



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

G.108.1

(05/2000)

SERIE G: SISTEMAS Y MEDIOS DE TRANSMISIÓN,
SISTEMAS Y REDES DIGITALES

Conexiones y circuitos telefónicos internacionales –
Definiciones generales

**Directrices para evaluar los efectos en la
calidad de transmisión de señales vocales
conversacionales no abarcados por
el modelo E**

Recomendación UIT-T G.108.1

(Anteriormente Recomendación del CCITT)

RECOMENDACIONES UIT-T DE LA SERIE G
SISTEMAS Y MEDIOS DE TRANSMISIÓN, SISTEMAS Y REDES DIGITALES

CONEXIONES Y CIRCUITOS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES	G.100–G.199
Definiciones generales	G.100–G.109
Recomendaciones generales sobre la calidad de transmisión para una conexión telefónica internacional completa	G.110–G.119
Características generales de los sistemas nacionales que forman parte de conexiones internacionales	G.120–G.129
Características generales de la cadena a cuatro hilos formada por los circuitos internacionales y circuitos nacionales de prolongación	G.130–G.139
Características generales de la cadena a cuatro hilos de los circuitos internacionales; tránsito internacional	G.140–G.149
Características generales de los circuitos telefónicos internacionales y circuitos nacionales de prolongación	G.150–G.159
Dispositivos asociados a circuitos telefónicos de larga distancia	G.160–G.169
Aspectos del plan de transmisión relativos a los circuitos especiales y conexiones de la red de conexiones telefónicas internacionales	G.170–G.179
Protección y restablecimiento de sistemas de transmisión	G.180–G.189
Herramientas de soporte lógico para sistemas de transmisión	G.190–G.199
SISTEMAS INTERNACIONALES ANALÓGICOS DE PORTADORAS	
CARACTERÍSTICAS GENERALES COMUNES A TODOS LOS SISTEMAS ANALÓGICOS DE PORTADORAS	G.200–G.299
CARACTERÍSTICAS INDIVIDUALES DE LOS SISTEMAS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES DE PORTADORAS EN LÍNEAS METÁLICAS	G.300–G.399
CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS SISTEMAS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES EN RADIOENLACES O POR SATÉLITE E INTERCONEXIÓN CON LOS SISTEMAS EN LÍNEAS METÁLICAS	G.400–G.449
COORDINACIÓN DE LA RADIOTELEFONÍA Y LA TELEFONÍA EN LÍNEA	G.450–G.499
SISTEMAS DE TRANSMISIÓN DIGITAL	
EQUIPOS TERMINALES	G.700–G.799
REDES DIGITALES	G.800–G.899
SECCIONES DIGITALES Y SISTEMAS DIGITALES DE LÍNEA	G.900–G.999

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

Recomendación UIT-T G.108.1

Directrices para evaluar los efectos en la calidad de transmisión de señales vocales conversacionales no abarcados por el modelo E

Resumen

Esta Recomendación UIT-T proporciona orientaciones a los planificadores de las transmisiones sobre la forma de evaluar los efectos que tienen repercusiones en el comportamiento de la transmisión de las señales vocales de extremo a extremo no contemplados por el modelo E (Recomendación UIT-T G.107 [2] – El modelo E, un modelo informático para su utilización en planificación de la transmisión) y sus directrices para la planificación asociadas (Recomendación UIT-T G.108 [3] – Aplicación del modelo E: Directrices para la planificación). Se indican procedimientos para efectuar evaluaciones subjetivas y objetivas informales que pueden utilizarse para complementar el modelo E.

Orígenes

La Recomendación UIT-T G.108.1, preparada por la Comisión de Estudio 12 (1997-2000) del UIT-T, fue aprobada por el procedimiento de la Resolución 1 de la CMNT el 18 de mayo de 2000.

Palabras clave

Calidad de la voz, calidad de transmisión de las señales vocales, modelo E, repercusiones conversacionales.

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

La aprobación de Recomendaciones por los Miembros del UIT-T es el objeto del procedimiento establecido en la Resolución 1 de la CMNT.

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 2001

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

ÍNDICE

Página

1	Alcance	1
2	Referencias.....	1
3	Abreviaturas y definiciones	2
3.1	Abreviaturas.....	2
3.2	Definiciones	2
4	Consideraciones generales	2
4.1	Parámetros que describen la calidad de transmisión de señales vocales (con inclusión de los terminales)	7
4.2	Configuración de prueba para terminales	9
4.3	Configuración de prueba para dispositivos canceladores de eco	9
4.4	Señales de prueba para evaluación conversacional.....	10
5	Evaluación de la situación conversacional	10
5.1	Calidad de funcionamiento con habla simultánea	10
5.2	Evaluaciones subjetivas	11
	5.2.1 Evaluación conversacional	11
	5.2.2 Pruebas específicas de habla simultánea y pruebas de escucha solamente....	13
5.3	Evaluaciones objetivas.....	14
6	Directrices sobre la mejora de la calidad de las señales vocales en la conversación..	14
6.1	Retardo y eco	15
6.2	Transmisión de ruido de fondo	15
6.3	Calidad de funcionamiento con habla simultánea	16
6.4	Calidad del sonido y sonoridad de las señales vocales	16

Introducción

Esta Recomendación proporciona orientaciones a los planificadores de la transmisión sobre los parámetros conversacionales suplementarios que tienen repercusiones en el comportamiento de la transmisión de la señal vocal de extremo a extremo no abarcados por la Recomendación G.108 ya que:

- estos factores suplementarios no quedan contemplados en el actual modelo E;
- las directrices y principios de la Recomendación G.108 se basan en la utilización del modelo E que es aplicable únicamente a la telefonía convencional de 3,1 kHz de anchura de banda;
- el actual modelo E no puede predecir completamente los efectos conversacionales de los dispositivos de compensación del eco eléctricos o acústicos, que pueden afectar la calidad durante sólo algunos periodos de tiempo de la conversación;
- las repercusiones conversacionales en el comportamiento de la transmisión de la señal vocal de extremo a extremo se producirán simultáneamente a la conversación a través de terminales de manos libres.

Recomendación UIT-T G.108.1

Directrices para evaluar los efectos en la calidad de transmisión de señales vocales conversacionales no abarcados por el modelo E

1 Alcance

Esta Recomendación UIT-T tiene por objeto dar directrices sobre degradaciones de la conversación no abarcadas por el modelo E y no incluidas, por tanto, en la Recomendación UIT-T G.108 [3]. Esas degradaciones han sido objeto de una profunda investigación por parte del UIT-T durante el Periodo de Estudios 1997-2000.

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 preconiza 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.

