



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

CCITT

COMITÉ CONSULTIVO
INTERNACIONAL
TELEGRÁFICO Y TELEFÓNICO

O.33

(11/1988)

SERIE O: ESPECIFICACIONES DE LOS APARATOS
DE MEDIDA

Sistemas de medida automáticos y semiautomáticos

**APARATO AUTOMÁTICO PARA MEDIR
RÁPIDAMENTE CONEXIONES, ENLACES Y
CIRCUITOS RADIOFÓNICOS, MONOFÓNICOS Y
DE PARES ESTEREOFÓNICOS**

Reedición de la Recomendación O.33 del CCITT
publicada en el Libro Azul, Fascículo IV.4 (1988)

NOTAS

- 1 La Recomendación O.33 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.

© UIT 1988, 2010

Reservados todos los derechos. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse por ningún procedimiento sin previa autorización escrita por parte de la UIT.

Recomendación O.33

APARATO AUTOMÁTICO PARA MEDIR RÁPIDAMENTE CONEXIONES, ENLACES Y CIRCUITOS RADIOFÓNICOS, MONOFÓNICOS Y DE PARES ESTEREOFÓNICOS

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

1 Consideraciones generales

El aparato automático de medida para circuitos radiofónicos debe ser capaz de medir rápidamente todos los parámetros necesarios para controlar la calidad de dichos circuitos. Los parámetros que han de medirse y las facilidades que debe ofrecer el equipo se indican en esta especificación, donde no se estipula en detalle el método de medida ni el procesamiento de los resultados. Los fabricantes pueden, pues, adoptar cualquier procesamiento que satisfaga las exigencias expresadas en esta especificación. No obstante, sería conveniente que la secuencia de las medidas esté controlada por programas almacenados, lo que permitiría utilizar secuencias diferentes en función de las distintas necesidades de los usuarios y aplicaciones.

Hay que señalar que el aparato cumplirá los requisitos indicados en las Recomendaciones N.12 [1] y N.13 [2]. Sin embargo, no es posible medir todos los parámetros especificados en las Recomendaciones N.10 [3], N.21 [4] y N.23 [5], por ejemplo: la respuesta de retardo de grupo en función de la frecuencia.

2 Principio fundamental

El aparato debe constar ya sea de dos unidades, emisora y receptora, o de una unidad emisora y receptora combinada de construcción modular que pueda funcionar en emisión solamente o en recepción solamente.

Los resultados de las medidas deben visualizarse directamente por medio de un dispositivo de memoria que permita una visualización a largo plazo de cualquier parámetro medido.

La finalidad de las medidas no es solamente permitir que el personal interesado adopte una decisión inmediata, sino también ofrecer al ingeniero encargado de las transmisiones la posibilidad de establecer ulteriormente evaluaciones precisas. Es preferible que los resultados estén disponibles también como una salida de datos serie, de 7 bits a 110 y 300 baudios, normalizada por la ISO-7 [6], en un interfaz normalizado RS 232-C [7], con posibilidad de selección entre 110 y 300 baudios, o facultativamente en un interfaz normalizado IEEE 488/CEI 625 [8].

En todos los casos, los parámetros medidos deben estar claramente identificados y mencionarse el código de origen (véase el § 2.1).

El aparato debe poder medir al menos los parámetros siguientes.

- a) nivel recibido (ganancia de inserción);
- b) distorsión de atenuación en función de la frecuencia (respuesta en frecuencia);
- c) distorsión armónica (distorsión lineal);
- d) relación señal/ruido, no ponderado y ponderado según la Recomendación 468 del CCIR [9];
- e) linealidad del compansor;
- f) ruido modulado por programa y ruido expandido.

Estos parámetros se definen en el § 4.

Además, el equipo ha de poder medir, en los canales A y B, al menos los siguientes parámetros:

- g) diferencia entre canales en ganancia y fase;
- h) diafonía entre canales y transposición de circuitos.

Los parámetros estereofónicos se definen en el § 5.

Preferentemente, el diseño físico debe permitir que esta capacidad se proporcione mediante la conversión del equipo monofónico del usuario, mediante la adición de unidades enchufables apropiadas y, tal vez, pequeños cambios del cableado interno.

El aparato debe poder transmitir señales de prueba de audiofrecuencia con amplitudes correspondientes a las que deben existir en el punto de medida del usuario. Como quiera que los niveles nominales varían de un organismo de radiodifusión a otro y de una Administración de telecomunicaciones a otra, no procede especificar niveles absolutos. En consecuencia se ha definido un nivel de prueba (TEST) en 9 dB por debajo del nivel máximo admitido en el punto en que efectúa la medida. Dicho nivel TEST corresponde a un valor absoluto de 0 dBm0 cuando se mide en un punto de

nivel relativo cero (0 dBr) [10]. Por consiguiente, los fabricantes de equipos automáticos de medida adoptarán un nivel TEST que corresponda a un nivel fijo conveniente (por ejemplo, 0 dBm0).

