



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

CCITT

COMITÉ CONSULTIVO
INTERNACIONAL
TELEGRÁFICO Y TELEFÓNICO

O.41

(11/1988)

SERIE O: ESPECIFICACIONES DE LOS APARATOS
DE MEDIDA

Aparatos de medida para parámetros analógicos

**SOFÓMETRO PARA USO EN CIRCUITOS DE
TIPO TELEFÓNICO**

Reedición de la Recomendación O.41 del CCITT
publicada en el Libro Azul, Fascículo IV.4 (1988)

NOTAS

- 1 La Recomendación O.41 del CCITT se publicó en el Fascículo IV.4 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.

Recomendación O.41

SOFÓMETRO PARA USO EN CIRCUITOS DE TIPO TELEFÓNICO

(Ginebra, 1972; modificada en Málaga-Torremolinos, 1984 y Melbourne, 1988)

1 Introducción

Esta especificación proporciona las características básicas de los sofómetros que han de utilizarse para medidas de ruido y otras señales interferentes en circuitos y secciones de circuitos telefónicos internacionales.

2 Consideraciones generales

Para realizar las medidas indicadas anteriormente, el sofómetro debe tener las siguientes características significativas:

- a) La sensibilidad relativa del aparato, a diversas frecuencias, debe ser la especificada por las características de ponderación sofométrica.
- b) El punto de referencia para la sensibilidad del aparato debe ser 0 dBm (1 milivatio) a 800 Hz.
- c) El valor cuadrático medio (valor eficaz) de la señal de ruido ponderada debe detectarse y visualizarse.
- d) La dinámica del detector y del dispositivo de visualización debe cumplir los requisitos indicados en el § 3.
- e) La exactitud global del aparato cuando se utilice en su gama y condiciones ambientales normales debe ser de $\pm 1,0$ dB o mejor. En el § 3 se indican pruebas específicas para la exactitud de diversos aspectos del aparato.

En el anexo A figura una comparación de la ponderación de ruido sofométrica del CCITT y de la ponderación norteamericana (mensaje C) actualmente en uso.

3 Requisitos específicos

A continuación se indica un conjunto mínimo de requisitos que debe cumplir un aparato utilizado como sofómetro.

3.1 Impedancia de entrada

Todas las impedancias indicadas son para una entrada simétrica (aislada de tierra). La impedancia a tierra a 800 Hz será > 200 kiloohmios.

3.1.1 Modo terminación

Cuando se utiliza el modo terminación, la impedancia de entrada será de 600 ohmios con una pérdida de retorno ≥ 30 dB, de 300 a 4000 Hz.

3.1.2 Modo puente

Cuando se utiliza el modo puente, la pérdida por derivación a través de 300 ohmios será $\leq 0,15$, de 300 a 4000 Hz.

3.2 Atenuaciones longitudinales

La atenuación de interferencia longitudinal de entrada y la atenuación de conversión longitudinal serán ≥ 110 dB a 50 Hz. Este requisito disminuye 20 dB por década a 5000 Hz. (La tensión longitudinal aplicada no excederá de 42 voltios, valor eficaz.)

3.3 Gama de medida

La gama de medida utilizable del aparato será de -90 a 0 dBm.

3.4 Precisión de calibración a 800 Hz

La indicación de salida será de $0 \text{ dBm} \pm 0,2 \text{ dB}$ con una señal de entrada de 0 dBm a 800 Hz. Para otros niveles por encima de la gama de medida utilizable del aparato los límites de error de la medida serán los siguientes:

<i>Gama</i>	<i>Límite de error</i>
de 0 a -60 dBm	± 0,5 dB
de -60 a -90 dBm	± 1,0 dB

3.5 *Ganancia relativa en función de la frecuencia (ponderación de frecuencia)*

Los coeficientes de ponderación de frecuencia y los límites de exactitud requeridos a diversas frecuencias se indican en el cuadro 1/O.41. Además, la anchura de banda de ruido equivalente de la red de ponderación será de 1823 ± 87 Hz.

