



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

**UIT-T**

SECTOR DE NORMALIZACIÓN  
DE LAS TELECOMUNICACIONES  
DE LA UIT

**P.561**

(07/2002)

SERIE P: CALIDAD DE TRANSMISIÓN TELEFÓNICA,  
INSTALACIONES TELEFÓNICAS Y REDES LOCALES

Aparatos para mediciones objetivas

---

**Dispositivo de medidas en servicio no  
intrusivas – Mediciones de servicios vocales**

Recomendación UIT-T P.561

---

RECOMENDACIONES UIT-T DE LA SERIE P

**CALIDAD DE TRANSMISIÓN TELEFÓNICA, INSTALACIONES TELEFÓNICAS Y REDES LOCALES**

|   |              |                             |
|---|--------------|-----------------------------|
| Vocabulario y efectos de los parámetros de transmisión sobre la opinión de los clientes | Serie        | P.10                        |
| Líneas y aparatos de abonado  | Serie        | P.30<br>P.300               |
| Patrones de transmisión   | Serie        | P.40                        |
| <b>Aparatos para mediciones objetivas</b>   | <b>Serie</b> | <b>P.50</b><br><b>P.500</b> |
| Medidas electroacústicas objetivas  | Serie        | P.60                        |
| Medidas relativas a la sonoridad vocal  | Serie        | P.70                        |
| Métodos de evaluación objetiva y subjetiva de la calidad                                | Serie        | P.80<br>P.800               |
| Calidad audiovisual en servicios multimedios  | Serie        | P.900                       |

*Para más información, véase la Lista de Recomendaciones del UIT-T.*

## **Recomendación UIT-T P.561**

### **Dispositivo de medidas en servicio no intrusivas – Mediciones de servicios vocales**

#### **Resumen**

La presente Recomendación proporciona especificaciones para los dispositivos de medición de transmisión de servicios vocales que permiten efectuar mediciones durante el servicio, sin intrusión. Estos dispositivos de medición se utilizan principalmente para medir parámetros de calidad telefónica, tales como el nivel de la conversación, el nivel del ruido, la atenuación del eco y el retardo del trayecto de eco de la voz.

Es posible utilizar también estos dispositivos para medir parámetros asociados con sistemas de transmisión digital, en redes con conmutación de circuitos y con conmutación de paquetes, que repercuten en la calidad de funcionamiento de los canales de calidad telefónica transportados. Esta Recomendación especifica las interfaces, gamas de medición y exactitud requeridas para medir los parámetros de transmisión de calidad telefónica, y describe también las funciones opcionales asociadas con estos parámetros.

#### **Orígenes**

La Recomendación UIT-T P.561, revisada por la Comisión de Estudio 12 (2001-2004) del UIT-T, fue aprobada por el procedimiento de la Resolución 1 de la AMNT el 14 de julio de 2002.

## PREFACIO

La UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) es el organismo especializado de las Naciones Unidas en el campo de las telecomunicaciones. El UIT-T (Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la UIT) es un órgano permanente de la 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 Asamblea Mundial de Normalización de las Telecomunicaciones (AMNT), 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 1 de la AMNT.

En ciertos sectores de la tecnología de la información que corresponden a la esfera de competencia del UIT-T, se preparan las normas necesarias en colaboración con la ISO y la CEI.

## 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.

## PROPIEDAD INTELECTUAL

La UIT señala a la atención la posibilidad de que la utilización o aplicación de la presente Recomendación suponga el empleo de un derecho de propiedad intelectual reivindicado. La UIT no adopta ninguna posición en cuanto a la demostración, validez o aplicabilidad de los derechos de propiedad intelectual reivindicados, ya sea por los miembros de la UIT o por terceros ajenos al proceso de elaboración de Recomendaciones.

En la fecha de aprobación de la presente Recomendación, la UIT no ha recibido notificación de propiedad intelectual, protegida por patente, que puede ser necesaria para aplicar esta Recomendación. Sin embargo, debe señalarse a los usuarios que puede que esta información no se encuentre totalmente actualizada al respecto, por lo que se les insta encarecidamente a consultar la base de datos sobre patentes de la TSB.

© UIT 2003

Reservados todos los derechos. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse por ningún procedimiento sin previa autorización escrita por parte de la UIT.

# ÍNDICE

## Página

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1     | Alcance, finalidad y aplicación.....   | 1  |
| 1.1   | Alcance .....  | 1  |
| 1.2   | Finalidad .....  | 1  |
| 1.3   | Aplicación.....  | 1  |
| 2     | Referencias .....  | 2  |
| 3     | Abreviaturas y definiciones .....  | 4  |
| 3.1   | Abreviaturas/siglas .....  | 4  |
| 3.2   | Definiciones.....  | 5  |
| 4     | Requisitos de las interfaces.....  | 7  |
| 4.1   | Interfaces eléctricas para los INMD de clases A, B y C .....   | 7  |
| 4.1.1 | Interfaz digital DS1 .....   | 7  |
| 4.2   | Interfaces de transporte de datos de la red de gestión de las telecomunicaciones para los INMD de clases A, B y C..... | 7  |
| 4.3   | Interfaces para los INMD de clase D .....  | 7  |
| 4.4   | Reconstrucción de la señal para los INMD de clase D .....  | 7  |
| 4.4.1 | Memoria intermedia de supresión de fluctuación de fase .....   | 8  |
| 4.4.2 | Decodificador vocal.....   | 8  |
| 4.4.3 | Generación de ruido de comodidad.....  | 9  |
| 4.4.4 | Proceso de ocultación de errores .....   | 9  |
| 5     | Requisitos funcionales .....   | 9  |
| 5.1   | Funciones de medición requeridas .....   | 9  |
| 5.2   | Funciones opcionales.....  | 10 |
| 6     | Descripción de las funciones de medición requeridas.....   | 11 |
| 6.1   | Mediciones de la señal vocal.....  | 11 |
| 6.1.1 | Clasificación de las señales vocales .....   | 11 |
| 6.1.2 | Medición del nivel vocal activo .....  | 12 |
| 6.1.3 | Intervalo de medición del nivel vocal .....  | 12 |
| 6.1.4 | Factor de actividad de las señales vocales.....  | 12 |
| 6.2   | Medición del ruido .....   | 12 |
| 6.2.1 | Nivel de ruido (ponderación sofométrica).....  | 12 |
| 6.2.2 | Intervalo de medición del nivel de ruido.....  | 13 |
| 6.2.3 | Clasificación y medición del ruido no estacionario .....   | 13 |
| 6.3   | Medición del eco .....   | 13 |
| 6.3.1 | Medición del retardo del trayecto de eco de la voz.....  | 13 |
| 6.3.2 | Medición de la atenuación del eco .....  | 14 |
| 6.3.3 | Medición de la atenuación del trayecto de eco.....   | 14 |

|       | <b>Página</b>  |
|-------|--|
| 6.3.4 | Medición de la atenuación del trayecto de eco de la voz ..... 14                             |
| 6.4   | Mediciones del protocolo IP ..... 14   |
| 6.4.1 | Medición de variación del retardo IP ..... 14  |
| 6.4.2 | Medición de la proporción de pérdida de paquetes IP ..... 15                                 |
| 7     | Descripción de funciones opcionales..... 15  |
| 7.1   | Números de dirección del origen y del destino ..... 15                                       |
| 7.2   | Identificación de la instalación o del circuito..... 16                                      |
| 7.3   | Tiempo y duración de la conexión ..... 16  |
| 7.4   | Clasificación de la señal ..... 16   |
| 7.5   | Identificación del cliente ..... 16  |
| 7.6   | Mediciones de las características de DS1 ..... 16  |
| 7.7   | Nivel de ruido plano de 3 kHz..... 17  |
| 7.8   | Mediciones de la disposición de conexión ..... 17  |
| 7.9   | Análisis de datos e informes..... 17   |
| 7.10  | Recorte por saturación ..... 17  |
| 7.11  | Intervalo de medición ..... 17   |
| 7.12  | Conversación simultánea..... 17  |
| 7.13  | Recorte frontal ..... 17   |
| 7.14  | Transmisión en un sentido..... 18  |
| 7.15  | Diafonía ..... 18  |
| 7.16  | Atenuación para la estabilidad..... 18   |
| 7.17  | Distorsión ..... 18  |
| 7.18  | Calidad vocal en un extremo ..... 18   |
| 7.19  | Retardo de ida y vuelta IP ..... 18  |
| 7.20  | Conectividad unidireccional IP ..... 19  |
| 7.21  | Paquete IP fuera de orden..... 19  |
| 7.22  | Esquema de pérdida de paquetes IP ..... 19   |
| 7.23  | Tipo y configuración del codificador vocal..... 19   |
| 7.24  | Cantidad de datos transmitidos en paquetes IP ..... 19                                       |
| 7.25  | Descriptor de llegada de paquetes..... 20  |
| 8     | Requisitos para la ejecución de mediciones ..... 20  |
| 8.1   | Descripción de las diferentes clases ..... 20  |
| 8.1.1 | Clase A – Redes con conmutación de circuitos locales (nacionales para muchos países)..... 20 |
| 8.1.2 | Clase B – Redes con conmutación de circuitos con retardo medio..... 21                       |
| 8.1.3 | Clase C – Redes con conmutación de circuitos con retardo largo ..... 22                      |
| 8.1.4 | Clase D – Redes con conmutación de paquetes ..... 23   |
| 8.2   | Especificación de la medición ..... 24   |
| 8.3   | Requisitos de precisión..... 24  |

|         | <b>Página</b>   |
|---------|---|
| 8.4     | Descripción de los circuitos de referencia..... 26  |
| 8.4.1   | Circuito de referencia N.º 1 ..... 26   |
| 8.4.2   | Circuito de referencia N.º 2 ..... 28   |
| 8.4.3   | Circuito de referencia N.º 3 ..... 28   |
| 8.5     | Mediciones de referencia..... 28  |
| 8.5.1   | Mediciones analógicas y digitales ..... 29  |
| 8.5.2   | Nivel vocal de referencia (RSL)..... 29   |
| 8.5.3   | Nivel de ruido de referencia (RNL)..... 29  |
| 8.5.4   | Factor de actividad vocal de referencia (RSAF) ..... 29                                       |
| 8.5.5   | Atenuación del eco de referencia (REL) ..... 30   |
| 8.5.6   | Atenuación del trayecto de eco de referencia (REPL) ..... 30                                  |
| 8.5.7   | Atenuación del trayecto de eco de la voz de referencia (RSEPL)..... 30                        |
| 8.5.8   | Retardo del trayecto de eco de la voz de referencia (RSEPD)..... 30                           |
| 9       | Condiciones de las pruebas para dispositivos de clases A, B y C ..... 30                      |
| 9.1     | Diseño de la prueba ..... 31  |
| 9.2     | Mediciones múltiples..... 31  |
| 9.3     | Condiciones del circuito para el dispositivo de clase A ..... 31                              |
| 9.4     | Condiciones del circuito para el dispositivo de clase B ..... 32                              |
| 9.4.1   | Descripción de elementos de prueba ..... 32   |
| 9.4.2   | Condiciones del circuito ..... 32   |
| 9.4.3   | Condiciones del circuito con compensadores de eco ..... 33                                    |
| 9.5     | Condiciones del circuito para el dispositivo de clase C ..... 35                              |
| 9.5.1   | Descripción de elementos de prueba ..... 35   |
| 9.5.2   | Condiciones del circuito ..... 35   |
| 9.5.3   | Condiciones del circuito con compensadores de eco ..... 36                                    |
| 9.5.4   | Condiciones del circuito con equipos de multiplicación de circuitos digitales (DCME) ..... 37 |
| Anexo A | Material de conversación..... 38  |
| A.1     | Parámetros ..... 38   |
| A.1.1   | Participantes ..... 38  |
| A.1.2   | Conversaciones..... 38  |
| A.1.3   | Idioma..... 38  |
| A.1.4   | Duración de las conversaciones..... 38  |
| A.1.5   | Factor de actividad de las conversaciones..... 38   |
| A.2     | Conexión telefónica..... 38   |
| A.3     | Grabaciones de señales en la fuente ..... 39  |
| A.3.1   | Entorno de grabación..... 39  |
| A.3.2   | Sistema de grabación..... 39  |
| A.3.3   | Procedimiento de grabación ..... 39   |

