

Unión Internacional de Telecomunicaciones

UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

P.360

(07/2006)

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

Líneas y aparatos de abonado

**Eficacia de los dispositivos de prevención de
casos de presión acústica excesiva provocada
por los receptores telefónicos y evaluación de
la exposición diaria al ruido de los usuarios
telefónicos**

Recomendación UIT-T P.360

UIT-T



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	Series	P.10
Líneas y aparatos de abonado	Series	P.30
		P.300
Patrones de transmisión	Series	P.40
Aparatos para mediciones objetivas	Series	P.50
		P.500
Medidas electroacústicas objetivas	Series	P.60
Medidas relativas a la sonoridad vocal	Series	P.70
Métodos de evaluación objetiva y subjetiva de la calidad	Series	P.80
		P.800
Calidad audiovisual en servicios multimedia	Series	P.900
Aspectos de calidad de transmisión y de calidad de servicio en los puntos extremos de redes de protocolo Internet	Series	P.1000

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

Recomendación UIT-T P.360

Eficacia de los dispositivos de prevención de casos de presión acústica excesiva provocada por los receptores telefónicos y evaluación de la exposición diaria al ruido de los usuarios telefónicos

Resumen

Es sabido que un nivel excesivo de presión acústica puede provocar lesiones auditivas al usuario. Para evitar la presencia de presiones acústicas excesivas generadas por los auriculares de microteléfonos o de cascos, los equipos telefónicos terminales deben estar dotados de dispositivos que limiten el nivel de presión acústica.

La presente Recomendación propone límites aplicables a la presión acústica producida por los auriculares de microteléfonos o de cascos, así como algunas orientaciones para medir dicha presión.

La Recomendación también presenta orientaciones para evaluar la exposición acústica de los usuarios telefónicos.

También se dan algunas directrices respecto a cómo evitar la degradación de las señales vocales como consecuencia de la utilización de dispositivos aplicados en el terminal para evitar la presencia de presiones acústicas excesivas.

Orígenes

La Recomendación UIT-T P.360 fue aprobada el 14 de julio de 2006 por la Comisión de Estudio 12 (2005-2008) del UIT-T por el procedimiento de la Recomendación UIT-T A.8.

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.

La observancia de esta Recomendación es voluntaria. Ahora bien, la Recomendación puede contener ciertas disposiciones obligatorias (para asegurar, por ejemplo, la aplicabilidad o la interoperabilidad), por lo que la observancia se consigue con el cumplimiento exacto y puntual de todas las disposiciones obligatorias. La obligatoriedad de un elemento preceptivo o requisito se expresa mediante las frases "tener que, haber de, hay que + infinitivo" o el verbo principal en tiempo futuro simple de mandato, en modo afirmativo o negativo. El hecho de que se utilice esta formulación no entraña que la observancia se imponga a ninguna de las partes.

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 en la dirección <http://www.itu.int/ITU-T/ipr/>.

© UIT 2007

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	1
2 Referencias	1
3 Definiciones y abreviaturas	1
4 Eficacia de la protección contra presiones acústicas excesivas.....	2
4.1 Eficacia de la protección contra impulsos de corta duración	2
4.2 Eficacia de la protección contra las perturbaciones de larga duración.....	3
4.3 Evaluación de la exposición de los usuarios telefónicos a un ruido de 8 horas diarias.....	4
5 Efectos sobre las señales normales de conversación	7
Apéndice I – Medición alternativa de la exposición al ruido diario	8
I.1 Introducción.....	8
I.2 Descripción del método	8
I.3 Caracterización de los cascos	9
I.4 Validación de montaje de prueba	11

Recomendación UIT-T P.360

Eficacia de los dispositivos de prevención de casos de presión acústica excesiva provocada por los receptores telefónicos y evaluación de la exposición diaria al ruido de los usuarios telefónicos

1 Alcance

En la Recomendación K.7 se preconiza la utilización de dispositivos para evitar que los receptores telefónicos produzcan presiones acústicas excesivas. En esta Recomendación se indican los métodos para verificar la eficacia de estos dispositivos en respuesta a impulsos de corta duración y para perturbaciones de mayor duración, tales como los tonos y la exposición diaria al ruido. Se describe también un método para verificar que estos dispositivos no tienen efectos adversos sobre las señales vocales normales.

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. En esta Recomendación, la referencia a un documento, en tanto que autónomo, no le otorga el rango de una Recomendación.

- Recomendación UIT-T K.7 (1988), *Protección contra los choques acústicos*.
- Recomendación UIT-T O.6 (1988), *Frecuencia de prueba de referencia de 1020 Hz*.
- Recomendación UIT-T P.57 (2005), *Oídos artificiales*.
- Recomendación UIT-T P.58 (1996), *Simulador de cabeza y torso para telefonometría*.
- Recomendación UIT-T P.380 (2003), *Medidas electroacústicas en auriculares*.
- Publicación CEI 60711:1981, *Occluded-ear simulator for the measurement of earphones coupled to the ear by ear inserts*.
- Publicación CEI 60950-1:2005, *Information technology equipment – Safety – Part 1: General requirements*.
- Publicación CEI 61672-1:2002, *Electroacoustics – Sound level meters – Part 1: Specifications*.
- Publicación CEI 61672-2:2003, *Electroacoustics – Sound level meters – Part 2: Pattern evaluation tests*.

