

RECOMENDACIÓN UIT-R BS.562-3<sup>\*,\*\*</sup>**Evaluación subjetiva de la calidad del sonido**

(1978-1982-1986-1990)

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

*considerando*

- a) que las pruebas subjetivas de escucha permiten evaluar la molestia causada al oyente por cualquier degradación de la señal deseada durante su transmisión entre el origen y la persona que escucha;
- b) que esta evaluación supone que una secuencia degradada del programa debe compararse con la secuencia original, que debe ser de «excelente calidad» o con una «degradación imperceptible»;
- c) la necesidad de normalizar, en la medida de lo posible, las condiciones de escucha, la composición del equipo de evaluadores y las secuencias de programa, con el objeto de obtener evaluaciones que puedan compararse entre sí;
- d) la conveniencia de disponer de una sola escala normalizada de evaluación para los programas radiofónicos y de televisión,

*recomienda*

**1** que se utilicen las escalas de notas indicadas a continuación para la evaluación subjetiva de la calidad o de la degradación de programas radiofónicos (para imágenes de televisión, véase la Recomendación UIT-R BT.500). La naturaleza y el objeto de las pruebas determinará cuál de las dos escalas es más apropiada.

---

\* Esta Recomendación interesa también a la Comisión de Estudio 9 de Normalización de las Telecomunicaciones.

\*\* La Comisión de Estudio 6 de Radiocomunicaciones efectuó modificaciones de redacción en esta Recomendación en 2002 de conformidad con la Resolución UIT-R 44.

### 1.1 Escala de cinco notas de calidad y de degradación\*

CUADRO 1

Calidad	Degradación
5 Excelente	5 Imperceptible
4 Buena	4 Perceptible, pero no molesta
3 Aceptable	3 Ligeramente molesta
2 Mediocre	2 Molesta
1 Mala	1 Muy molesta

### 1.2 Escala comparativa de siete notas

En ciertas clases de pruebas subjetivas, tal vez sea más conveniente utilizar una escala comparativa, en cuyo caso debe emplearse la escala de siete notas siguiente:

CUADRO 2

3 Mucho mejor
2 Mejor
1 Ligeramente mejor
0 Igual
-1 Ligeramente peor
-2 Peor
-3 Mucho peor

## 2 Presentación de los resultados

Los resultados obtenidos por grupos de oyentes expertos deben presentarse por separado de los obtenidos por grupos de personas no expertas; deben darse detalles acerca de las condiciones de escucha y niveles de sonido, describiéndose además los métodos estadísticos utilizados para analizar los resultados de las pruebas.

NOTA 1 – En el Anexo 1 figuran las consideraciones generales sobre el procedimiento de evaluación, las condiciones de escucha, la selección de los oyentes, etc.

---

\* Habida cuenta del gran número de documentos existentes sobre experiencias hechas con escalas de seis notas, es conveniente disponer de un método de conversión de los resultados obtenidos a la escala anterior de cinco notas, a fin de que se puedan usar estas informaciones. Al intentar la conversión a una escala de los resultados obtenidos con otra, se crean ciertas ambigüedades. No obstante, como primera aproximación, puede emplearse la siguiente relación lineal, para convertir una nota  $A_6$  obtenida en un experimento en que se haya utilizado una escala de seis notas en una nota  $A_5$  en la correspondiente escala de cinco notas:

$$A_5 = 5,8 - 0,8 A_6$$

Cuando se presenten resultados que hayan sido convertidos utilizando la ecuación anterior, debe indicarse que se ha realizado la conversión.

## ANEXO 1

### 1 Consideraciones generales

Las secuencias de programa utilizadas para las pruebas deben incluir intervalos de silencio, de manera que, en ausencia de la señal deseada, no quede excluida la evaluación subjetiva de la degradación causada por el ruido propio del sistema de transmisión. Por otro lado, las pruebas deben excluir toda evaluación de defectos cuyos efectos audibles pueden no representar en ciertos casos una molestia, e incluso, dar una impresión subjetiva de mejor calidad. Las secuencias de programa deben, pues, estar exentas de todo defecto audible similar a los producidos en el sistema sometido a prueba; cuando esto no sea posible, deben indicarse claramente las consiguientes limitaciones en cuanto a la validez de los resultados.

Para las pruebas en que se utilice la escala de cinco notas que se menciona en el § 1.1 de la Recomendación, debe emplearse un sistema de luces para indicar en todo momento al oyente la fuente (degradada o no degradada) del programa que escucha. A fin de controlar la atención del oyente y la reproductibilidad de su juicio, se deben prever algunas pruebas llevadas a cabo en forma aleatoria y sin que el oyente haya sido informado de ellas, en las que se sustituirá la secuencia degradada por una secuencia no degradada, y viceversa. Para las pruebas con la escala de comparación de siete notas, no se da ninguna indicación que pueda influenciar el juicio del oyente. Sin embargo, para las pruebas comparadas, conviene dar, de vez en cuando, una secuencia de referencia, que puede ser la fuente no degradada; esta secuencia de referencia puede indicarse mediante un sistema de luces.