|  | <b>Página</b> |
|--|---------------|
| A.3.4 Nivel de la señal vocal.....   | 39            |
| A.3.5 Participantes en las pruebas.....  | 39            |
| A.3.6 Conversación.....  | 40            |
| A.3.7 Señal de calibración.....  | 40            |
| Apéndice I – Examen de las técnicas de medición.....   | 40            |
| I.1 Retardo del trayecto de eco de la voz.....   | 40            |
| I.1.1 Análisis por correlación.....  | 40            |
| I.1.2 Análisis por filtro adaptable.....   | 41            |
| I.2 Verificación de las mediciones de retardo.....   | 42            |
| I.3 Fallo de la medición del retardo.....  | 42            |
| Apéndice II – Degradación de la calidad de transmisión telefónica debida al ruido no estacionario..... | 43            |
| II.1 Introducción.....   | 43            |
| II.2 Clasificación del ruido no estacionario.....  | 44            |
| II.2.1 Base de datos de señales de ruido y su análisis.....  | 45            |
| II.3 Algoritmo de clasificación y medición del ruido (ejemplo).....                                    | 46            |
| II.3.1 Características principales.....  | 47            |
| II.3.2 Algoritmo para determinar la condición estacionaria.....  | 47            |
| II.3.3 Ruido estacionario.....   | 48            |
| II.3.4 Ruido no estacionario.....  | 48            |
| II.4 Medición sofométrica.....   | 48            |
| II.5 Evaluación del funcionamiento (ejemplo).....  | 48            |
| II.5.1 Análisis de los resultados.....   | 49            |
| II.6 Conclusión.....   | 50            |
| Bibliografía.....  | 50            |

## **Recomendación UIT-T P.561**

### **Dispositivo de medidas en servicio no intrusivas – Mediciones de servicios vocales**

#### **1 Alcance, finalidad y aplicación**

##### **1.1 Alcance**

La presente Recomendación proporciona especificaciones para los dispositivos de medición de transmisión de servicios vocales que permiten efectuar mediciones durante el servicio, sin intrusión. Estos dispositivos de medición se utilizan principalmente para medir parámetros de calidad telefónica, tales como el nivel de la conversación, el nivel del ruido, la atenuación del eco y el retardo del trayecto de eco de la voz. Es posible utilizar también estos dispositivos para medir parámetros asociados con sistemas de transmisión digital, en redes con conmutación de circuitos y con conmutación de paquetes, que repercuten en la calidad de funcionamiento de los canales de calidad telefónica transportados. Esta Recomendación especifica las interfaces, gamas de medición y exactitud requeridas para medir los parámetros de transmisión de calidad telefónica, y describe también las funciones opcionales asociadas con estos parámetros. No especifica los algoritmos de medición que se han de utilizar ni la aplicación de la medición resultante.

##### **1.2 Finalidad**

Los dispositivos para efectuar medidas en servicio no intrusivas (INMD) que se describen en esta Recomendación están destinados a la aplicación en servicio (mantenimiento) con miras a detectar anomalías de la red que afectan a la calidad de transmisión de los servicios vocales.

##### **1.3 Aplicación**

Los dispositivos INMD se usan como dispositivos independientes o como parte de un elemento de red. Pueden ser instalados en conmutadores y nodos seleccionados en las redes de telecomunicaciones para medir en servicio los parámetros de calidad de funcionamiento de los servicios vocales y para localizar y analizar las anomalías de la red. 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 privacidad, ya que no se supervisa la inteligibilidad de la conversación. Es posible añadir otras funciones facultativas para aumentar la utilidad de los INMD.

Los dispositivos INMD sólo pueden ser utilizados en un punto a cuatro hilos. Para estudiar las condiciones en la parte a dos hilos de una línea de abonado, el INMD debe estar conectado a través de un circuito de enlace a cuatro hilos a un elemento de red (que conecta con la línea de abonado objeto de estudio); por consiguiente, para aislar un problema particular en esta línea de abonado, hay que utilizar algún medio para transportar la información de la conexión del elemento de red hacia el INMD. Los INMD miden los parámetros de transmisión en el trayecto, incluido el equipo del cliente, hasta el punto de acceso de medición de estos dispositivos. De este modo, pueden detectar anomalías de transmisión en la conexión establecida. Las anomalías pueden ser causadas por el entorno del cliente, la línea de abonado, los conmutadores y los circuitos de enlace, incluidas las anomalías en las interfaces entre estos elementos de red. En particular, los dispositivos INMD tienen la posibilidad de observar anomalías que no son detectables por las pruebas tradicionales efectuadas fuera de servicio. Algunos ejemplos de estas anomalías difíciles de detectar son los siguientes:

- desvanecimiento intermitente;

- realimentación acústica;
- ruido ambiente;
- equipo de cliente defectuoso;
- fuga intermitente por los circuitos metálicos;
- ruido intermitente;
- violaciones del 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 ocasionan violaciones de los planes de atenuación de la red.

Aunque los INMD pueden llegar a detectar dichas anomalías, hay que señalar que no pueden separar específicamente señales combinadas, por ejemplo, ruido ambiente y ruido del cable, o realimentación acústica y desadaptación del circuito híbrido. Del mismo modo, los 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 detectadas por el INMD 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 instalaciones. Como otra posibilidad, la utilización de técnicas perfeccionadas de procesamiento de señales, tales como el reconocimiento de la configuración, pueden permitir a los INMD deducir cuál es el origen de una anomalía, por ejemplo reconociendo determinados tipos de ruido.

Como una alternativa a las pruebas periódicas de los elementos de red, los INMD son eficaces cuando se utilizan en el modo muestreo, para la detección de anomalías en la red. De esa manera, no es necesario mantener grandes bases de datos de pruebas periódicas. En cuanto a la detección activa posterior, estos dispositivos son más eficaces cuando se usan 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

Las siguientes Recomendaciones del UIT-T y otras referencias 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 otras referencias son objeto de revisiones por lo que se proconiza que los usuarios de esta Recomendación investiguen la posibilidad de aplicar las ediciones más recientes de las Recomendaciones y otras referencias citadas a continuación. Se publica periódicamente una lista de las Recomendaciones UIT-T actualmente vigentes. En esta Recomendación la referencia a un documento, en tanto que autónomo, no le otorga el rango de una Recomendación.

- [1] Recomendación UIT-T P.10 (1998), *Vocabulario de términos sobre calidad de transmisión telefónica y aparatos telefónicos*.
- [2] Recomendación UIT-T G.100 (2001), *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 UIT-T G.703 (2001), *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 UIT-T M.3010 (2000), *Principios para una red de gestión de las telecomunicaciones.*
- [8] Recomendación UIT-T G.763 (1998), *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 UIT-T G.223 (1988), *Hipótesis para el cálculo del ruido en los circuitos ficticios de referencia para telefonía.*
- [10] Recomendación UIT-T G.212 (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 UIT-T G.131 (1996), *Control del eco para el hablante.*
- [13] Recomendación UIT-T P.48 (1988), *Especificación de un sistema intermedio de referencia.*
- [14] Recomendación UIT-T G.712 (2001), *Características de la calidad 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 UIT-T G.711 (1988), *Modulación por impulsos codificados (MIC) de frecuencias vocales.*
- [18] Recomendación UIT-T G.191 (2000), *Herramientas de soporte lógico para la normalización de la codificación de señales vocales y de audio.*
- [19] Recomendación UIT-T P.800 (1996), *Métodos de determinación subjetiva de la calidad de transmisión.*
- [20] UIT-T, *Manual sobre telefonometría* (1993).
- [21] Recomendación UIT-T P.830 (1996), *Evaluación subjetiva de la calidad de funcionamiento de los códecs digitales de banda telefónica y de banda ancha.*
- [22] Recomendación UIT-T P.310 (2000), *Características de transmisión para teléfonos digitales en banda telefónica (300-3400 Hz).*
- [23] Recomendación UIT-T Y.1540 (2002), *Servicio de comunicación de datos con protocolo Internet - Parámetros de calidad de funcionamiento relativos a la disponibilidad y la transferencia de paquetes de protocolo Internet.*
- [24] Recomendación UIT-T E.164 (1997), *Plan internacional de numeración de telecomunicaciones públicas.*

### 3 Abreviaturas y definiciones

#### 3.1 Abreviaturas/siglas

Se utilizan las siglas pertinentes de la Rec. UIT-T P.10 [1].

|        |   |
|--------|---|
| ATM    | Modo transferencia asíncrono ( <i>asynchronous transfer mode</i> )  |
| 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 soplométricamente) ( <i>echo to noise (psophometrically weighted) ratio</i> ) |
| IETF   | Grupo de tareas especiales de ingeniería en Internet ( <i>Internet engineering task force</i> )             |
| INMD   | Dispositivo de medidas en servicio no intrusivas ( <i>in-service non-intrusive measurement device</i> )     |
| IP     | Protocolo Internet ( <i>Internet protocol</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   |
| MIC    | Modulación por impulsos codificados   |
| MICDA  | Modulación por impulsos codificado diferencial adaptativa   |
| MOS    | Nota media de opinión ( <i>mean opinion score</i> )   |
| NLP    | Procesamiento no lineal ( <i>non linear processing</i> )  |
| OLR    | Índice de sonoridad global ( <i>overall loudness rating</i> )   |
| PLC    | Ocultamiento de pérdida de paquetes ( <i>packet loss concealment</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> )                            |
| RFC    | Petición de comentarios ( <i>request for comment</i> )  |
| RGT    | Red de gestión de las telecomunicaciones  |
| RLR    | Índice de sonoridad en recepción ( <i>receiving loudness rating</i> )                                       |
| r.m.s. | Valor cuadrático medio; valor eficaz ( <i>root mean square</i> )  |
| RNL    | Nivel de ruido de referencia ( <i>reference noise level</i> )   |
| RR     | Informe de receptor ( <i>receiver report</i> )  |
| RSAF   | 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> )   |

|        |  |
|--------|--|
| RTCP   | Protocolo de control de transferencia en tiempo real ( <i>real-time transfer control protocol</i> )  |
| RTP    | Protocolo de transferencia en tiempo real ( <i>real-time transfer protocol</i> )   |
| SLR    | Índice de sonoridad en emisión ( <i>sending loudness rating</i> )  |
| SNR(p) | Relación nivel señal vocal activa/ruido (ponderada somométricamente) ( <i>active speech level to noise (psophometrically weighted) ratio</i> ) |
| SR     | Informe de emisor ( <i>sender report</i> )   |
| STMR   | Índice de enmascaramiento para el efecto local ( <i>sidetone masking rating</i> )  |
| UDP    | Protocolo de datagrama de usuario ( <i>user datagram protocol</i> )  |
| VAD    | Detector de actividad vocal ( <i>voice activity detector</i> )   |
| VoIP   | Voz sobre el protocolo Internet ( <i>voice over Internet protocol</i> )  |

## 3.2 Definiciones

En esta Recomendación se definen los términos 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 INMD, este intervalo será diferente de la conversación simultánea que perciben ambas partes debido al retardo entre los puntos de terminación y el equipo de medición.

**3.2.2 eco:** En la Rec. UIT-T G.100 [2] se define el eco como una señal no deseada, retardada e insuficientemente atenuada hasta el punto 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 (Rec. UIT-T 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 medición de la señal vocal incidente y termina en el punto donde 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 cercano (FN, *far-to-near*):** Sentido de transmisión claramente especificado, con un extremo de un circuito etiquetado "distante" (F) y el otro extremo etiquetado "cercano" (N), en el que la transmisión va en el sentido de distante a cercano.

**3.2.7 tiempo de retención:** Duración de tiempo especificada que comienza con el fin de la emisión de palabras y termina al empezar las mediciones 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 cercano a distante (NF, *near-to-far*):** Sentido de transmisión claramente especificado, con un extremo de un circuito etiquetado "cercano" (N) y el otro extremo etiquetado "distante" (F), en el que la transmisión va en el sentido de cercano 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 pausa de la conversación.

