



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

P.32

**CALIDAD DE TRANSMISIÓN TELEFÓNICA
LÍNEAS Y APARATOS DE ABONADO**

**EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DE
LAS CABINAS TELEFÓNICAS,
ABIERTAS O CERRADAS**

Recomendación UIT-T P.32

(Extracto del *Libro Azul*)

NOTAS

1 La Recomendación UIT-T P.32 se publicó en el Tomo V del Libro Azul. Este fichero es un extracto del Libro Azul. Aunque la presentación y disposición del texto son ligeramente diferentes de la versión del Libro Azul, el contenido del fichero es idéntico a la citada versión y los derechos de autor siguen siendo los mismos (Véase a continuación).

2 Por razones de concisión, el término «Administración» se utiliza en la presente Recomendación para designar a una administración de telecomunicaciones y a una empresa de explotación reconocida.

© UIT 1988, 1993

Reservados todos los derechos. No podrá reproducirse o utilizarse la presente Recomendación ni parte de la misma de cualquier forma ni por cualquier procedimiento, electrónico o mecánico, comprendidas la fotocopia y la grabación en micropelícula, sin autorización escrita de la UIT.

**EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DE LAS CABINAS
TELEFÓNICAS, ABIERTAS O CERRADAS**

(Melbourne, 1988)

El objeto de esta Recomendación es el de definir los métodos de medida para evaluar la eficacia de las cabinas telefónicas, abiertas o cerradas, con objeto de mejorar la calidad de la transmisión telefónica en ambientes ruidosos. Además de la mejora de la calidad de transmisión durante una conversación entre dos usuarios, esta Recomendación tiene en cuenta la necesidad de garantizar el secreto de la conversación del usuario que habla desde una cabina ante terceras personas situadas fuera de la misma.

1 Métodos de evaluación

La eficacia de las cabinas telefónicas abiertas o cerradas puede evaluarse mediante mediciones subjetivas u objetivas.

Las mediciones objetivas más adecuadas para ese fin son las que se basan en el aislamiento acústico (por ejemplo, en una cámara anecoica) determinado por la diferencia entre los niveles acústicos registrados dentro y fuera de la cabina telefónica, o viceversa. Como las características acústicas varían en el exterior y en el interior de la cabina telefónica, el aislamiento acústico obtenido en cada caso (la fuente de ruido situada fuera o dentro de la cabina telefónica) no es el mismo. Igualmente, en el caso de las cabinas telefónicas, abiertas o cerradas, la medición del aislamiento acústico da resultados que no guardan correlación con los que se obtienen mediante una evaluación subjetiva de las características acústicas de la cabina.

Una medición subjetiva de la eficacia de las cabinas abiertas o cerradas, consiste en determinar el índice de inteligibilidad en su interior en presencia de ruido exterior (ruido ambiente, ruido del tráfico rodado, etc.). Esta medición puede realizarse también de manera objetiva, calculando el índice de nitidez (por ejemplo, por el método de Kryter) conforme se indica en el anexo A.

Otro método empleado para la medición subjetiva de la eficacia de las cabinas telefónicas consiste en determinar la variación del umbral de inteligibilidad sobre la base de la comparación de la inteligibilidad registrada en el interior y en el exterior de una cabina situada en un ambiente ruidoso.

La eficacia de las cabinas, desde el punto de vista del secreto de la conversación de un usuario que hable en su interior, puede determinarse de manera subjetiva midiendo la inteligibilidad de la conversación desde el interior hasta el exterior de la cabina, o procediendo a una medición objetiva, como la de calcular el índice de nitidez (por ejemplo, aplicando el método de Kryter) en el exterior de la cabina en determinadas condiciones de ruido.

Como la inteligibilidad en el interior de la cabina también es función del efecto local del aparato telefónico empleado, la simple medición de un aislamiento acústico que no tenga en cuenta la reducción de la inteligibilidad causada por el efecto local no permite determinar correctamente la mejora de la calidad de transmisión debida al empleo de una cabina telefónica cerrada o abierta.