- [1] Recomendación UIT-T G.100 (1993), *Definiciones utilizadas en las Recomendaciones sobre características generales de las conexiones y circuitos telefónicos internacionales.*
- [2] Recomendación UIT-T G.107 (2000), *El modelo E, un modelo informático para su utilización en planificación de la transmisión.*
- [3] Recomendación UIT-T G.108 (1999), *Aplicación del modelo E: Directrices para la planificación.*
- [4] Recomendación UIT-T G.167 (1993), *Controladores de eco acústico.*
- [5] Recomendación UIT-T G.168 (2000), *Compensadores de eco de redes digitales.*
- [6] Recomendación UIT-T P.50 (1999), *Voces artificiales.*
- [7] Recomendación UIT-T P.57 (1996), *Oídos artificiales.*
- [8] Recomendación UIT-T P.58 (1996), *Simulador de cabeza y torso para telefonometría.*
- [9] Recomendación UIT-T P.59 (1993), *Habla conversacional artificial.*
- [10] Recomendación UIT-T P.64 (1999), *Determinación de las características de sensibilidad en función de la frecuencia de los sistemas telefónicos locales.*
- [11] Recomendación UIT-T P.340 (2000), *Características de transmisión de los aparatos telefónicos manos libres y parámetros de calidad vocal de los terminales manos libres.*
- [12] Recomendación UIT-T P.501 (2000), *Señales de prueba para utilización en telefonometría.*
- [13] Recomendación UIT-T P.502 (2000), *Métodos objetivos de prueba de los sistemas de comunicación vocal con señales de prueba complejas.*
- [14] Recomendación UIT-T P.581 (2000), *Uso del simulador de cabeza y torso para la prueba de terminales manos libres.*
- [15] Recomendación UIT-T P.800 (1996), *Métodos de determinación subjetiva de la calidad de transmisión.*

- [16] Recomendación UIT-T P.831 (1998), *Evaluación subjetiva de la calidad de funcionamiento de los canceladores de eco de la red.*
- [17] Recomendación UIT-T P.832 (2000), *Evaluación subjetiva de la calidad de funcionamiento de los terminales manos libres.*
- [18] Recomendación UIT-T P.861 (1998), *Medición objetiva de la calidad de los códecs vocales de banda telefónica 300-3400 Hz.*
- [19] ETSI EG 201 377-1 (1999), *Speech Processing, Transmission and Quality Aspects (STQ); Specification and measurement of speech transmission quality; Part 1: Introduction to objective comparison measurement methods for one-way speech quality across networks.*

3 Abreviaturas y definiciones

3.1 Abreviaturas

En esta Recomendación UIT-T se utilizan las siguientes siglas.

DCME	Equipo digital de multiplicación de circuitos (<i>digital circuit multiplication equipment</i>)
ECD	Dispositivo cancelador de eco (<i>echo cancelling device</i>)
HATS	Simulador de cabeza y torso (<i>head and torso simulator</i>)
HEC	Semicancelador de eco (<i>half echo canceller</i>)
NLP	Procesador no lineal (<i>non-linear processor</i>)
RCV	Recepción (<i>receive</i>)
SCT	Prueba conversacional breve (<i>short conversational test</i>)
SND	Emisión (<i>send</i>)
TCLw	Atenuación ponderada por acoplamiento de terminal (<i>terminal coupling loss weighted</i>)
UIT	Unión Internacional de Telecomunicaciones
UIT-T	Unión Internacional de Telecomunicaciones – Sector de Normalización de las Telecomunicaciones (anteriormente CCITT)
VAD	Detección de actividad vocal (<i>voice activity detection</i>)

3.2 Definiciones

En esta Recomendación UIT-T se define el término siguiente.

La expresión "**condiciones de laboratorio**" se utiliza en esta Recomendación UIT-T para describir el entorno en que se desarrolla una prueba, fácilmente controlable y que permite probar la calidad de las señales vocales en condiciones bien definidas y reproducibles.

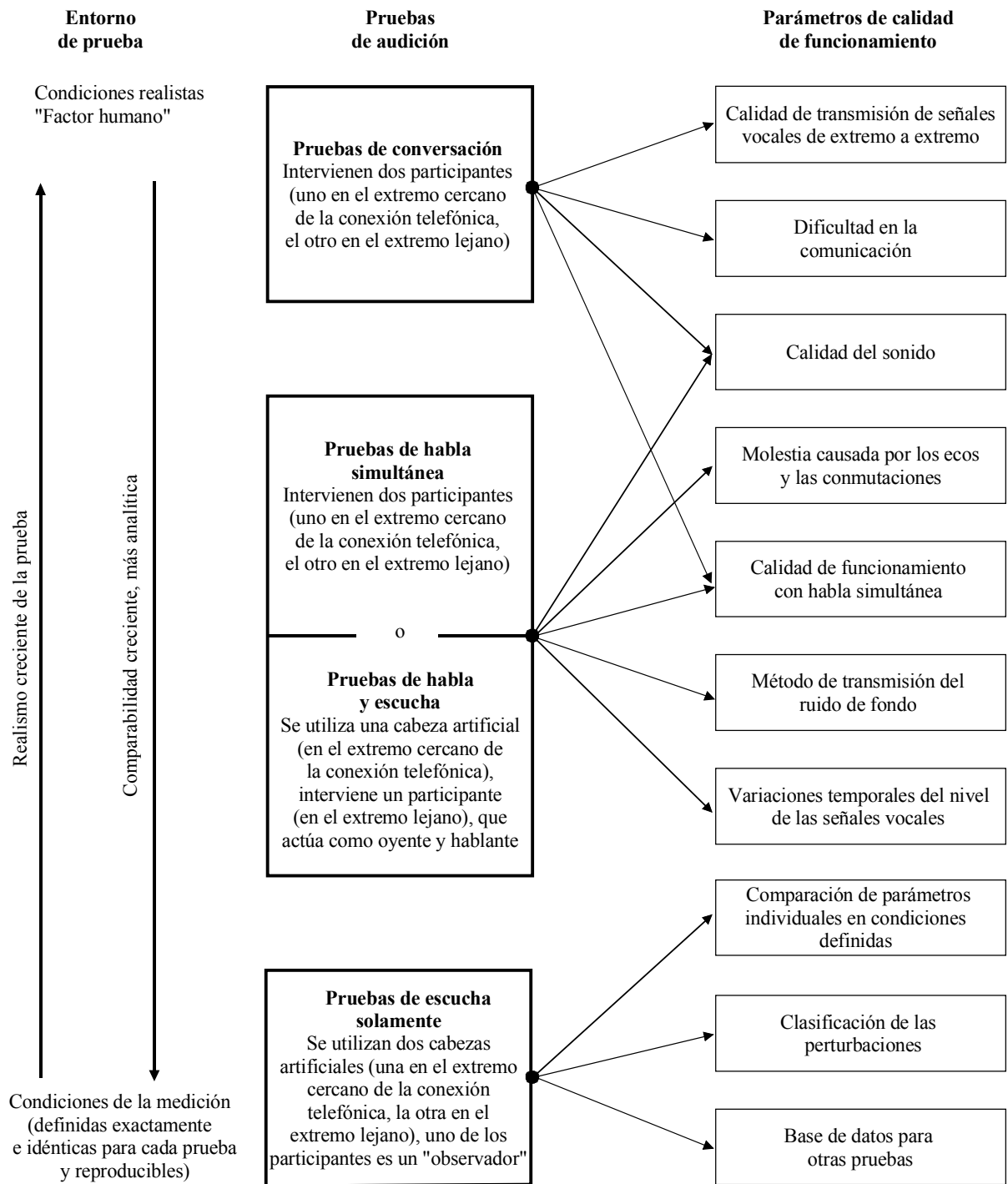
4 Consideraciones generales

Cuando se evalúa la calidad de transmisión de señales vocales de extremo a extremo, es posible comprobar la importante repercusión que tienen las redes y los terminales en la calidad de las señales vocales de una conexión telefónica: los procesos de codificación y decodificación, la introducción de un retardo adicional, las técnicas de paquetización y tratamiento de la señal implementadas, por ejemplo, en los dispositivos de compensación del eco o los DCME, están presentes sobre todo en el dominio de la red, pero también se pueden encontrar, y cada vez más, en dispositivos terminales. La respuesta en frecuencia y los índices de sonoridad de una conexión vienen determinados principalmente por los terminales, mientras que en el ruido de fondo y la transmisión del ruido de