Asimismo, se puede incorporar al aparato un filtro de supresión de la señal de prueba de 1004 a 1020 Hz, especificado en el cuadro 1/O.132, para uso con las características especificadas en el cuadro 1/O.41. En este caso, la calibración del aparato de medida incluirá un factor de corrección, de valor adecuado, para tener en cuenta la atenuación en la anchura de banda de ruido efectiva debida al filtro de supresión de la señal de prueba. El factor de corrección supone una distribución uniforme de la potencia de distorsión dentro de la gama de frecuencias consideradas y es de la siguiente forma:

$$\text{Corrección (dB)} = 10 \log_{10} \text{Error!}$$

3.5.1 *Característica de respuesta en frecuencia facultativa*

Si se desea, la unidad puede proporcionar la característica de respuesta en frecuencia facultativa para medidas no ponderadas indicadas en la figura 1/O.41, además de la ponderación sofométrica del cuadro 1/O.41.

Para las medidas no ponderadas se considera conveniente utilizar, como opción adicional, un filtro plano con una anchura de banda de ruido equivalente de 3,1 kHz (anchura de banda de un canal telefónico). Si se especifica, deberá tener las características señaladas en el cuadro 2/O.41.

Para medir la interferencia de zumbido en alterna en circuitos de tipo telefónico, se podrá especificar como opción un filtro paso bajo con una frecuencia de corte de unos 250 Hz y una atenuación ≥ 50 dB a 300 Hz.

3.6 *Características de circuito detector*

El circuito detector debe medir el valor cuadrático medio (valor eficaz) de la entrada de ruido. Puede utilizarse un detector de valor cuadrático medio que da un valor aproximado, o de «casi» onda completa, si su salida no difiere de la de un detector de valor cuadrático medio verdadero en más de $\pm 0,5$ dB para las siguientes formas de onda:

- ruido gaussiano;
- señales sinusoidales;
- cualquier señal periódica con una relación valor de cresta valor cuadrático medio de 8 dB o menos.

