esté tan distorsionada que ya no sea posible una medición precisa del eco y su retardo. En estos casos, es aceptable el apartado ii).

Especificación para conexiones que contienen equipos DCME

- El dispositivo INMD debe indicar la atenuación del eco/atenuación del trayecto de eco/atenuación del trayecto de eco de la voz y el retardo del trayecto de eco de la voz medidos. La señal de eco puede estar degradada por recorte o codificación a baja velocidad binaria y, por ello, todas las medidas serán pues menos precisas.
- Si el dispositivo DCME funciona junto con un compensador de eco, el dispositivo INMD debe informar de las medidas especificadas para compensadores de eco.
- El nivel de ruido medido se verá afectado por el ruido de «confort» inyectado por el equipo DCME. El dispositivo INMD debe indicar el nivel de ruido detectado.

8.1.4 Clase D – Redes futuras

Los dispositivos de clase D se utilizan en circuitos que emplean procesamiento no lineal o vocodificadores.

Este aspecto queda en estudio.

8.2 Especificación de la medida

Véanse los Cuadros 1 y 2.

8.3 Requisitos de precisión

Para una sola medida, la diferencia entre la medición de referencia (utilizada para calibrar el circuito de prueba) y la medida del dispositivo INMD no deberá exceder de ± 2 . Esto se define en la ecuación (8.1).

$$\text{Precisión} = \text{Medida_del_dispositivo_INMD} - \text{Medida_de_REFERENCIA} \quad (8.1)$$

donde la precisión se mide en dB para el nivel vocal activo, el ruido, la atenuación del eco y la atenuación del trayecto de eco de la voz, y en milisegundos para el retardo del trayecto de eco.

Especificaciones de medida de dispositivos INMD de las clases A, B y C para los circuitos lineales

Medida		Gama		Precisión media (Nota 2)	Resolución (Nota 4)
		Inferior	Superior		
Nivel vocal activo (dBm) (Nota 1)		-35 -14,9	-15 0	$\pm 0,3$ $\pm 0,3$	0,1 0,1
Factor de actividad de las señales vocales (porcentaje) (Nota 5)		0	100		0,1
Nivel de ruido (dBmp)		-70	-40	$\pm 0,3$	0,1
Atenuación del eco (dB)	A ^{a)}	6	25	$\pm 0,3$	0,1
Atenuación del trayecto de eco (dB)	B ^{a)}	6	35	$\pm 0,3$	0,1
Atenuación del trayecto de eco de la voz (dB) (Nota 3)	C ^{a)}	6	45	$\pm 0,3$	0,1
Retardo del trayecto de eco de la voz (ms) (Nota 3)	A ^{a)}	0	50	$\pm 0,3$	0,1
	B ^{a)}	0	150	$\pm 0,3$	0,1
	C ^{a)}	0	1000	$\pm 0,3$	0,1
a) Se refiere a las diferentes clases de dispositivo. NOTAS 1 Los niveles vocales activos superiores a -15 dBm pueden causar saturación en las conexiones digitales, es decir, ley A o ley μ. Quizás sea necesario revisar el requisito de precisión de $\pm 0,3$ si la medida de referencia no está limitada por un códec digital. Para medidas en una conexión analógica, el convertidor analógico a digital del dispositivo INMD puede causar saturación. 2 La diferencia entre la medida de referencia y una medida que se efectúa una sola vez no ha de exceder de ± 2 dB (o ± 2 ms). 3 Los límites superiores de las gamas de medida de atenuación del eco y retardo del trayecto de eco para dispositivos de las clases A, B y C son coherentes entre sí, porque en cada caso y desde el punto de vista del usuario situado en el extremo próximo, el índice de sonoridad de eco del hablante (<i>TELR, talker echo loudness rating</i>) dado por: $TELR = (\text{Límite superior de la gama de atenuación del trayecto de eco (EPL, echo path loss)} + \text{índice de sonoridad en emisión (SLR, send loudness rating) lado cercano} + \text{índice de sonoridad en recepción (RLR, receiving loudness rating) del extremo próximo})$. $TELR = (\text{Límite superior de la gama de EPL} + 10)$ corresponde a los índices de sonoridad aceptables más pequeños que se ajustan a la Figura 2/G.131 [12] si el retardo de transmisión en un sentido no excede del tiempo de transmisión en un sentido medio total (OMOTT, <i>overall mean one way transmission time</i>) dado por: $OMOTT = (\text{Límite superior de la gama de retardo del trayecto de eco (EPD, echo path delay)} + \text{tiempo medio de transmisión en un sentido del extremo próximo})$ donde el tiempo medio de propagación en un sentido extremo próximo es lo suficientemente grande como para que los dispositivos INMD de la clase correspondiente tengan en cuenta cualquier conexión de usuario final a la red nacional cubierta por la especificación de esta clase. 4 Es necesaria una resolución de 0,1 para satisfacer la precisión media de $\pm 0,3$. Para notificar medidas, es aceptable una resolución mayor, de 1 ó 0,5. 5 Quedan en estudio la precisión y resolución.					

Además, para cada medida con un dispositivo INMD, la media de las precisiones para cada medida indicada en todos los circuitos de prueba y segmentos vocales se calculará de la siguiente manera:

$$\text{Precisión media} = \sum \text{Precisión}[i, j, k] / N \quad (8.2)$$

donde i indica el número del circuito de prueba, j es el número de la muestra vocal que se analiza, k indica qué sentido de la transmisión se está evaluando y N es el número total de medidas notificadas por el dispositivo INMD. Los casos en los que el dispositivo INMD no informa de una medición para un parámetro no se tendrán en cuenta en el cálculo de la precisión media. La precisión media no debe exceder de $\pm 0,3$.

**Especificación de los dispositivos INMD para los circuitos
que contienen equipo de procesamiento de la señal**

Equipo de procesamiento de la señal	Atenuación del eco y retardo del trayecto de eco de la voz		
	A	B	C
Compensador de eco	N	Y	Y
DCME	N	N	Y
NOTAS 1 N) El dispositivo INMD no está especificado para funcionar con este equipo en el circuito. 2 Y) El dispositivo INMD está especificado para funcionar con este equipo en el circuito.			

Para cada circuito de prueba, al menos el 30% de las medidas representarán un resultado para cada parámetro. El resultado de la media en todos los circuitos debe ser mejor del 60%. Si esto no se cumple, entonces debe considerarse como un fallo.

8.4 Descripción de los circuitos de referencia

Se definen tres circuitos de referencia para probar las distintas clases de dispositivos INMD. Los circuitos se designan para simular una red analógica local conectada a una red de transmisión digital.

8.4.1 Circuito de referencia N.º 1

El circuito de referencia en la Figura 1 se diseña de manera que el dispositivo INMD con una interfaz digital esté conectado a los puntos A y B. Los códecs son ley μ o ley A, dependiendo de si se especifica el equipo para que funcione en circuitos T1 o E1.

8.4.1.1 Señal vocal próxima y distante

Las señales vocales próxima y distante son conversaciones bidireccionales grabadas digitalmente en un ambiente de fondo en reposo. En el Anexo A se especifica el método para producir material vocal adecuado.

8.4.1.2 Filtros que limitan la banda vocal (FR1 y FR2)

Los filtros FR1 y FR2 deben ser filtros MIC [14] para limitar la banda vocal.

8.4.1.3 Atenuadores (A1 y A2)

Los atenuadores A1 y A2 se utilizan para fijar los niveles vocales de referencia.

8.4.1.4 Ruido próximo y ruido distante (N1 y N2)

Para un circuito de referencia digital, las bandas de frecuencias ocupadas por el ruido próximo y distante están limitadas por el códec. N1 y N2 no deben estar correlacionados.

Para un circuito de referencia analógico, las fuentes de ruido próximo y distante son el ruido blanco aleatorio y plano limitado a una banda de 3 kHz. En la Recomendación G.712 [14] se especifica el filtro que limita la banda.

8.4.1.5 Canal del trayecto de eco

El canal de trayecto de eco es simulado en el circuito de prueba por un conjunto de elementos discretos: una línea de retardo variable (D1 o D2), un atenuador (A3 o A4) para simular la atenuación y un filtro (FR3 o FR4) para simular la respuesta en frecuencia. Se utiliza un amplificador sumador para añadir el trayecto de eco al trayecto de transmisión.

Las características de los filtros FR3 y FR4 para ser utilizados en el canal del trayecto de eco son:

- 1) respuesta en frecuencia plana en la gama de 300 Hz a 3,4 kHz y con una ondulación de ± 3 dB;
- 2) pendiente positiva de 10 dB por década con 0 dB en 3,2 kHz y con una ondulación de ± 3 dB.

Estos filtros se pueden realizar utilizando un filtro digital o un equipo de prueba y medida típico.