El tema de las mediciones de señales de ruido impulsivo 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 puede ser clasificada como eco.

El eco para el hablante se define en la Rec. UIT-T 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 entre la conversación activa y el intervalo de medición total.

**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 parte del hablante.

**3.2.15 nivel vocal:** El nivel vocal activo se define en la Rec. UIT-T 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 locución y, por consiguiente, deben ser incluidas en una medición 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 medición del nivel vocal puesto que no contribuyen a la sonoridad subjetiva de la señal vocal. Cuando se excluyen esas pausas, se considera que la medición 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 locución):** Periodo de tiempo durante el cual están presentes las señales vocales debido al énfasis silábico.

#### **4 Requisitos de las interfaces**

Los dispositivos INMD de clases A, B y C (véase la cláusula 8) 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 operaciones (para el teleprocesamiento de los datos del INMD).

Los INMD de clase D (véase la cláusula 8) tienen interfaces IP para acceder a la señal que se ha de medir. En lo que atañe al transporte de datos, se utilizará para telecontrol del INMD (telecarga hacia el origen de escenarios de medición, telecarga hacia el destino de resultados de medición, teleprocesamiento de datos).

La principal diferencia entre los INMD de clases A, B y C por una parte y de clase D por otra parte, es que en el primer caso la señal es directamente accesible en un formato MIC, mientras que en el segundo caso es encapsulada dentro de paquetes y debe ser reconstruida.

Con los dispositivos INMD es posible 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 para los INMD de clases A, B y C**

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 UIT-T 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 para los INMD de clases A, B y C**

En la Rec. UIT-T M.3010 [7] se especifican los principios de las redes de gestión de las telecomunicaciones; y puede ser conveniente proporcionar interfaces que se conformen con ella.

##### **4.3 Interfaces para los INMD de clase D**

Las interfaces IP de los INMD de clase D pueden ser de diferentes clases, que incluyen Ethernet (hasta 1 Gbit/s) y ATM. Un INMD puede ser insertado en un enlace IP y comportarse como un conmutador IP, pero más bien se recomienda (por razones de seguridad) utilizar una representación del tráfico entrante y saliente en un puerto de datos dado de un determinado elemento de red para acceder a la información.

Las interfaces de transporte de datos pueden ser conformes a la Rec. UIT-T M.3010 para conectar el INMD con una RGT. Si no forma parte de una RGT, la comunicación con una estación de gestión centralizada se puede efectuar utilizando cualquier tecnología de transporte de datos.

##### **4.4 Reconstrucción de la señal para los INMD de clase D**

Con el fin de analizar correctamente el tren VoIP, o acceder a la señal de audio encapsulada, el tren de paquetes recibido en la interfaz IP debe ser reconstruido. Una representación fiel de este tren

sólo puede ser generada si se conoce el equipo específico (por ejemplo, cabecera) utilizado para terminar el enlace IP.

Esto significa que un INMD de clase D debería aplicar las siguientes funcionalidades:

- memoria intermedia de supresión de fluctuación de fase;
- decodificador de voz;
- generador de ruido de comodidad;
- proceso de ocultación de errores.

#### 4.4.1 Memoria intermedia de supresión de fluctuación de fase

Se debe realizar esta característica para simular el comportamiento de la terminación del enlace IP (una cabecera VoIP o un terminal IP nativo) confrontado al ritmo de llegada irregular de los paquetes IP. Se recomienda que, como mínimo, puedan ser configuradas las siguientes características de esta memoria intermedia, como se muestra en la figura 1, con el fin de adaptarse a los diferentes tipos de terminaciones:

- tamaño mínimo;
- tamaño máximo;
- el mecanismo de relleno (estático o dinámico, y qué tipo de dinámica).

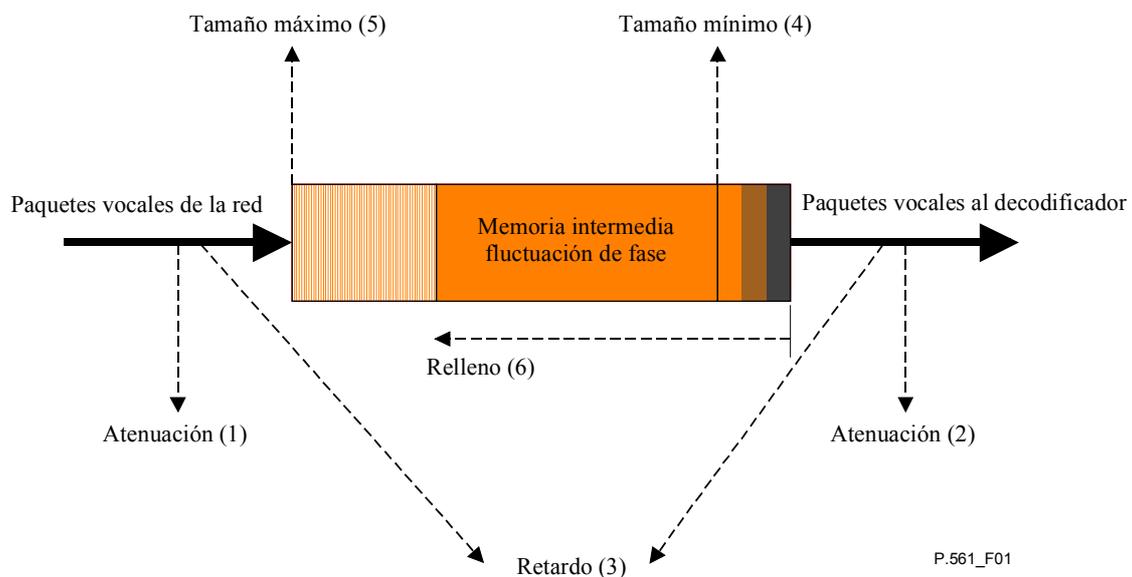


Figura 1/P.561 – Características de la memoria intermedia de fluctuación de fase

#### 4.4.2 Decodificador vocal

La identificación del codificador utilizado cuando se construyen los paquetes está contenida dentro de los encabezamientos de los paquetes RTP. El INMD debe ser capaz de aplicar un proceso de decodificación conforme a las normas internacionales para los siguientes tipos de codificadores:

- G.711 (ley A y ley  $\mu$ );
- G.723.1 (5,3 y 6,3 kbit/s);
- G.729 A y B;
- GSM 06-10, 06-20 y 06-60.

### 4.4.3 Generación de ruido de comodidad

Hay algunos esquemas de detección de actividad vocal asociados con algunos de los codificadores vocales normalizados indicados en 4.4.2. La información de si se aplican o no, está contenida dentro de los encabezamientos de los paquetes RTP. Por tanto, el INMD debe ser capaz de generar ruido de comodidad asociado con los VAD y en conformidad con las normas internacionales correspondientes.

### 4.4.4 Proceso de ocultación de errores

Algunos códecs normalizados no contienen un esquema de ocultamiento de pérdida de paquetes (PLC) IP incorporado, pero algunos algoritmos de ocultación de errores específicos han sido normalizados y pueden ser aplicados. Éste es el caso, por ejemplo para el códec G.711.

La información de si se aplican o no, está contenida dentro de los encabezamientos de paquetes RTP porque es un procesamiento que se produce en el nivel de decodificación. Sin embargo, como esta información puede ser conocida por otros medios (por ejemplo, sistema de información interno), el INMD debe ser capaz de aplicar todos los algoritmos PLC que cumplen las normas internacionales correspondientes.

## 5 Requisitos funcionales

Los requisitos funcionales de las interfaces funcionales dependen de si el acceso a la información de conexión se efectúa en un punto de acceso a la instalación o en el elemento de red de conmutación, cuando se hacen mediciones en conexiones conmutadas. 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 a partir del elemento de red que del INMD. De hecho, los elementos de red pueden ser las únicas fuentes convenientes 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 INMD de calidad vocal, hay funciones recomendadas y opcionales. Estas funciones se definen para cada conexión en particular.

### 5.1 Funciones de medición requeridas

Las funciones de medición requeridas para los INMD de clase A, B, C y D son las siguientes:

#### Caracterización de la señal vocal y del ruido

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

#### Caracterización del eco

- retardo del trayecto de eco de la voz (mediciones de reflexiones simples o múltiples);

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

- atenuación del eco (mediciones de reflexiones simples o múltiples);
- atenuación del trayecto de eco (mediciones de reflexiones simples o múltiples);
- atenuación del trayecto de eco de la voz (mediciones 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 medición 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 mediciones de atenuación del eco se ajustan a la Rec. UIT-T 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 los llamantes. Es necesario continuar los trabajos para confirmarlo. Quizás en algunas conexiones no se puedan efectuar las tres mediciones. Cuando se comparen resultados, entre diferentes INMD, se debe tener cuidado de utilizar la definición de medición del eco correcta. Para una evaluación completa de la calidad del trayecto de eco se recomienda medir los tres parámetros de atenuación del eco.

Para los INMD de clase D se requieren funciones de medición suplementarias relacionadas con el análisis del protocolo de transferencia en tiempo real (RTP):

- **Variación de retardo de paquetes IP de 1 punto**
- **Proporción de pérdida de paquetes IP**

## **5.2 Funciones opcionales**

Las funciones opcionales son las siguientes (la lista no es exhaustiva):

- 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 especializados);
- 6) mediciones de las características de DS1;
- 7) nivel de ruido plano de 3 kHz;
- 8) mediciones de disposición de conexión;
- 9) análisis de datos e informes;
- 10) recorte por saturación;
- 11) intervalo de medición;
- 12) conversación simultánea;
- 13) recorte frontal (mutilación);
- 14) transmisión unidireccional;
- 15) diafonía;
- 16) atenuación para la estabilidad;
- 17) distorsión.
- 18) calidad vocal en un solo extremo;
- 19) retardo de ida y vuelta IP;
- 20) conectividad unidireccional IP;
- 21) paquetes IP fuera de orden;
- 22) esquema de pérdida de paquetes IP;

- 23) tipo y configuración del codificador vocal;
- 24) cantidad de datos transmitidos en paquetes IP;
- 25) descriptores de llegada de paquetes.

Las funciones 1) a 6) contienen información de conexión a la que se puede acceder a través de la instalación 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 operaciones independiente que interconecta con el INMD. En la cláusula 7 se describe la medición o registro de los valores funcionales opcionales. Estas funciones opcionales son útiles para localizar y analizar anomalías de red.

Las funciones 19) a 25) se relacionan con IP y sólo pueden ser aplicadas en un INMD de clase D.

## **6 Descripción de las funciones de medición requeridas**

Las mediciones requeridas se efectúan en un circuito durante el estado de señal vocal presente. Dichas mediciones no se deben iniciar antes de que hayan transcurrido dos segundos desde el comienzo de la conversación. 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 cercano a distante y su señal reflejada correlacionada que se propaga en el sentido de transmisión distante a cercano y viceversa.

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 mediciones con muestras o tiempo de integración insuficientes, o que rebasan la gama de funcionamiento del INMD, se han de notificar como tales. En los cuadros 1 y 2 se indican las especificaciones de medición del INMD para la gama, precisión y resolución de la medición. Dichas mediciones se definen únicamente en esta Recomendación y no se deben confundir con las mediciones fuera de servicio definidas en otras Recomendaciones.

### **6.1 Mediciones 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 medición, es necesario clasificar la señal para determinar si el circuito se encuentra en el estado de señal vocal presente. 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 INMD son similares a los de los equipos DCME. En la Rec. UIT-T G.763 [8], figuran indicaciones para la clasificación de datos/señales vocales para los equipos DCME. Los INMD se han de atener a estas recomendaciones.

El circuito en reposo se puede clasificar como un circuito por el que se transmite un tren de  $\pm 1$  para la ley A (D5/55 alterno) y de  $\pm 0$  para la ley  $\mu$  (FF/7F alterno) [17].

### **6.1.2 Medición 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 mediciones 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 mediciones se calculan por muestreo o integrando la señal vocal activa. Esta definición concuerda con la definición de nivel vocal activo de la Rec. UIT-T P.56 [3].