3 Definiciones y abreviaturas

En esta Recomendación se definen los términos siguientes.

3.1 oído artificial: Dispositivo para el calibrado de auriculares que incorporan un acoplador acústico y un micrófono de calibrado para medir la presión sonora, con una impedancia acústica total similar a la del oído humano medio para una banda de frecuencia dada.

3.2 punto de referencia oído (ERP, *ear reference point*): Punto virtual de referencia geométrica situado a la entrada del oído del que escucha y que se utiliza tradicionalmente para calcular los índices telefonométricos de sonoridad.

3.3 punto de referencia tímpano (DRP, *ear-drum reference point*): Punto situado al final del conducto auditivo, correspondiente a la posición del tímpano.

Se aplican las abreviaturas de la Rec. UIT-T P.10/G.100.

4 Eficacia de la protección contra presiones acústicas excesivas

Los métodos de prueba mencionados en la presente Recomendación sólo abarcan la aplicación de señales dentro de banda, pero los mismos límites de presión sonora son aplicables para el caso en que aparezcan señales de llamada con el aparato telefónico descolgado.

Sobre la base de las conclusiones de estudios científicos, varios autores u organizaciones han propuesto criterios de riesgo de lesiones auditivas fundadas en las variaciones de la presión acústica en condiciones de impulsos, sobre cuya definición, dicho sea de paso, no existe acuerdo general. De manera similar, se han propuesto también criterios de riesgo de lesiones auditivas para perturbaciones acústicas de mayor duración, tales como los tonos. Sin embargo, estos criterios no se pueden transponer directamente a las condiciones de prueba y a las mediciones descritas a continuación ni se podrán verificar los resultados sin introducir ciertas hipótesis que no se especifican en la presente Recomendación, cuyo objetivo es solamente describir un método sencillo en la aplicación y en el análisis de los resultados obtenidos. Los criterios recomendados se basan en la experiencia obtenida en varios países en relación con la calidad que deben tener los receptores telefónicos para la seguridad de los usuarios y operadores. Es posible que las Administraciones deseen adoptar niveles límite menores para reducir las molestias que experimentan los usuarios con las perturbaciones acústicas, pero los niveles límite no deben ser tan bajos como para presentar efectos adversos sobre los niveles normales de conversación.

Las Recs. UIT-T P.57 y P.58 definen diversos tipos de oídos artificiales. El empleo de un tipo apropiado de oído artificial depende de las dimensiones y del tipo del pabellón del microteléfono o casco telefónico.

4.1 Eficacia de la protección contra impulsos de corta duración

Para verificar si la protección del aparato telefónico contra los riesgos de choque acústico producidos por impulsos de corta duración es satisfactoria se recomienda examinar sus características del modo que seguidamente se indica:

- a) El aparato telefónico completo, incluido el dispositivo de protección, se pone en condiciones normales de funcionamiento y se energiza.
- b) Los aparatos telefónicos con niveles de recepción ajustables deben ajustarse en la posición de máximo.
- c) El pabellón del receptor telefónico del microteléfono o casco se aplica a un oído artificial conforme a las Recs. UIT-T P.64 y P.380, según sea el caso.
- d) El oído artificial se conecta eléctricamente con un dispositivo de medición mediante un filtro que realiza el DRP para la función de transferencia de campo difuso, si se utiliza un oído artificial del Tipo 2 o del Tipo 3. Si se utiliza un oído artificial del Tipo 1, el filtro debería realizar las funciones de transferencia de ERP a DRP y de DRP a campo difuso. Las funciones de transferencia de ERP a DRP y de DRP a campo difuso se presentan en la Rec. UIT-T P.58. El dispositivo de medición puede ser cualquier analizador de frecuencias, un medidor de nivel de presión sonora o simplemente un medidor de nivel de ruido capaz de medir niveles de cresta. El dispositivo de medición debe calibrarse adecuadamente y contar con los circuitos necesarios para las mediciones.

- e) Se aplican impulsos eléctricos al aparato telefónico mediante un montaje adecuado. En terminales analógicos a dos hilos, los impulsos se superponen a la alimentación en corriente continua sin que ésta cortocircuite los impulsos. Se ha de utilizar el generador de sobretensiones de 10/700 μ s especificado en la cláusula 6.2 de CEI 61000-4-5. La tensión de circuito abierto ha de ser de 1000 voltios y la corriente de cortocircuito ha de ser de 25 amperios. En los sistemas analógicos de cuatro hilos se aplican los impulsos en los terminales del circuito receptor.
- f) Se comprueba también el aparato telefónico en cuanto a la autogeneración de impulsos acústicos como los que se producen en la operación de colgar, o marcar por impulsos.
- g) En los casos de los apartados e) y f), el nivel de cresta observado en la presión acústica (valor instantáneo máximo) ha de ser inferior al de los reglamentos regionales o nacionales de seguridad aplicables, como por ejemplo, el Code of Federal Regulations de Estados Unidos, el 29CFR1910.95 "Occupational noise exposure" (Exposición al ruido en ejercicio de la profesión) y la Directiva 2003/10/EC del Parlamento Europeo sobre los requisitos mínimos de salud y seguridad.