Teniendo en cuenta:

- 1) que una comunicación telefónica internacional puede originarse en aparatos telefónicos instalados en ambientes ruidosos, protegidos por cabinas abiertas o cerradas;
- 2) que no existen métodos recomendados para determinar la mejora de la calidad de transmisión resultante de la utilización de una cabina telefónica;
- 3) que la determinación de la eficacia de la cabina, basada solamente en el aislamiento acústico obtenido por los métodos tradicionales (atenuación acústica de los paneles de la cabina), no siempre guarda relación con la evaluación subjetiva de las características acústicas de la cabina;

- 4) que la medición subjetiva de la inteligibilidad o de la variación del umbral de inteligibilidad permite evaluar la eficacia de una cabina, pero que es una operación larga y costosa que exige un equipo de operadores calificados y bien entrenados;
- 5) que no hay recomendaciones con criterios para la utilización de cabinas telefónicas según el nivel del ruido ambiente, que permitan lograr una calidad de transmisión aceptable,

se recomiendan los métodos de medida especificados a continuación¹⁾:

- a) evaluación de la eficacia de las cabinas telefónicas abiertas o cerradas, considerando el índice de inteligibilidad para un oyente situado en el interior de la cabina, con un ruido ambiente exterior que presente un determinado espectro acústico;
- b) cálculo del índice de inteligibilidad para el interior de la cabina telefónica mediante un método objetivo como el que se define en el § 3, tomando en consideración la atenuación acústica de la cabina y el efecto local del aparato telefónico utilizado. Con este método objetivo se puede determinar la eficacia de la cabina en menos tiempo y con la precisión requerida a efectos prácticos;
- c) consideración de la inteligibilidad de los logatomos como criterio de evaluación asociado a la eficacia de las cabinas, calculada mediante el índice de nitidez (IN). La conversión del IN en inteligibilidad de los logatomos depende del idioma y se tiene que efectuar con la relación adecuada;
- d) determinación de la eficacia de las cabinas abiertas y cerradas en condiciones de utilización, es decir, cuando un usuario habla desde el interior por un aparato telefónico con un determinado efecto local y con un ruido ambiente exterior de un nivel medio de intensidad y un espectro acústico ambos conocidos.

2 Definiciones y descripciones de los parámetros utilizados en los cálculos

Las conversaciones telefónicas que tienen lugar en condiciones de ruido ambiental se ven afectadas por éste a través de tres trayectos diferentes:

- 1) el ruido acústico en el oído que no participa en la comunicación telefónica, (N_a);
- 2) el ruido acústico en el oído que participa en la comunicación telefónica, determinado por la fuga acústica que se produce entre el oído y el microteléfono (N_b);
- 3) el ruido que recoge el micrófono y que es dirigido por el efecto local (N_s) al oído que interviene en la conversación.

El ruido acústico que fluye por la fuga acústica entre el oído y el microteléfono tiene un espectro que varía en función de la presión ejercida por el microteléfono contra la oreja. Para evaluar la eficacia de las cabinas, puede tenerse en cuenta la atenuación acústica (L_{RNE}) de este trayecto.

El ruido N_s debido al efecto local varía en función del aparato telefónico empleado, y suele tener un espectro diferente del de N_b ; a pesar de su correlación mutua, la suma de las potencias de los respectivos espectros parece ser la mejor estimación del ruido global (N_g) que afecta al oído que interviene en la conversación.

Además, los ruidos que llegan a los dos oídos (N_a, N_b) suelen ser diferentes, tanto en nivel como en espectro; se ha demostrado, mediante mediciones experimentales de inteligibilidad [1] [2], que es posible determinar este efecto perturbador restando 10 dB del nivel del ruido (N_a) en el oído libre.

Esas mediciones experimentales demostraron también que el ruido equivalente total, N_T , que debe utilizarse en los cálculos de inteligibilidad viene dado por la suma de amplitudes de los espectros del ruido en los dos oídos. Por consiguiente, el ruido equivalente total, N_T , viene dado por la relación:

$$N_T = 20 \log_{10} \left(10 \frac{N_a - 10}{20} + 10 \frac{N_s}{20} \right) \quad \text{dB}$$

El ruido del efecto local, N_s , es una función de la atenuación de efecto local entre la boca y el oído, L_{MEST} , y debe medirse al nivel real de ruido, normalmente 65 dB NPA (Nivel de Presión Acústica), en condiciones de campo difuso. Esta especificación es particularmente importante en el caso de aparatos telefónicos con micrófonos de carbón, o en el de aparatos telefónicos electrónicos con control automático de ganancia o equipados de micrófonos con cancelación de ruido.

¹⁾ La documentación relativa a lo especificado en esta Recomendación no es aún suficiente como para confirmar su validez

3 Cálculo de la eficacia de las cabinas telefónicas (abiertas o cerradas)

Con una cabina telefónica dada, se procederá de la siguiente manera para determinar el índice de nitidez en condiciones reales de servicio.