El método B descrito en la Rec. UIT-T P.56 [3] no proporciona una orientación para la medición de la señal vocal con nivel de ruido elevado o cuando está presente la señal vocal reflejada. Las mediciones en estas condiciones requieren ulterior estudio.

### **6.1.3 Intervalo de medición del nivel vocal**

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

Si se mide una señal vocal activa de menos de 20 segundos, se debe informar que la fiabilidad del resultado 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 medición, 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 interpretar otras mediciones. Sin embargo, dado que las mediciones del factor de actividad de las señales vocales utilizan tiempos de retención, se debe tener cuidado al relacionar esta medición con el factor de actividad real del material de conversación de origen.

## **6.2 Medición 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 conversación correspondientes a los intervalos de escucha en el otro sentido de transmisión.

Alternativamente, también se pueden efectuar mediciones 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 para satisfacer los requisitos de precisión en la medición del ruido, o que se utilizan otras técnicas para suprimir el eco del valor de medición del ruido.

### **6.2.1 Nivel de ruido (ponderación sofométrica)**

La ponderación sofométrica se especifica en la Rec. UIT-T G.223 [9]<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> En la Rec. UIT-T G.223 [9] se definen las ponderaciones sofométricas y en la Rec. UIT-T G.212 [10] se define el nivel de ruido sofométrico.

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

### **6.2.2 Intervalo de medición del nivel de ruido**

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

### **6.2.3 Clasificación y medición del ruido no estacionario**

Se están estudiando técnicas para la clasificación y medición 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 actuales en este campo.

## **6.3 Medición 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 transmisión y emisiones de la señal vocal reflejada durante los correspondientes intervalos de escucha en el sentido recepción de la comunicación. No se deben efectuar mediciones durante los intervalos de pausa de la conversación.

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 mediciones 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 mediciones, y no excluyen otros métodos para calcular la atenuación del eco o el retardo del trayecto de eco de la voz.

### **6.3.1 Medición del retardo del trayecto de eco de la voz**

Los INMD deben ser capaces de detectar uno o múltiples trayectos de eco.

#### **6.3.1.1 Reflexiones simples**

El retardo del trayecto de eco de la voz será igual al valor desde la referencia cero en el punto de medición hasta la amplitud absoluta máxima 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 valor desde la referencia cero en el punto de medición hasta la amplitud absoluta máxima de la respuesta impulsiva en el dominio del tiempo del trayecto de eco.

Los INMD han de ser capaces de diferenciar entre reflexiones que están separadas por 10 ms o más.

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

Para los INMD, existen actualmente dos técnicas de medición conocidas del retardo del trayecto de eco de la voz: el análisis mediante correlación y el análisis mediante filtro adaptable. Es probable que cada técnica sea apropiada para una diferente gama de valores. En el apéndice I figura una breve presentación de ambas técnicas.

### **6.3.2 Medición 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 Rec. UIT-T 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 hallado que, en un gran número de muestras 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 en frecuencia ponderada del trayecto de eco.

#### **6.3.2.2 Reflexiones múltiples**

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

### **6.3.3 Medición 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 en frecuencia no ponderada para esa reflexión.

### **6.3.4 Medición 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.

## **6.4 Mediciones del protocolo IP**

### **6.4.1 Medición de variación del retardo IP**

Esta característica se conoce también como fluctuación de fase.

Es una característica específica de las redes IP, definida en la Rec. UIT-T Y.1540 [23], que corresponde a la variación del tiempo de transmisión de paquetes RTP/UDP/IP y se interpreta generalmente como la desviación típica del tiempo de transmisión medio (aunque los dispositivos de medición también pueden dar información sobre la desviación máxima, o estadística en el 95% de las mediciones más próximas al retardo medio, etc.). Se mide desde una derivación de la medición de los intervalos entre los tiempos de llegada de los paquetes (fluctuación de un punto).

Si la medición se efectúa dentro de un terminal IP (una cabecera, o un teléfono IP, etc.), se producirá antes del proceso de sincronización efectuado por la memoria intermedia de supresión de fluctuación de fase en el terminal.

La variación del retardo IP se expresa en milisegundos.

## 6.4.2 Medición de la proporción de pérdida de paquetes IP

La proporción de pérdida de paquetes IP, definida en la Rec. UIT-T Y.1540 [23], es la relación entre el total de paquetes IP perdidos y el total de paquetes IP transmitidos en una población de interés. Se expresa en porcentaje.

Se puede denominar también pérdida de paquetes unidireccional (véase IETF RFC 2680).

Para medir la pérdida de paquetes debida a congestiones o la expiración de la vida (TTL, *time to live*) de los paquetes, éstos deben ser analizados a la entrada del dispositivo donde se efectúa la medición. Si el objetivo es evaluar la pérdida total de paquetes, causada por la red y el dispositivo (por ejemplo, los paquetes pueden ser descartados por una memoria intermedia de fluctuación de fase), los paquetes deben ser analizados antes de ser decodificados.

En el caso específico de una medición en un nivel de terminal IP, otra posibilidad de estimar la tasa total de pérdidas de paquetes es conocer la proporción de paquetes llegados fuera de orden y su retardo suplementario individual (o fluctuación de fase). Junto con las características (profundidad y dinámica) de la memoria intermedia de fluctuación de fase del terminal, esta información es potencialmente suficiente para conocer cuántos paquetes serán descartados por la memoria intermedia.

La tasa de pérdida de paquetes se puede medir como un valor medio durante un intervalo determinado o en toda una conversación. Asimismo también sería interesante disponer de estadísticas suplementarias sobre la distribución de la pérdida de paquete (véase 7.22 sobre el esquema de pérdida de paquetes).

## 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 ser ejecutadas una vez que se ha tomado el circuito para la conexión (indicación de descolgado). Es posible medir y notificar algunos o todos estos parámetros por cada opción de usuario. A continuación se indican aplicaciones y enfoques típicos de estas funciones. La especificación detallada de las mismas puede variar, y no forma parte de la presente Recomendación.

### 7.1 Números de dirección del origen y del destino

Para los INMD de clase A, B o C con acceso a una instalación, las direcciones del origen y del destino (formato E.164 [24]) son decodificadas a partir de la información de señalización asociada con el canal que se observa. Para los INMD de clase A, B y C con acceso a un conmutador, esta información se obtiene a través de la interfaz de datos del procesador del conmutador. Esta información es útil 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.

Para los INMD de clase D, no sólo se dispone de las cifras E.164, sino también de las direcciones IP y números de puerto de los extremos de la parte IP del trayecto. En el caso de un tránsito IP entre redes telefónicas públicas conmutadas, la dirección IP será igual para todas las llamadas (es decir, la de la cabecera). Esta información puede ser decodificada a partir del análisis de los paquetes del protocolo de señalización de los encabezamientos de los paquetes RTP.

Se recomienda en general que los dispositivos de medición indiquen todas las cifras de los números telefónicos, aunque por motivos de seguridad y de privacidad, pueden dar también solamente los primeros números (el indicativo de país o de zona).

## **7.2 Identificación de la instalación o del circuito.**

Para los dispositivos INMD que acceden 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 múltiplex) o el código de par o de canal (para instalaciones de un solo canal). El INMD puede estar cargado con esta información en el momento del acceso puenteado. 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 determinado elemento de red o circuito.

## **7.3 Tiempo y duración de la conexión**

El tiempo 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 los instantes de conexión y de desconexión. Para los INMD que se conectan a una instalación, esta información suele ser decodificada 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 esquemas. Esa información es de utilidad como información de tráfico. Además, esta clasificación será necesaria para medir los parámetros de disposición de conexión y de datos que han de ser tratados en las futuras normas sobre los INMD.

## **7.5 Identificación del cliente**

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

## **7.6 Mediciones de las características de DS1**

Para una conexión por una interfaz DS1, las mediciones 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 mediciones 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 mediciones de calidad de funcionamiento de los INMD con las características DS1 observadas. Esto permite 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, salvo 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 utilizan técnicas digitales de procesamiento de la señal, se filtra cualquier componente de corriente continua (DC, *direct current*). Las mediciones de ruido de 3 kHz son útiles para correlacionar el nivel de ruido sofométrico, con el fin de determinar el tipo y el contenido espectral del ruido presente en el circuito.

### **7.8 Mediciones de la disposición de conexión**

Estas mediciones 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 podría incluir, por ejemplo, "respondido", "ocupado" y "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 medición**

El registro del intervalo en el cual se han tomado las mediciones permite supervisar la coherencia de las mediciones del INMD con diferentes intervalos de medición. Es posible determinar así intervalos de medición óptimos, aunque esto hay que hacerlo, por lo general, 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 cualquier motivo, 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 por parte del cliente.

La condición de conversación simultánea puede ser informada como un porcentaje del intervalo de medición. Quizá sean apropiadas otras mediciones 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 excede temporalmente del 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 de 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 conectadas genuinamente (por ejemplo, cuando un usuario está escuchando una grabación) y la probabilidad de esta situación se tendrá en cuenta para decidir si la aparente transmisión en un sentido se clasifica o no como una avería.

#### **7.15 Diafonía**

Se considera que hay diafonía en una conexión cuando en la misma se oye 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 tridireccionales.

#### **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 (Rec. UIT-T G.100 [2]).

#### **7.17 Distorsión**

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

#### **7.18 Calidad vocal en un extremo**

Esta medida se define como la calidad vocal percibida de la conexión, en un solo sentido, desde la terminación emisora (por ejemplo, el terminal) hasta el punto de intercepción. La medida debería producir una predicción de la calidad recibida en una escala MOS.

Queda en estudio la normalización de esta medida.

#### **7.19 Retardo de ida y vuelta IP**

El retardo de ida y vuelta desde un origen dado a un destino dado corresponde con la siguiente situación: el origen envió el primer bit de un paquete al destino en un instante  $T$  dado, el destino recibió ese paquete, inmediatamente envió un paquete del mismo tipo devuelto al origen, y el origen recibió el último bit de ese paquete en un instante  $T+\delta T$ .  $\delta T$  corresponde con el retardo de ida y retorno.

Si los terminales IP que participan en las comunicaciones supervisados por un dispositivo de medición sin intrusión emplean el protocolo RTCP para compartir la información sobre la calidad del enlace, esta información puede ser utilizada para la medición del retardo de ida y retorno, que es la duración entre el instante cuando un terminal envía un ticket RTCP (SR) y el instante cuando recibe una respuesta del terminal del extremo distante (RR).

Advertencia: Los retardo de transmisión en redes IP no son simétricos. Por tanto, no es exacto considerar que un retardo unidireccional en cualquier sentido es igual a la mitad del retardo de ida y retorno.

## **7.20 Conectividad unidireccional IP**

La conectividad es el elemento básico a partir del cual se establece la Internet. Por consiguiente, las mediciones que determinan si los pares de anfitriones (direcciones IP) pueden alcanzarse entre sí debe formar parte de la base de una serie de mediciones. Varias de éstas se definen en IETF RFC 2678, algunas de las cuales sirven principalmente como bloques de construcción para las otras.

## **7.21 Paquete IP fuera de orden**

Como un complemento a la proporción de pérdida de paquetes IP, las estadísticas del orden de llegada de paquetes IP pueden ser útiles para estimar la calidad de un enlace.

## **7.22 Esquema de pérdida de paquetes IP**

Internet presenta ciertos tipos específicos de comportamiento (por ejemplo pérdida de paquetes en ráfaga) que pueden determinar la calidad de funcionamiento vista por los usuarios así como por los operadores. El esquema de pérdida, o distribución de pérdida, es un parámetro esencial que determina la calidad de funcionamiento observada por los usuarios para ciertas aplicaciones en tiempo real, tales como voz y vídeo en paquetes. Para la misma tasa de pérdida, dos distribuciones de pérdida diferentes podrían producir posiblemente percepciones muy diferentes de la calidad de funcionamiento. Utilizando las medidas de pérdida básicas definida en RFC 2680, el IETF está trabajando en la definición de dos medidas derivadas, "distancia de pérdida" y "periodo de pérdida", y las estadísticas asociadas que juntas recopilan los esquemas de pérdida experimentados.