El volumen de datos que hay que recopilar depende de factores relacionados entre sí, como el grado de confianza que se desea en los resultados, la desviación típica de las mediciones y la magnitud relativa del defecto que haya de detectarse. La finalidad de las siguientes sugerencias es servir de guía al preparar un plan experimental determinado.

### 2 Elección de los oyentes

Si bien en un auditorio normal puede haber algunos oyentes expertos\*, su proporción será probablemente tan pequeña que conviene centrar el objetivo de las pruebas de laboratorio en las opiniones de los profanos, ya que los resultados obtenidos con expertos pueden reflejar un espíritu mucho más crítico que los conseguidos con oyentes profanos. La elección de las condiciones de escucha debe hacerse en una forma más rigurosa que la normal, pero sin ser excesiva. Como las pruebas con oyentes no expertos suelen ser largas, a menudo convendrá utilizar expertos para pruebas rápidas. En este caso, puede bastar un pequeño número de oyentes. Sin embargo, cabe señalar que, en determinadas circunstancias, las pruebas realizadas con oyentes expertos tal vez no sustituyan satisfactoriamente a las llevadas a cabo con no expertos. En caso de duda, debe estudiarse la relación entre la opinión del experto y la del profano.

El número mínimo de oyentes no expertos debe ser normalmente de veinte y el de los expertos, de diez. En todos los casos, debe indicarse el número y la categoría de oyentes, así como la duración de las pruebas. Cuando el sistema esté destinado a la transmisión radiofónica o a la reproducción de gran calidad, deben utilizarse exclusivamente oyentes expertos.

---

\* El término «oyentes expertos» se aplica a los oyentes que poseen amplia experiencia en materia de evaluación de la calidad del sonido o del tipo de degradación, especialmente del tipo estudiado en las pruebas subjetivas.

### 3 Procedimiento y duración de las pruebas

Como la memoria auditiva a largo y medio plazo es muy imprecisa, se aplicará siempre un procedimiento de comparación instantánea.

En las pruebas en que se utilizan las escalas de cinco notas de calidad y degradación, cada operación comparativa supone repetir cuatro veces seguidas la misma secuencia radiofónica, en el orden siguiente:

1. secuencia original,
2. la misma secuencia, con degradación,
3. secuencia original (repetida),
4. la misma secuencia, con degradación (repetida).

Las secuencias de programa no deben durar más de 15 a 20 s; pueden ser muy cortas (varios segundos) para algunas pruebas. Cuando la secuencia sea un elemento musical, no debe interrumpirse la frase. El intervalo entre las presentaciones 1 y 2 y entre las presentaciones 3 y 4 debe ser aproximadamente de medio segundo a un segundo, mientras que el intervalo entre 2 y 3 debe ser algo más largo, por ejemplo de 1,5 s. La duración exacta depende del tipo de programa. El dispositivo de conmutación instantánea no debe introducir perturbaciones audibles.

Las secuencias de programa y de degradaciones deben presentarse en forma aleatoria, sin pasar jamás una secuencia dos veces seguidas, con el mismo nivel de degradación o con un nivel diferente.

Las sesiones de escucha ininterrumpida no deberán exceder de 15 a 20 min. De preverse más de una sesión sucesiva, deberá hacerse un intervalo de duración equivalente.

Para las pruebas comparativas con la escala de siete notas, en las que se utilizan dos niveles de degradación, se podrá emplear una presentación análoga, en el orden siguiente:

1. nivel 1,
2. nivel 2,
3. nivel 1 (repetido),
4. nivel 2 (repetido).

Deben intercambiarse en forma aleatoria los niveles 1 y 2. Además, se puede presentar un nivel de referencia al principio de cada grupo de cuatro presentaciones y, en este caso, hay que indicarlo de una manera eficaz (por ejemplo, mediante un sistema de luces).

### 4 Elección de las secuencias de programa

En función del objetivo perseguido y, especialmente, según la categoría a que pertenezca el sistema de radiodifusión o de reproducción sometido a prueba, deberá utilizarse una de las siguientes secuencias de programa:

- Una selección representativa de material radiofónico típico.
- Una selección de varias secuencias elegidas expresamente por su alta sensibilidad a las degradaciones introducidas por el sistema sometido a prueba. Por ejemplo, al evaluar las relaciones de protección, en el programa deseado se introduciría una secuencia hablada suficientemente crítica, degradada con música «pop» del programa no deseado.