Se calcula:

- a) el espectro del ruido, N_a , en el interior de la cabina, restando la atenuación acústica de ésta (L_a) del espectro del ruido exterior (N_e). La atenuación deberá medirse en bandas de 1/3 de octava, con una persona situada en el interior de la cabina (o una caja acústica que produzca una absorción acústica equivalente) y en condiciones de campo difuso;
- b) el espectro del ruido N_b , restando la atenuación de la fuga del microteléfono (L_{RNE}) del espectro del ruido del interior de la cabina, (N_a);
- c) el espectro del ruido del efecto local, N_s , restando la atenuación acústica del efecto local, $L_{RNST}^{2)}$ del espectro del ruido del interior de la cabina LN_a ;
- d) el espectro del ruido global, N_g , en la oreja apretada contra el microteléfono como la suma de potencias de N_s y N_b ;
- e) el espectro del ruido total equivalente, N_T , como la suma de amplitudes de los ruidos en ambos oídos, después de haber restando 10 dB del espectro de ruido en el oído que no participa en la conversación;
- f) el índice de nitidez, IN, por el método de Kryter [3], suponiendo un nivel de escucha de la voz de 70 dBA, como valor correspondiente al límite de la atenuación de la distribución de atenuaciones en la línea.

En el apéndice I se ilustra la aplicación del método de cálculo.

4 Límites de eficacia de las cabinas telefónicas (abiertas o cerradas)

La eficacia de las cabinas telefónicas, abiertas o cerradas, podrá considerarse satisfactoria siempre que se garantice un $IN = 0,6$.

Este valor corresponde para la mayoría de los idiomas a una inteligibilidad de los logatomos del 80% en el interior de la cabina, según los resultados de los estudios de French y Steinberg [4] que se muestran en la figura 1/P.32, y puede darse por sentado que éste es el límite mínimo aceptable de eficacia correspondiente al nivel máximo de ruido exterior que la cabina puede soportar para garantizar una buena calidad de la transmisión telefónica en su interior.

Así pues, las cabinas pueden clasificarse simplemente especificando el *nivel máximo del ruido exterior* (NMRE), es decir, el nivel que da un índice de nitidez $IN = 0,6$.

El NMRE que clasifica la cabina telefónica se determinará repitiendo el cálculo del IN, según se indica en el § 3, con diferentes niveles de ruido exterior. Mediante la curva correspondiente a los valores del IN en función de los niveles del ruido exterior puede determinarse el NMRE correspondiente al $IN = 0,6$. Dicho NMRE depende no sólo de la atenuación acústica de la cabina, sino también del nivel vocal recibido, al que se atribuirá un valor de referencia de 70 dBA, y de las características del efecto local del aparato telefónico, que deberán medirse con un nivel de presión acústica, NPA adecuado (unos 65 dB SPL) y en condiciones de campo libre.

2) Es importante determinar la sensibilidad al efecto local del ruido ambiente que utiliza una fuente de ruido ambiente difuso en el interior de la cabina. Puede resultar necesario igualmente introducir en la cabina un maniquí que simule la presencia de un abonado

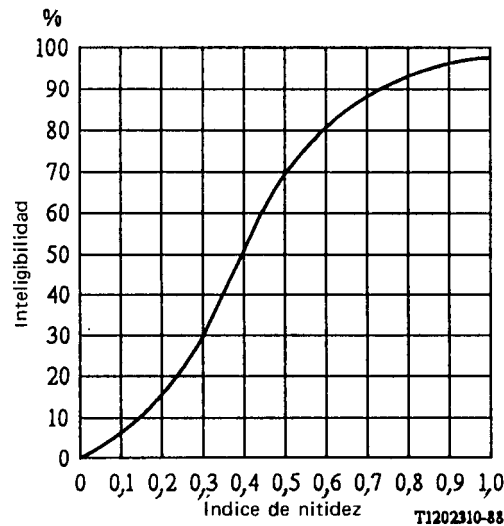


FIGURA 1/P.32

Relación entre el índice de nitidez y la inteligibilidad de los logatomos

5 Secreto de las comunicaciones telefónicas

Puede garantizarse también el secreto de las conversaciones en las cabinas, reduciendo las señales vocales radiadas hacia el exterior, para hacerlas ininteligibles. Aplicando el método de cálculo del índice de nitidez de Kryter para las señales vocales transmitidas a través de la cabina al exterior de la misma con un nivel de ruido predeterminado, se puede determinar la distancia a la que la inteligibilidad de los logatomos o el IN caen hasta un valor establecido (por ejemplo, $IN = 0,3$). Este método puede utilizarse también para trazar las curvas de equiinteligibilidad (isófonas), en cualquier dirección, para distancias crecientes desde la cabina.