Ejemplos de estas estadísticas son: el número de periodos de tiempo (por ejemplo, un s largo) con una tasa de pérdida de paquetes más alta que  $x$  veces el valor medio global, el número y la ubicación en el tiempo de ráfagas de más de  $x$  paquetes perdidos consecutivamente, etc.

## **7.23 Tipo y configuración del codificador vocal**

Los protocolos de señalización en comunicaciones IP transportan la siguiente información para el proceso de decodificación a la salida de la parte IP del tránsito:

- el tipo de codificador vocal (generalmente negociado antes de la conexión, pero que es probable que cambie durante la misma, y codificado así en todos los encabezamientos de paquetes RTP): nombre y velocidad binaria normalizados;
- si se ha realizado una detección de silencio (o un VAD) durante la codificación y requiere la generación de ruido de comodidad en la decodificación.

Estos parámetros (y sus posibles cambios temporales) deben ser dados para cada comunicación en ambos sentidos de transmisión (porque en las redes de paquetes es posible utilizar codificadores diferentes en los dos sentidos de una comunicación).

## **7.24 Cantidad de datos transmitidos en paquetes IP**

En el caso de comunicaciones en IP que utilizan un esquema de detección de silencio a la entrada de la parte IP del trayecto, la velocidad de datos variará en función del tiempo porque la información será transmitida solamente durante los periodos de conversación activa. El dispositivo de medición puede contar el número de tramas (o bytes) de voz recibidos en ambos sentidos, e informarlo). La relación entre este valor y la cantidad teórica de datos enviados durante la llamada a la velocidad de codificación nominal dará una estimación adecuada del factor de actividad vocal sin tener que analizar la propia señal vocal.

## 7.25 Descriptores de llegada de paquetes

Para facilitar otras descripciones de la calidad de funcionamiento IP, se proporcionará alguna información de bajo nivel. Esta información se requiere para algunas de las mediciones descritas anteriormente, por lo que no introduce ningún otro requisito de procesamiento. La información proporcionada será la siguiente:

- tiempo de llegada de paquetes con una resolución de 1 ms;
- número de secuencia RTP definido en RFC 1889;
- indicación de tiempo RTP definida en RFC 1889.

## 8 Requisitos para la ejecución de mediciones

A continuación figuran los requisitos mínimos necesarios para la verificación de las funciones de medición requeridas en la cláusula 5. Dichos requisitos se dividen en cuatro clases<sup>2</sup> de INMD para el funcionamiento en redes nacionales, internacionales y en redes no lineales y/o que no varían en función del tiempo.

Clase A: Limitados a la medición de rutas de poco retardo, con conmutación de circuitos, que sólo contienen 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 con conmutación de circuitos, de retardo moderado, que incluyen dispositivos de control de eco.

Clase C: Para uso en redes con conmutación de circuitos, de gran retardo, que pueden incluir dispositivos de procesamiento de la señal, tales como dispositivos de control de eco y de compresión de la señal vocal (por ejemplo, DCME y MICDA), que incorporan codificación de la forma de onda (no predictiva) pero no incluyen codificadores de la voz (por ejemplo, LPC).

Clase D: Para uso en redes con conmutación de paquetes, de gran retardo, que pueden incluir dispositivos de procesamiento de señales, tales como control de eco y compresión vocal, posiblemente no lineales y variables en el tiempo.

En los cuadros 1 y 2 figuran las gamas de funcionamiento y la precisión para cada medición.

NOTA – En esta Recomendación se indican los valores correspondientes a los niveles de las señales de voz y de ruido como niveles absolutos, utilizando las unidades dBm y dBmp. Estos niveles se aplican directamente en puntos de medición que presentan un nivel relativo de 0 dB<sub>r</sub>, es decir, los niveles son los mismos cuando se expresan como dBm<sub>0</sub> y dBm<sub>0p</sub>. Los INMD pueden indicar los valores en estas unidades, si se desea.

### 8.1 Descripción de las diferentes clases

#### 8.1.1 Clase A – Redes con conmutación de circuitos locales (nacionales para muchos países)

Se especifica un dispositivo de clase A para uso 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 medición. Se prevé que las conexiones estén formadas únicamente por conexiones analógicas a 64 kbit/s (es decir, ningún códec de baja velocidad binaria) y ningún dispositivo de control de eco.

---

<sup>2</sup> 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.

### **Requisitos adicionales para los dispositivos de clase A**

- Si un dispositivo puede efectuar mediciones precisas fuera de las gamas especificadas, se puede informar el resultado. Se debe utilizar un código por defecto cuando la medición está fuera de la precisión prescrita.

Como otra posibilidad:

- Si el retardo del trayecto de eco de la voz supervisado es superior a 50 ms, el INMD debe emitir un código por defecto para indicar 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 INMD debe emitir un código por defecto para indicar que la atenuación del eco/atenuación del trayecto de eco/atenuación del trayecto de eco de la voz es superior a 25 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 INMD debe emitir un código por defecto para indicar que el nivel de ruido es superior a  $-40$  dBmp.

### **8.1.2 Clase B – Redes con conmutación de circuitos con retardo medio**

Se especifica un INMD de clase B para uso en rutas de retardo medio, con un retardo de ida y vuelta de hasta 150 ms. En el cuadro 1 se especifican las gamas de medición. Se espera que estas rutas incluyan dispositivos de control de eco, tales como compensadores de eco.

### **Requisitos adicionales para los dispositivos de clase B**

- Si un dispositivo puede efectuar mediciones precisas fuera de las gamas especificadas, se puede informar el resultado. Se debe utilizar un código por defecto cuando la medición está fuera de la precisión prescrita.

Como otra posibilidad:

- 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 para indicar 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 para indicar 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 para indicar 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 para indicar 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 para indicar 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 el eco está presente.

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 conmutación de circuitos con retardo largo**

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

NOTA – Los usuarios deben tener presente que aunque 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 Rec. UIT-T G.114 no es aceptable un tiempo de transmisión de ida y vuelta superior a 800 ms en llamadas internacionales.

#### **Requisitos adicionales para los dispositivos de clase C**

- Si un dispositivo puede efectuar mediciones precisas fuera de las gamas especificadas, se puede informar el resultado. Se debe utilizar un código por defecto cuando la medición está fuera de la precisión prescrita.

Como otra posibilidad:

- 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 para indicar 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 para indicar 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 para indicar 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 para indicar 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 para indicar 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 el eco está presente.

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 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 tanto todas las mediciones serán menos precisas.
- Si el dispositivo DCME funciona junto con un compensador de eco, el INMD debe informar las mediciones especificadas para compensadores de eco.
- El nivel de ruido medido se verá afectado por el ruido de comodidad insertado por el equipo DCME. El INMD debe indicar el nivel de ruido detectado.

### **8.1.4 Clase D – Redes con conmutación de paquetes**

La clase D, que se dejó en estudio en la versión de 1996 de esta Recomendación, trata de la nueva generación de INMD que pueden ser conectados a redes IP.

Los INMD de la clase D están especificados para uso en rutas con retardo más largo, que tienen un retardo de ida y vuelta de hasta 1000 ms. En el cuadro 1 se muestra la especificación para las gamas de medición.

NOTA – Los usuarios deben tener en cuenta que aunque de acuerdo con la Rec. UIT-T G.114 un dispositivo clase D puede medir retardos del trayecto del eco de hasta 1000 ms (o más), un retardo de transmisión de ida y vuelta superior a 800 ms no es aceptable en llamadas internacionales.

#### **Requisitos adicionales para el dispositivo de clase D**

- Un dispositivo clase D no sólo funciona en un tipo de red diferente y específico, sino que debería también informar los resultados de mediciones de parámetros específicos para las redes con conmutación de paquetes indicadas en la cláusula 7.
- Si un dispositivo puede medir con exactitud más allá de las gamas especificadas, el resultado puede ser informado. Se debe utilizar un código por defecto cuando no está dentro de la exactitud prescrita.

Como otra posibilidad:

- Si el retardo del trayecto del eco de las conversaciones supervisadas es superior a 1000 ms, el INMD debe emitir un código por defecto para indicar que el retardo del trayecto del eco de la conversación es superior a 1000 ms.
- Si la atenuación de eco/la atenuación del trayecto del eco/la atenuación del eco de la conversación supervisadas es superior a 45 dB, el INMD debe emitir un código por defecto para indicar que estas atenuaciones son superiores a 45 dB.
- Si el nivel de conversación supervisado es inferior a  $-35$  dBm, el INMD debe emitir un código por defecto para indicar que dicho nivel vocal es inferior a  $-35$  dBm.
- Si el nivel de ruido supervisado es superior a  $-40$  dBmp, el INMD debe emitir un código por defecto para indicar que dicho nivel de ruido es superior a  $-40$  dBmp.

#### **Especificación para conexiones que contienen compensadores de eco**

- Si el compensador de eco está funcionando correctamente, el INMD debe emitir un código por defecto para indicar que la atenuación de eco/la atenuación del trayecto del eco/la atenuación del eco de la conversación es superior a 45 dB.
- Si el compensador de eco no puede suprimir completamente el eco, el sistema debería:
  - i) medir la atenuación de eco/la atenuación del trayecto del eco/la atenuación del eco de la conversación y el retardo; y
  - ii) indicar que el eco está presente.

El inciso i) no es el más deseable; sin embargo, la señal devuelta puede estar suficientemente distorsionada de modo que no es posible ya una medición exacta del eco y del retardo. En estos casos, el inciso ii) es aceptable.

### Especificación para conexiones que contienen DCME

- El INMD debe informar la atenuación de eco medida/la atenuación del trayecto del eco/la atenuación del eco de la conversación y el retardo del trayecto del eco de la conversación. La señal de eco puede ser degradada por el recorte o por la codificación a baja velocidad binaria y en consecuencia cualquier medición será menos exacta.
- Si el DCME está funcionando junto con un compensador de eco, el INMD debe informar las mediciones especificadas para los compensadores de eco.
- El nivel de ruido medido será afectado por el ruido de conformidad insertado por el DCME. El INMD debe informar el nivel de ruido detectado.

### 8.2 Especificación de la medición

Véanse los cuadros 1 y 2.

### 8.3 Requisitos de precisión

Para una medición, la diferencia entre la medición de referencia (utilizada para calibrar el circuito de prueba) y la medición del INMD no deberá exceder de  $\pm 2$ . Esto se define en la ecuación (8-1).

$$\text{Precisión} = \text{medición\_del\_INMD} - \text{medición\_de\_REFERENCIA} \quad (8-1)$$

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.

**Cuadro 1/P.561 – Especificaciones de medición de INMD de las clases A, B, C y D**

| Medición  | Gama                |           | Precisión media (nota 2) | Resolución (nota 4) |
|---|---------------------|-----------|--------------------------|---------------------|
|   | Inferior            | Superior  |                          |                     |
| Nivel vocal activo (dBm) (nota 1)                       | -35<br>-14,9        | -15<br>0  | $\pm 0,3$<br>$\pm 0,3$   | 0,1<br>0,1          |
| Factor de actividad vocal (porcentaje) (nota 5)         | 0                   | 100       |                          | 0,1                 |
| Nivel de ruido (dBmp)                                   | -70                 | -40       | $\pm 0,3$                | 0,1                 |
| Atenuación del eco (dB)                                 | A <sup>a)</sup>     | 6<br>25   | $\pm 0,3$                | 0,1                 |
| Atenuación del trayecto de eco (dB)                     | B <sup>a)</sup>     | 6<br>35   | $\pm 0,3$                | 0,1                 |
| Atenuación del trayecto de eco de la voz (dB) (nota 3)) | C y D <sup>a)</sup> | 6<br>45   | $\pm 0,3$                | 0,1                 |
| Retardo del trayecto de eco de la voz (ms) (nota 3)     | A <sup>a)</sup>     | 0<br>50   | $\pm 0,3$                | 0,1                 |
|   | B <sup>a)</sup>     | 0<br>150  | $\pm 0,3$                | 0,1                 |
|   | C y D <sup>a)</sup> | 0<br>1000 | $\pm 0,3$                | 0,1                 |

### Cuadro 1/P.561 – Especificaciones de medición de INMD de las clases A, B, C y D

a) Se refiere a las diferentes clases de dispositivo.