fondo influyen sobre todo el terminal y el ambiente acústico al que está expuesto el terminal. Las propiedades conversacionales más importantes en una conversación las determina el terminal junto con la red: la posibilidad de habla simultánea, las características de la conmutación y los retardos son las degradaciones más importantes provocadas a menudo.

Para evaluar los factores que determinan la calidad de transmisión de señales vocales de extremo a extremo se ha preparado un conjunto de procedimientos de prueba subjetiva. Dichos procedimientos permiten deducir cuáles son los aspectos dominantes de la calidad: las pruebas de conversación, de habla y escucha, de habla simultánea y de escucha solamente descritas en las Recomendaciones UIT-T P.800 [15], P.831 [16] y P.832 [17] constituyen la base del procedimiento de obtención de los parámetros.

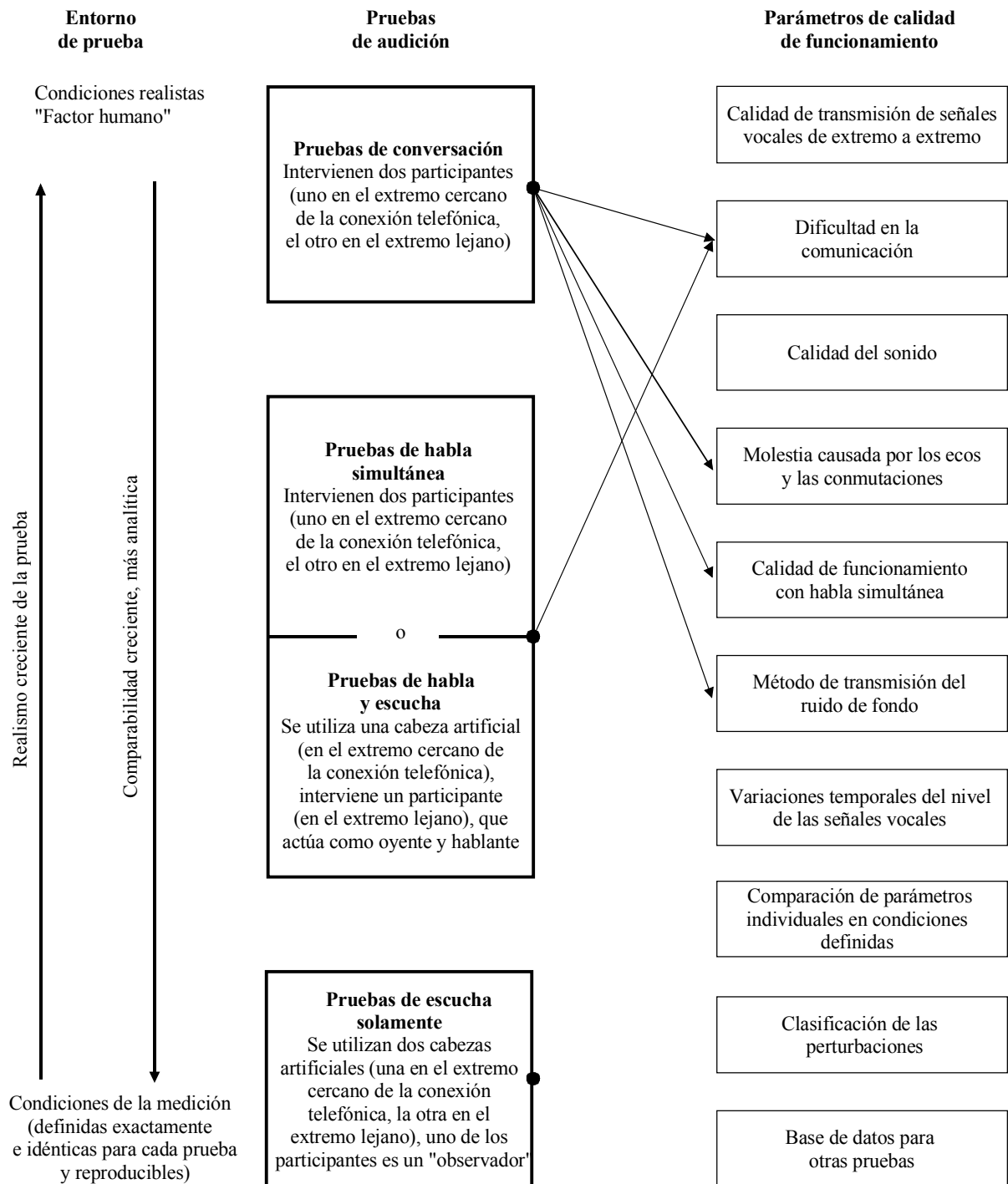
En las figuras 1 a 3 se expone una visión general de las metodologías.



T1212320-00

NOTA – La asignación de "extremo cercano" y "extremo lejano" se ha elegido de acuerdo con el modelo E (Recomendación UIT-T G.107).