NOTA 1 – Podría ser conveniente efectuar algunas pruebas más de una vez, para asegurarse de que el sistema de protección no ha sufrido daños.

NOTA 2 – No es necesario realizar pruebas de impulsos de corta duración en teléfonos inalámbricos. Esto se debe a que en la prueba contra las perturbaciones de larga duración de 4.2, la señal de prueba en el enlace inalámbrico ya se encuentra en su valor máximo. El nivel de presión sonora máximo exigido para las perturbaciones de larga duración es mucho menor que el requerido para esta prueba de impulsos de corta duración. Si un teléfono inalámbrico pasa la prueba de 4.2, también pasa implícitamente esta otra prueba.

4.2 Eficacia de la protección contra las perturbaciones de larga duración

Para verificar si la protección del aparato telefónico contra el riesgo de daños de origen acústico causados por perturbaciones de larga duración, como los tonos, es satisfactoria, se recomienda examinar sus características del modo que seguidamente se indica:

- a) Se pone el aparato telefónico completo, comprendido el dispositivo de protección, en condiciones normales de funcionamiento en cuanto a su corriente de alimentación y en su posición para el intercambio de una comunicación.
- b) Los aparatos telefónicos con niveles de recepción ajustables deben ajustarse en la posición de máximo.
- c) El pabellón del microteléfono o casco telefónico se acopla a un oído artificial de conformidad con las Recs. UIT-T P.64 y P.380, según sea el caso.
- d) El oído artificial se conecta eléctricamente a un dispositivo de medición mediante un filtro que realiza la función de transferencia de DRP a ERP, si se utilizan oídos artificiales del Tipo 2 o del Tipo 3. Si se utiliza un oído artificial Tipo 1, no se ha de emplear filtro de corrección. El dispositivo de medición puede ser cualquier analizador de frecuencias, dispositivo de medición del nivel de presión sonora o simplemente un dispositivo de medición de volumen de ruido, en capacidad de realizar mediciones de niveles de presión sonora con ponderación A. El dispositivo de medición debe calibrarse correctamente y estar equipado con los circuitos necesarios para realizar la medición. La función de transferencia entre el punto de referencia de medición y ERP se toma de la Rec. UIT-T P.57.

De no usarse un filtro, también puede llevarse a cabo la función de transferencia utilizando tratamiento posterior.

NOTA 1 – Los límites en el ERP máximos de estas perturbaciones de larga duración se han definido durante muchos años. Éstos han proporcionado una protección satisfactoria contra lesiones acústicas. Por lo tanto se conservan los límites ya que éstos se han comprobado históricamente.

- e) En los terminales analógicos se aplica al aparato telefónico una señal de barrido de onda senoidal a través de la banda. Se hace aumentar la amplitud hasta llegar a +15 dBV en los

terminales del aparato o hasta que la salida acústica de régimen permanente del receptor telefónico alcance su valor límite, lo primero que ocurra.

En el caso de los terminales digitales, se utiliza una señal codificada digital, por ejemplo, una onda cuadrada que representa la energía máxima que puede transmitir el sistema de transmisión de la red y/o el sistema de codificación.

- f) Se debería también comprobar el aparato telefónico en cuanto a la autogeneración de perturbaciones acústicas, como las de las señales de marcación por tonos realimentadas al receptor.
- g) En los casos de los apartados e) y f) anteriores, el nivel de presión sonora con ponderación A en estado estacionario debe ser inferior a +31 dBPa(A) para microteléfonos y +24 dBPa(A) para cascos respuesta "lenta".

NOTA 2 – Los tonos u otras perturbaciones que, por naturaleza tienen una duración limitada a menos de 0,5 s, deben evaluarse como impulsos de corta duración de acuerdo con 4.1. Las perturbaciones repetitivas, como las que podrían producirse durante la marcación automática por tonos, deben evaluarse de acuerdo con 4.2 utilizando el sonómetro ajustado para promediar las respuestas "lentas".

4.3 Evaluación de la exposición de los usuarios telefónicos a un ruido de 8 horas diarias

La exposición diaria al ruido es una media de tiempo ponderado (TWA, *time-weighted-average*) de una exposición sonora con ponderación A. Tradicionalmente se calcula para un día de trabajo normal de 8 horas. Tiene sentido únicamente para un entorno relacionado con el trabajo, como por ejemplo para los centros de contacto. La medición de exposición al ruido diario (TWA) tiene en cuenta tanto las señales normales como las anormales. Se ha de comparar el límite de la exposición sonora diaria con los requisitos regionales y nacionales.

En el caso de exposiciones a niveles constantes de presión sonora de 8 horas de duración, la TWA será igual al nivel de presión sonora. Si la presión sonora es variable, se puede utilizar la ecuación (1) para calcular la TWA de 8 horas:

$$L_{EX,8h} = 10 \log \left[\frac{1}{(t_2 - t_1)} \frac{1}{P_0^2} \int_{t_1}^{t_2} P_A^2(t) dt \right] \quad [\text{dB(A)}] \quad (1)$$

donde:

$L_{EX,8h}$ es la TWA del nivel de exposición al ruido durante un día de trabajo de 8 horas, dB SPL(A). Tiene en cuenta todo ruido que pudiera presentarse en el trabajo, incluido el ruido impulsivo

t_1 es la hora de inicio

t_2 es la hora de finalización. Para un día nominal de trabajo de 8 horas, $t_2 - t_1 = 8$ (horas)

$P_A(t)$ es la presión sonora con ponderación A de la señal sonora

P_0 es la presión sonora de referencia de 20 μ Pa

NOTA – El Code of Federal Regulations de los Estados Unidos tiene en cuenta únicamente los niveles sonoros superiores a 80 dB, mientras que en Europa la Directiva no presenta este tipo de limitante.