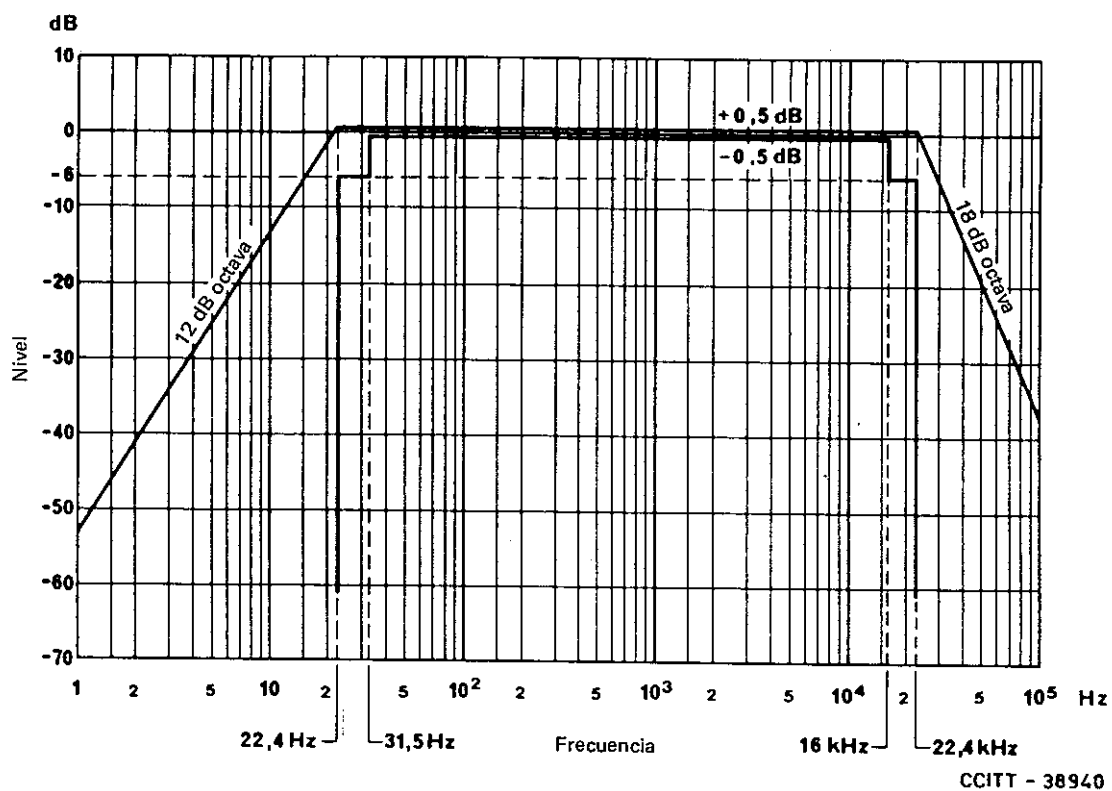


FIGURA 1/O.41

Características de respuesta en frecuencia para medidas no ponderadas

CUADRO 1/O.41

Coefficientes de ponderación del sofómetro para circuitos telefónicos y límites

Frecuencia (Hz)	Ponderación relativa (dB)	Límite (± dB)
16,66	-85,0	-
50	-63,0	2
100	-41,0	2
200	-21,0	2
300	-10,6	1
400	-6,3	1
500	-3,6	1
600	-2,0	1
700	-0,9	1
800	0,0	0,0 (Referencia)
900	+0,6	1
1000	+1,0	1
1200	0,0	1
1400	-0,9	1
1600	-1,7	1
1800	-2,4	1
2000	-3,0	1
2500	-4,2	1
3000	-5,6	1
3500	-8,5	2
4000	-15,0	3
4500	-25,0	3
5000	-36,0	3
6000	-43,0	-

**Características de un filtro plano optativo con una anchura de banda de ruido equivalente de 3,1 kHz
(anchura de banda de un canal telefónico)**

Frecuencia	Atenuación
< 300 Hz	Aumentando 24 dB/octava (Nota 1)
1020-2300 Hz	aprox. 3 dB (Nota 2)
400-1020 Hz	$\leq \pm 0,25$ dB
1020-1020 Hz	0 dB
1020-2600 Hz	$\leq \pm 0,25$ dB
1020-3400 Hz	aprox. 3 dB (Nota 2)
> 3400 Hz	Aumentando 24 dB/octava (Nota 1)

Nota 1 – Por debajo de 300 Hz y por encima de 3400 Hz la atenuación deberá aumentar con una pendiente no menor de 24 dB/octava hasta alcanzar al menos la atenuación de 50 dB.

Nota 2 – La frecuencia exacta de corte se escogerá para conseguir un ancho de banda de ruido equivalente de 3,1 kHz \pm 155 Hz.

3.6.1 Pruebas de circuitos del detector

Se recomienda la prueba siguiente para asegurar que los circuitos del detector funcionan como está prescrito.

- Aplicar ráfagas de una onda sinusoidal de 1800 Hz a una velocidad de ráfaga de 80 Hz, con amplitud total durante el 20% del ciclo y con 8,4 dB por debajo de la amplitud total durante el 80% del ciclo. El valor cuadrático medio indicado debe ser $5,0 \pm 0,5$ dB menor que el nivel de la onda sinusoidal de amplitud total no aplicada a puerta.

Como otra posibilidad, los sofómetros fabricados según las especificaciones de diseños anteriores¹ deberán satisfacer la prueba siguiente:

- Aplicar sucesivamente dos señales sinusoidales de frecuencias diferentes, que no están armónicamente relacionadas y que proporcionan el mismo nivel de salida en el indicador de salida. Aplicar después estas dos señales con los mismos niveles simultáneamente. El aumento en el indicador de salida debe ser $3 \text{ dB} \pm 0,25 \text{ dB}$ por encima de la indicación para la entrada de una sola frecuencia. Esta condición debe satisfacerse utilizando diferentes pares de frecuencias con diferentes niveles.