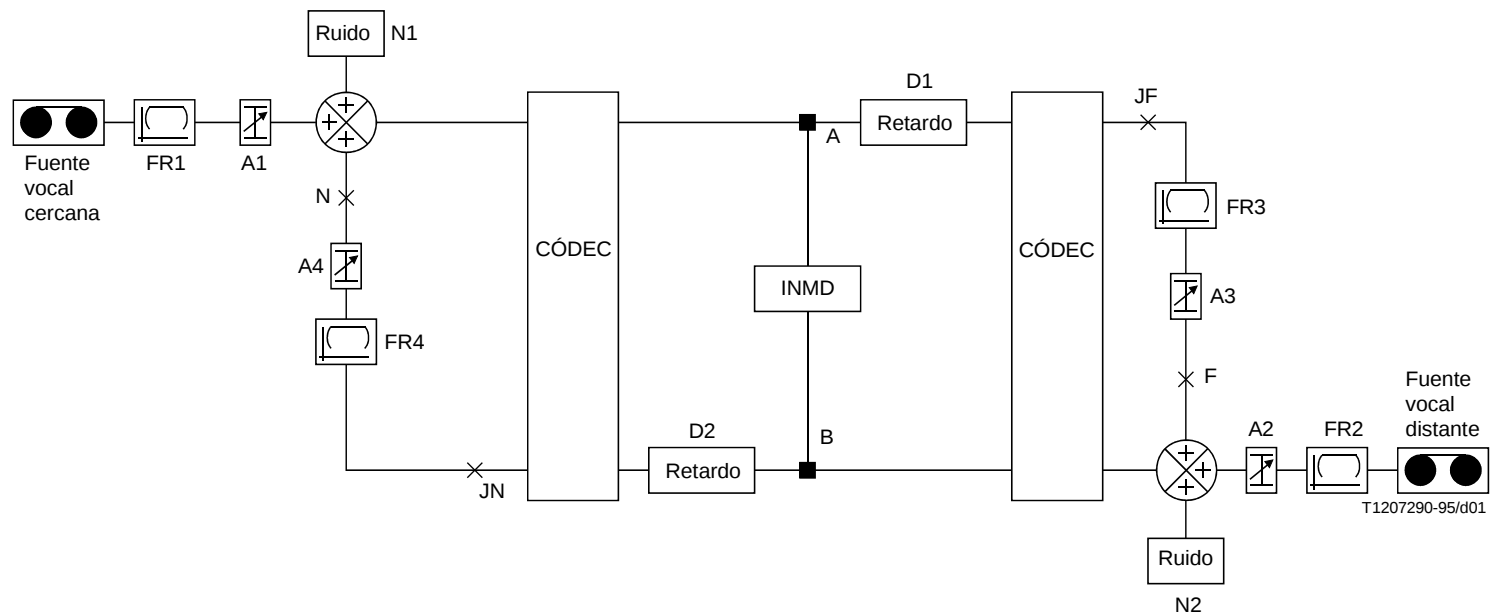


FIGURA 1/P.561
Circuito de referencia N.º 1, para condiciones de prueba lineales

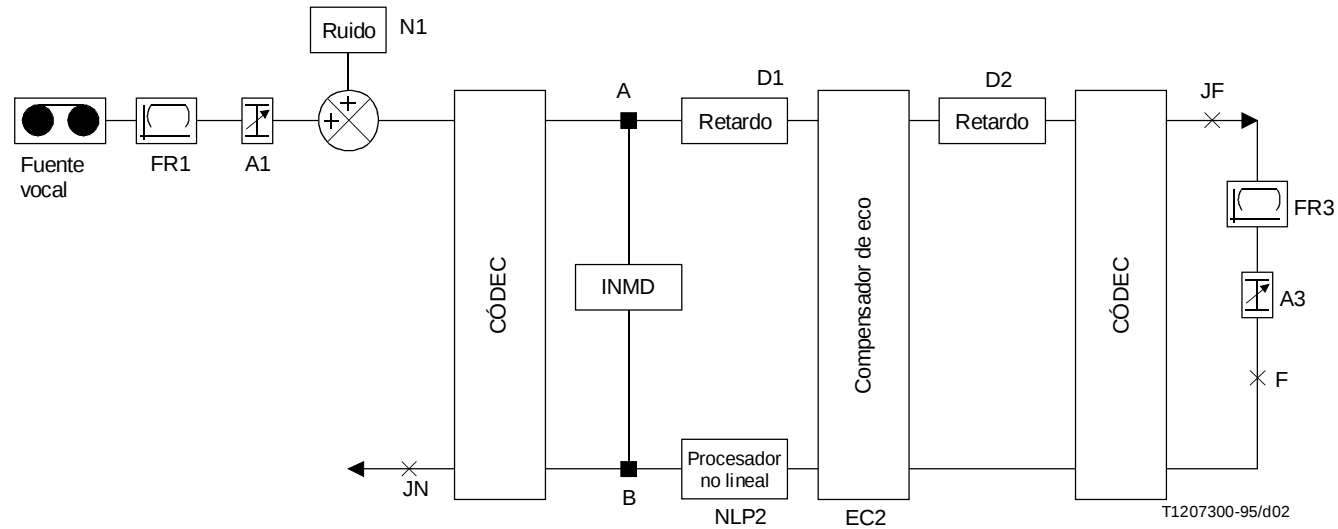


FIGURA 2/P.561

Circuito de referencia N.º 2 para condiciones de prueba con compensador de eco

La Figura 2 muestra un posible circuito de referencia para probar dispositivos de clases B y C. Los elementos FR1, A1, N1, FR3 y A3 son los descritos en la Figura 1. El retardo se divide en dos contribuciones: D1 y D2. D1 representa un retardo de transmisión, en tanto que D2 representa el retardo local que se ha de compensar.

El compensador de eco se divide en dos partes: EC2, parte lineal del compensador, y NLP2, parte no lineal del compensador.

8.4.3 Circuito de referencia N.º 3

Un circuito de referencia para la prueba de los dispositivos de clase C con equipos DCME es similar al circuito que se muestra en la Figura 2 con la excepción del par de equipos DCME que se incluyen espalda-contra-espalda a la derecha de los puntos A y B.

8.5 Medidas de referencia

La resolución de todas las medidas de referencia deberá estar dentro de una décima de dB. Si se utiliza una terminación analógica, y cuando los conectores JN y/o el JF de la Figura 1 estén desconectados, ambos lados del conector o de los conectores desconectados están terminados en 600 ohms. Todas las medidas analógicas se efectúan como medidas en derivación, con una atenuación debida al puente no superior a 0,1 dB.

Para cada prueba son aceptables las siguientes tolerancias:

Nivel vocal activo:	Cada medida vocal de referencia puede variar como máximo 1 dB con respecto al nivel establecido en la cláusula 9.
Nivel de ruido:	Cada medida de referencia puede variar como máximo 0,5 dB con respecto al nivel establecido en la cláusula 9.
Atenuación del eco:	Cada medida de referencia puede variar como máximo 0,5 dB con respecto al nivel establecido en la cláusula 9.
Atenuación del trayecto de eco:	Cada medida de referencia puede variar como máximo 0,5 dB con respecto al nivel establecido en la cláusula 9.
Atenuación del trayecto de eco de la voz:	Cada medida de referencia puede variar como máximo 2 dB con respecto al nivel establecido en la cláusula 9.
Retardo del trayecto de eco:	Cada medida de referencia puede variar como máximo 0,5 ms con respecto al nivel establecido en la cláusula 9.

8.5.1 Medidas analógicas y digitales

En un dispositivo INMD conectado por un punto digital, su gama de funcionamiento estará regida por el códec, a diferencia del equipo de medida analógico. Esto puede ocasionar diferencias en los resultados para niveles vocales altos (superiores a -15 dBm) ya que el dispositivo INMD puede medir una señal MIC recortada a causa de la saturación (ley A o ley μ) en el punto de conversión analógico a digital, en tanto que el equipo analógico medirá una señal no recortada (no distorsionada).

Por consiguiente, si la interfaz del dispositivo INMD está en un punto digital, las medidas de referencia analógicas deben reflejar la repercusión de los códecs. Si en la prueba se utiliza un método totalmente digital, la conversión a ley A o ley μ tendrá en cuenta el fenómeno de recorte. La caracterización digital de las señales resultantes corresponderá a la referencia.

8.5.2 Nivel vocal de referencia (RSL)

Las medidas del nivel vocal de referencia se efectuarán con las fuentes de ruido y los trayectos de eco (JN y JF) desconectados. Los algoritmos de medición serán los especificados por el método B de la Recomendación P.56 [3]. Se recomienda utilizar como referencia el programa informático de la Recomendación P.56 en la Recomendación G.191 [18].

8.5.3 Nivel de ruido de referencia (RNL)

Las medidas del nivel de ruido de referencia se efectúan con las fuentes vocales desconectadas y los trayectos de eco (JN y JF) conectados. Los algoritmos de medición serán los especificados en la Recomendación O.41 [15].

8.5.4 Factor de actividad de las señales vocales de referencia (RSAF)

Las medidas del nivel vocal de referencia se efectúan con las fuentes vocales y los trayectos de eco (JN y JF) desconectados. Se estudiará más adelante una referencia adecuada para el factor de actividad de las señales vocales. No obstante, existe un programa informático, el de la Recomendación P.56, que puede utilizar la Recomendación G.191 como guía para las medidas con dispositivos INMD.