Si se reduce la duración de la exposición al ruido diario, se puede incrementar el límite del nivel de exposición; y de la misma forma, si se reduce el límite del nivel de exposición, se puede incrementar la duración de la exposición. Existen dos relaciones de nivelación diferentes:

En Norteamérica la relación de nivelación es "5 dB por el doble del tiempo", si se incrementa/decrementa en 5 dB un nivel sonoro constante, se duplica/reduce a la mitad la energía acústica de la exposición, de la misma forma que si la duración de la exposición se duplicara/redujera a la mitad. En la fórmula 2 a continuación se plasma esta relación:

$$T = \frac{8}{2^{\left[\frac{L_{EX} - 80}{5}\right]}} \quad [\text{horas}] \quad (2)$$

donde:

T es la duración permitida de la exposición al ruido (horas)

L_{EX} es el nivel de exposición al ruido máximo correspondiente, dB(A)

En Norteamérica la exposición al ruido diario más alta es de 115 dBA por 15 minutos de exposición. La relación de nivelación de 5 dB no es pertinente para niveles superiores a 115 dBA.

En Europa, la relación de nivelación es "3 dB por el doble del tiempo", un incremento/decremento en 3 dB de un nivel sonoro constante duplica/reduce a la mitad la energía acústica de la exposición, de la misma forma que si la duración de la exposición se duplicara/redujera a la mitad. En la fórmula 3 a continuación se plasma esta relación:

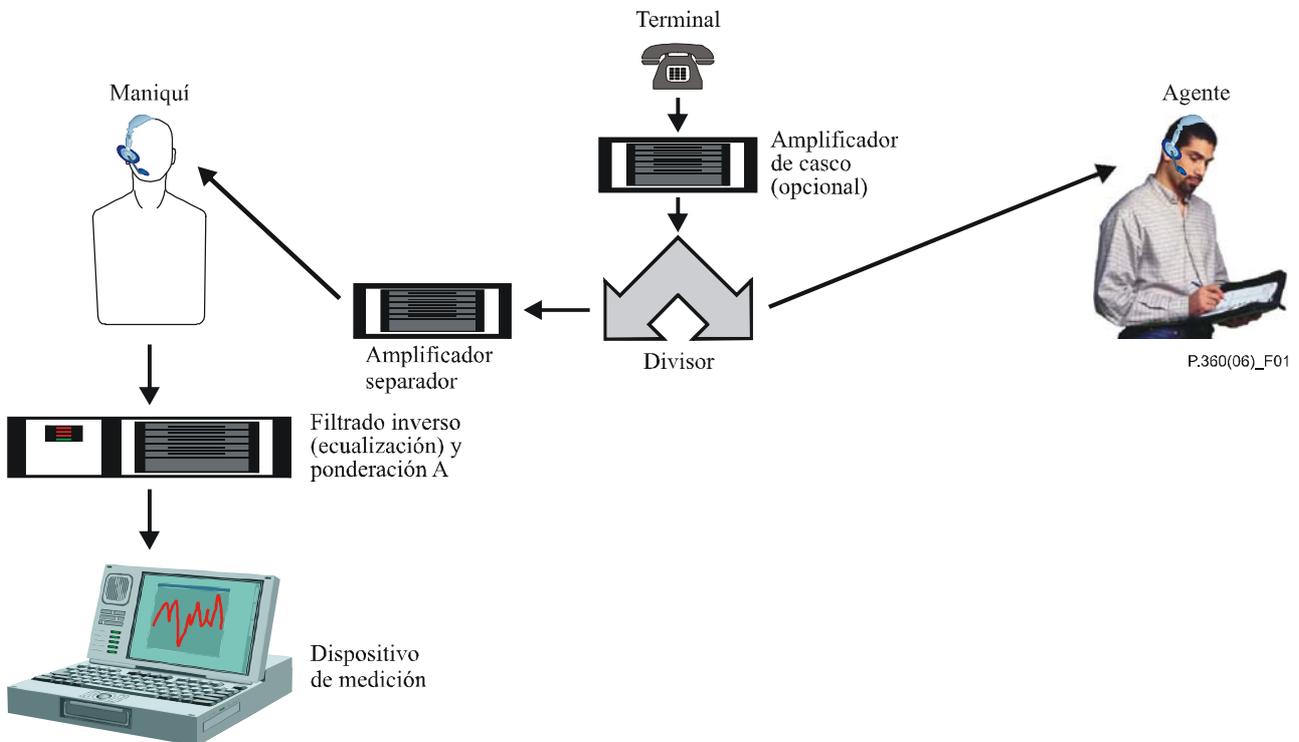
$$T = \frac{8}{2^{\left[\frac{L_{EX} - 80}{3}\right]}} \quad [\text{horas}] \quad (3)$$

donde:

T es la duración permitida de exposición al ruido (horas)

L_{EX} es el nivel máximo correspondiente de exposición al ruido, dB(A)

Para poder verificar si un aparato telefónico ofrece una protección satisfactoria contra el riesgo de peligros acústicos debidos a la exposición al ruido diario (TWA), se recomienda que la medición de la exposición al ruido diario (TWA) se realice *in situ* con el agente en cuestión, tal como se muestra en la figura 1.