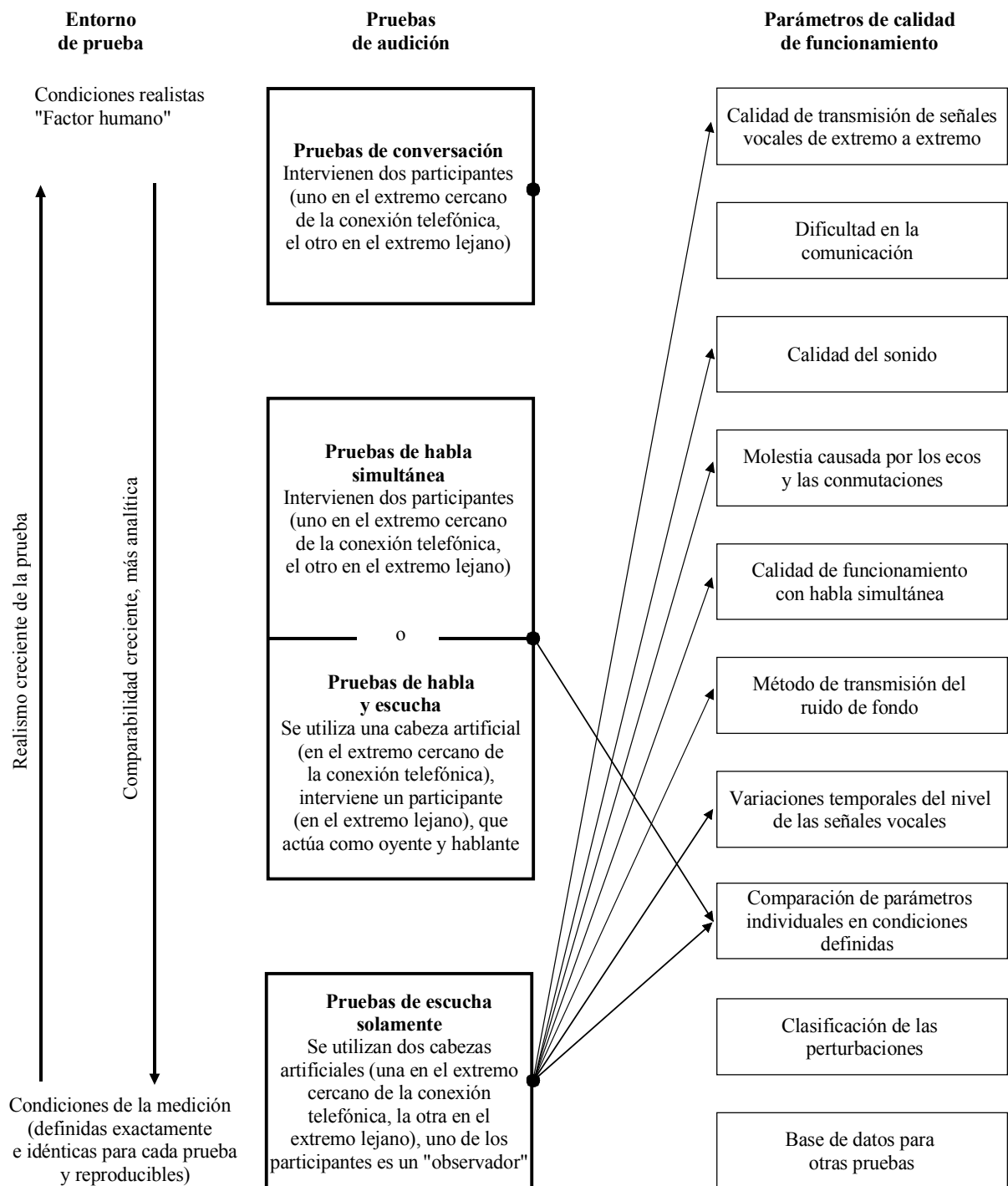
Figura 1/G.108.1 – Visión general de los métodos de prueba utilizados para la evaluación subjetiva – Acceso directo a los parámetros



T1212330-00

NOTA – La asignación de "extremo cercano" y "extremo lejano" se ha elegido de acuerdo con el modelo E (Recomendación UIT-T G.107).

Figura 2/G.108.1 – Visión general de los métodos de prueba utilizados para la evaluación subjetiva – Acceso a los parámetros por medio de entrevistas



T1212340-00

NOTA – La asignación de "extremo cercano" y "extremo lejano" se ha elegido de acuerdo con el modelo E (Recomendación UIT-T G.107).

Figura 3/G.108.1 – Visión general de los métodos de prueba utilizados para la evaluación subjetiva – Acceso a los parámetros utilizando condiciones de referencia

Los parámetros más importantes desde el punto de vista subjetivo, que determinan la "calidad de transmisión de señales vocales", son como sigue:

- calidad del sonido;
- método de transmisión del ruido de fondo en condiciones de silencio, de monólogo y de habla simultánea;
- variaciones del nivel de las señales vocales en condiciones de monólogo y de habla simultánea;
- perturbaciones causadas por las conmutaciones en condiciones de monólogo y de habla simultánea (integridad de la transmisión de las señales vocales);
- perturbaciones causadas por los ecos en condiciones de monólogo y de habla simultánea;
- perturbaciones causadas por el retardo y la fluctuación de fase;
- degradaciones variables con el tiempo debidas a errores de transmisión.

En consecuencia, al efectuar evaluaciones objetivas deberá distinguirse entre evaluaciones en condiciones de monólogo y evaluaciones en condiciones de habla simultánea. Además, es preciso llevar a cabo un tercer tipo de evaluación durante los periodos de silencio en los que sólo está presente el ruido de fondo.

Para que sirva como criterio en los escenarios de extremo a extremo, la configuración de prueba deberá tener en cuenta todos los componentes que intervienen en la transmisión de boca a oído; por ello, habrá de incluir los terminales "conectados". De esa manera, será posible hacer una réplica realista del usuario y su entorno típico.

El modelo E ya tiene en cuenta alguno de los parámetros mencionados en la lista anterior.

4.1 Parámetros que describen la calidad de transmisión de señales vocales (con inclusión de los terminales)

Por lo general, los parámetros que afectan a la calidad de las señales vocales percibida de manera subjetiva y sus parámetros objetivos correlativos son muy importantes. En el cuadro 1 se muestra una visión general de los parámetros más importantes, determinados efectuando extensas pruebas de audición, junto con una indicación de si los abarca o no el modelo E.

Cuadro 1/G.108.1 – Correlación entre parámetros subjetivos y objetivos e indicación de si están abarcados o no por el modelo E

Parámetro subjetivo subjetivo importante	Descripción más detallada	Parámetro objetivo correlativo	Abarcado por el modelo E
Eco	Eco para el hablante y eco para el oyente	<ul style="list-style-type: none"> • atenuación del eco • TCLw • retardo • características de la conmutación 	<ul style="list-style-type: none"> • Sí • Sí • Sí • No
Retardo absoluto	Tiempo que dura la transmisión en un sentido debido al procesamiento, la paquetización y la transmisión de la señal	<ul style="list-style-type: none"> • retardo 	<ul style="list-style-type: none"> • Sí

Cuadro 1/G.108.1 – Correlación entre parámetros subjetivos y objetivos e indicación de si están abarcados o no por el modelo E (fin)

Parámetro subjetivo importante	Descripción más detallada	Parámetro objetivo correlativo	Abarcado por el modelo E
Método de transmisión del ruido de fondo	Normalmente, la transmisión en el sentido SND <ul style="list-style-type: none"> • en el modo silencio • con voz en el extremo lejano • con voz en el extremo cercano 	<ul style="list-style-type: none"> • gama de atenuación • atenuación en el sentido SND • características de la conmutación • nivel de activación mínimo en el sentido SND • respuesta en frecuencia • diseño de NLP o recortadores de centro junto con los ECD • diseño de sistema de reducción del ruido • sensibilidad de la detección del ruido de fondo (nivel de activación, nivel absoluto, fluctuaciones del nivel) 	<ul style="list-style-type: none"> • No
Calidad de funcionamiento con habla simultánea	Normalmente en el sentido SND y en el sentido RCV <ul style="list-style-type: none"> • variación de la sonoridad entre periodos de monólogo y de habla simultánea • variación de la sonoridad durante el habla simultánea • perturbaciones de eco • ocurrencia de lapsos en la conversación 	<ul style="list-style-type: none"> • gama de atenuación • atenuación en el sentido SND/RCV durante el habla simultánea • características de la conmutación • nivel de activación mínimo para conmutar del sentido RCV al sentido SND y del sentido SND al sentido RCV • atenuación del eco • características del eco espectrales y variables con el tiempo • diseño de recortadores de NLP o recortadores de centro junto con los ECD 	<ul style="list-style-type: none"> • No
Perturbaciones de eco en condiciones de monólogo	Se mide entre el sentido RCV y el sentido SND	<ul style="list-style-type: none"> • nivel de eco • fluctuación del nivel de eco en función del tiempo • atenuación del eco espectral 	<ul style="list-style-type: none"> • Sí • No • No
Calidad del sonido en la conversación	En el sentido SND y el sentido RCV	<ul style="list-style-type: none"> • respuestas en frecuencia • distorsiones 	<ul style="list-style-type: none"> • No • Sí
Sonoridad	En el sentido SND y el sentido RCV	<ul style="list-style-type: none"> • índices de sonoridad en SND y RCV 	<ul style="list-style-type: none"> • Sí
Ruido	En el sentido SND y el sentido RCV	<ul style="list-style-type: none"> • nivel del ruido • fluctuaciones del nivel • características espectrales 	<ul style="list-style-type: none"> • Sí • No • No