NOTA 1 – Los niveles vocales activos superiores a  $-15$  dBm pueden causar saturación en las conexiones digitales, es decir, ley A o ley  $\mu$ . Quizás sea necesario revisar el requisito de precisión de  $\pm 0,3$  si la medición de referencia no está limitada por un códec digital.

Para mediciones en una conexión analógica, el convertidor analógico a digital del dispositivo INMD puede causar saturación.

NOTA 2 – La diferencia entre la medición de referencia y una medición que se efectúa una sola vez no ha de exceder de  $\pm 2$  dB (o  $\pm 2$  ms).

NOTA 3 – Los límites superiores de las gamas de medición 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 cercano, el índice de sonoridad de eco para el hablante (TELR, *talker echo loudness rating*) dado por:

TELR = (Límite superior de la gama de atenuación del trayecto de eco (EPL, *echo path loss*) + índice de sonoridad en emisión (SLR, *send loudness rating*) lado cercano + índice de sonoridad en recepción (RLR, *receiving loudness rating*) del extremo próximo).

TELR = (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, *overall mean one way transmission time*) dado por:

OMOTT = (Límite superior de la gama de retardo del trayecto de eco (EPD, *echo path delay*) + 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 INMD de la clase correspondiente tengan en cuenta cualquier conexión de usuario final a la red nacional regida por la especificación de esta clase.

NOTA 4 – Se necesita una resolución de 0,1 para satisfacer la precisión media de  $\pm 0,3$ . Para notificar mediciones, es aceptable una resolución mayor, de 1 ó 0,5.

NOTA 5 – La precisión y resolución quedan en ulterior estudio.

Además, para cada medición con un dispositivo INMD, la media de las precisiones para cada medición 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 mediciones 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  $\pm 0,3$ .

**Cuadro 2/P.561 – Especificación de los 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 |
| NOTA 1 – N) El dispositivo INMD no está especificado para funcionar con este equipo en el circuito. |  |   |   |
| NOTA 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 mediciones darán un resultado para cada parámetro. El resultado de la media en todos los circuitos debe ser mejor que el 60%.

#### **8.4 Descripción de los circuitos de referencia**

Se definen tres circuitos de referencia para probar las distintas clases de INMD. Los circuitos se diseñaron 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 2 se diseñó de manera que el INMD con una interfaz digital esté conectado a los puntos A y B. Los códecs son ley  $\mu$  o ley A, dependiendo de si el equipo está especificado para funcionar en circuitos T1 o E1.

##### **8.4.1.1 Señal vocal cercana y distante**

Las señales vocales cercana y distante son conversaciones bidireccionales grabadas digitalmente en un ambiente de fondo en reposo. En el anexo A se especifica el método para producir el 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 cercano y ruido distante (N1 y N2)**

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

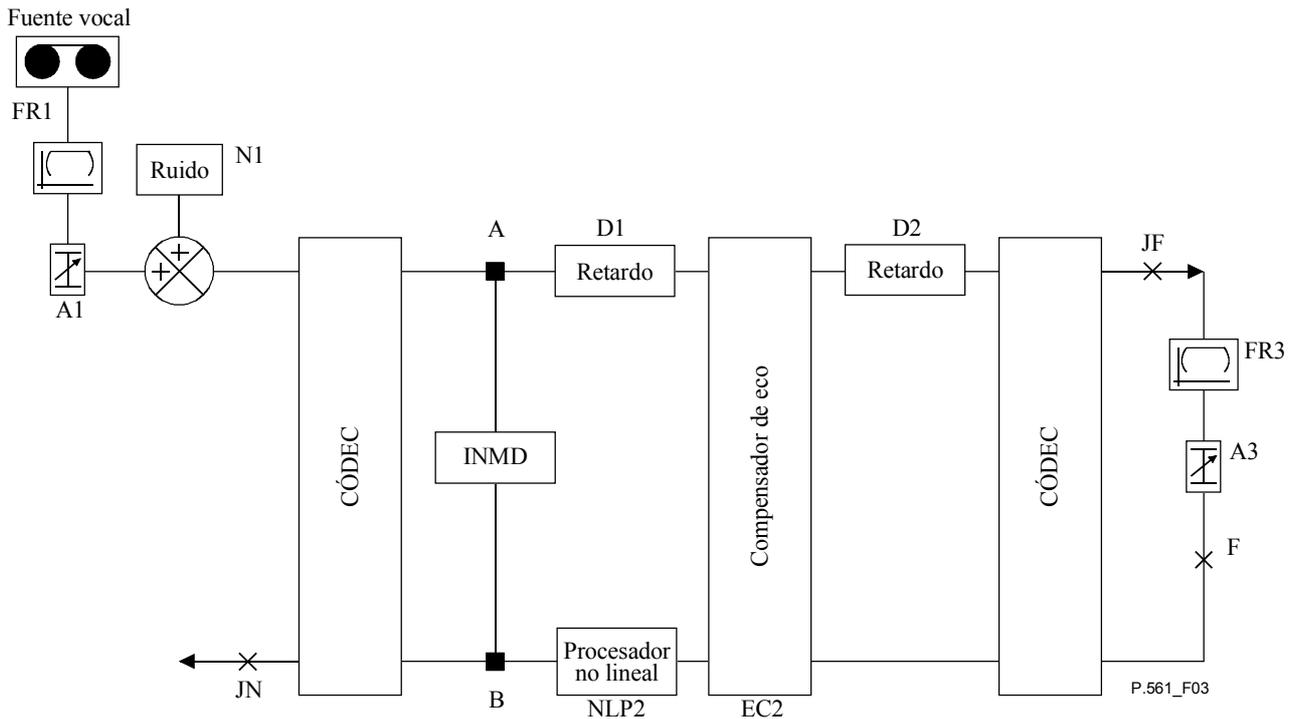
Para un circuito de referencia analógico, las fuentes de ruido cercano y distante son el ruido blanco aleatorio y plano limitado a una banda de 3 kHz. En la Rec. UIT-T G.712 [14] se especifica el filtro que limita la banda.

##### **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.



### 8.4.2 Circuito de referencia N.º 2



**Figura 3/P.561 – Circuito de referencia N.º 2, para condiciones de prueba con compensador de eco**

La figura 3 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 2. El retardo se divide en dos contribuciones: D1 y D2. D1 representa un retardo de transmisión, mientras 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 3 con la excepción del par de equipos DCME que se incluyen a la derecha de los puntos A y B.

## 8.5 Mediciones de referencia

La resolución de todas las mediciones 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 2 estén desconectados, ambos lados del conector o de los conectores desconectados están terminados en 600 ohms. Todas las mediciones analógicas se efectúan como mediciones 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 medición vocal de referencia puede variar como máximo 1 dB con respecto al nivel establecido en la cláusula 9. |
| Nivel de ruido:                           | Cada medición de referencia puede variar como máximo 0,5 dB con respecto al nivel establecido en la cláusula 9.     |
| Atenuación del eco:                       | Cada medición de referencia puede variar como máximo 0,5 dB con respecto al nivel establecido en la cláusula 9.     |
| Atenuación del trayecto de eco:           | Cada medición 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 medición de referencia puede variar como máximo 2 dB con respecto al nivel establecido en la cláusula 9.       |
| Retardo del trayecto de eco:              | Cada medición de referencia puede variar como máximo 0,5 ms con respecto al nivel establecido en la cláusula 9.     |

### **8.5.1 Mediciones analógicas y digitales**

En un INMD conectado por un punto digital, su gama de funcionamiento estará regida por el códec, a diferencia del equipo de medición analógico. Esto puede ocasionar diferencias en los resultados para niveles vocales altos (superiores a  $-15$  dBm) ya que el INMD puede medir una señal PCM recortada a causa de la saturación (ley A o ley  $\mu$ ) 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 mediciones 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  $\mu$  tendrá en cuenta el fenómeno de recorte. La caracterización digital de las señales resultantes será la referencia.

### **8.5.2 Nivel vocal de referencia (RSL)**

Las mediciones 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 Rec. UIT-T P.56 [3]. Se recomienda utilizar como referencia el soporte lógico de la Rec. UIT-T P.56 en la Rec. UIT-T G.191 [18].

### **8.5.3 Nivel de ruido de referencia (RNL)**

Las mediciones 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 Rec. UIT-T O.41 [15].

### **8.5.4 Factor de actividad vocal de referencia (RSAF)**

Las mediciones del nivel vocal de referencia se hacen con las fuentes de ruido y los trayectos de eco (JN y JF) desconectados. Se estudiará más adelante una referencia adecuada para el factor de actividad vocal. No obstante, el programa (soporte lógico) de la Rec. UIT-T P.56 se puede utilizar en la Rec. UIT-T G.191 como guía para las mediciones con los 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 Rec. UIT-T G.122 [4]. Según la figura 2, la REL cercano 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 2, la REPL cercano 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 cercano 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 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 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 cercano 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 cercano termina también en 600 ohms en JN y los dos generadores de retardo deben estar ajustados de modo que no ocasionen ningún retardo. Se reproduce así cada uno de los segmentos vocales cercanos, en tanto que las mediciones del nivel vocal se efectúan utilizando un algoritmo que cumple los requisitos del método B de la Rec. UIT-T 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 medición 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 medición del nivel vocal. El amplificador utilizado debe proporcionar una ganancia lineal entre 0 y 4000 Hz.

La RSEPL distante a cercano se mide invirtiendo esta disposición.

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

Actualmente se estudian métodos de medición 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 clases A, B y C**

A continuación se examinan las condiciones de las pruebas para dispositivos de las clases A, B y C. Las pruebas para dispositivos de clase D quedan en estudio.

## 9.1 Diseño de la prueba

La prueba se debe diseñar para:

- 1) probar todos los parámetros en los límites de su gama;
- 2) probar 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) minimizar el número de pruebas para efectuar 1) y 2).

## 9.2 Mediciones múltiples

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

Cada condición de cada prueba se repetirá al menos tres veces para cada conversación (con el fin de disponer de un número de mediciones 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 siguientes condiciones. Los circuitos de prueba han de ser simétricos (es decir, deben tener las mismas condiciones en los extremos cercano y distante) para las condiciones que figuran en el cuadro 3 y asimétricos para las condiciones que figuran en el cuadro 4. Se debe utilizar 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 <sup>a)</sup> |
|----------|-------------------|-----------------------|-------------------------------------|--------|--------|--|---|
| 1        | -32               | -52                   | 10                                  | 20     | 10     | 6  | Plana   |
| 2        | -35               | -55                   | 6                                   | 20     | 14     | 50   | Plana   |
| 3        | -10 <sup>b)</sup> | -45                   | 25                                  | 35     | 10     | 12   | Plana   |
| 4        | -27               | -50                   | 13                                  | 23     | 10     | 44   | Pendiente   |
| 5        | -35               | -70                   | 16                                  | 35     | 19     | 19   | Pendiente   |
| 6        | -5 <sup>b)</sup>  | -40                   | 6                                   | 35     | 29     | 38   | Plana   |
| 7        | -15               | -50                   | 25                                  | 35     | 10     | 25   | Pendiente   |
| 8        | -0 <sup>b)</sup>  | -50                   | 20                                  | 50     | 30     | 31   | Pendiente   |

<sup>a)</sup> Las respuestas en frecuencia del trayecto de eco de la voz se definen en 8.4.1.5.

<sup>b)</sup> Debido al recorte máximo, el nivel vocal diferirá del método B de la Rec. UIT-T 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 del extremo cercano. 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 INMD de clase B.

**Cuadro 4/P.561 – Condiciones asimétricas del circuito de prueba para el dispositivo de clase A**

| Circuito |                  | 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        | Extremo cercano  | -15               | -55                   | 15                                  | 30   | Plana   |
|          | Extremo distante | -25               | -60                   | 20                                  | 50   | Plana   |

NOTA – El ajuste en el extremo cercano 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 2). 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 2).

##### 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 mediciones de referencia junto con las gamas especificadas en el cuadro 3. Para gamas de clase B, se especifican pruebas adicionales.