NOTA – En la práctica el filtrado inverso y la ponderación de frecuencia pueden incluirse en el dispositivo de medición.

Figura 1/P.360 – Montaje de prueba para medir la exposición al ruido diario (TWA)

Para este método se requiere un segundo casco "idéntico" al del agente. Por "idéntico" se entiende que el segundo casco debe ser de la misma marca, del mismo modelo y del mismo fabricante que el casco del agente. Si existe la posibilidad de configurarlos, se deben configurar ambos cascos de la misma manera, por ejemplo con cinta para la cabeza o auricular de colgar, el tipo de almohadilla del auricular, el tipo de auricular, el control de tonos, etc. Se hace esta exigencia a fin de que la señal replicada que pasa al segundo microteléfono cause la misma señal acústica nominal en el auricular del agente.

Como se muestra en la figura 1, debería utilizarse un divisor sencillo para duplicar la señal después del paso de ésta por el amplificador del auricular o por cualquier control de volumen del receptor ajustable por el usuario. Una de las señales se aplica al auricular del agente y la otra al segundo auricular a través de un amplificador separador. El amplificador separador debe representar una carga mínima para la señal del auricular del agente, por lo que el amplificador separador debería tener una impedancia de entrada alta con respecto al auricular del agente. El amplificador separador debería también tener una impedancia de salida baja a fin de minimizar la caída de tensión cuando éste energiza el segundo auricular. El amplificador separador tendrá una ganancia unitaria, no debería disminuir el ancho de banda de la señal de entrada, ni añadir distorsión significativa ni ruido al sistema. Se recomienda que el amplificador separador se conecte únicamente al canal de recepción. El canal de transmisión estará abierto, de forma que el ruido ocasional proveniente del micrófono del segundo auricular no perturbe al agente ni al extremo distante.

En algunos casos se puede contar con una torreta que proporcione un zócalo secundario para un segundo casco. En dichos casos, es importante verificar que ambos zócalos proporcionen el mismo nivel de salida y que el control de volumen de recepción en la torreta (de existir) controle ambos cascos simultáneamente y de la misma forma. Debe garantizarse que no exista ningún otro control de volumen del receptor ajustable por el usuario entre la torreta y el casco del agente. Es igualmente importante que el segundo casco no modifique el nivel de ruido del casco del agente. Se recomienda inhabilitar o enmudecer el canal de transmisión del segundo casco.

El casco del agente debe ser el que normalmente éste utiliza. Debe fijarse el segundo casco en el simulador de cabeza y torso (HATS, *head and torso simulator*). El acoplamiento acústico entre el segundo casco y el oído del HATS debería ser similar al que utiliza el agente para acoplar el casco a su cabeza y oído. Esta similitud de los acoples acústicos entre los cascos y las orejas es fundamental para la medición de la TWA. Se recomienda supervisar periódicamente la posición del casco y su acople a los oídos mientras dure la medición.

Conforme se muestra en la figura 1, debe llevarse la salida del HATS hasta el dispositivo de medición mediante filtros HRTF inversa y filtros de ponderación A. La señal que sale de los filtros es el nivel de presión sonora equivalente de campo difuso con ponderación A. El dispositivo de medición puede ser cualquier analizador de frecuencias, dispositivo de medición de nivel de presión sonora, o sencillamente un dispositivo de medición de nivel de ruido que pueda realizar mediciones de exposición al ruido diario.

Se sabe que aunque se utilice la misma marca, el mismo modelo y el mismo fabricante, el segundo casco puede poseer un índice de sonoridad en recepción (RLR, *receive loudness rating*) diferente al del casco del agente. Es necesario calibrar el segundo casco antes de que se realice la medición de la TWA.

Se recomienda medir la TWA durante la totalidad del día laboral (casi siempre 8 horas). Sin embargo, en algunas circunstancias, debido a las restricciones de tiempo y de costos, puede no ser posible realizar la medición durante la totalidad del día laboral. En estas circunstancias, es importante que para las mediciones de cada agente la duración recortada sea lo suficientemente larga como para incluir una muestra representativa de las actividades del día laboral. Se recomienda un mínimo de 2 horas. Si la duración más corta es representativa, ésta se puede extrapolar para obtenerse el valor de exposición al ruido para ese individuo durante la totalidad del día laboral o un

turno particular. También es importante tener en cuenta los diversos turnos y descansos de los agentes de los centros de contacto.

También es útil medir separadamente el nivel de ruido de fondo sin obstrucción durante la medición de la TWA. Esto es útil para establecer una relación entre el nivel de ruido de fondo y el nivel de escucha del agente.

Este método de prueba no es procedente en el caso de auriculares y cascos con el control de volumen de recepción ubicado en la cápsula del auricular o del casco.

Para llevar a cabo campañas de comprobación a gran escala, puede utilizarse un método equivalente alternativo, como el que se describe en el apéndice I.