3.6.2 Cambio

Aplicar una forma de onda rectangular con un ciclo de trabajo del 20% y una velocidad de repetición de 600 impulsos por segundo a la entrada del aparato y anotar la lectura del ruido. Invertir los conductores de entrada; las dos lecturas deberán coincidir con un margen de 1 dB. Esta prueba ha de realizarse con varios niveles en la gama de funcionamiento especificada del aparato.

3.7 Dinámica del detector y del dispositivo de visualización (tiempo medio de medida)

El tiempo de respuesta del detector y el dispositivo de visualización estarán en conformidad con uno de los siguientes requisitos o con ambos:

3.7.1 Aparato con dispositivo de supervisión continua de la señal

La aplicación de una señal sinusoidal de 800 Hz con una duración de 150 a 250 ms producirá una indicación de salida que sea igual a la producida por la aplicación continua de una señal de 800 Hz con la misma amplitud. Las señales aplicadas de menor duración deberán producir indicaciones inferiores en el indicador de salida.

Al efectuar esta prueba, el error de lectura deberá ser inferior a $\pm 0,2$ dB.

3.7.2 Aparato con dispositivo de supervisión no continua de la señal

Con la aplicación de ráfagas de un tono de 800 Hz a la entrada del sofómetro, introducidas por compuerta con un ciclo de trabajo de 50%, con la mitad del ciclo con amplitud total y la otra mitad a 8,4 dB por debajo de la amplitud

¹ Véase el anexo A.

total, el dispositivo de salida indicará una variación como la que aparece en el cuadro 3/O.41. Los niveles deberán elegirse para evitar puntos de autocebado.

CUADRO 3/O.41

Variación de la indicación de salida con la aplicación de las ráfagas de 800 Hz especificadas a la entrada del sofómetro

Frecuencia de compuerta	Variación del indicador cresta a cresta
25 Hz	≤ 1 dB
5 Hz	≥ 3 dB

Se podrá ajustar la potencia de entrada total con un control vernier de 1 dB hasta el punto en el que el dispositivo de visualización no cambie, a fin de verificar el requisito de menos de 1 dB.

3.7.3 *Respuesta amortiguada*

En estudio.

3.8 *Linealidad*

Se recomienda la siguiente prueba para asegurar que la sobrecarga no produce una tasa de errores excesiva en presencia de señales cuya relación valor de cresta/valor cuadrático medio, es grande.

Aplicar una frecuencia de unos 1000 Hz en impulsos de 5 ms, separados por 20 ms, con un nivel valor eficaz correspondiente al mayor de los valores dentro de la gama del aparato. Cuando el nivel disminuye en una gama de 10 dB, la lectura del sofómetro será proporcional a la disminución del nivel aplicado con una tolerancia de $\pm 0,5$ dB para todas las gamas del aparato.

3.9 *Indicador de salida*

Si se utiliza un aparato de medida analógico, la separación entre las marcas será de un dB o menos en la porción utilizada normalmente de la escala del aparato.

Si se utiliza un dispositivo con visualización digital, la lectura de ruido se visualizará redondeándola a la décima de dB más próxima. El resultado será redondeado más bien que truncado. La velocidad de actualización para un dispositivo de visualización digital será, como mínimo, de una vez por segundo aproximadamente.

Facultativamente, los aparatos que utilizan dispositivos de visualización digital pueden proporcionar otras características de visualización para ampliar la aplicación del aparato. Estas características de visualización adicionales serán definidas por el fabricante para ayudar al usuario en la interpretación de los resultados.

3.10 *Condiciones ambientales de funcionamiento*

Deberán satisfacerse los requisitos eléctricos de funcionamiento cuando el aparato funcione en las condiciones climáticas especificadas en el § 2.1 de la Recomendación O.3.