Nota – No se ha estudiado aún la mejora de la calidad de la conversación que, para el abonado que se encuentra en el extremo alejado de la conexión telefónica, supone la utilización de cabinas abiertas o cerradas. En cualquier caso, para determinar este aspecto, es preciso tener en cuenta otros factores, como el aumento natural de la sonoridad de la voz en ambientes ruidosos y la relación señal real/ruido de las señales transmitidas.

ANEXO A

(a la Recomendación P.32)

Ejemplo de cálculo de la eficacia de una cabina telefónica

El índice de nitidez (IN) se calcula de acuerdo con el método de Kryter.

La atenuación acústica de una cabina telefónica medida en una cámara anecoica en una banda de un tercio de octava se indica en el cuadro A-1/P.32, columna 2. El nivel de ruido total en el exterior de la cabina es de 80 dBA, y el nivel acústico del ruido en la frecuencia central de cada banda se indican en la columna 3. La atenuación acústica del efecto local (L_{RNST}) del aparato telefónico utilizado en el interior de la cabina se indica en el mismo cuadro, columna 4.

El nivel de ruido en el interior de la cabina a la frecuencia central de cada banda (N_a) se obtiene restando la columna 2 de la columna 3 (columna 5). Se supone que el microteléfono del aparato telefónico utilizado en la cabina tiene la atenuación acústica indicada en la figura A-1/P.32 y mencionada en la columna 6.

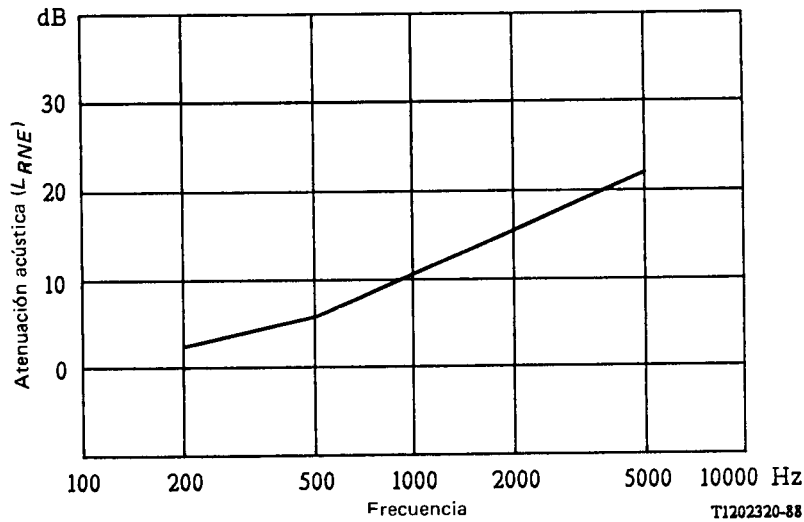


FIGURA A-1/P.32

Atenuación acústica del microteléfono apretado contra la oreja

En la columna 7 se indican los valores del ruido (N_b) debido a la fuga acústica entre la oreja y el microteléfono, obtenidos por la diferencia entre las columnas 6 y 5.

En la columna 8 se indica el ruido del efecto local (N_s) para cada banda de frecuencias, obtenido por la diferencia entre las columnas 4 y 5; el ruido global en el oído que interviene en la conversación (N_g) se indica en la columna 9 del mismo cuadro como la suma de potencias de los niveles indicados en las columnas 8 y 7. El ruido total equivalente se obtiene sumando los niveles de la columna 9 a los valores de la columna 5 y restando 10 dB (columna 10). El espectro de la voz (β') se indica en la columna 11, y la relación señal/ruido, corregida en 12 dB (para tener en cuenta las crestas de la señal vocal), para cada banda de un tercio de octava, en la columna 12. En la columna 13 se indican los coeficientes de Kryter para cada banda de un tercio de octava.

El índice de nitidez (IN) puede obtenerse multiplicando los valores de la columna 12 por los de la columna 13 y sumando los resultados. Repitiendo el cálculo con otros niveles de ruido exterior, se puede trazar el diagrama del índice de nitidez en función de los niveles de ruido exterior para la cabina de que se trate, según indica la figura A-2/P.32. Como se verá, esta cabina está diseñada para soportar un ruido exterior máximo de unos 77 dBA, y éste es el valor NMRE que determina la clasificación de la cabina considerada.