5 Efectos sobre las señales normales de conversación

Se recomienda verificar si la atenuación de las señales fuertes, obtenida con los dispositivos de protección, no entraña una deterioración de las señales normales de conversación, por ejemplo, por distorsión no lineal. Se puede proceder por series de medidas utilizando señales sinusoidales en régimen permanente con una frecuencia de 1000 ± 20 Hz. Si las magnitudes son:

N es el nivel de la tensión eléctrica en los terminales del aparato. N viene determinado por la relación:

$$N = 20 \log_{10} \frac{V_{rms}}{0,775} \quad [\text{dB}]$$

donde:

V_{rms} representa el valor eficaz de la tensión (en voltios) en los terminales. El valor de $V_{rms} = 0,775$ voltios ($-2,2$ dBV) hace $N = 0$ y corresponde a un nivel de potencia de 0 dBm aplicado a 600 ohmios.

$P(N)$ es la presión acústica producida por el receptor telefónico en condiciones determinadas (puede ser, por ejemplo, medida en un oído artificial conforme a la Rec. UIT-T P.57), que corresponde a la aplicación del nivel de tensión N entre los terminales del aparato.

$A(N)$ es la atenuación de la eficacia electroacústica respecto de su valor de referencia $N = -20$ dB. $A(N)$ viene determinado por la relación:

$$A(N) = 20 \log_{10} \frac{P(-20)}{P(N)} + N + 20 \quad [\text{dB}]$$

[$A(N) = 0$ si $N = -20$ dB].

Los valores obtenidos para $A(N)$ deben respetar las indicaciones del cuadro 1 obtenidas con medidas efectuadas en varios tipos de aparatos provistos de diversos dispositivos de protección.

Cuadro 1/P.360

N [dB]	$A(N)$ [dB]
-20	0
-10	< 0,5
0	≤ 2

NOTA 1 – Puede ser útil efectuar algunas medidas adicionales para verificar si los valores observados de $A(N)$ son del mismo orden para frecuencias comprendidas entre 200 Hz y 4000 Hz.

NOTA 2 – Ciertos aparatos tienen algunas particularidades en el funcionamiento, por ejemplo, la sensibilidad electroacústica depende de las condiciones de alimentación en corriente continua y/o del nivel de las señales recibidas. En este caso, esta evaluación puede no proceder.

Apéndice I

Medición alternativa de la exposición al ruido diario

I.1 Introducción

La aplicación del método simulador de cabeza y torso (HATS) especificado en la presente Recomendación exige especial cuidado tanto en la elección del segundo casco, que se pondrá en el HATS y que debe ser en principio idéntico al que utiliza el agente, como en la posición del casco en el agente y en el HATS, que debe ser similar. Por lo general se logra con facilidad que la posición sea similar en campañas de medición pequeñas, realizadas por operadores de prueba experimentados; pero es cada vez más difícil garantizar esto si se realizan muchas mediciones de campo con la participación de un gran número de operadores de prueba menos experimentados, aun sin tener en cuenta la gran cantidad de HATS necesaria.

Las campañas de supervisión a gran escala podrían contar con la participación de miles de agentes de centros de contacto, dispersos en varias ciudades y con muchos patrones diferentes de turnos de trabajo. En consecuencia, las campañas deben ser dirigidas por organizaciones territoriales complejas, que en lo posible recurran a los funcionarios ya vinculados en operaciones de campo. Para poder finalizar la campaña de supervisión dentro de los tiempos aceptables, puede ser necesario utilizar simultáneamente muchas instalaciones de prueba, cada una con la capacidad de supervisar simultáneamente muchos operadores.

Al tenerse en cuenta esas consideraciones, se deduce que el método basado en el HATS no puede aplicarse en campañas de supervisión a gran escala. Se ha comprobado que el método equivalente alternativo descrito a continuación se ajusta más a las restricciones mencionadas anteriormente.

I.2 Descripción del método

El método para realizar la supervisión a gran escala de la exposición al ruido diario por parte de los agentes de los centros de contacto se basa en los siguientes principios:

- 1) Supervisión eléctrica de la señal a la entrada del casco (es decir, después de todos los controles de volumen).
- 2) Supervisión acústica del ruido de fondo en el entorno de trabajo.
- 3) Correlación de la señal eléctrica medida con la presión acústica en el tímpano mediante un modelo de la respuesta del casco validado estadísticamente, según se haya caracterizado en el HATS.
- 4) Cálculo del nivel de presión sonora equivalente de la señal vocal recibida en el campo difuso, de conformidad con ISO 11904.
- 5) Suma de potencias del espectro equivalente de presión de la señal vocal en el campo difuso y el ruido ambiental en el entorno de trabajo, conforme a las mediciones hechas por el micrófono de entorno del sistema de pruebas.

En la figura I.1 se describe el método.