En este nivel fijo, las amplitudes de las frecuencias enviadas en las secuencias medidas de los programas se ajustarán a las definiciones especificadas en la Recomendación N.15 [11] para el nivel máximo autorizado (+9 dBm0s), nivel de ajuste (0 dBm0s) y nivel de medida (-12dBm0s).

Deben existir medios de conmutación que permitan fijar el nivel TEST a +6 dB, 0 dB o -3 dB con relación a $0,775 V_{\text{eff}}$ (valor cuadrático medio). Se debe proteger este conmutador contra maniobras accidentales, especialmente en el caso de valores absolutos superiores a 0 dBm0, por ejemplo, montándolo dentro del instrumento. También debe tenerse en cuenta la posibilidad de prever un nivel de -20 dB con relación a $0,775 V_{\text{eff}}$.

2.1 *Identificación del comienzo, el origen y el programa*

La secuencia de medidas se elige en función de la aplicación considerada. En los anexos a la presente Recomendación se indican ciertos programas de medida que especifican el desarrollo de las diferentes etapas del programa y las unidades de tiempo conexas.

La secuencia de señales de prueba de audiofrecuencia debe ir precedida de una identificación del comienzo, el origen y el programa cuya función es la siguiente:

- señalar a la unidad receptora que debe comenzar una secuencia de medidas;
- identificar el origen de la señal de prueba;
- indicar qué programa de los de medidas almacenado debe utilizarse.

La identificación del comienzo, el origen y el programa por medio del código ISO-7 [6] con un bit de paridad par y dos bits de parada debe transmitirse por modulación por desplazamiento de frecuencia con una frecuencia de trabajo de 1650 Hz y una frecuencia de reposo de 1850 Hz, a la velocidad de 110 baudios.

La señal de identificación está constituida por un mensaje cuya estructura es la siguiente:

- comienzo del encabezamiento (carácter «SOH»);
- identificación del origen (cuatro caracteres alfanuméricos);
- señalización especial (un carácter);
- comienzo de texto (carácter «STX»);
- identificación del programa de medida (dos caracteres numéricos del 00 al 99);
- fin de texto (carácter «ETX»).

La frecuencia de trabajo debe transmitirse durante por lo menos 18 ms (dos bits) antes del bit de arranque del carácter SOH.

El fin del segundo bit de parada del carácter ETX define el comienzo de la secuencia de medidas.

La señal de identificación del comienzo, el origen y el programa debe transmitirse a 12 dB por debajo del nivel TEST.

2.2 *Modos de funcionamiento*

El equipo debe poder funcionar en modo automático o manual.

2.2.1 *Modo automático*

En el modo automático, la unidad emisora estará sujeta a la ejecución completa de una secuencia de pruebas programada al recibir una señal de arranque producida ya sea directamente por opresión de un pulsador en el aparato, o bien por telemando (cierre de un par de contactos). La señal de identificación enviada por la unidad emisora provocará la ejecución por el receptor de la secuencia completa de medidas programada y seguidamente el registro y/o la impresión de los resultados para su análisis ulterior.

2.2.2 *Modo manual*

2.2.2.1 *Unidad emisora*

En el modo manual, deberá poderse situar la unidad emisora, dentro de la secuencia de medidas, en el punto correspondiente a un elemento de prueba escogido al que se enviará continuamente la señal de prueba adecuada. Así pues, este modo permitirá a la unidad emisora el funcionar con aparatos de medida manuales. Será posible también el ajuste manual de la señal de salida a cualquier frecuencia de la gama de 40 Hz a 1500 Hz con una resolución mejor que

5 Hz. La salida será ajustable en la gama de -12 dB a $+15$ dB con relación a una tensión eficaz de $0,775 V_{\text{eff}}$ con una resolución de $0,2$ dB. El aparato indicará la frecuencia y el nivel de salida. Cuando el nivel de salida sobrepase los $0,775 V_{\text{eff}}$ entrará en funcionamiento un piloto luminoso intermitente.

2.2.2.2 Unidad receptora

En el modo manual, deberá poderse situar la unidad receptora, dentro de la secuencia de medidas, en el punto correspondiente al parámetro de medida escogido para poder emplear el aparato con una unidad emisora manual. Sería conveniente la visualización del valor de la frecuencia de la señal de entrada.