Cuando el sistema está destinado a transmisiones de sonido de alta calidad, debe utilizarse el segundo tipo de secuencia de programa. Con objeto de asegurar la comparabilidad de los datos de prueba obtenidos en diferentes lugares y en diferentes momentos, es preferible utilizar las mismas secuencias de programa. El disco compacto SQAM adoptado y publicado por la UER proporciona una fuente adecuada de material de programa digital a partir de la cual pueden elegirse elementos para este fin.

En todo caso, hay que tratar de que el contenido artístico o intelectual de una secuencia de programa no distraiga la atención del oyente, por su marcado interés o por ser desagradable o fastidioso.

## **5 Elección del dispositivo de reproducción**

Según la categoría de perturbación que se haya de evaluar, pueden utilizarse auriculares o altavoces.

Se ha demostrado que ciertos defectos de calidad son más claramente perceptibles en el caso de la reproducción con auriculares que con altavoz. Por ejemplo, a intensidad sonora igual, la relación señal/ruido requerida para la escucha sin perturbación con auriculares es hasta 10 dB superior al valor necesario cuando se utilizan altavoces. Se producen diferencias semejantes en caso de pérdida de calidad causada por chasquidos (debidos a los bits erróneos en la transmisión digital), distorsiones de cuantificación, distorsiones de no linealidad, distorsiones de fase, etc.

Sin embargo, hay otros defectos de calidad que son más claramente perceptibles en la reproducción con altavoz. Ésta conviene especialmente para evaluar las influencias que afectan a las características de la relación sonido estereofónico/imagen entre los altavoces. Este fenómeno se produce, por ejemplo, en caso de pérdida de calidad causada por una diferencia de cualquier orden entre los canales A y B.

Para que las evaluaciones sean comparables entre sí en la máxima medida posible, puede ser conveniente utilizar auriculares. Como la reproducción con auriculares es independiente de las propiedades geométricas y acústicas de la sala de audición y de control, es posible en principio definirla con gran exactitud y se puede reproducir fácilmente sin error sistemático. No se puede decir lo mismo de la reproducción con altavoz.

Además, en el caso de la reproducción con auriculares, las pruebas de evaluación se pueden efectuar con más oyentes y en condiciones de escucha idénticas.

## **6 Nivel de sonido**

### **6.1 Reproducción con altavoz**

Cuando se utilice una señal deseada con un nivel de cresta elevado, debe medirse el nivel de sonido con un sonómetro sin ponderación y con una constante de tiempo «lenta» normalizada por la CEI (Publicación 123). Para las demás pruebas, y para medir el ruido ambiente, se utilizará un sonómetro con la ponderación *A* y la constante de tiempo «lenta» normalizada por la CEI (Publicación 123). Para medir el nivel de sonido de una secuencia de programa en las condiciones particulares de la prueba y en un lugar determinado de la sala de escucha, dicho nivel se tomará, por definición, igual al valor máximo indicado por el sonómetro durante cada una de las secuencias. Al evaluar señales de alta calidad y con un nivel elevado, se utilizará un nivel de escucha de 80 a 90 dB.

El nivel de sonido considerado para definir con precisión las condiciones en que se han hecho las pruebas será la media de los niveles de sonido medidos en los diferentes lugares ocupados por los oyentes. Con relación a este valor medio, la diferencia correspondiente a un lugar determinado deberá ser lo más pequeña posible. Parece razonable un valor de  $\pm 4$  dB. Todas las mediciones deberán realizarse en presencia de los oyentes.

## 6.2 Reproducción con auriculares

Para evitar la medición del nivel de sonido en el canal acústico en caso de reproducción con auriculares, el nivel de sonido se debe ajustar de tal modo que se consiga una sonoridad igual a la del campo sonoro de referencia. Para determinar la igualdad de la sonoridad se debe colocar al oyente en un campo sonoro de referencia según el § 6.1 anterior.

Para comparar la sonoridad de los auriculares con la del campo sonoro de referencia, las señales se presentan a los oyentes alternativamente (y no simultáneamente). Los auriculares reciben una señal de entrada de naturaleza igual a la del campo sonoro de referencia y se ajustan al mismo nivel de sonoridad según el juicio de los oyentes.

Para conseguir el nivel de sonido pertinente con los auriculares en las pruebas de que se trate, se debe utilizar el valor medio de todos los juicios de comparación de sonoridad.

## 7 Condiciones de escucha

En general deberá tratarse de reducir al mínimo el efecto de enmascaramiento debido al ruido ambiente, especialmente en el momento de establecer las tolerancias para las transmisiones de sonido de alta calidad.

No obstante, debe indicarse en todo caso, el nivel medio del ruido ambiente y, cuando sea evidente que el ruido puede producir un efecto de enmascaramiento apreciable, deberá indicarse asimismo su espectro medio.

Además, convendrá adoptar precauciones para evitar, en la medida de lo posible, que el oyente u oyentes sean molestados o distraídos por ciertas características del lugar (temperatura, iluminación, objetos o personas en movimiento, etc.).