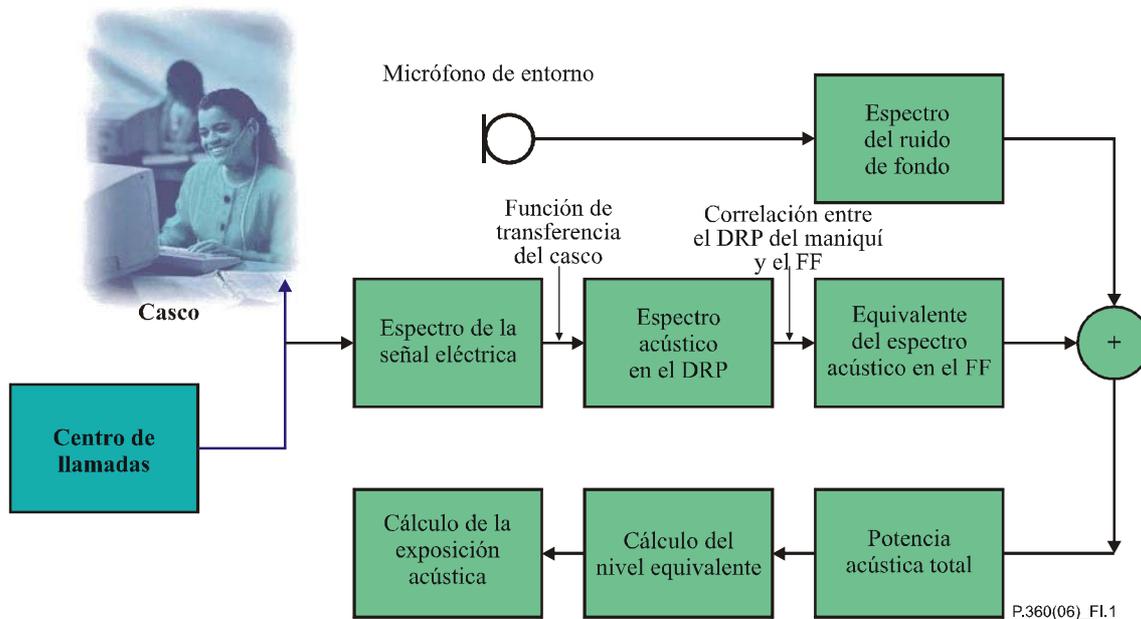


Figura I.1/P.360 – Todos los espectros deben ser de un tercio de octava, medidos en tiempo real. Se debe aplicar corrección con ponderación A

Deben sumarse las potencias del nivel de ruido medido en el campo abierto con la del nivel equivalente de presión de señal vocal, sin tener en cuenta el efecto de atenuación resultante del acoplamiento del transductor al oído. Esto se hace así a fin de obtener un valor estimativo prudente de este componente de la exposición acústica.

Además de esta peculiaridad, este método funciona como el basado en el HATS, con la diferencia de que en vez de medirse la señal de prueba en el micrófono del tímpano del HATS, ésta se mide directamente en los terminales del casco. La respuesta global de la "sonda" compuesta por el segundo (supuestamente idéntico) casco y el HATS es implementada por el software de prueba, en vez de materializarse en el montaje real de medición. Este método funciona adecuadamente siempre y cuando sean pequeños los efectos no lineales que ocurren en los transductores de los cascos, lo cual normalmente sucede durante las campañas de supervisión de exposición al ruido de los agentes de los centros de contacto.

I.3 Caracterización de los cascos

Un aspecto fundamental de esta metodología es la caracterización estadística correcta de la sensibilidad de los cascos. Cada tipo de casco utilizado en los centros de contacto bajo examen debe caracterizarse utilizando un HATS conforme a la Rec. UIT-T P.58.

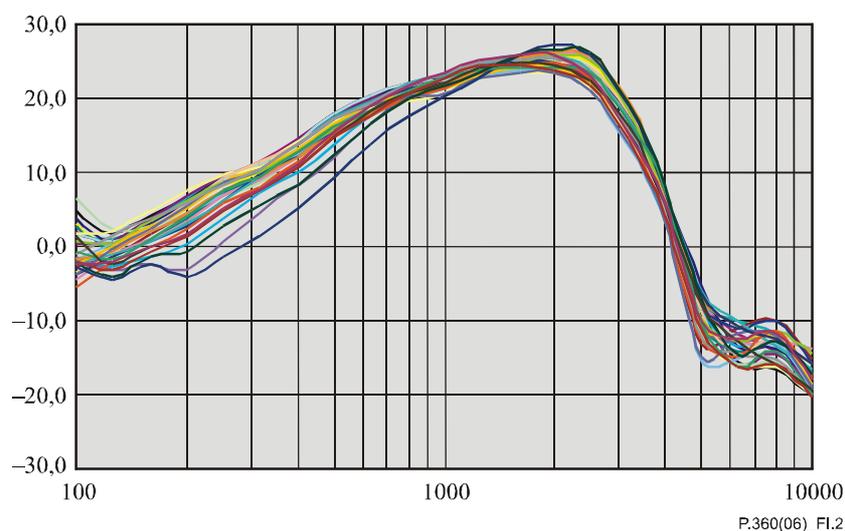
A fin de caracterizar los receptores de casco bajo condiciones cercanas a las de operación, debe emplearse ruido rosa a un nivel tal que se genere un nivel de presión sonora de -10 dBPa en el DRP. Se deben acoplar los receptores a los oídos de los HATS conforme a la posición de utilización recomendada (RWP, *recommended wearing position*) del fabricante, buscando alcanzar el mejor acople acústico. Debe registrarse en los documentos de la campaña de supervisión el esfuerzo realmente utilizado para caracterizar los cascos.