2.2.3 Telemando

Facultativamente, la unidad emisora y la unidad receptora podrán controlarse por telemando, ya sea por conducto del interfaz RS 232-C [7], o bien del interfaz IEEE 488/CEI 625 [8].

3 Diseño y construcción

Cabe observar que el retardo de grupo de los circuitos de gran longitud puede provocar errores de medida, sobre todo en baja frecuencia. El sistema debe diseñarse por tanto de manera tal que la medida se efectúe una vez que la señal recibida haya tenido tiempo de estabilizarse.

En general, el diseño y la construcción del equipo deben ajustarse a las reglamentaciones nacionales e internacionales, en particular en lo que concierne a las exigencias de seguridad y a la protección contra choques eléctricos [12].

4 Parámetros

4.1 Nivel recibido (ganancia de inserción)

Se transmite una frecuencia de 1020 Hz con el nivel TEST. Se mide el nivel recibido, y el resultado se expresa en dB con relación al nivel TEST.

4.2 Distorsión de atenuación en función de la frecuencia (respuesta en frecuencia)

El nivel en recepción debe medirse a cierto número de frecuencias diferentes definidas en el programa de medidas. El nivel de emisión debe ser inferior en 12 dB al nivel TEST.

Los resultados se presentarán en dB con relación al nivel recibido a 1020 Hz enviado con un nivel a 12 dB por debajo del nivel TEST. No se considera aceptable el empleo del nivel recibido a partir del parámetro del § 4.1.

4.3 Distorsión

La distorsión armónica total debe medirse a 60 Hz y a 1020 Hz. La distorsión armónica de segundo orden k_2 , debe medirse a 1020 Hz. La distorsión armónica de tercer orden, k_3 , debe medirse a 60 Hz.

El nivel de emisión debe ser inferior en 9 dB al nivel TEST. El receptor debe indicar el valor eficaz del contenido en armónicos, y los resultados deben expresarse en dB con relación a los niveles recibidos de los fundamentales.

Con el fin de evitar la sobrecarga de sistemas de transmisión por portadoras, la transmisión de frecuencias de prueba al máximo nivel permitido debe conformarse estrictamente a las prescripciones de la Recomendación N.21 [4]. Los programas que incluyan medidas de distorsión deben limitar, pues, la duración de la transmisión a un solo intervalo de tiempo (1 s), previéndose una pausa de al menos un intervalo cuando se efectúan medidas de distorsión sucesivas.

En el ciclo de pruebas, habrá de existir la posibilidad de insertar la medida de la distorsión no lineal, duplicando los programas almacenados con esta medida o sin ella, o utilizando un conmutador sin enclavamiento.

Nota – Se ha elegido la frecuencia de 1020 Hz a fin de que no se emplee un submúltiplo de una frecuencia de muestreo digital.

4.4 Relación señal/ruido

La unidad emisora debe terminar la entrada de circuito medido con la impedancia correcta, y el receptor debe medir el valor de cuasicresta más elevado, con o sin ponderación, durante un periodo de ocho segundos, de conformidad con la Recomendación 468 del CCIR [9]. El resultado debe expresarse en dB con relación al nivel TEST en recepción a

7 Características del equipo — Unidad receptora

7.1 *Impedancia de entrada:* > 20 kiloohmios

7.2 *Gama y precisión mínima*

7.2.1 *Medidas de nivel*

Gama

señal: +20 dB a –45 dB

ruido: –20 dB a –70 dB

con relación a la tensión eficaz de 0,775 V_{eff}

Error

≤ ± 0,2 dB de +15 a –20 dB

≤ ± 0,5 dB de –20 a –50 dB

≤ ± 1,0 dB de –50 a –60 dB

≤ ± 3,0 dB de –60 a –70 dB

Nota – Las medidas de ruido deben hacerse con una banda limitada a fin de obtener la respuesta en frecuencia definida en el anexo 1 a la Recomendación 468 del CCIR [9].

Gama de frecuencias: de 20 Hz a 50 kHz.

7.2.2 *Medidas de la distorsión*

Gama: hasta 0,3% (–50 dB)

Error: (± 1 dB)

7.2.3 *Medidas de fase*

Gama: ± 180

Error: +2 en toda la gama

8 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.