También 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 2. Los circuitos de prueba han de ser simétricos, es decir, deben tener las mismas condiciones en los extremos cercano y distante para las condiciones que se indican en el cuadro 5, y asimétricos para las condiciones que se indican 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 <sup>a)</sup> |
|----------|-------------------|-----------------------|-------------------------------------|--------|--------|--|---|
| 1        | -32               | -52                   | 10                                  | 20     | 10     | 150  | Plana   |
| 2        | -35               | -55                   | 6                                   | 20     | 14     | 20   | Plana   |
| 3        | -10 <sup>b)</sup> | -60                   | 35                                  | 50     | 15     | 38   | Plana   |
| 4        | -20               | -50                   | 15                                  | 30     | 15     | 130  | Pendiente   |
| 5        | -35               | -70                   | 20                                  | 35     | 15     | 56   | Pendiente   |
| 6        | -5 <sup>b)</sup>  | -40                   | 6                                   | 35     | 29     | 112  | Plana   |
| 7        | -15               | -55                   | 30                                  | 40     | 10     | 75   | Pendiente   |
| 8        | -0 <sup>b)</sup>  | -50                   | 25                                  | 50     | 25     | 94   | Pendiente   |

a) Las respuestas en frecuencia del trayecto de eco de la voz se definen en 8.4.1.5.

b) Debido al recorte máximo, el nivel vocal diferirá del método B de la Rec. UIT-T 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 6/P.561 – Condiciones asimétricas del circuito de prueba para el dispositivo de clase B**

| Circuito |                  | 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        | Extremo cercano  | -15               | -70                   | 30                                  | 30   | Plana   |
|          | Extremo distante | -25               | -60                   | 25                                  | 150  | Plana   |

NOTA – El ajuste en el extremo cercano 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 2). 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 2).

### 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 se colocan en la parte a cuatro hilos de un circuito. Aumentan la atenuación del eco del circuito sustrayendo de la señal reflejada una estimación del eco (Rec. UIT-T 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 dos partes: 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 para eliminar la señal "en fuga" atenuando toda señal detectada por debajo de un nivel umbral de supresión definido.

Se definen tres pruebas, a saber:

- i) con compensador de eco en el circuito;
- ii) compensador de eco sin procesador no lineal;
- iii) 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 INMD no indica una detección de eco falsa. Para asegurar que no se produce conversación simultánea, etc., la prueba se efectuará con una sola fuente vocal.

Si se utilizan las condiciones que figuran en el cuadro 7, el 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 3 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 (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 <sup>a)</sup> |
|----------|-------------------|-----------------------|-------------------------------------|----------------------|--|---|
| 1        | -28               | -52                   | 14                                  | 59                   | 16   | Plana   |
| 2        | -35               | -55                   | 6                                   | 7                    | 8  | Plana   |
| 3        | -10 <sup>b)</sup> | -60                   | 35                                  | 122                  | 28   | Pendiente   |
| 4        | -18               | -50                   | 22                                  | 12                   | 25   | Pendiente   |
| 5        | -21               | -70                   | 30                                  | 92                   | 20   | Plana   |

<sup>a)</sup> Las respuestas en frecuencia del trayecto de eco de la voz se definen en 8.4.1.5.

<sup>b)</sup> Debido al recorte máximo, el nivel vocal diferirá del método B de la Rec. UIT-T 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 uso con procesadores no lineales**

|   |
|---|
| 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

Los INMD de clase C se han especificado 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. En determinadas 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 "comodidad". 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 mediciones 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 mediciones de referencia junto con las gamas especificadas en los cuadros 3 y 5. Para gamas de la clase C se especifican pruebas adicionales.

Asimismo, 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 2. 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 <sup>a)</sup> |
|----------|-------------------|-----------------------|-------------------------------------|--------|--------|--|---|
| 1        | -32               | -52                   | 10                                  | 20     | 10     | 125  | Plana   |
| 2        | -35               | -55                   | 6                                   | 20     | 14     | 1000                                       | Pendiente   |
| 3        | -5 <sup>b)</sup>  | -65                   | 45                                  | 60     | 15     | 50   | Plana   |
| 4        | -27               | -50                   | 13                                  | 23     | 10     | 875  | Pendiente   |
| 5        | -35               | -70                   | 20                                  | 35     | 15     | 10   | Pendiente   |
| 6        | -10 <sup>b)</sup> | -45                   | 6                                   | 35     | 29     | 750  | Plana   |
| 7        | -15               | -60                   | 35                                  | 45     | 10     | 300  | Pendiente   |
| 8        | -0 <sup>b)</sup>  | -55                   | 40                                  | 55     | 15     | 800  | Plana   |
| 9        | -15               | -40                   | 15                                  | 25     | 10     | 800  | Plana   |

a) Las respuestas en frecuencia del trayecto de eco de la voz se definen en 8.4.1.5.

b) Debido al recorte máximo, el nivel vocal diferirá del método B de la Rec. UIT-T 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 indicadas en los cuadros 11 y 12.

**Cuadro 10/P.561 – Condiciones asimétricas del circuito de prueba para el dispositivo de clase C**

| Circuito |                  | 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        | Extremo cercano  | -10               | -70                   | 40                                  | 30   | Plana   |
|          | Extremo distante | -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 2). 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 2).

**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 <sup>a)</sup> |
|----------|-------------------|-----------------------|-------------------------------------|----------------------|--|---|
| 1        | -28               | -52                   | 14                                  | 734                  | 16   | Slope   |
| 2        | -35               | -55                   | 6                                   | 92                   | 8  | Flat  |
| 3        | -10 <sup>b)</sup> | -70                   | 45                                  | 972                  | 28   | Flat  |
| 4        | -18               | -50                   | 22                                  | 225                  | 25   | Slope   |
| 5        | -21               | -70                   | 35                                  | 480                  | 20   | Flat  |

a) Las respuestas en frecuencia del trayecto de eco de la voz se definen en 8.4.1.5.

b) Debido al recorte máximo, el nivel vocal diferirá del método B de la Rec. UIT-T 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 uso con procesadores lineales**

|   |
|---|
| Nivel de umbral +10 dB<br>Nivel de umbral +5 dB<br>Nivel de umbral<br>Nivel de umbral -5 dB<br>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 "comodidad".

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 punta (3,7 bits/muestra, con recortes ligeros).
- c) Mucho tráfico (3,0 bits/muestra, con recortes importantes).

## **Anexo A**

### **Material de conversación**

Este anexo da los detalles de la producción del material de conversación adecuado que se ha de utilizar con los circuitos de referencia descritos en la presente Recomendación. Se aplican, en la mayor medida posible, los principios descritos en la Rec. UIT-T P.800 [19]. En 2.5 del *Manual sobre Telefonometría* [20] figura más información útil. Es conveniente disponer de material de conversación normalizado, por lo que 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 indicadas en A.1.1).

##### **A.1.3 Idioma**

Se ha de utilizar el siguiente conjunto mínimo de idiomas:

- inglés;
- opcionalmente cualquier otro idioma.

Se señala que no se puede garantizar que los dispositivos satisfagan para cada idioma la precisión especificada en 8.3. Los usuarios de los INMD deben estar seguros de que se prueban los idiomas adecuados 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 se puede conseguir también con la utilización de grabadores de banda ancha y ajustando la cinta fuera con el filtro adecuado para producir la característica de 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 en el empalme.

Se recomiendan los siguientes índices de sonoridad de la Rec. UIT-T 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 m<sup>3</sup>, y con un tiempo de reverberación inferior a 500 ms (preferentemente, entre 200 y 300 ms). El nivel de ruido ambiente 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 igualación de la CEI. Se han de utilizar siempre 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 indicado 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 ha de mantener 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 Rec. 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 cada idioma (véase A.1.2). Los participantes no deben presentar deficiencias de dicción, tales como el tartamudeo, y deben hablar en 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 una relación conocida con el nivel vocal activo medio de la conversación. Este tono es normalmente de 1000 Hz, pero puede ser de cualquier otra frecuencia. Este proceso se lleva a cabo mejor en la etapa de grabación posterior.

Este tono puede ser utilizado ulteriormente para ajustar los niveles de entrada medios (véase 9.3 a título de ejemplo).

## Apéndice I

### Examen de las técnicas de medición

#### 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 transmisión y de su señal reflejada correlacionada en el sentido de 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  $\tau$  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:

$$\begin{aligned} x_i &= X_i - \bar{X} \\ y_i &= Y_i - \bar{Y} \end{aligned}$$

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

### I.1.2 Análisis por filtro adaptable

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 adaptable. El filtro es autoadaptable 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 adaptable 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.

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

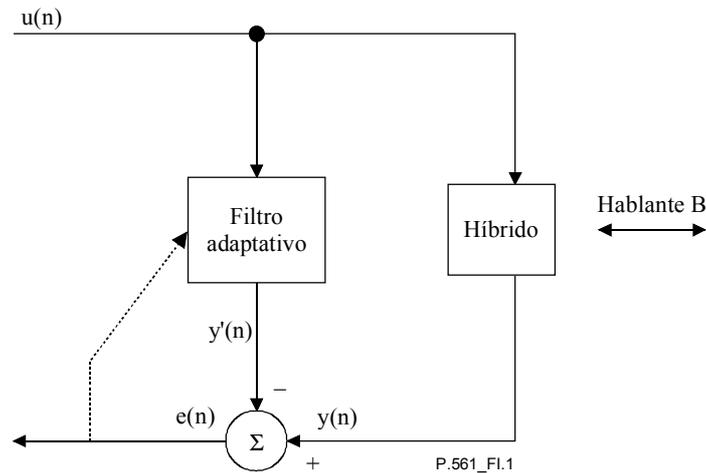
que se puede realizar como un filtro de respuesta impulsiva con coeficientes  $h'(0)$ ,  $h'(1)$ , ... ,  $h'(M)$ . La señal de error  $e(n)$  se obtiene restando la estimación  $y'(n)$  de la señal de retorno  $y(n)$ , como indica la siguiente ecuación:

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

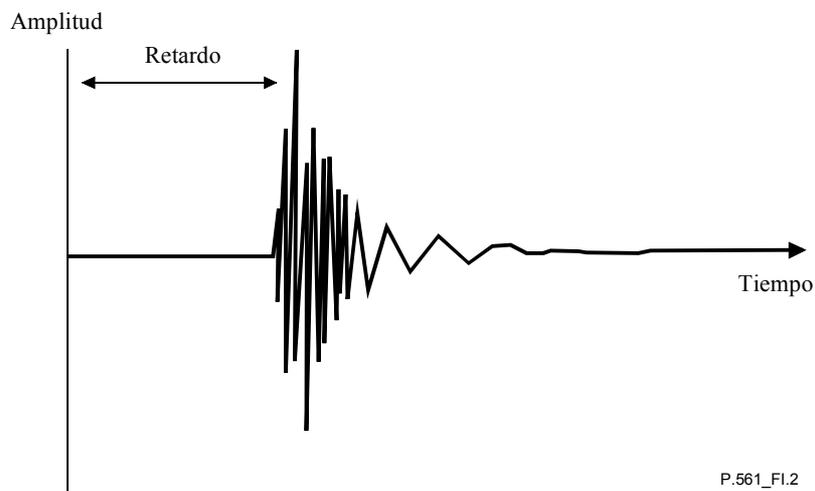
La señal de error se utiliza entonces para el control adaptable de los coeficientes del compensador  $h'(0)$ ,  $h'(1)$ , ... ,  $h'(M)$ , de tal modo que tras un pequeño número de iteraciones, el eco se reduce al mínimo. Cuando el filtro es optimizado, mantiene los coeficientes que modelan con precisión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

Los dos métodos descritos anteriormente constituyen técnicas de búsqueda del retardo. Es necesario, por tanto, especificar una manera de determinar si el 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 adaptable con el fin de determinar si se mide el retardo correcto.

## I.3 Fallo de la medición del retardo

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

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

El 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 la medición como tal.
- 2) Si el fallo se debe a una gran atenuación del eco fuera de la gama de funcionamiento del INMD, es decir, a causa de los compensadores de eco, el circuito no está en fallo, y se debe informar la medición como tal.