Estas correlaciones entre parámetros se han identificado en pruebas con terminales manos libre y dispositivos de cancelación de eco de la red. Se señala que los parámetros son de carácter general, el tipo de dispositivo que introduce esas degradaciones en una conexión telefónica no tiene mayor importancia para el individuo expuesto a la degradación.

4.2 Configuración de prueba para terminales

Las Recomendaciones UIT-T P.64 [10], P.340 [11] y P.581 [14] contienen la configuración de prueba utilizada por lo general para la evaluación de terminales. Además, las Recomendaciones UIT-T P.57 [7] y P.58 [8] describen el simulador HATS y los oídos artificiales cuya utilización se recomienda para este tipo de aplicación conversacional.

Estas Recomendaciones UIT-T, que se refieren a métodos normalizados de prueba en condiciones de laboratorio, proporcionan de todos modos información útil sobre cómo diseñar en la práctica configuraciones de prueba en un entorno en el que se utilizan terminales. Básicamente se han de tener en cuenta las condiciones particulares, por ejemplo, condiciones de ruido de fondo, utilización que se hace normalmente de los equipos y otros factores individuales, que deberían quedar reflejados en el diseño de la configuración de prueba. Las configuraciones de prueba pueden diferir de las descritas en las Recomendaciones UIT-T mencionadas más arriba, pero están más cerca de las condiciones de uso real de la conexión y/o el equipo que se somete a prueba.

4.3 Configuración de prueba para dispositivos canceladores de eco

Los canceladores de eco se realizan, generalmente, en forma de dispositivos del tipo "Semicancelador de eco" (HEC, *half echo canceller*), es decir, operativos en uno de los sentidos de la transmisión solamente. Los dispositivos HEC se pueden instalar en diversos puntos de una conexión telefónica de extremo a extremo:

- en la parte centro de la red orientado hacia cualquier terminal;
- en la parte borde de la red orientado hacia el terminal del extremo cercano;
- en la parte borde de la red orientado hacia el terminal del extremo lejano;
- en cualquiera de los dos terminales que intervienen en la conexión.

Los dispositivos semicanceladores de eco se instalan a menudo en la red combinándolos con otros dispositivos que introducen un retardo importante. Si están contenidos en el terminal, su finalidad es cancelar el eco acústico o el eco híbrido (eléctrico). En las Recomendaciones UIT-T G.167 [4], G.168 [5] y P.340 [11] figura la configuración de prueba apropiada para cada uno de los dispositivos.

Esas Recomendaciones UIT-T dan información básica, para escenarios de extremo a extremo, sobre cómo realizar la configuración de prueba. En la práctica, hay que incluir en ella todos los equipos que normalmente intervienen en una conexión. Cuando se trate escenarios de extremo a extremo, es evidente que habrán de incluirse los terminales. Si se someten a prueba distintas secciones de una conexión, se recomienda utilizar, en principio, las mismas configuraciones de prueba de extremo a extremo. Los siguientes son ejemplos de esas pruebas:

- prueba de la calidad de funcionamiento de un cancelador de eco de la red junto con diversos equipos utilizados normalmente al final del trayecto de eco;
- prueba de la calidad de funcionamiento de un cancelador acústico contenido en un terminal en la sala en la que, normalmente se utiliza el terminal, junto con el equipo que interviene en la conexión; o
- prueba de la calidad de funcionamiento de canceladores de eco en cascada.

4.4 Señales de prueba para evaluación conversacional

La base de las señales de prueba se puede encontrar en las Recomendaciones UIT-T P.50 [6], P.59 [9], P.501 [12] y P.502 [13]; se recomienda utilizar las señales de prueba correspondientes para la evaluación objetiva de la situación conversacional. Las señales y los métodos que aquí se describen se pueden utilizar para la estimación objetiva.

Las señales vocales y los métodos de prueba requeridos para efectuar una evaluación subjetiva se describen más adelante.

5 Evaluación de la situación conversacional

En una conexión telefónica de extremo a extremo, la situación conversacional es la más importante de las situaciones a considerar y la más difícil de evaluar. Algo especialmente cierto cuando en la conexión intervienen sistemas y dispositivos no lineales y/o variables con el tiempo. El proceso no lineal o variable con el tiempo puede integrarse en cualquiera de los dos terminales que intervienen en la conexión o en uno de los dispositivos que forman la red.

Una situación muy extrema, en la que pueden estar presentes todo tipo de procesamientos de la señal, es aquella en la que intervienen terminales manos libres en la conexión. Por lo general, la utilización de teléfonos manos libres provoca problemas de estabilidad acústica. Es por ello por lo que, en la mayoría de los terminales manos libres se incluyen diversos tipos de dispositivos de procesamiento de la señal, por ejemplo, detectores de señales vocales, controladores del nivel, canceladores de eco, procesadores no lineales, controladores dinámicos del nivel y otros.

Como se ha visto más arriba, el eco no es la única fuente de degradaciones de la calidad de transmisión de señales vocales de extremo a extremo. La utilización de uno de los mencionados dispositivos de procesamiento de la señal, o incluso la utilización de numerosos dispositivos de ese tipo, repercute en la calidad de diversas maneras. Además de las perturbaciones debidas al eco, son parámetros importantes:

- la capacidad conversacional;
- la calidad de funcionamiento con habla simultánea;
- la calidad del sonido en sentido emisión y en sentido recepción;
- las variaciones del nivel audible;
- la calidad de la transmisión del ruido de fondo; o
- la reverberación en situación de escucha.

Algunos de esos parámetros los percibe inmediatamente el abonado e influyen en la calidad durante la totalidad de la conversación. Otros parámetros sólo tienen importancia en la situación de escucha. Además, hay un tercer grupo de perturbaciones que sólo se manifiestan si hablan uno o los dos abonados que intervienen en una conexión (por ejemplo, el eco, el ruido de fondo modulado, el funcionamiento con habla simultánea, etc.).