ANEXO A

(a la Recomendación O.33)

Secuencia de medidas para circuitos radiofónicos monofónicos

Intervalo de tiempo (Segundos)	Unidad emisora		Número del programa: 00
	Frecuencia (Hz)	Nivel (dBm0)	Característica medida
1	1650/1850	-12	Identificación de comienzo/origen/programa
1	1 020	0	Nivel recibido
1	1 020	-12	Respuesta en frecuencia
1	40	-12	
1	80	-12	
1	200	-12	
1	500	-12	
1	820	-12	
1	1 900	-12	
1	3 000	-12	
1	5 000	-12	
1	6 300	-12	
1	9 500	-12	
1	11 500	-12	
1	13 500	-12	
1	15 000	-12	
1	1 020	+9	
1 ^{a)}	—	—	
1	60	+9	
1	820	+6	Prueba del compansor
1	820	-6	
1	820	+6	
8	—	—	Relación señal/ruido

a) Intervalo de espera.

ANEXO B

(a la Recomendación O.33)

Secuencia de medidas para pares estereofónicos de circuitos radiofónicos

Intervalo de tiempo	Canal A Unidad emisora		Canal B Unidad emisora		Número del programa: 01
	Segundos	Frecuencia (Hz)	Nivel (dBm0)	Frecuencia (Hz)	Nivel (dBm0)
1	1650/1850	-12	-	-	Identificación del comienzo/origen/programa
1	1 020	0	1 020	0	Nivel recibido
1	1 020	-12	1 020	-12	Respuesta en frecuencia Ganancia y fase entre canales
1	40	-12	40	-12	
1	80	-12	80	-12	
1	200	-12	200	-12	
1	500	-12	500	-12	
1	820	-12	820	-12	
1	1 900	-12	1 900	-12	
1	3 000	-12	3 000	-12	
1	5 000	-12	5 000	-12	
1	6 300	-12	6 300	-12	
1	9 500	-12	9 500	-12	
1	11 500	-12	11 500	-12	
1	13 500	-12	13 500	-12	
1	15 000	-12	15 000	-12	
1	1 020	+9	1 020	+9	
1 ^{a)}	-	-	-	-	
1	60	+9	60	+9	
1	2 040	-12	-	-	Diafonía y transposición de circuitos
1	-	-	2 040	-12	
1	820	+6	820	+6	Prueba del compansor
1	820	-6	820	-6	
1	820	+6	820	+6	
8	-	-	-	-	Relación señal/ruido

^{a)} Intervalo de espera.

ANEXO C

(a la Recomendación O.33)

Secuencia de medidas para circuitos radiofónicos de banda media

Intervalo de tiempo (segundos)	Unidad emisora		Número del programa: 02
	Frecuencia (Hz)	Nivel (dBm0)	Característica medida
1	1650/1850	-12	Identificación del comienzo/origen/programa
1	1 020	0	Nivel recibido
1	1 020	-12	Respuesta en frecuencia
1	40	-12	
1	80	-12	
1	200	-12	
1	300	-12	
1	500	-12	
1	820	-12	
1	1 400	-12	
1	3 000	-12	
1	5 000	-12	
1	6 300	-12	
1	7 400	-12	
1	8 020	-12	
1	10 000	-12	
1	1 020	+9	
1	-	-	
1	60	+9	
1	820	+6	Prueba del compansor
1	820	-6	
1	820	+6	
8	-	-	Relación señal/ruido

ANEXO D

(a la Recomendación O.33)

Secuencia de medidas para circuitos radiofónicos de banda estrecha (tipo telefónico)

Intervalo de tiempo (segundos)	Unidad emisora		Número del programa: 03	
	Frecuencia (Hz)	Nivel (dBm0)	Característica medida	
1	1650/1850	-12	Identificación de comienzo/origen/programa	
1	1 020	0	Nivel recibido	
1	1 020	-10	Repuesta en frecuencia	
1	200	-10		
1	300	-10		
1	400	-10		
1	600	-10		
1	820	-10		
1	1 400	-10		
1	1 900	-10		
1	2 400	-10		
1	2 700	-10		
1	2 900	-10		
1	3 000	-10		
1	3 100	-10		
1	3 400	-10		
1	1 020	+9		Distorsión armónica total
8	-	-		Relación señal/ruido

ANEXO E

(a la Recomendación O.33)

**Secuencia de medida para circuitos de banda estrecha (tipo telefónico)
utilizados para transmisiones radiofónicas y equipados con compansores**

Intervalo de tiempo (segundos)	Unidad emisora		Número del programa: 04
	Frecuencia (Hz)	Nivel (dBm0)	Característica medida
1	1650/1850	-12	Identificación del comienzo/origen/programa
1	1 020	0	Nivel recibido
1	1 020	-10	Respuesta en frecuencia
1	200	-10	
1	300	-10	
1	400	-10	
1	600	-10	
1	820	-10	
1	1 400	-10	
1	1 900	-10	
1	2 400	-10	
1	2 700	-10	
1	2 900	-10	
1	3 000	-10	
1	3 100	-10	
1	3 400	-10	
1	1 020	+9	Distorsión armónica total
1	820	+6	Prueba del compansor
1	820	-6	
1	820	+6	
8	—	—	Relación señal/ruido