3.10.1 *Inmunidad frente a campos electromagnéticos*

La unidad no debe ser afectada por la presencia de campos electromagnéticos (50 Hz). A continuación se indica la prueba a efectuar para verificar esta inmunidad:

- a) Cuando el aparato está en el modo de medida ponderada, un campo electromagnético de 16 A/m a 50 Hz producirá una indicación de salida inferior a -85 dBm.
- b) Cuando el aparato está en un modo de medida no ponderada (facultativo, § 3.5.1), un campo electromagnético de 0,8 A/m a 50 Hz producirá una indicación de salida inferior a -85 dBm.

ANEXO A

(a la Recomendación O.41)

Comparación de las ponderaciones del CCITT y de las redes norteamericanas

La degradación debida al ruido en los circuitos telefónicos se mide normalmente con la ponderación de «mensaje C» en las redes telefónicas nacionales norteamericanas [1] [2]. La respuesta en frecuencia de esta ponderación difiere algo con respecto a la ponderación sofométrica del CCITT especificada en la Recomendación O.41. En consecuencia, la relación entre las medidas hechas con el medidor de ruido norteamericano y el sofómetro del CCITT depende del espectro de frecuencia del ruido medido. Además, debe señalarse que las medidas hechas con el medidor de ruido norteamericano se expresan en dBrn (decibelios referidos a -90 dBm o decibelios por encima de una potencia de referencia de 10^{-12} vatios). Por ejemplo, si se aplica al sofómetro del CCITT y al medidor de ruido norteamericano un ruido blanco de una potencia de un milivatio en la banda comprendida entre 300 y 3400 Hz, se obtienen las siguientes indicaciones:

Sofómetro del CCITT (ponderación 1951)	-2,5 dBm
Medidor de ruido norteamericano (ponderación de mensaje C)	88,0 dBrn

Teniendo en cuenta que la relación de las indicaciones de salida de los aparatos ponderados diferentemente variará para otros espectros de ruido, se propone la siguiente fórmula de conversión (valores redondeados) para fines de comparación prácticos:

$$\text{Indicación del sofómetro (en dBm)} = \text{Indicación del medidor de ruido de mensaje C} - 90 \text{ (en dBrn)}$$

Esta conversión toma en consideración el efecto de la diferencia entre las frecuencias de referencia (800 Hz para la ponderación sofométrica y 1000 Hz para la ponderación de mensaje C) utilizadas en los dos tipos de medidores de ruido.

En el cuadro A-1/O.41 figuran los coeficientes de ponderación de mensaje C y los límites de exactitud en diversas frecuencias. En la figura A-1/O.41 se muestra una comparación entre la ponderación sofométrica y la ponderación de mensaje C.

Otra ponderación utilizada frecuentemente en la medida de degradaciones debidas al ruido en las redes telefónicas internas de América del Norte, es la denominada como ponderación «plana de 3 kHz» [1]. Esta ponderación se dirige a la investigación en los circuitos bajo prueba de la presencia de ruido de baja frecuencia (inducciones de líneas de potencia, etc.). Se caracteriza por ser una ponderación de baja frecuencia de 3 kHz con una respuesta del tipo Butterworth, con una pendiente, a partir de 3 kHz, de 12 dB por octava. En el cuadro A-2/O.41 se presenta la especificación de la ponderación.

CUADRO A-1/O.41

Coefficientes de ponderación de mensaje C y límites de precisión

Frecuencia (Hz)	Ponderación relativa (dB)	Límite (± dB)
60	-55,7	2
100	-42,5	2
200	-25,1	2
300	-16,3	2
400	-11,2	1
500	-7,7	1
600	-5,0	1
700	-2,8	1
800	-1,3	1
900	-0,3	1
1000	0,0	0,0 (Referencia)
1200	-0,4	1
1300	-0,7	1
1500	-1,2	1
1800	-1,3	1
2000	-1,1	1
2500	-1,1	1
2800	-2,0	1
3000	-3,0	1
3300	-5,1	2
3500	-7,1	2
4000	-14,6	3
4500	-22,3	3
5000	-28,7	3

Nota – La atenuación seguirá creciendo por encima de 5000 Hz en una proporción no inferior a 12 dB por octava hasta alcanzar un valor de -60 dB.