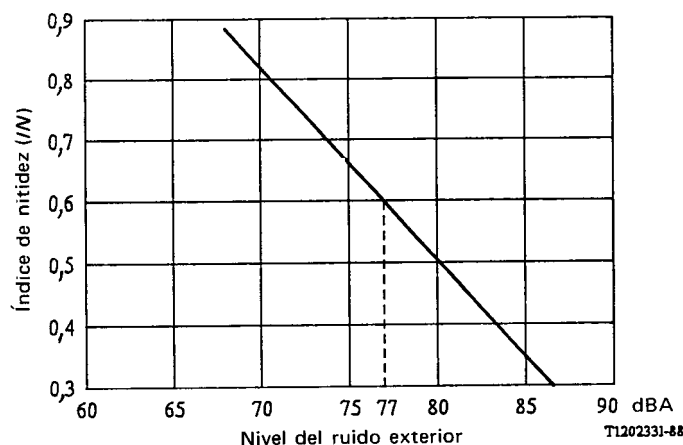


FIGURA A-2/P.32

Índice de nitidez en función de los niveles del ruido exterior
(NMRE de la cabina = 77 dBA)

CUADRO A-1/P.32

Frecuencia central de banda de $\frac{1}{3}$ de octava (Hz)	Atenuación acústica de la cabina, L_a (dB)	Ruido exterior, N_e (dB NPA)	Atenuación acústica del efecto local, $LRNST$ (dB)	Ruido en el interior de la cabina, N_a (dB NPA)	Atenuación acústica del microteléfono, $LRNE$ (dB)	Ruido debido a fugas acústicas, N_b (dB NPA)	Ruido del efecto local, N_s (dB NPA)	Ruido global en el oído que interviene en la conversación, N_g (dB NPA)	Ruido total equivalente, N_T (dB NPA)	Espectro de la voz, β (dB NPA)	Señal + 12 dB ruido (dB NPA)	Coefficientes de Kryter	Productos (13) × (12)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5) = (3)-(2)	(6)	(7) = (5)-(6)	(8) = (5)-(4)	(9)	(10)	(11)	(12) = (11)+12dB-(10)	(13)	(14)
200	10	77,5	12	67,5	3	64,5	55,5	65,0	68,1	61	4,9	0,004	0,0196
250	13	76,5	12	63,5	4	59,5	51,5	60,1	63,4	63	11,6	0,001	0,0116
315	13	73,5	11	60,5	5	55,5	49,5	56,5	60,0	64	16,0	0,001	0,0160
400	15	74,0	9	59,0	6	53,5	50,0	54,8	58,4	65	18,6	0,0014	0,0260
500	14	72,5	9	58,5	7	51,5	49,5	53,6	57,4	65	19,6	0,0014	0,0277
630	14	72,0	10	58,0	8,5	49,5	48,0	51,8	56,1	63	18,9	0,002	0,0378
800	16	72,0	12	56,0	10,0	46,0	44,0	48,1	53,1	62	20,9	0,0020	0,0418
1000	15	71,0	12	56,0	11,5	44,5	44,0	47,3	52,7	61	20,3	0,0024	0,0487
1250	15	69,5	9	54,5	13,0	41,5	45,5	47,0	51,9	60	20,1	0,0030	0,0603
1600	15	68,0	9	53,0	14,5	38,5	44,0	45,1	50,1	58	19,9	0,0037	0,0736
2000	11	66,0	8	55,0	16,0	39,0	47,0	47,6	52,4	54	13,6	0,0037	0,0503
2500	11	64,0	10,5	53,0	17,5	35,5	42,5	43,3	49,2	49	11,8	0,0034	0,0401
3150	12	62,0	14	50,0	19,0	31,0	36,0	37,2	44,7	47	14,3	0,0034	0,0486
4000	12	61,5	14	49,5	20,5	29,0	35,5	36,4	44,1	39	6,9	0,0024	0,0166
TOTAL (dBA)		80,0		66,3					64,7	70,0			IN = 0,52

NPA Nivel de presión acústica

Referencias

- [1] CCITT – Contribución COM XII-N.º 122 (Francia), periodo de estudios 1981-1984.
- [2] CCITT – Documento AP VII-N.º 115, anexo 2.
- [3] KRYTER (K.): Methods for the calculation and use of Articulation Index, *J.A.S.A.*, Vol. 34, 1962.
- [4] FRENCH (N. R), STEINBERG (J. C.): Factors governing the intelligibility of speech sounds, *J.A.S.A.*, Vol. 19, 1947.

Bibliografía

- CCITT – Contribución COM XII-N.º 139 (Italia), periodo de estudios 1973-1976.
- CCITT – Contribución COM XII-N.º 130 (Noruega), periodo de estudios 1977-1980.
- CCITT – Documento temporal TD 26 (Suecia) del GT Laboratorio (reunión de Ginebra, 17-19 de enero de 1984).
- KRYTER (K.): The effects of noise on man, *Academic Press*, pp. 70-77, 1970.