8.5.5 Atenuación del eco de referencia (REL)

La REL se mide utilizando una señal de ruido ponderada. La ponderación en frecuencia se especifica en la Recomendación G.122 [4]. Según la Figura 1, la REL próximo a distante se mide transmitiendo el ruido ponderado del generador de ruido N1 a un nivel igual al nivel vocal que se utilizará en el circuito de prueba. Las fuentes vocales y el generador de ruido N2 están desconectados del circuito y sustituidos por terminaciones de 600 ohms o colocados de modo que no transmitan ninguna señal. El trayecto de eco distante a cercano está desconectado en JN y terminado en 600 ohms. La REL se determina efectuando mediciones de ruido no ponderado y utilizando un equipo de medición digital en los puntos A y B. La REL se obtiene restando la medición en el punto B de la efectuada en el punto A. Las mediciones de ruido también pueden efectuarse utilizando equipo de medición analógico en los puntos JF y JN.

La REL distante a cercano se mide invirtiendo esta disposición.

8.5.6 Atenuación del trayecto de eco de referencia (REPL)

La REPL se mide utilizando una señal de ruido no ponderada. Según la Figura 1, la REPL cercana a distante se mide transmitiendo ruido del generador de ruido N1 a un nivel igual al nivel vocal que se utilizará en el circuito de prueba. Las fuentes vocales y el generador de ruido N2 están desconectados del circuito y sustituidos por terminaciones de 600 ohms o bien dispuestos de tal modo que no transmitan ninguna señal. El trayecto de eco distante a próximo está desconectado en JN y terminado en 600 ohms. La REPL se determina efectuando mediciones de ruido no ponderado y utilizando un equipo de medición digital en los puntos A y B. La REPL se obtiene restando la medida en el punto B de la efectuada en el punto A. Las medidas de ruido también pueden efectuarse utilizando equipo de medición analógico en los puntos JF y JN. La REPL distante a cercano se mide invirtiendo esta disposición.

8.5.7 Atenuación del trayecto de eco de la voz de referencia (RSEPL)

La RSEPL se mide para cada segmento vocal utilizado en la prueba. Cuando se mide la RSEPL próximo a distante, la fuente vocal distante y los dos generadores de ruido que aparecen en la Figura 1 están desconectados del circuito y sustituidos por terminaciones de 600 ohms o bien dispuestos de tal modo que no transmitan ninguna señal. El trayecto de eco distante a próximo termina también en 600 ohms en JN y las dos líneas de retardo deben estar ajustados de tal modo que no ocasionen ningún retardo. Se reproduce así cada uno de los segmentos vocales próximos, en tanto que las mediciones del nivel vocal se efectúan utilizando un algoritmo que cumple los requisitos del método B de la Recomendación P.56 [3] en los puntos JF y JN o en los puntos A y B, si se dispone de una realización digital del algoritmo de nivel vocal. La RSEPL se determina restando la medida del nivel vocal realizada en los puntos JN o B de la realizada en los puntos JF o A. En algunas condiciones de prueba, tal vez sea necesario amplificar la señal de eco debido a las limitaciones del algoritmo de medida del nivel vocal. El amplificador utilizado debe proporcionar una ganancia lineal entre 0 y 4000 Hz.

La RSEPL distante a próximo se mide invirtiendo esta disposición.

8.5.8 Retardo del trayecto de eco de la voz de referencia (RSEPD)

Actualmente se estudian métodos de medida del retardo en distintos organismos normativos. Mientras tanto, se pueden utilizar métodos de calibración de retardo no normalizados.

9 Condiciones de las pruebas para dispositivos de clase A, B y C

Se examinan aquí las condiciones de las pruebas para dispositivos de las clases A, B y C. Las pruebas para dispositivos de clase D se estudiarán más adelante.

9.1 Diseño de la prueba

La prueba se debe concebir de modo que:

- 1) todos los parámetros se prueben en los límites de su gama;
- 2) se pruebe la combinación de parámetros más desfavorable que no sea inferior a una relación señal/ruido de 20 dB o a una relación eco/ruido mínima de 10 dB, incluido el ruido de cuantificación; y
- 3) se reduzca al mínimo el número de pruebas para efectuar 1) y 2).

9.2 Medidas múltiples

Los dispositivos INMD se deberán probar utilizando material de conversación preparado tal como se especifica en el Anexo A.

Las condiciones de cada prueba se repetirán al menos tres veces para cada conversación (al objeto de disponer de un número de medidas suficiente para satisfacer los requisitos de precisión, véase 8.3). Esto satisface también la función de comprobación de la fiabilidad de los circuitos de prueba y de los algoritmos.

9.3 Condiciones del circuito para el dispositivo de clase A

Para un dispositivo de clase A se deben cumplir las condiciones que se indican a continuación. Los circuitos de prueba han de ser simétricos (es decir, deben tener las mismas condiciones en los extremos próximo y distante) para las condiciones que figuran en el Cuadro 3 y asimétricos para las condiciones que figuran en el Cuadro 4. Debe utilizarse el circuito de referencia N.º 1 para todas las condiciones descritas en los Cuadros 3 y 4.

CUADRO 3/P.561

Condiciones simétricas del circuito de prueba para el dispositivo de clase A

Circuito	Nivel vocal (dBm)	Nivel de ruido (dBmp)	Atenuación del trayecto de eco (dB)	SNR(p)	ENR(p)	Retardo del trayecto de eco de la voz (ms)	Respuesta en frecuencia del trayecto de eco de la voz (Nota 1)
1	-32	-52	10	20	10	6	Plana
2	-35	-55	6	20	14	50	Plana
3	-10 (Nota 2)	-45	25	35	10	12	Plana
4	-27	-50	13	23	10	44	Pendiente
5	-35	-70	16	35	19	19	Pendiente
6	-5 (Nota 2)	-40	6	35	29	38	Plana
7	-15	-50	25	35	10	25	Pendiente
8	-0 (Nota 2)	-50	20	50	30	31	Pendiente
NOTAS							
1 Las respuestas en frecuencia del trayecto de eco de la voz se definen en 8.4.1.5.							
2 Debido al recorte máximo, el nivel vocal diferirá del método B de la Recomendación P.56 [3], en la que se supone que la relación entre la potencia máxima y la potencia media en la señal vocal es de 18 dB, lo que no ocurre para estas condiciones.							

9.4 Condiciones del circuito para el dispositivo de clase B

Los compensadores de eco «dejarán escapar» el eco si el trayecto de eco es no lineal o si es demasiado grande el retardo a nivel del extremo próximo. Además, si se desconecta el procesador no lineal de un compensador de eco, el compensador «dejará escapar» todavía parte del eco residual de nivel bajo. Si la parte modeladora del compensador se desconecta, dejará un trayecto de eco no lineal con el procesador no lineal (NLP, *non-linear processor*) conectado.

En los Cuadros 1 y 2 figuran las especificaciones requeridas para el dispositivo INMD de clase B.

CUADRO 4/P.561

Condiciones asimétricas del circuito de prueba para el dispositivo de clase A

Circuito	Extremo próximo					Extremo distante				
	Nivel vocal (dBm)	Nivel de ruido (dBmp)	Atenuación del trayecto de eco (dB)	Retardo del trayecto de eco de la voz (ms)	Respuesta en frecuencia del trayecto de eco de la voz	Nivel vocal (dBm)	Nivel de ruido (dBmp)	Atenuación del trayecto de eco (dB)	Retardo del trayecto de eco de la voz (ms)	Respuesta en frecuencia del trayecto de eco de la voz
1	-15	-55	15	30	Plana	-25	-60	20	50	Plana

NOTA – El ajuste en el extremo próximo del nivel vocal, nivel de ruido, atenuación del trayecto de eco y retardo del trayecto de eco de la voz, se efectúa respectivamente por medio de A1, N1, A3 y D1 (véase la Figura 1). El ajuste en el extremo distante del nivel vocal, nivel de ruido, atenuación del trayecto de eco y retardo del trayecto de eco de la voz, se efectúa respectivamente por medio de A2, N2, A4 y D2 (véase la Figura 1).

9.4.1 Descripción de elementos de prueba

Un dispositivo de clase B debe cumplir todos los requisitos de un dispositivo de clase A. Por ello, se utilizan las mismas medidas de referencia junto con las gamas especificadas en el Cuadro 3. Para gamas de clase B, se especifican pruebas adicionales.

Se especifican pruebas adicionales para circuitos que contienen compensadores de eco. La caracterización es la única finalidad de estas pruebas.

9.4.2 Condiciones del circuito

Las siguientes condiciones del circuito (Cuadros 5 y 6), son aplicables a la Figura 1. Los circuitos de prueba han de ser simétricos, es decir, deben tener las mismas condiciones en los extremos próximo y distante para las condiciones que figuran en el Cuadro 5, y asimétricos para las condiciones que figuran en el Cuadro 6.