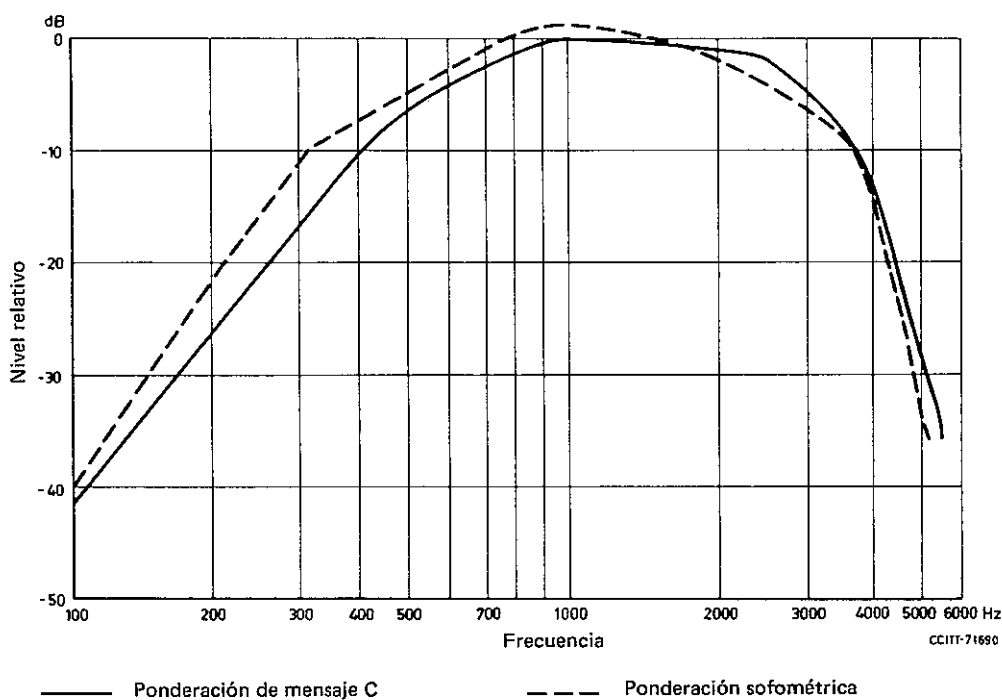


FIGURA A-1/O.41

Comparación entre la ponderación sofométrica y la ponderación de mensaje C

CUADRO A-2/O.41

Característica de ponderación «plana de 3 kHz»

Frecuencia (Hz)	30	60	400	1000	2000	3000	6000
Atenuación (dB)	0	0	0	0	0,8	3,0	12,3 ^{a)}
Tolerancia (dB)	± 2,5	± 1,7	± 0,5	± 0,2	± 1,0	± 1,8	± 3,0

^{a)} La atenuación deberá seguir aumentando por encima de los 6000 Hz y hasta alcanzar los 60 dB con una pendiente no menor de 12 dB/octava. La atenuación para frecuencias superiores será al menos de 60 dB.

Referencias

- [1] IEEE, Publicación P743, *IEEE Standard Covering Methods and Equipment for Measuring the Transmission Characteristics of Analog Voice Frequency Circuits*.
- [2] *Aparatos para medir el ruido para circuitos de telecomunicaciones*, Libro Verde, Tomo IV.2, suplemento 3.2, UIT, Ginebra, 1973.

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 multimedia
Serie I	Red digital de servicios integrados
Serie J	Transmisiones de señales radiofónicas, de televisión 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	RGT y mantenimiento de redes: sistemas de transmisión, circuitos telefónicos, telegrafía, facsimil 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