Deben utilizarse preferiblemente 30 receptores para caracterizar cada tipo de transductor. Los resultados de las pruebas de cada receptor deben confirmarse mediante al menos tres repeticiones de las pruebas, en cada una de las cuales se vuelve a colocar el casco en el HATS. El resultado final es el promedio en dB de los resultados de las repeticiones de las pruebas.

En el cuadro I.1 se proporcionan, a modo de ejemplo, los resultados estadísticos de la caracterización de un tipo de casco típico, mientras que en la figura I.2 se muestra la envolvente de las respuestas de recepción promediadas de los 30 receptores sometidos a prueba.

Cuadro I.1/P.360 – Caracterización de un casco típico, 30 receptores probados, cada respuesta individual es el resultado del promedio de tres repeticiones (figura I.2)

Frecuencia [Hz]	Promedio [dBPa/V]	Desviación estándar [dB]
100	-0,5	2,93
125	-0,7	1,77
160	1,6	1,95
200	3,8	2,88
250	6,8	2,66
315	9,0	2,22
400	12,2	2,14
500	15,9	1,92
630	18,6	1,36
800	20,9	0,94
1000	22,2	0,82
1250	23,8	0,62
1600	24,8	0,69
2000	25,0	0,96
2500	23,3	1,44
3150	16,5	1,62
4000	5,9	1,51
5000	-9,2	2,65
6300	-13,3	1,94
8000	-13,2	1,82
10000	-18,0	1,83



**Figura I.2/P.360 – Caracterización de un tipo particular de casco
(respuestas evaluadas en tercios de octava)**

I.4 Validación de montaje de prueba

Debe realizarse la validación del montaje de prueba siguiendo los siguientes tres pasos:

- Certificación de los canales de prueba acústico y eléctrico conforme a los requisitos aplicables de la CEI (es decir, CEI 61672-1 que trata sobre sonómetros y CEI 61672-2 que trata sobre sonómetros integradores-promediadores, o versiones posteriores).
- Validación complementaria de los canales de prueba acústicos y eléctricos con señales particulares del sistema. Con esta validación se pretende verificar la precisión del análisis de tercera de octava y el comportamiento de la herramienta de prueba ante señales similares a las que se presentan en la realidad.
- Validación global del instrumento comparando el resultado de una prueba de exposición acústica con el resultado obtenido al ejecutar simultáneamente la medición con el HATS especificada en 4.3.

La certificación del instrumento con respecto a las normas de la CEI debería efectuarse preferiblemente en un laboratorio metrológico acreditado.

La validación complementaria de los canales eléctricos consiste en comparar los resultados de la prueba de tercera de octava que arrojan las mediciones eléctricas del montaje de prueba sometido a validación con las mediciones hechas simultáneamente con instrumentos calibrados, y deberían realizarse teniendo como insumo al menos todas las siguientes señales de prueba:

- ruido rosa;
- ruido blanco formado conforme a la Rec. UIT-T P.50, tanto continuo como de impulsos (ENCENDIDO 250 ms, APAGADO 150 ms);
- señal vocal real.

La diferencia entre los niveles equivalentes con ponderación A calculados a partir de la medición del espectro de tercera de octava debe cumplir con los límites de incertidumbre especificados para los sonómetros de Clase 1.

De forma similar, se debe realizar una validación complementaria del canal acústico, que consiste en comparar los resultados de las pruebas de tercera de octava de la herramienta de prueba sometida a validación con los proporcionados por un sonómetro certificado expuesto a las mismas señales de ruido:

- Ruido de Hoth.
- Impulsos de ruido de Hoth (ENCENDIDO 5 segundos, APAGADO 5 segundos).

Todas las pruebas anteriores pueden ejecutarse durante periodos de tiempo de unos pocos minutos, con excepción de al menos una prueba, que debería llevarse a cabo durante un periodo de tiempo de ocho horas. Con esto se pretende comprobar el software con relación a desbordamientos en los algoritmos de integración durante tiempos largos de integración.

Finalmente se debería realizar una validación global que consiste en llevar una señal vocal al casco de un agente y verificar de forma simultánea la exposición al ruido mediante la metodología expuesta en esta guía y mediante la herramienta de prueba sometida a validación. Esta validación debe realizarse en por lo menos tres cascos diferentes, tanto en un entorno silencioso (≤ -45 dBPa(A)) como en un entorno más ruidoso (-24 dBPa(A)).

Los dos métodos deben proporcionar resultados similares dentro de los márgenes de incertidumbre típicos de esta metodología de prueba (la incertidumbre típica combinada del método es de unos 2 dB).

SERIES DE RECOMENDACIONES DEL UIT-T

Serie A	Organización del trabajo del UIT-T
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 multimedia
Serie I	Red digital de servicios integrados
Serie J	Redes de cable y transmisión de programas radiofónicos y televisivos, y de otras señales multimedia
Serie K	Protección contra las interferencias
Serie L	Construcción, instalación y protección de los cables y otros elementos de planta exterior
Serie M	Gestión de las telecomunicaciones, incluida la RGT y el mantenimiento de redes
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, comunicaciones de sistemas abiertos y seguridad
Serie Y	Infraestructura mundial de la información, aspectos del protocolo Internet y Redes de la próxima generación
Serie Z	Lenguajes y aspectos generales de soporte lógico para sistemas de telecomunicación