5.1 Calidad de funcionamiento con habla simultánea

La posibilidad de habla simultánea de una conexión telefónica influye en gran medida en la calidad de la conversación percibida de manera subjetiva, debido quizás al retardo absoluto o al procesamiento de la señal, a las conmutaciones, etc. Aunque las situaciones de habla simultánea no son predominantes en las conversaciones de tipo medio, la calidad de funcionamiento con habla simultánea es uno de los principales factores que determinan la calidad de transmisión de señales vocales de extremo a extremo percibida por el usuario.

Si en una conversación telefónica no hay posibilidad de habla simultánea o bien está muy restringida, los dos abonados que participan en esa precisa llamada se percatarán inmediatamente de la carencia aludida. En tales situaciones, se requerirá una concentración mayor por parte de uno u otro abonado durante toda la comunicación telefónica y disminuirá la naturalidad con que se desarrolla la conversación. La calidad de funcionamiento con habla simultánea de la conexión telefónica evaluada influye en los índices de calidad obtenidos mediante pruebas de conversación.

El parámetro de calidad (subjetivo) "calidad de funcionamiento con habla simultánea" lo determinan varios parámetros técnicos (objetivos) y la combinación de diversos tipos de procesamiento de la señal; por ello, la complejidad de la evaluación de la calidad requerida aumenta sustancialmente. Se ha de distinguir entre las diversas influencias en la calidad de funcionamiento con habla simultánea de acuerdo con diferentes aspectos. Los procedimientos subjetivos se necesitan para determinar la importancia de cada uno de los parámetros, que han de ser representativos y eficaces. Mientras se efectúa una evaluación subjetiva de la calidad, sólo se pueden aplicar pruebas específicas de habla simultánea y de escucha por terceros, además de las pruebas de conversación completas.

5.2 Evaluaciones subjetivas

Cuando en las subcláusulas que siguen se hace referencia a evaluaciones subjetivas o procedimientos de prueba de audición, deberá quedar claro que los procedimientos que aquí se recomiendan no sustituyen ni invalidan a las Recomendaciones UIT-T apropiadas en vigor. Esas subcláusulas sólo pretenden proporcionar procedimientos prácticos, además del modelo E, para acceder rápidamente a las repercusiones conversacionales fuera de los laboratorios de pruebas subjetivas.

NOTA – Habrá que tener la precaución de no expresar los resultados en términos de nota media de opinión (MOS, *mean opinion score*) ya que, normalmente, ni las condiciones pueden ser controladas de manera adecuada ni quienes efectúan esas pruebas tienen por lo general el conocimiento básico necesario para efectuarlas de manera correcta formalmente. No obstante, es posible que las pruebas sean de gran utilidad para evaluar con más detalle los problemas que surgen en la práctica.

5.2.1 Evaluación conversacional

La evaluación conversacional en casos complejos es un tema fundamental ya que, por lo general, no se pueden reproducir las condiciones de laboratorio. Por ello, aunque no sea posible una evaluación controlada, se puede conseguir de todos modos una buena estimación de la calidad de la conversación como resultado de la aplicación de los métodos de prueba descritos en las Recomendaciones UIT-T P.800 [15], P.831 [16] y P.832 [17].

Un método muy sencillo y de fácil aplicación para efectuar esas pruebas consiste en las llamadas pruebas conversacionales breves (SCT, *short conversational test*).

Esos casos tienen un alto grado de estructuración y se desarrollan de forma natural, con lo que se obtienen conversaciones de unos 2,5 minutos cada una. A efectos de pruebas conversacionales, parecen más fáciles de utilizar que otros escenarios. Comparándolos con los llamados casos "Kandinsky", se comprueba que los resultados de las pruebas tienen una utilidad similar, pero que el tiempo de conversación requerido es menor.

En la figura 4 se muestra la estructura general de una de esas pruebas. Los temas de conversación se refieren a situaciones de consulta y reserva, mientras que el teléfono sirve como medio de intercambio de información, es decir, una utilización muy característica. La estructura del diálogo se indica con las instrucciones de la prueba, incluyendo partes de largos monólogos y partes de habla alternada, así como momentos en los que se pretende evocar el habla simultánea.

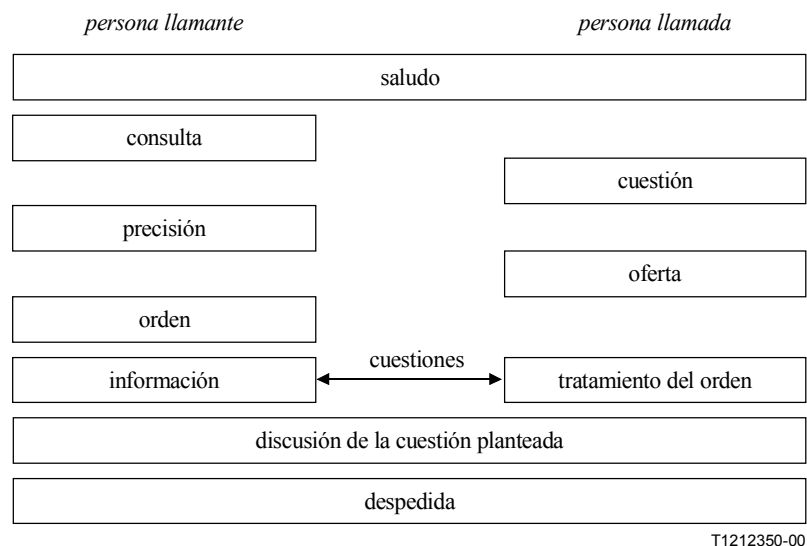


Figura 4/G.108.1 – Posible estructura teórica de un diálogo de SCT

Debido a su estructura fija, los diálogos durante las SCT pueden ser bastante más cortos que durante los tipos más tradicionales de prueba de conversación; al tiempo que ofrecen esa ventaja, las SCT siguen manteniendo las diversas secciones de diálogo requeridas para pruebas de conversación concisas. Una gran diversidad de situaciones posibles (por ejemplo, consultas al servicio de información de los ferrocarriles, a una agencia de viajes, a un servicio de comidas a domicilio, para la reserva de entradas de teatro, para fijar una cita médica, informarse sobre horarios de vuelos, alquilar un coche, etc.) aumenta la probabilidad de que las conversaciones mantenidas sigan interesando a los participantes en la prueba y de que se utilicen diferentes tipos de vocabulario. Se pueden emplear pictogramas, tablas, etc., como una manera formal y casi normalizada de instrucción de la prueba. Puesto que ninguno de los participantes en una prueba de conversación sabe *a priori* la información que solicita el otro participante, no pueden abreviar la conversación después de algún diálogo (como ocurre cuando el escenario se repite varias veces).

Estos tipos de prueba han sido utilizados por varias Administraciones de manera satisfactoria, por ejemplo, para las evaluaciones subjetivas de los terminales manos libres y los canceladores de eco, y para profundizar en el estudio de estos temas.

Una Administración encontró un procedimiento multicriterio muy útil que había sido empleado para recabar la opinión de los participantes en la prueba; dicho procedimiento sigue las sugerencias que se hacen en la Recomendación UIT-T P.831 [16]. Para efectuar esta prueba se prepararon dos tipos de cuestionario, a saber:

- un primer tipo para cada uno de los dos participantes en la conversación objeto de la prueba;
- un segundo tipo para el observador cuya tarea consistía en escuchar la misma conversación de prueba como tercero en escucha.