ANEXO F

(a la Recomendación O.33)

Secuencia de medidas para señales de prueba de tres niveles de la CMTT (sin anuncio del indicativo de la estación) para el ajuste de conexiones radiofónicas internacionales

Intervalo de tiempo	Canal A Unidad emisora		Canal B Unidad emisora		Número del programa: 05
	Segundos	Frecuencia (Hz)	Nivel (dBm0)	Frecuencia (Hz)	Nivel (dBm0)
1	1650/1850	-12	-	-	Identificación del comienzo/origen/programa
1	-	-	-	-	Pausa
1	1 020	-12	1 020	-12	Nivel de medida (NM)
1	1 020	-12	1 020	-12	
1	1 020	0	1 020	0	Nivel de ajuste (NA)
1	1 020	0	1 020	0	
1	1 020	0	1 020	0	
1	1 020	0	1 020	0	
1	1 020	0	1 020	0	
1	1 020	0	1 020	0	
1	1 020	0	1 020	0	
1	1 020	0	1 020	0	
1	1 020	0 ^{a)}	-	--	Nivel máximo permitido (NMP) ^{a)}
1	1 020	0 ^{a)}	-	-	
1	-	-	-	--	Pausa
1	-	--	-	-	
1	-	-	-	--	
1	-	--	1 020	0 ^{a)}	Nivel máximo permitido (NMP) ^{a)}
1	-	-	1 020	0 ^{a)}	

^{a)} Provisionalmente debe utilizarse 0 dBm0. La señal de prueba de dos niveles resultante se requerirá hasta que todos los sistemas de transmisión estén en condiciones de transmitir señales sinusoidales a +9 dBm0s sin producir una excesiva carga en los canales ni diafonía en otros canales. Será preciso que la CMTT y el CCITT confirmen la incorporación activa del nivel +9 dBm0 a esta secuencia.

Referencias

- [1] Recomendación del CCITT *Mediciones que han de efectuarse durante el periodo de ajuste que precede a una transmisión radiofónica*, Tomo IV, Rec. N.12.
- [2] Recomendación del CCITT *Medidas efectuadas por los organismos de radiodifusión durante el periodo preparatorio*, Tomo IV, Rec. N.13.
- [3] Recomendación del CCITT *Límites para el ajuste de enlaces y conexiones radiofónicas internacionales*, Tomo IV, Rec. N.10.
- [4] Recomendación del CCITT *Límites y procedimientos para el ajuste de un circuito radiofónico*, Tomo IV, Rec. N.21.
- [5] Recomendación del CCITT *Mediciones de mantenimiento que han de efectuarse en los circuitos radiofónicos internacionales*, Tomo IV, N.23.
- [6] Recomendación del CCITT *Alfabeto Internacional N.º 5*, Tomo VIII, Rec. T.50, y Organización Internacional de Normalización (ISO), *ISO-7 bit serial data output*.
- [7] Recomendación del CCITT *Lista de definiciones para los circuitos de enlace entre el equipo terminal de datos y el equipo de terminación del circuito de datos*, Tomo VIII, Rec. V.24 y Electronic Industries Association (EIA), *Standard RS-232-C Interface between data terminal equipment and data communications equipment employing serial binary data interchange*.
- [8] Comisión Electrotécnica Internacional (CEI) *Interface system for programmable measuring instruments*, Publicaciones de la CEI N.ºs 625, 625-1 y 625-2.
- [9] Recomendación del CCIR *Medición del nivel de tensión del ruido de audiofrecuencia en radiodifusión sonora*, Vol. X. Rec. 468, UIT, Ginebra, 1986.
- [10] Recomendación del CCITT *Niveles relativos e impedancias en una conexión radiofónica internacional*, Tomo III, Rec. J.14.
- [11] Recomendación del CCITT *Potencia máxima autorizada para las transmisiones radiofónicas internacionales*, Tomo IV, Rec. N.15.
- [12] Unión Europea de Radiodifusión (UER) *Guiding principles for the design of electronic equipment*, Doc. TECH 3215.
- [13] Recomendación del CCITT *Objetivos esenciales de calidad de transmisión para centros radiofónicos internacionales (CRI)*, Tomo IV, Rec. N.11.

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