## **Apéndice II**

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

#### **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 en la calidad y necesita una medición 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, los terminales telefónicos multimedios 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 errores 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 en este campo.

En 1993, el UIT-T envió a todas las Administraciones un cuestionario en el cual se solicitaba información sobre mediciones 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 medición del ruido impulsivo se puede utilizar en mediciones periódicas?
- C ¿Qué tipo de técnicas de medición se han adoptado para detectar y evaluar el ruido no estacionario?
- D ¿Dispone 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 su red nacional con respecto a las actuales tecnologías y qué límites están previstos para los posibles nuevos servicios?

De acuerdo con el conjunto de respuestas recibidas, se observó el interés de los operadores sobre los siguientes tipos de ruido, que podrían ser considerados en los futuros INMD. Véase el cuadro II.1.

**Cuadro II.1/P.561 – Tipos de ruido de interés para  
los operadores (según el 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 INMD podrían contribuir a lograr este objetivo; para ello, el desarrollo de un algoritmo para la clasificación de los ruidos del circuito telefónico requeriría la medición de los parámetros estadísticos esenciales de la señal de ruido 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. Los computadores pueden efectuar análisis a muy corto plazo, lo que no ocurre con los instrumentos analógicos, por lo que 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 subconjuntos:

- 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 fácilmente comprensibles, por ejemplo:

- impulsos de marcación rotatoria;
- impulsos agudos;
- impulsos aislados;
- ráfagas;
- mezclas (impulsos + ráfagas).

### **II.2.1.3 Señales para la elaboración del algoritmo del clasificador**

Es posible recopilar señales de diferentes conexiones. Las muestras de ruido se segmentan sucesivamente, se miden (por ejemplo, utilizando un sofómetro digital para expresar las mediciones en dBmp) y se procesan mediante el algoritmo objeto de estudio, para mostrar su capacidad de identificar la clase de ruido en cuestión.

Un mero análisis estadístico del valor medio, la potencia media y la desviación típica a partir de los ficheros de ruido no permite obtener resultados importantes. Cabe utilizar 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 gálibos pueden ser de utilidad.

También es posible emplear técnicas modernas de codificación de las señales vocales o de "concordancia de esquemas" 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 ser utilizado 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.

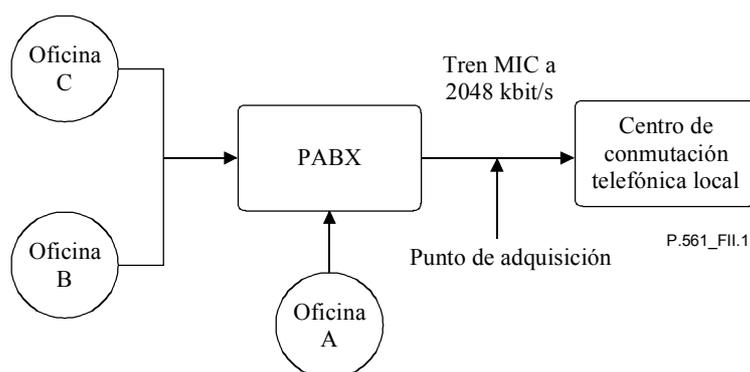
Se señala que la gran variedad de posibles tipos de ruido parece llevar hacia algoritmos bastante complejos (y complicados) para esa clasificación.

#### II.2.1.4 Señales para la evaluación del funcionamiento del clasificador

Las señales para la evaluación del funcionamiento pueden ser obtenidas directamente a partir de conversaciones reales, respetando la privacidad, o elaboradas expresamente en un laboratorio. Las señales de ruido son segmentadas y clasificadas.

La figura II.1 muestra un posible ejemplo de atribución no intrusiva de instrumentos 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 en cuestión, comprobando la precisión de cada medición de nivel de ruido (o, mejor, de la potencia de ruido), etc.

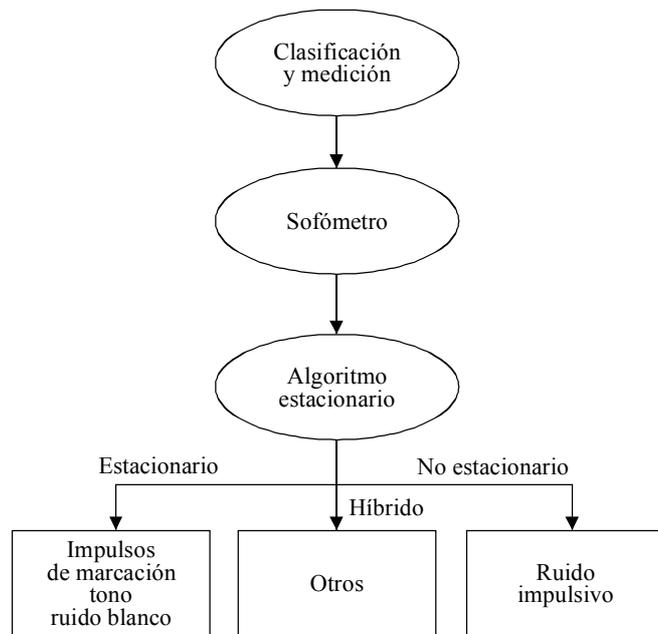


**Figura II.1/P.561 – Ejemplo de atribución de INMD para clasificación de ruidos**

Si se utilizan mediciones objetivas y/o modelos de opinión para predecir el efecto de los ruidos clasificados en la calidad percibida, es posible efectuar 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 medición 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.



P.561\_FII.2

**Figura II.2/P.561 – Ejemplo de clasificación**

### II.3.1 Características principales

En primer lugar, puesto que el ruido es ponderado sofométricamente por el oído, el INMD debe hacer lo mismo. A continuación, la señal filtrada será analizada para estimar sus características, y de acuerdo con el resultado, se podrá clasificar como:

- estacionaria;
- híbrida;
- no estacionaria.

De acuerdo con 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 para determinar la condición estacionaria

La condición estacionaria del ruido se puede determinar efectuando un análisis en los dominios del tiempo y la frecuencia.

#### II.3.2.1 Condición estacionaria en el tiempo

La condición estacionaria en el tiempo de un segmento de ruido se puede determinar comparando cada potencia media a corto plazo con la correspondiente a largo plazo. Las formas de onda pueden ser consideradas 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 Condición estacionaria en la frecuencia**

Se puede utilizar un análisis de frecuencias, determinando los coeficientes LPC a corto y largo plazo, y detectar la condición estacionaria 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".

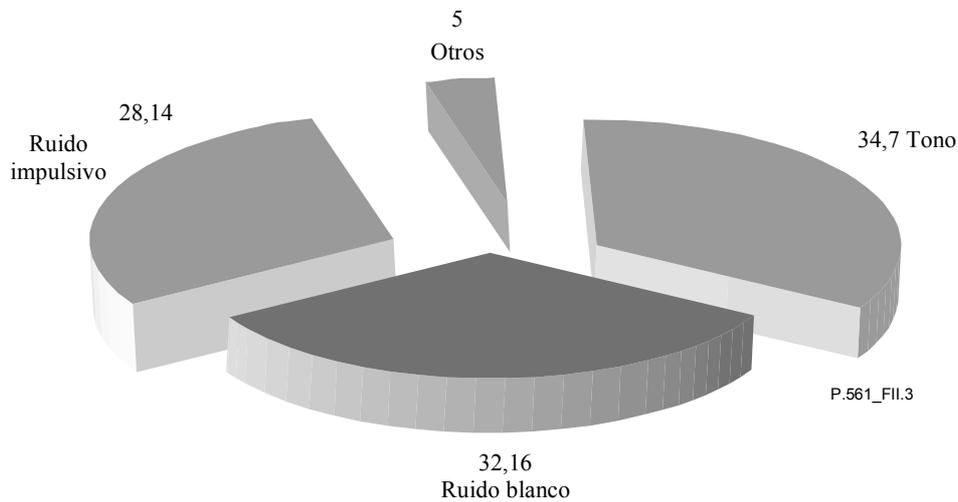
### **II.4 Medición sofométrica**

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

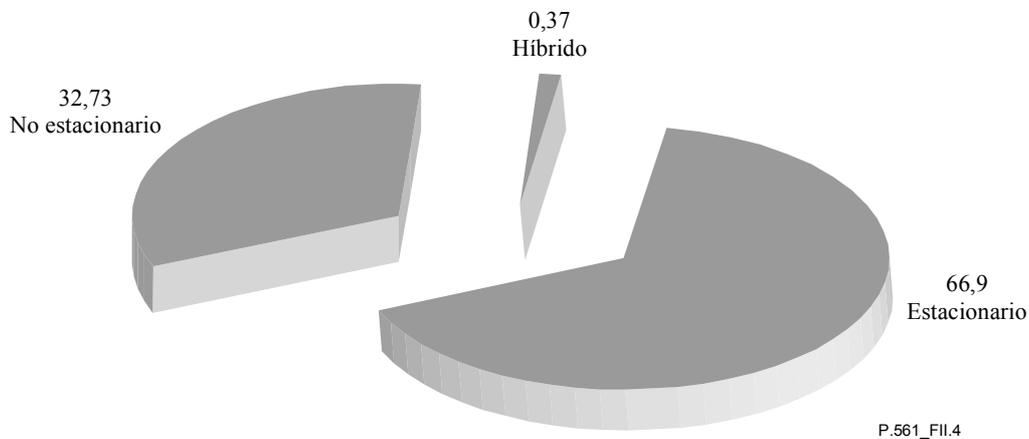
La duración del análisis es demasiado larga para reconocer un ruido impulsivo. La estructura de un sofómetro analógico puede reproducirse mediante un filtro de paso banda cuyas especificaciones siguen las descripciones de la Rec. UIT-T O.41 [15].

### **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 – Ejemplo de resultado de clasificación**



**Figura II.4/P.561 – Otro ejemplo de resultado de clasificación**

### 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.

### **Bibliografía**

IETF RFC 1889 (1996), *RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications*.

IETF RFC 2680 (1999), *A One-Way Packet Loss Metric for IPPM*.

IETF RFC 2678 (1999), *IPPM Metrics for Measuring Connectivity*.



## SERIES DE RECOMENDACIONES DEL UIT-T

|                |   |
|----------------|---|
| Serie A        | Organización del trabajo del UIT-T  |
| Serie B        | Medios de expresión: definiciones, símbolos, clasificación  |
| Serie C        | Estadísticas generales de telecomunicaciones  |
| Serie D        | Principios generales de tarificación  |
| Serie E        | Explotación general de la red, servicio telefónico, explotación del servicio y factores humanos   |
| Serie F        | Servicios de telecomunicación no telefónicos  |
| Serie G        | Sistemas y medios de transmisión, sistemas y redes digitales  |
| Serie H        | Sistemas audiovisuales y multimedios  |
| Serie I        | Red digital de servicios integrados   |
| Serie J        | Redes de cable y transmisión de programas radiofónicos y televisivos, y de otras señales multimedios                                      |
| Serie K        | Protección contra las interferencias  |
| Serie L        | Construcción, instalación y protección de los cables y otros elementos de planta exterior   |
| Serie M        | RGT y mantenimiento de redes: sistemas de transmisión, circuitos telefónicos, telegrafía, facsímil y circuitos arrendados internacionales |
| Serie N        | Mantenimiento: circuitos internacionales para transmisiones radiofónicas y de televisión  |
| Serie O        | Especificaciones de los aparatos de medida  |
| <b>Serie P</b> | <b>Calidad de transmisión telefónica, instalaciones telefónicas y redes locales</b>   |
| Serie Q        | Conmutación y señalización  |
| Serie R        | Transmisión telegráfica   |
| Serie S        | Equipos terminales para servicios de telegrafía   |
| Serie T        | Terminales para servicios de telemática   |
| Serie U        | Conmutación telegráfica   |
| Serie V        | Comunicación de datos por la red telefónica   |
| Serie X        | Redes de datos y comunicación entre sistemas abiertos   |
| Serie Y        | Infraestructura mundial de la información y aspectos del protocolo Internet   |
| Serie Z        | Lenguajes y aspectos generales de soporte lógico para sistemas de telecomunicación  |

\*23156\*