El primer tipo de cuestionario, que se pidió que rellenara cualquiera de los participantes en la conversación tras haber dialogado con el correspondiente copartícipe en la conversación, consta de seis cuestiones, mientras que el segundo tipo de cuestionario, que tenía que rellenar el observador como tercer participante en escucha, consta sólo de un subconjunto de cuatro cuestiones (véase el cuadro 2). La cuestión específica (es decir, la cuestión N.º 4) relacionada con el nivel sonoro no tiene por objeto la evaluación de la calidad de la conversación; lo que se pretende con ella es más bien obtener una nota media de opinión constante (hace falta por tanto una configuración de prueba apropiada) que permita utilizarla a efectos de normalización.

Cuadro 2/G.108.1 – Cuestionario para un procedimiento multicriterio

Cuestionario para cualquiera de los dos participantes en la conversación		Cuestionario para el observador como tercer participante (no interviene activamente en la conversación)	
Q.1	Fidelidad de la voz del participante que conversa con usted	Q.1	Fidelidad de las voces
Q.2	Molestia causada por la percepción de su propia voz retardada		
Q.3	Molestia causada por las diversas degradaciones percibidas	Q.2	Molestia causada por las diversas degradaciones percibidas
Q.4	Esfuerzo para interrumpir al otro conversante		
Q.5	Nivel sonoro	Q.3	Nivel sonoro
Q.6	Calidad global	Q.4	Calidad global

NOTA – El tercer participante como observador en escucha deberá estar vinculado a la conversación objeto de la prueba utilizando un circuito pasivo, sin influir por tanto en la conversación. En este tipo de prueba deberá excluirse la utilización de circuitos conferencia o multilínea, que pueden influir activamente en la conversación que mantienen dos participantes.

5.2.2 Pruebas específicas de habla simultánea y pruebas de escucha solamente

Aunque se está preparando un proceso continuo de mejora de las técnicas de medición objetiva para la evaluación de la calidad de transmisión de señales vocales, las pruebas subjetivas siguen siendo necesarias. En esta subcláusula se presenta una visión general de los diferentes procedimientos de evaluación subjetiva de teléfonos manos libres y canceladores de eco de la red, desarrollados durante el Periodo de Estudios 1997-2000. Las pruebas subjetivas tienen por finalidad la evaluación de la calidad de funcionamiento en condiciones de habla simultánea. Partiendo de una visión sombria de las posibles influencias de los teléfonos manos libres en la calidad percibida, se describen diferentes tipos de procedimientos de prueba subjetiva. Cada uno de esos procedimientos tiene una finalidad determinada y la combinación de todas las pruebas representa una herramienta de evaluación con grandes posibilidades.

El procedimiento de prueba de habla simultánea descrito en la Recomendación UIT-T P.832 [17] permite efectuar una evaluación muy específica de la situación de habla simultánea y se puede utilizar en casos completos de extremo a extremo; algunas Administraciones han aplicado este método con éxito, por ejemplo, en condiciones de comunicación manos libres. Con las pruebas se han obtenido los siguientes parámetros típicos:

- Posibilidad de habla simultánea.
- Integridad de la transmisión de señales vocales.
- Sonoridad durante el habla simultánea.
- Nivel del eco.
- Características del eco.
- Calidad del sonido.
- Transmisión de ruido de fondo.

Las pruebas de escucha solamente descritas en las Recomendaciones UIT-T P.800 [15], P.831 [16] y P.832 [17] se pueden emplear para investigar los parámetros que influyen en la conversación con una granularidad muy refinada. Estas pruebas permitirán, con mayor facilidad que las pruebas de otro tipo, identificar detalladamente las repercusiones y asignarlas a implementaciones técnicas específicas.

En realidad, esas pruebas de escucha se alejan de las condiciones reales (véanse las figuras 1 a 3) más de lo que ocurre con otras, por ejemplo, las pruebas de conversación; pero es posible, sobre todo en pruebas de escucha por tercero, investigar incluso situaciones conversacionales. En las Recomendaciones UIT-T P.831 [16] y P.832 [17] se abunda sobre estos temas.

5.3 Evaluaciones objetivas

Importa mucho que el diseño de las mediciones objetivas para terminales, redes y escenarios de extremo a extremo se efectúe adecuadamente, para evaluar cada uno de los parámetros que interesan. Dichos parámetros han sido identificados por medio, y deducidos a partir, de pruebas realizadas para terminales manos libres y canceladores de eco de red.

La aplicación de pruebas objetivas se puede dirigir hacia la estimación de valores de esos parámetros así como hacia la verificación del cumplimiento de los límites requeridos respecto a cada uno de los parámetros; de este modo, la propia definición de los límites requeridos se basa en los resultados de pruebas subjetivas. Esta combinación de pruebas subjetivas para la identificación de parámetros y la selección de valores, por un lado, y las más eficaces pruebas objetivas de laboratorio, por otro, proporciona una buena correlación entre medidas objetivas y calidad de las señales vocales percibida de manera subjetiva.

Los métodos de pruebas objetivas establecidos de acuerdo con lo anterior se describen en la Recomendación UIT-T P.502 [13]. Se pueden aplicar en todos los casos en los que la repercusión en la calidad de las señales vocales pueda describirse mediante los parámetros cuya relación figura en el cuadro 1. Los métodos de pruebas objetivas tienen en cuenta casos con ruido de fondo, condiciones de monólogo y la situación conversacional. Para cada uno de los casos se puede efectuar una evaluación detallada del diagnóstico.

Además de aplicar los métodos orientados a los parámetros, se puede llevar a cabo una investigación más general con respecto a la calidad de funcionamiento de transmisión de señales vocales de extremo a extremo aplicando los métodos basados en el modelado de la percepción humana de las señales vocales descritos en la Recomendación UIT-T P.861 [18], y otros métodos objeto de estudio por el UIT-T, durante el Periodo de Estudios 1997-2000. En ETSI EG 201 377-1 [19] se profundiza en el tema de los métodos de medición de la calidad de percepción de las señales vocales.

6 Directrices sobre la mejora de la calidad de las señales vocales en la conversación

Gracias a las investigaciones efectuadas a propósito de los terminales manos libres y los dispositivos canceladores de eco de la red, se conocen bastante bien los parámetros que más influyen en la calidad de transmisión de señales vocales. Cabe señalar que estos parámetros son de carácter general y no se refieren de manera específica a una determinada implementación técnica. Desde un punto de vista subjetivo, no hay percepción con respecto al tipo, el número o la ubicación de cualesquiera elementos de red o terminal que de alguna manera repercuta en la conexión telefónica, por ejemplo, el eco o la conmutación; sólo los parámetros medidos con respecto a esa repercusión influyen de manera importante en la calidad de las señales vocales percibida por el abonado.

Los parámetros de la calidad de las señales vocales percibida se indican más adelante de forma detallada.

Las señales de prueba se pueden encontrar en las Recomendaciones UIT-T P.50 [6], P.59 [9] y P.501 [12]; los métodos de prueba figuran en la Recomendación UIT-T P.502 [13].