CUADRO 5/P.561

Condiciones simétricas del circuito de prueba para el dispositivo de clase B

Circuito	Nivel vocal (dBm)	Nivel de ruido (dBmp)	Atenuación del trayecto de eco (dB)	SNR(p)	ENR(p)	Retardo del trayecto de eco de la voz (ms)	Respuesta en frecuencia del trayecto de eco de la voz (Nota 1)
1	-32	-52	10	20	10	150	Plana
2	-35	-55	6	20	14	20	Plana
3	-10 (Nota 2)	-60	35	50	15	38	Plana
4	-20	-50	15	30	15	130	Pendiente
5	-35	-70	20	35	15	56	Pendiente
6	-5 (Nota 2)	-40	6	35	29	112	Plana
7	-15	-55	30	40	10	75	Pendiente
8	-0 (Nota 2)	-50	25	50	25	94	Pendiente

NOTAS

- Las respuestas en frecuencia del trayecto de eco de la voz se definen en 8.4.1.5.
- Debido al recorte máximo, el nivel vocal diferirá del método B de la Recomendación P.56 [3], en la que se supone que la relación entre la potencia máxima y la potencia media en la señal vocal es de 18 dB, lo que no ocurre para estas condiciones.

Condiciones asimétricas del circuito de prueba para el dispositivo de clase B

Circuito	Extremo próximo					Extremo distante				
	Nivel vocal (dBm)	Nivel de ruido (dBmp)	Atenuación del trayecto de eco (dB)	Retardo del trayecto de eco de la voz (ms)	Respuesta en frecuencia del trayecto de eco de la voz	Nivel vocal (dBm)	Nivel de ruido (dBmp)	Atenuación del trayecto de eco (dB)	Retardo del trayecto de eco de la voz (ms)	Respuesta en frecuencia del trayecto de eco de la voz
1	-15	-70	30	30	Plana	-25	-60	25	150	Plana
NOTA – El ajuste en el extremo próximo del nivel vocal, nivel de ruido, atenuación del trayecto de eco y retardo del trayecto de eco de la voz, se efectúa respectivamente por medio de A1, N1, A3 y D1 (véase la Figura 1). El ajuste en el extremo distante del nivel vocal, nivel de ruido, atenuación del trayecto de eco y retardo del trayecto de eco de la voz, se efectúa respectivamente por medio de A2, N2, A4 y D2 (véase la Figura 1).										

9.4.3 Condiciones del circuito con compensadores de eco

No se especifica ningún criterio de «apto/no apto» para las pruebas que se indican más adelante. Su finalidad es caracterizar el funcionamiento de los dispositivos INMD en las condiciones reales de la red.

Los compensadores de eco son dispositivos accionados por la voz y que se colocan en la parte a 4 hilos de un circuito. Aumentan la atenuación del eco del circuito sustrayendo de la señal reflejada una estimación del eco (Recomendación G.165 [16]). La calidad de funcionamiento del compensador de eco disminuye en función de las condiciones de explotación de las redes; el objetivo de estas pruebas es crear un circuito en el cual el compensador de eco no reducirá completamente el eco y podrá añadir algunas distorsiones adicionales.

Los compensadores de eco constan de lo siguiente: un proceso de compensación y un procesador no lineal. El proceso de compensación no es perfecto y «se escapará» parte del nivel de eco residual. Se utiliza un procesador no lineal a fin de eliminar la señal «en fuga» atenuando toda señal detectada por debajo de un nivel umbral de supresión definido.

Se definen aquí tres pruebas, a saber:

- i) con compensador de eco en el circuito;
- ii) simulación de compensador de eco averiado sin procesador no lineal;
- iii) simulación de compensador de eco sin proceso de compensación.

9.4.3.1 Caracterización de la prueba i)

Si se coloca un compensador de eco en el circuito y se utiliza en su gama de funcionamiento, ningún trayecto de eco estará presente en el circuito. El objetivo de esta prueba es asegurar que el dispositivo INMD no indica una detección de eco falsa. Para asegurarse que en la prueba no se produzca conversación simultánea, etc., sólo se efectuará la prueba con una única fuente vocal.

Si se utilizan las condiciones que figuran en el Cuadro 7, el dispositivo INMD ha de indicar ausencia de retardo del trayecto de eco y de atenuación de la señal de eco. El retardo del trayecto de eco de la voz es igual al retardo general más el retardo del trayecto de eco local. El compensador de eco se debe colocar en el trayecto de eco local.

En la Figura 2 se muestra el circuito de prueba.

9.4.3.2 Caracterización de la prueba ii)

La prueba ii) sirve para simular un compensador de eco averiado con el procesador no lineal inhabilitado. Tras la compensación, parte del eco residual estará presente en el circuito. La cantidad de eco residual presente en el circuito variará según los diferentes compensadores de eco. Por ello, antes de efectuar la prueba, es necesario conocer las características de funcionamiento de los compensadores de eco. Si la atenuación del eco residual es mayor que la gama del dispositivo INMD, se utilizará un amplificador lineal en la salida del compensador para aumentar el eco.

La serie de las pruebas i) se deben repetir utilizando las condiciones que figuran en el Cuadro 7.

CUADRO 7/P.561

Condiciones del circuito de prueba para el dispositivo de clase B con compensador de eco

Circuito	Nivel vocal (dBm)	Nivel de ruido (dBm)	Atenuación del trayecto de eco (dB)	Retardo general (ms)	Retardo del trayecto de eco de la voz local (ms)	Respuesta en frecuencia del trayecto de eco de la voz (Nota 1)
1	-28	-52	14	59	16	Plana
2	-35	-55	6	7	8	Plana
3	-10 (Nota 2)	-60	35	122	28	Pendiente
4	-18	-50	22	12	25	Pendiente
5	-21	-70	30	92	20	Plana
NOTAS 1 Las respuestas en frecuencia del trayecto de eco de la voz se definen en 8.4.1.5. 2 Debido al recorte máximo, el nivel vocal diferirá del método B de la Recomendación P.56 [3], en la que se supone que la relación entre la potencia máxima y la potencia media en la señal vocal es de 18 dB, lo que no ocurre para estas condiciones.						

9.4.3.3 Caracterización de la prueba iii)

La prueba iii) sirve para simular un compensador de eco averiado sin ningún compensador. Con la sola presencia del procesador no lineal en el circuito, la señal (eco) vocal reflejada pasará a ser no continua, es decir no lineal. El algoritmo de supresión del dispositivo no lineal será diferente según los distintos dispositivos. Por ello, es necesario elegir valores de la atenuación del eco que aseguren la fuga de parte del eco. En el Cuadro 8 se proponen valores para el nivel vocal reflejado.

CUADRO 8/P.561

Niveles vocales reflejados para ser utilizados con procesadores no lineales

Nivel vocal reflejado
Nivel de umbral +10 dB
Nivel de umbral +5 dB
Nivel de umbral
Nivel de umbral -5 dB
Nivel de umbral -10 dB
NOTA – El nivel de umbral de supresión dependerá del compensador de eco que se está probando.

En general, la señal vocal tiene crestas de aproximadamente +18 dB por encima del nivel vocal medio, por lo que incluso con un nivel rms de 10 dB por debajo del umbral, una parte de la señal no será suprimida. El nivel de umbral dependerá del compensador de eco utilizado.

9.5 Condiciones del circuito para el dispositivo de clase C

Se especifican los dispositivos INMD de clase C para ser utilizados en rutas con retardo más largo. Se prevé que esas rutas incluyan dispositivos de procesamiento de la señal, tales como compensadores de eco y equipos DCME. Bajo ciertas circunstancias, estos dispositivos pueden añadir una degradación adicional al funcionamiento del circuito.

Para el efecto de los compensadores de eco, véase 9.4.

Los equipos DCME tienen dos efectos principales sobre el trayecto de eco: la codificación a baja velocidad binaria degradará la señal vocal reflejada y un conmutador de actividad vocal sustituirá los periodos de silencio con ruido de «confort». Es probable que estos periodos de silencio incluyan la señal de eco.

No es factible especificar pruebas exhaustivas para estos dispositivos.

En los Cuadros 1 y 2 se indica la especificación requerida para un dispositivo INMD de clase C. En los Cuadros 11 y 12 figuran los requisitos adicionales para las medidas de eco y retardo con circuitos que tienen dispositivos de procesamiento de la señal.

9.5.1 Descripción de elementos de prueba

Un dispositivo de clase C debe cumplir todos los requisitos de un dispositivo de clase A y B. Por ello, se utilizan las mismas medidas de referencia junto con las gamas especificadas en los Cuadros 3 y 5. Para gamas de la clase C se especifican pruebas adicionales.

Se especifican pruebas adicionales para circuitos que contienen equipos DCME. La caracterización es la única finalidad de estas pruebas.

9.5.2 Condiciones del circuito

Las siguientes condiciones del circuito (Cuadros 9 y 10), son aplicables a la Figura 1. Los circuitos de prueba han de ser simétricos, es decir, deben tener las mismas condiciones en los extremos próximo y distante para las condiciones que figuran en el Cuadro 9, y asimétricos para las condiciones que figuran en el Cuadro 10.