### 7.1 Reproducción con altavoz

Cuando la escucha se haga mediante altavoces, se facilitarán todas las informaciones útiles sobre las dimensiones y el tiempo de reverberación de la sala\*, la disposición de los oyentes en el auditorio y la distancia que los separa del altavoz o altavoces, utilizados.

En un documento se describieron los requisitos técnicos para las características de los altavoces que están en uso en la Federación de Rusia.

### 7.2 Reproducción con auriculares

Cuando las pruebas se efectúan con auriculares, se debe suministrar toda la información esencial sobre el tipo de los auriculares empleados.

Hay que definir las condiciones técnicas de las características de los auriculares. En un texto actual de la UER se propone un programa de acción encaminado a elaborar una norma internacional aplicable a los auriculares de alta calidad.

---

\* Para las propiedades acústicas de las salas de audición, véase el Informe UIT-R BS.797.

## **8 Evaluación de características particulares de los equipos\*, programas, estudios de radiodifusión, etc.**

### **8.1 Relaciones de protección**

Para evaluar la relación de protección hay que utilizar un procedimiento de prueba ligeramente distinto. En este caso, la secuencia de programa no degradado utilizada para la comparación debe ser tal que la calidad del sonido reproducido por el receptor sea adecuada al sistema de radiodifusión para el cual se ha diseñado el receptor.

### **8.2 Programas grabados, estudios de radiodifusión**

No existen métodos uniformes para evaluar grabaciones. La OIRT sugiere métodos prácticos especiales para evaluar las grabaciones destinadas al intercambio internacional de programas (Recomendaciones N.ºs 63/1; 91 de la OIRT), y se sugieren métodos para evaluar las propiedades acústicas de estudios de radiodifusión y salas de conciertos (Recomendación N.º 68 de la OIRT). Existe información sobre las condiciones que deben cumplirse para una evaluación subjetiva de alta calidad, aplicables en la Federación de Rusia (condiciones de escucha, elección del método, número y elección de los oyentes).

### **8.3 Aplicaciones de la evaluación subjetiva de la calidad del sonido**

En estudios llevados a cabo en la Unión Soviética se ha intentado identificar los requisitos para las pruebas subjetivas en radiodifusión. La aplicación de la evaluación subjetiva se dividió en tres áreas:

- grabaciones de sonido para intercambio de programas;
- estudios, recintos y otras salas de audición;
- equipos.

Estas tres áreas se dividieron además en grupos y se presentaron en forma de cuadro.

Los requisitos de evaluación se basaron en una práctica internacional reflejada en los textos de la ISO, CEI y OIRT (por ejemplo, para el nivel de ruido, iluminación, instrucciones, posiciones de los altavoces y de los oyentes, etc., en la publicación de la CEI 543; para protocolos, la Recomendación N.º 68/1 de la OIRT).

## **9 Evaluación subjetiva de sistemas de sonido multidimensional**

Se afirma que la evaluación subjetiva de la distorsión de la señal causada por no linealidades, interferencia o sonido puede hacerse por los métodos descritos en esta Recomendación.

Sin embargo, en algunos entornos, tales como el «sonido panorámico» o la televisión de alta definición, el problema es más complejo. Se necesitan las evaluaciones para diseñar o elegir sistemas de sonido multicanal, y en este caso hay que tener en cuenta nuevos factores que rebasan la distorsión en un solo canal de sonido. Entre estos factores cabe citar la medida en que es posible la localización o la efectividad de la reproducción de un campo sonoro multidimensional en un punto dado. En ese caso, se necesitan nuevos métodos de evaluación, además de los examinados actualmente en esta Recomendación.

---

\* Por ejemplo, compresores, compresores-expansores, grabadores de sonido, etc.

Por ejemplo, en el estudio de Oghusi de NHK que utiliza una escala multidimensional, se han examinado los siguientes atributos:

- anchura de imagen sonora aparente,
- efecto panorámico,
- tamaño aparente de la sala,
- localización horizontal y vertical,
- naturalidad,
- realismo,
- amenidad,
- correspondencia entre el sonido y la imagen,
- adaptación de la imagen sonora a la imagen visual.

Se pidió a los observadores que evaluaran un cierto número de sistemas diferentes para estos atributos. Se preparó un cuadro de diferencias en el cual dos ejes perceptuales perpendiculares parecen corresponder con el realismo percibido (vínculo más fuerte con el número de canales) y la coincidencia de sonido e imagen (vínculo más fuerte con la provisión de una fuente central). Oghusi utilizó una distancia de escucha de cuatro veces la altura de la imagen, en vez de tres. En el caso NHK la elección del sistema se basó en la «calidad global» y Japón propugna un planteamiento similar en tales casos.

---