En la Recomendación UIT-T P.340 [11] se indican los límites requeridos para cada uno de los parámetros. Aunque no se han evaluado todavía todos esos límites, sí se han definido muchos parámetros importantes. La Recomendación UIT-T P.340 [11] contiene información sobre los requisitos en materia de atenuación del eco durante el habla simultánea y sobre parámetros de la conmutación. Dichos parámetros se han evaluado en pruebas subjetivas para combinaciones de

terminales manos libres y terminales microteléfono, no obstante lo cual, los valores aquí proporcionados se pueden aplicar en otros escenarios con un grado de confianza suficiente.

Además, los límites requeridos para canceladores de eco, sobre todo respecto al comportamiento de su convergencia y su calidad de funcionamiento en presencia de ruido de fondo y en situaciones de habla simultánea, figuran en la Recomendación UIT-T G.168 [5]. Estos límites requeridos se basan también en evaluaciones subjetivas de los diversos parámetros.

6.1 Retardo y eco

Las repercusiones en la calidad de funcionamiento de la transmisión de señales vocales de extremo a extremo imputables a valores elevados del retardo absoluto o al eco para el hablante o el oyente son las más evidentes desde el punto de vista de los abonados de una conexión telefónica. Para situaciones sencillas en las que no se puede asumir un retardo constante ni una atenuación del eco variable con el tiempo, el modelo E da buenas estimaciones de la degradación de las señales vocales producida por el retardo y el eco.

Si, no obstante, la atenuación del eco varía con el tiempo y está asociada a la conmutación y/o la variación temporal de la sonoridad (causada, por ejemplo, por la VAD, los procesadores no lineales y otros tipos de procesamiento de la señal), hace falta una evaluación más detallada.

En tal caso se recomienda emplear los métodos descritos en la cláusula 6.

6.2 Transmisión de ruido de fondo

La repercusión de la transmisión del ruido de fondo puede ser la más perturbadora. Por lo general, el ruido de fondo deberá transmitirse con un nivel bajo y con las menores variaciones posibles, tanto en el dominio temporal como en el de las frecuencias. Cualquier introducción del llamado "ruido de comfort" deberá hacerse inoperante en aquellos casos en los que la característica del tiempo o la frecuencia no pueda ser reproducida correctamente; cabe señalar que la introducción de ruido de comfort se produce normalmente junto con los efectos de la conmutación.

En presencia de ruido de fondo, cualquier dispositivo de detección de señales vocales deberá funcionar de manera fiable de modo que no se corten las sílabas o parte de ellas.

Además, la característica de ruido de fondo de los códecs de baja velocidad binaria podría en algunos casos no quedar cubierta correctamente por el valor del I_e (factor de degradación de equipo) correspondiente y el valor de R_o (teniendo en cuenta el ruido de sala en el lado transmisor, P_s) en el modelo E. Esto sigue siendo cierto si la aditividad de ambas degradaciones no se cumple de manera estricta. En ambos casos, se puede determinar un valor entero de I_e del códec que funciona en condiciones de ruido de fondo. Para obtener ese valor de I_e , deberá incluirse el efecto Lombard (el efecto de una persona que adapta su pronunciación al entorno ruidoso) en la configuración de prueba subjetiva, es decir, las grabaciones deberán efectuarse en el entorno ruidoso, lo cual es importante cuando se pretende abarcar las repercusiones conversacionales del ruido de fondo de manera realista. Un valor de I_e obtenido de esta manera se puede utilizar entonces como entrada en el modelo E, fijando el parámetro P_s en su valor por defecto [$P_s = 35 \text{ dB(A)}$].

Se considera que el ruido de fondo es una simple señal en aquellas situaciones en las que no está presente ninguna otra señal, además de ese ruido.

Los límites requeridos para la transmisión del ruido de fondo todavía no se han evaluado de manera detallada y, por tanto, han de ser objeto de un estudio ulterior. Sin embargo, los procedimientos de prueba si han sido definidos y figuran en la Recomendación UIT-T P.502 [13].

Cuando se evalúen las configuraciones con respecto a la presencia de ruido de fondo en el lado abonado del extremo lejano, no deberá insertarse ningún ruido adicional (de circuito o de extremo cercano).

Los métodos de transmisión del ruido de fondo (desde el extremo cercano en el sentido de la emisión) se puede evaluar:

- en el modo silencio;
- con voz en el extremo lejano;
- con voz en el extremo cercano.

En todos estos casos, los parámetros más importantes son:

- la sensibilidad de la detección del ruido de fondo en términos de nivel de activación;
- el nivel absoluto de la señal transmitida;
- las fluctuaciones del nivel;
- la variación del contenido espectral del ruido de fondo.

6.3 Calidad de funcionamiento con habla simultánea

La situación de habla simultánea es la más crítica para aquellas configuraciones en las que intervienen diversos tipos de procesamiento de la señal (por ejemplo, cancelación del eco, conmutación dependiente del nivel y atenuación dependiente del nivel). Pruebas de conversación junto con pruebas de habla simultánea y pruebas de escucha por tercero han demostrado la importancia del habla simultánea en una conversación completa (véanse los anexos a la Recomendación UIT-T P.340 [11]). Los efectos más molestos durante el habla simultánea son:

- la interrupción de oraciones, palabras, sílabas o partes de las mismas o su transmisión incompleta durante o poco antes/poco después del habla simultánea;
- la transmisión de voz y/o ruido de fondo cuyo nivel, variable con el tiempo, provoca molestas "variaciones de nivel durante el habla simultánea";
- el eco durante el habla simultánea.

Las situaciones más críticas durante el habla simultánea se producen en los intervalos de tiempo poco antes y poco después de la misma.

En este caso se recomienda emplear los métodos descritos en la cláusula 6.

6.4 Calidad del sonido y sonoridad de las señales vocales

La calidad del sonido viene determinada sobre todo por los terminales. En el caso de microteléfonos, es importante que se midan esos parámetros en condiciones tan próximas a la realidad como sea posible. Para ello se necesita una configuración de medición en la que se utilice un simulador HATS junto con oídos artificiales de tipo 3.3 ó 3.4 y posicionamiento de acuerdo con la Recomendación UIT-T P.64 [10]. Empleando esta configuración, se consigue un acoplamiento acústico de la señal así como del ruido muy próximos a las condiciones reales. La calidad del sonido se puede determinar, en una primera etapa, midiendo la respuesta en frecuencia de los parámetros normalizados y el índice de sonoridad.

Habrá que tomar la precaución de utilizar señales de prueba apropiadas para obtener estimaciones correctas de las respuestas en frecuencia y los índices de sonoridad.

Deberán utilizarse señales vocales o similares en aquellos escenarios de prueba en los que uno o más de los elementos de red o terminal que intervienen sean desconocidos (por ejemplo, la codificación a baja velocidad binaria específica del fabricante).

En este caso se recomienda emplear los métodos descritos en la cláusula 6.

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	Transmisiones de señales radiofónicas, de televisión 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
Serie P	Calidad de transmisión telefónica, instalaciones telefónicas y redes locales
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