CUADRO 9/P.561

Condiciones simétricas del circuito de prueba para el dispositivo de clase C

Circuito	Nivel vocal (dBm)	Nivel de ruido (dBmp)	Atenuación del trayecto de eco (dB)	SNR(p)	ENR(p)	Retardo del trayecto de eco de la voz (ms)	Respuesta en frecuencia del trayecto de eco de la voz (Nota 1)
1	-32	-52	10	20	10	125	Plana
2	-35	-55	6	20	14	1000	Pendiente
3	-5 (Nota 2)	-65	45	60	15	50	Plana
4	-27	-50	13	23	10	875	Pendiente
5	-35	-70	20	35	15	10	Pendiente
6	-10 (Nota 2)	-45	6	35	29	750	Plana
7	-15	-60	35	45	10	300	Pendiente
8	-0 (Nota 2)	-55	40	55	15	800	Plana
9	-15	-40	15	25	10	800	Plana
NOTAS 1 Las respuestas en frecuencia del trayecto de eco de la voz se definen en 8.4.1.5. 2 Debido al recorte máximo, el nivel vocal diferirá del método B de la Recomendación P.56 [3], en la que se supone que la relación entre la potencia máxima y la potencia media en la señal vocal es de 18 dB, lo que no ocurre para estas condiciones.							

9.5.3 Condiciones del circuito con compensadores de eco

Han de repetirse las tres pruebas de caracterización especificadas en 9.4 utilizando las condiciones que figuran en los Cuadros 11 y 12.

CUADRO 10/P.561

Condiciones asimétricas del circuito de prueba para el dispositivo de clase C

Circuito	Extremo próximo					Extremo distante				
	Nivel vocal (dBm)	Nivel de ruido (dBmp)	Atenuación del trayecto de eco (dB)	Retardo del trayecto de eco de la voz (ms)	Respuesta en frecuencia del trayecto de eco de la voz	Nivel vocal (dBm)	Nivel de ruido (dBmp)	Atenuación del trayecto de eco (dB)	Retardo del trayecto de eco de la voz (ms)	Respuesta en frecuencia del trayecto de eco de la voz
1	-10	-70	40	30	Plana	-20	-65	25	1000	Plana

NOTA – El ajuste en el extremo próximo del nivel vocal, nivel de ruido, atenuación del trayecto de eco y retardo del trayecto de eco de la voz, se efectúa respectivamente por medio de A1, N1, A3 y D1 (véase la Figura 1). El ajuste en el extremo distante del nivel vocal, nivel de ruido, atenuación del trayecto de eco y retardo del trayecto de eco de la voz, se efectúa respectivamente por medio de A2, N2, A4 y D2 (véase la Figura 1).

CUADRO 11/P.561

Condiciones del circuito de prueba para el dispositivo de clase C con compensador de eco

Circuito	Nivel vocal (dBm)	Nivel de ruido (dBmp)	Atenuación del trayecto de eco (dB)	Retardo general (ms)	Retardo del trayecto de eco de la voz local (ms)	Respuesta en frecuencia del trayecto de eco de la voz (Nota 1)
1	-28	-52	14	734	16	Pendiente
2	-35	-55	6	92	8	Plana
3	-10 (Nota 2)	-70	45	972	28	Plana
4	-18	-50	22	225	25	Pendiente
5	-21	-70	35	480	20	Plana

NOTAS

- Las respuestas en frecuencia del trayecto de eco de la voz se definen en 8.4.1.5.
- Debido al recorte máximo, el nivel vocal diferirá del método B de la Recomendación P.56 [3], en la que se supone que la relación entre la potencia máxima y la potencia media en la señal vocal es de 18 dB, lo que no ocurre para estas condiciones.

CUADRO 12/P.561

Niveles vocales reflejados para ser utilizados con procesadores lineales

Nivel vocal reflejado
Nivel de umbral +10 dB
Nivel de umbral +5 dB
Nivel de umbral
Nivel de umbral -5 dB
Nivel de umbral -10 dB
NOTA – El nivel de umbral de supresión dependerá del compensador de eco que se está probando.

9.5.4 Condiciones del circuito con equipos de multiplicación de circuitos digitales (DCME)

No se especifica ningún criterio de «apto/no apto» para las pruebas que se indican más adelante. Su finalidad es caracterizar el funcionamiento de los dispositivos INMD en las condiciones reales de la red.

Se utilizan equipos DCME para multiplexar circuitos vocales juntos, reduciendo la velocidad binaria de la señal vocal y no transmitiendo periodos de silencio, sino sólo su longitud. Esto tendrá dos efectos en los dispositivos INMD:

- i) el trayecto de eco es degradado por las bajas velocidades binarias;
- ii) se suprime cualquier señal no deseada y se inyecta ruido de «confort».

Para efectuar la prueba, se puede dividir el equipo DCME en dos dispositivos distintos: un códec de baja velocidad binaria y un conmutador vocal. El conmutador vocal tiene un efecto similar al de un procesador no lineal.

Se aplican en ambos extremos de los equipos DCME diferentes niveles de carga de tráfico al objeto de reproducir varias degradaciones relacionadas con los equipos DCME, tales como el recorte frontal y la exclusión. La carga de tráfico puede consistir en una combinación de múltiples canales de datos en la banda vocal y de canales de señales de voz con factores de actividad vocal también controlados.

Se sugieren tres niveles de carga para los equipos DCME:

- a) Poco tráfico (4,0 bits/muestra, sin recortes).
- b) Tráfico en hora pico (3,7 bits/muestra, con recortes suaves).
- c) Mucho tráfico (3,0 bits/muestra, con recortes importantes).

9.6 Clase D – Redes futuras

Los dispositivos de clase D se utilizan en circuitos que emplean procesamiento no lineal o vocodificadores.

Las pruebas para esta clase de dispositivos quedan en estudio.

Anexo A

Material de conversación

(Este anexo es parte integrante de la presente Recomendación)

Este anexo da los detalles de la producción de material de conversación adecuado para su utilización con los circuitos de referencia descritos en la presente Recomendación. Se utilizan en él, lo más posible, los principios descritos en la Recomendación P.80 [19]. Puede encontrarse otra información de utilidad en 2.5 del *Manual sobre Telefonometría* [20]. Conviene que se facilite la disponibilidad del material de conversación normalizado, y este aspecto queda en estudio.

A.1 Parámetros

Se incluirán los parámetros siguientes para probar los dispositivos INMD según se indica en 9.2.

A.1.1 Participantes

Se recomiendan las siguientes combinaciones:

- Hombre → Hombre.
- Hombre → Mujer.
- Mujer → Mujer.

A.1.2 Conversaciones

Se requiere un mínimo de cinco conversaciones diferentes (incorporando las combinaciones de participantes de A.1.1).

A.1.3 Idioma

El conjunto mínimo de idiomas que ha de utilizarse es:

- Inglés.
- Opcionalmente cualquier otro idioma.

Se señala que el requisito puede que no garantice que los dispositivos satisfagan para cada idioma la precisión especificada en 8.3. Los usuarios de los dispositivos INMD deben tener la precaución de asegurarse que son probadas los idiomas adecuados que procedan para sus redes.

A.1.4 Duración de las conversaciones

La duración de las conversaciones será de 3 minutos $\pm$ 30 segundos.

A.1.5 Factor de actividad de las conversaciones

Factor de actividad de las conversaciones en ambos sentidos:

- Superior a 25%.

A.2 Conexión telefónica

Los sistemas de emisión y recepción serán conformes al sistema intermedio de referencia (IRS) modificado, que se especifica en [21].

NOTA – Esto puede conseguirse con la utilización de grabadores de banda ancha y ajustando la cinta fuera con el filtro adecuado para producir la característica en frecuencia requerida.

La conexión total está formada por dos sistemas intermedios de referencia modificados, o sus equivalentes, conectados entre sí con un filtro MIC apropiado [14] insertado a nivel de enlace.

Se recomiendan los siguientes índices de sonoridad de la Recomendación P.310 [22]:

- SLR, 8 dB.
- RLR, 2 dB.
- OLR, 10 dB.
- STMR, en la gama de 10 a 15 dB.
- LSTR > 15 dB.

A.3 Grabaciones de señales en la fuente

A.3.1 Entorno de grabación

Los participantes deben estar sentados en salas silenciosas separadas, de un volumen comprendido entre 30 y 120 m³, y con un tiempo de reverberación inferior a 500 ms (preferentemente, entre 200 y 300 ms). El nivel de ruido de sala debe ser inferior a 30 dBA, sin crestas dominantes en el espectro.

A.3.2 Sistema de grabación

El sistema de grabación debe ser de alta calidad (de estudio) y puede adoptar una de las siguientes formas:

- Magnetófono convencional de dos pistas con ecualización de la CEI. En todo momento deben utilizarse cintas de alta calidad (de bajo nivel de ruido y baja transferencia magnética).
- Procesador de audio digital de dos canales equipado con un magnetoscopio (VCR, *video cassette recorder*) de alta calidad o un equipo de cinta magnética de audio digital (DAT, *digital audio tape*).
- Sistema de almacenamiento digital controlado por computador.

El tercer sistema es el preferido.

A.3.3 Procedimiento de grabación

Se recomienda utilizar el plan de grabación que se indica a continuación.

La conversación se graba de la salida de emisión de un sistema IRS modificado (véase A.2), sosteniendo el microteléfono de forma normal.

Se emplean dos canales distintos para grabar la conversación desde ambos extremos simultáneamente.

Durante el proceso de grabación se mantiene el nivel vocal activo entre 20 y 30 dB por debajo del punto de máxima sobrecarga del sistema de grabación, para reducir la posibilidad de sobrecarga; el nivel recomendado es de 26 dB.

A.3.4 Nivel de la señal vocal

El nivel vocal activo, definido en la Recomendación UIT-T P.56 [3], se medirá al final de la grabación.

A.3.5 Participantes en las pruebas

Como mínimo habrá un par de participantes por idioma (véase A.1.2). Los participantes no deben presentar deficiencias de dicción, tales como el tartamudeo. El idioma que hablen debe ser su idioma materno.

A.3.6 Conversación

La conversación debe tener significado y estar concebida de manera que se satisfaga la necesidad de obtener el factor de actividad requerido (véase A.1.5).

A.3.7 Señal de calibración

Después de una grabación se inserta un tono de calibración, de 20 segundos de duración, con un nivel r.m.s. cuya relación con el nivel vocal activo medio de la conversación se conoce. Este tono es normalmente de 1000 Hz, pero puede ser de otra frecuencia. El proceso descrito se lleva a cabo mejor en la etapa de grabación posterior.

El tono puede utilizarse posteriormente para ajustar los niveles de entrada medios (véase 9.3 a título de ejemplo).

Apéndice I

Examen de las técnicas de medida

(Este apéndice no es parte integrante de la presente Recomendación)

I.1 Retardo del trayecto de eco de la voz

I.1.1 Análisis por correlación

Este método se basa en el análisis de la señal vocal incidente en el sentido de transmisión y de su señal reflejada correlacionada en el sentido de la recepción.

Se puede considerar que la correlación cruzada describe la dependencia de una forma de onda con respecto a otra. La ecuación I.1 da el coeficiente de correlación cruzada, r :

$$r = \frac{\sum_i (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_i (X_i - \bar{X})^2} \sqrt{\sum_i (Y_i - \bar{Y})^2}} \quad (\text{I.1})$$

donde X e Y son dos series temporales de datos y $\bar{X}$ e $\bar{Y}$ son los valores medios.

El coeficiente de correlación r adopta un valor comprendido entre -1 y $+1$; un valor de $+1$ significa una correlación positiva total, que se produce cuando ambas series son idénticas.

Para un tiempo τ existe una función de correlación cruzada $R_{xy}(\tau)$ que, en su forma discreta, viene dada por la siguiente ecuación:

$$R_{xy}(\tau) = \frac{1}{N - \tau} \sum_{i=1}^{N-\tau} x_i y_{i+\tau} \quad (\text{I.2})$$

donde $\tau = 0, 1, 2, \dots, m$; m es el número de retardos necesarios y x_i e y_i son las desviaciones con respecto a los valores medios de las dos series temporales, dadas por:

$$x_i = X_i - \bar{X}, y_i = Y_i - \bar{Y}$$

Para calcular el retardo entre la señal vocal incidente y su eco, se aplica la ecuación I.2, y el valor de τ que da el máximo R_{xy} es entonces igual a dicho retardo.

I.1.2 Análisis por filtro adaptativo

La respuesta impulsiva es una representación matemática de la función de transferencia de una semiconexión. Está constituida por un conjunto de coeficientes cuya forma caracteriza la conexión y cuyos valores reales dan una indicación de la calidad de funcionamiento de la transmisión. Por ejemplo, la atenuación del trayecto de eco en un circuito se puede determinar mediante una comparación de los valores de los coeficientes del circuito sometido a prueba con los de un circuito con una atenuación de eco conocida.

La respuesta impulsiva para un circuito desconocido se puede calcular a partir de un filtro adaptativo. El filtro es autoadaptativo porque ajusta automáticamente sus coeficientes $h(k)$ en función de las características estadísticas estimadas de la señal de entrada. Esta técnica se utiliza en compensadores de eco y, por ello, es conveniente considerar la operación de compensación como un ejemplo.

Según la Figura I.1:

$$y(n) = \sum_{k=0}^{\infty} h(k) u(n - k) + v(n) \quad (\text{I.3})$$

donde $u(n)$, $u(n-1)$, ..., son muestras de señales vocales del hablante A, $v(n)$ es la señal vocal del hablante B más cualquier ruido adicional en el tiempo n , y $\{h(k)\}$ es la respuesta impulsiva del trayecto de eco. El filtro adaptativo del compensador de eco efectúa una estimación $\{h'(k)\}$ de la respuesta impulsiva del trayecto de eco y calcula así el eco como la suma de convolución.

$$y'(n) = \sum_{k=0}^M h'(k) u(n - k) \quad (\text{I.4})$$

que se puede realizar como un filtro de respuesta impulsiva con coeficientes $h'(0)$, $h'(1)$, ..., $h'(M)$. La señal de error $e(n)$ se obtiene restando la estimación $y'(n)$ de la señal de retorno $y(n)$, como indica la siguiente ecuación:

$$e(n) = y(n) - y'(n) \quad (\text{I.5})$$

La señal de error se utiliza entonces para el control adaptativo de los coeficientes del compensador $h'(0)$, $h'(1)$, ..., $h'(M)$, de tal modo que tras un pequeño número de iteraciones, el eco se reduce al mínimo. Cuando el filtro se optimiza, mantiene los coeficientes que modelan con precisión un trayecto de transmisión.

Obsérvese la representación de la respuesta impulsiva del diagrama que aparece en la Figura I.2.

Es posible determinar el retardo de esta respuesta analizando los coeficientes desde $n = 0$ y buscando el coeficiente de amplitud máxima. El valor de n al que corresponde este coeficiente es entonces el retardo de las muestras, a partir del cual se puede calcular el retardo en segundos.

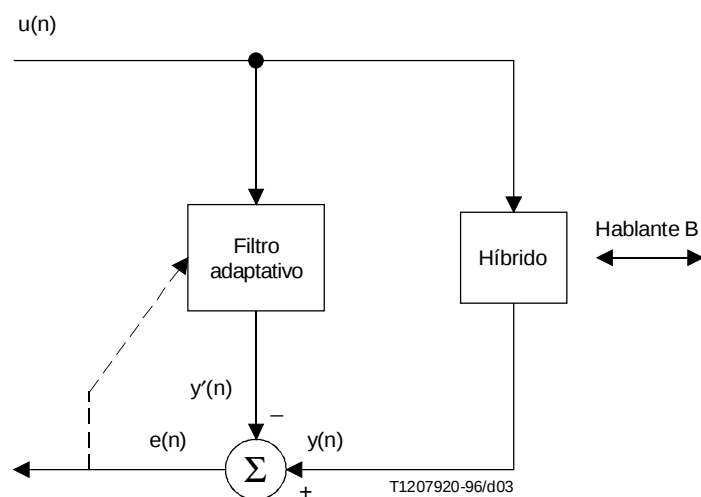


FIGURA I.1/P.561
Definiciones de la señal

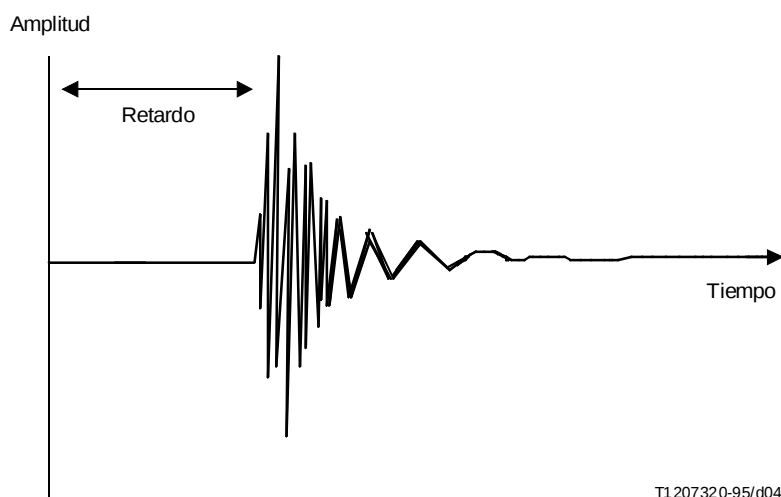


FIGURA I.2/P.561
Respuesta impulsiva

I.2 Verificación de las medidas de retardo

Los dos métodos descritos anteriormente constituyen técnicas de búsqueda del retardo. Es necesario, por tanto, especificar una manera de determinar si el dispositivo INMD ha hallado el retardo correcto. Si el retardo se determina incorrectamente, también será incorrecta la medición de la atenuación del eco.

Para el análisis por correlación se puede utilizar el coeficiente de correlación para determinar si el retardo que se mide es correcto.

Para la supervisión de la respuesta impulsiva se puede utilizar la convergencia del filtro adaptativo a fin de determinar si se mide el retardo correcto.

I.3 Fallo de la medida del retardo

Si el dispositivo INMD no consigue determinar correctamente el retardo del trayecto de eco debido a que el filtro adaptativo no logra la convergencia o a que la magnitud del coeficiente de correlación es bajo, se debe informar de este fallo.

El fallo podría estar causado por una excesiva diafonía dentro del sistema, a la presencia de compensadores de eco, a circuitos no lineales o que varían en el tiempo, al ruido o a los retardos fuera de la gama de funcionamiento del dispositivo INMD.

El dispositivo INMD debe distinguir entre las condiciones que pueden contener un trayecto de eco y las que no pueden contenerlo. Por ejemplo:

- 1) Si el fallo se debe a una excesiva diafonía dentro del sistema, los circuitos no lineales o variables en el tiempo, el ruido o los retardos fuera de la gama de funcionamiento del dispositivo INMD, el circuito puede todavía contener una señal de eco, y se debe informar de la medida como tal.
- 2) Si el fallo se debe a una gran atenuación del eco fuera de la gama de funcionamiento del dispositivo INMD, es decir, a causa de los compensadores de eco, el circuito no está en fallo, y se debe informar de la medida como tal.

Apéndice II

Degradación de la calidad de transmisión telefónica debida al ruido no estacionario

(Este apéndice no es parte integrante de la presente Recomendación)

II.1 Introducción

La potencia del «ruido estacionario» de canales en reposo se mide por medio de sofómetros, es decir, dispositivos adecuados para dicha finalidad; por otra parte, es bien sabido que, a veces, hay un pequeño, aunque importante, porcentaje de ruido no estacionario presente en canales reales que influye sobre la calidad y necesita una medida más detallada.

Además, dado que está previsto el interfuncionamiento de la RTPC mixta analógica/digital con la RDSI, conviene estudiar los valores digitales reales de los niveles de ruido estacionario y no estacionario y sus distribuciones estadísticas en las redes telefónicas modernas, con el fin de establecer los límites adecuados para los operadores públicos y privados y proteger así la calidad global de una conexión.

Por lo tanto, teniendo en cuenta que se contempla la incorporación de una amplia gama de nuevos sistemas que utilizan procesos digitales y la transmisión radioeléctrica en redes telefónicas (entre ellos, las centrales automáticas privadas (PABX, *private automatic branch exchange*), los terminales telefónicos multimedia y avanzados para comunicaciones personales, los equipos de multiplicación de circuitos digitales y por paquetes, los sistemas de radiocomunicaciones móviles y por satélite, etc.), y que puede estar presente el ruido no estacionario (por ejemplo, impulsos aislados, ráfagas de error transitorias, efectos del recorte o mutilación, diafonía causada por la señalización, etc.), debido a los sistemas existentes y a los nuevos procesos, que incluyen la conmutación digital, además de los tipos de ruido conocidos (cuantificación, reposo, etc.), la Comisión de Estudios 12 del UIT-T fomenta una investigación sobre este tema.

En 1993, el UIT-T envió a todas las administraciones un cuestionario en el cual se solicitaba información sobre medidas del ruido y métodos en uso hasta junio de 1993.

Las preguntas eran las siguientes:

- A ¿Qué tipo de ruido no estacionario se puede identificar en los canales telefónicos?
- B ¿Qué aparato de medida del ruido impulsivo se puede utilizar en medidas de rutina?
- C ¿Qué tipo de técnicas de medida se han adoptado para detectar y evaluar el ruido no estacionario?
- D ¿Tiene en su poder esa administración algunas distribuciones de niveles y frecuencias u otras estadísticas sobre ruido no estacionario que pueda suministrar al UIT-T para que sean examinadas en el futuro?
- E ¿Qué límites de nivel de ruido están permitidos en la red nacional de esa administración con respecto a las actuales tecnologías y qué límites están previstos para posibles nuevos servicios?

A partir del conjunto de respuestas recibidas sobre el tema, despertaron el interés de los operadores los siguientes tipos de ruido, que podrían ser considerados en los futuros dispositivos INMD. Véase el Cuadro II.1.

CUADRO II.1/P.561

**Tipos de ruido de interés para los operadores
(del Cuestionario 1993 de la CE 12 del UIT-T)**

Chasquido
Crepitación
Diafonía
Ruido «de estadio abarrotado»
Impulso de marcación
Eco
Red telefónica fija únicamente
Vibración
Silbido
Chillido y tono
Zumbido
Ruido impulsivo
Inducción debida a la humedad
Descargas
Tonos multifrecuencia
Ruido en las frecuencias de 470 Hz, de 1300 a 1500 Hz y de 40 kHz
Ruido durante el funcionamiento manos libres
Ruido de la acción de conmutación del conmutador analógico
Ruido inducido por las líneas de energía aéreas
Explosión
Golpeteo
Señales de RADAR
Señales de radiodifusión
Diafonía radioeléctrica
Ruido de marcador giratorio
Ruido de motores giratorios
Chasquidos agudos producidos por inducción magnética
Ruido estático
Ruido térmico y de semiconductores
Ruido «de tormenta»
Tonos de centrales telefónicas
Problemas de arrastre
Transitorios
Cables de TV

II.2 Clasificación del ruido no estacionario

Hasta el momento no existe ningún método automático para estimar los efectos en la calidad telefónica de todo tipo de ruidos no estacionarios, tal como son percibidos por el cliente.

Los dispositivos INMD podrían contribuir a lograr este objetivo; el desarrollo, a tal fin, de un algoritmo para la clasificación de los ruidos del circuito telefónico requeriría que los parámetros estadísticos esenciales de la señal de ruido se midieran durante una conversación real.

Con respecto a la clasificación del ruido no estacionario, el ruido denominado «impulsivo» parece desempeñar una función importante.

Evidentemente, para este tipo de ruido es bastante difícil de determinar un conjunto de parámetros que modelen un ruido no estacionario y bien adaptado para efectuar una medición automática. Las computadoras pueden efectuar análisis a muy corto plazo, lo que no ocurre con los instrumentos analógicos; por ello, las computadoras son muy adecuadas para la detección de ruido impulsivo.

II.2.1 Base de datos de señales de ruido y su análisis

II.2.1.1 Estructuras y características

El desarrollo de un clasificador requiere una fase de estudio de las señales disponibles, una fase de elaboración del algoritmo y una fase para la evaluación de la aplicabilidad del propio algoritmo. De manera similar, la base de datos utilizada puede dividirse en tres conjuntos:

- Señales para el estudio del problema.
- Señales para la elaboración del algoritmo.
- Señales para la evaluación de su aplicabilidad.

Cada uno de estos subconjuntos tiene características diferentes que dependen de su utilización. Los dos primeros incluyen señales analógicas, mientras que el tercero está constituido normalmente por señales MIC.

II.2.1.2 Señales para el estudio del problema

Los ficheros utilizados para el estudio del problema incluyen segmentos de ruido de diversas longitudes, tomados de la red telefónica pública conmutada y/o de otras redes, por ejemplo, la red de radiocomunicaciones móviles, y reconocidos como pertenecientes a clases de ruido a los que se les adjudican nombres de fácil comprensión, por ejemplo:

- Impulsos de marcación rotatoria.
- Impulsos agudos.
- Impulsos aislados.
- Ráfagas.
- Mezclas (impulsos + ráfagas).
- etc.

II.2.1.3 Señales para la elaboración del algoritmo del clasificador

Pueden recopilarse señales de diferentes conexiones. Las muestras de ruido se segmentan sucesivamente, se miden (por ejemplo, utilizando un sofómetro digital para expresar las medidas en dBmp) y se procesan mediante el algoritmo objeto de estudio, para mostrar su capacidad de identificar la clase de ruido de que se trata.

Con un mero análisis estadístico del valor medio, la potencia media y la desviación típica a partir de los ficheros de ruidos es posible que no se obtengan resultados importantes. Pueden utilizarse entonces las funciones de autocorrelación y covarianza; si se percibe una periodicidad en cada uno de los ficheros de la base de datos, ello indicará la presencia de una frecuencia predominante (tal es el caso, por ejemplo, en los impulsos de marcación intermitentes). El análisis de la codificación predictiva lineal (LPC) y la utilización de gálipos pueden ser de utilidad.

También pueden emplearse técnicas modernas de codificación de las señales vocales o de «concordancia de esquemas» expertos con miras al desarrollo del clasificador.

Puesto que el objetivo final es predecir la repercusión de las diferentes clases de ruido no estacionario en la calidad percibida, el algoritmo empleado para la clasificación de los ruidos puede utilizarse en combinación con métodos objetivos y modelos de opinión, de modo que cada fichero de ruido detectado pueda ser clasificado, medido y considerado por su importancia en lo concerniente a la degradación de la calidad que provoca durante una conversación normal.

Se señala que la gran variedad de tipos de ruido posible parece llevar hacia algoritmos bastante complejos (y complicados) para esa clasificación.

II.2.1.4 Señales para la evaluación del funcionamiento del clasificador

Las señales para la evaluación del funcionamiento pueden obtenerse directamente a partir de conversaciones reales, respetando la intimidad, o elaborarse de manera expresa en un laboratorio. Las señales de ruido son segmentadas y clasificadas.

La Figura II.1 muestra un posible ejemplo de atribución de instrumento no intrusivo para efectuar la adquisición del tren MIC. Un discriminador de ruido detectará los segmentos de señal de ruido que han de ser clasificados.

A continuación se necesita una fase de verificación con el material disponible, por ejemplo, calculando para cada clase de ruido no estacionario el porcentaje de identificación correcta de la clase de que se trata, comprobando la precisión de cada medida de nivel de ruido (o, mejor, de la potencia de ruido), etc.

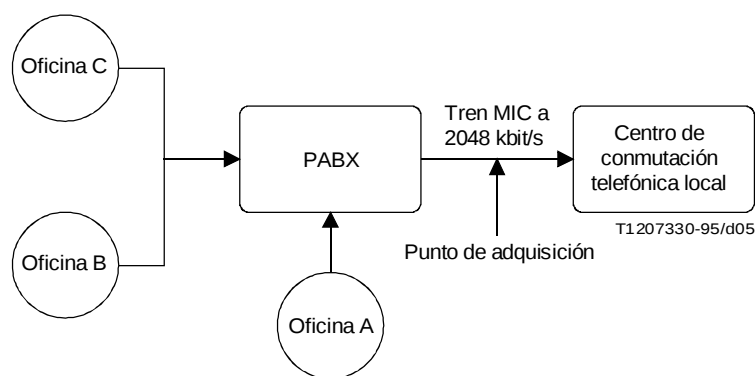


FIGURA II.1/P.561
Ejemplo de atribución de INMD para clasificación de ruidos

Si se utilizan medidas objetivas y/o modelos de opinión para predecir el efecto de los ruidos clasificados en la calidad percibida, pueden efectuarse entonces pruebas subjetivas que incluyan esas clases de ruido no estacionario para validar las estimaciones efectuadas a partir de los modelos elegidos.

II.3 Algoritmo de clasificación y medida del ruido (ejemplo)

La Figura II.2 da un ejemplo (diagrama de bloques) de clasificación/medición de un fichero de ruidos en el que se considera un número finito de clases.

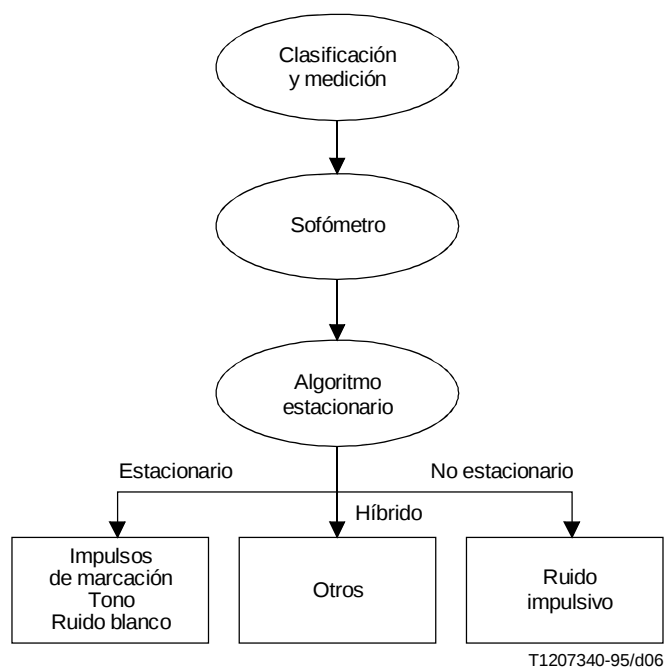


FIGURA II.2/P.561

II.3.1 Características principales

En primer lugar, puesto que el ruido es ponderado sofométricamente por el oído, el dispositivo INMD debe hacer lo mismo. A continuación, la señal filtrada será analizada para estimar su estacionaridad. Como resultado de ello, se podrá clasificar de alguna de las siguientes maneras:

- Estacionaria.
- Híbrida.
- No estacionaria.

Dependiendo de esta primera clasificación, cabe distinguir los siguientes tipos de ruidos diferentes en el ejemplo anterior:

- Blanco (estacionario).
- Tono (estacionario).
- Impulsos de marcación decádica (estacionario).
- Impulsivo (no estacionario).
- Otros (no estacionario/híbrido).

II.3.2 Algoritmo de estacionaridad

La estacionaridad del ruido puede determinarse efectuando un análisis en los dominios del tiempo y la frecuencia.

II.3.2.1 Estacionaridad en el tiempo

La estacionaridad en el tiempo de un segmento de ruido puede determinarse comparando cada potencia media a corto plazo con la correspondiente a largo plazo. Las formas de onda pueden considerarse siempre estacionarias a muy corto plazo. Si un segmento es estacionario pero demasiado corto puede clasificarse en una clase aparte.

La información anterior puede ser de utilidad para determinar la naturaleza real del ruido en una trama.

II.3.2.2 Estacionaridad en la frecuencia

Puede utilizarse un análisis de frecuencias, determinando los coeficientes LPC a corto y largo plazo, y detectar la estacionaridad de un segmento de ruido activo mediante el empleo de criterios adecuados que aprovechen, por ejemplo, el concepto de distancia cepstral entre cada vector LPC de corto plazo y el de largo plazo.

II.3.3 Ruido estacionario

El ruido blanco y los tonos pueden identificarse fácilmente debido a sus características en tiempo y frecuencia, mientras que la determinación de un ruido de marcación decádica necesita análisis más complejos.

II.3.4 Ruido no estacionario

El reconocimiento de ruido no estacionario es de alguna importancia en el desarrollo de esta actividad. De hecho, los computadores permiten análisis a muy corto plazo, lo que no es posible con los instrumentos analógicos disponibles actualmente.

II.3.4.1 Ruido impulsivo

El ruido impulsivo puede ser reconocido mediante un análisis del nivel y la duración de cada muestra, identificada como perteneciente a una ráfaga o a un impulso agudo. La diferencia entre ambos tipos de ruido impulsivo viene determinada por su longitud.

II.3.4.2 Otros

Si el segmento es híbrido o no estacionario (pero no reconocido como ruido impulsivo), puede clasificarse como «otros».

II.4 Medida sofométrica

Los sofómetros analógicos calculan una potencia media en intervalos de 128 a 200 ms.

La duración del análisis es demasiado larga para reconocer un ruido impulsivo. La estructura de un sofómetro analógico puede reproducirse mediante un filtro de paso banda cuyas especificaciones siguen las descripciones de la Recomendación O.41 [15].

II.5 Evaluación del funcionamiento (ejemplo)

El clasificador, acondicionado mediante un conjunto de señales contenidas en una base de datos adecuada, podría producir resultados como los que se indican en los ejemplos siguientes. Véanse las Figuras II.3 y II.4.

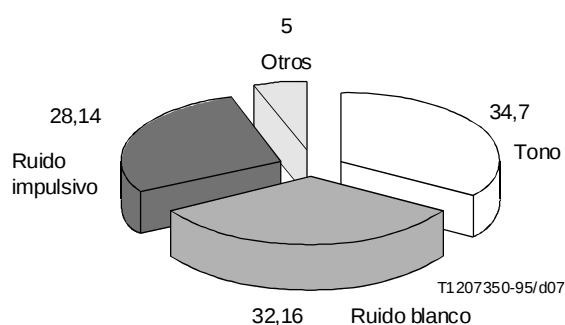


FIGURA II.3/P.561

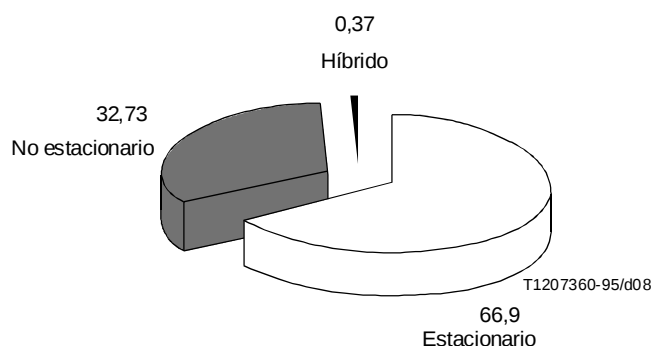


FIGURA II.4/P.561

II.5.1 Análisis de los resultados

Una investigación profunda sobre la naturaleza y la magnitud de las señales permitiría hacer algunas consideraciones importantes.

Por ejemplo, si los ficheros de ruidos muestran niveles superiores a los esperados, ello podría explicar por qué los segmentos de ruido de las señales de marcación decádica podrían ser confundidas con ráfagas en el clasificador, o por qué porciones de los ficheros que contienen ruido blanco y ruido impulsivo podrían ser clasificadas incorrectamente.

En conjunto, la clasificación debe ser correcta. Cabe añadir que una clasificación correcta depende de la «calidad» del ruido. Si un segmento contiene ruido «mezclado», el algoritmo podría detectar un tipo de ruido correcto o efectuar la clasificación dependiendo de las frecuencias de los ruidos y de sus niveles.

II.6 Conclusión

Un algoritmo para la clasificación de los ruidos resulta de utilidad.

Un programa puede clasificar sólo ruido de circuito real. En el futuro, el clasificador debe ser sustentado desde un «sistema» capaz de reconocer eco/ruido de circuito/ruido ambiental. El reconocimiento, en particular, del ruido ambiental es realmente difícil y, en la actualidad, no se ha encontrado ningún algoritmo capaz de determinar si una señal de ruido es generada por ruido ambiental o ruido de circuito.

Los umbrales propuestos (provisionalmente) para clasificar ruido «activo» y ruido «impulsivo» podrían ser de -67 dBmp y de -38 dBmp, respectivamente.