



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

UIT-T

N.21

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

**MANTENIMIENTO DE CIRCUITOS
INTERNACIONALES PARA TRANSMISIONES
RADIOFÓNICAS Y DE TELEVISIÓN**

**LÍMITES Y PROCEDIMIENTOS
PARA EL AJUSTE DE UN CIRCUITO
RADIOFÓNICO**

Recomendación UIT-T N.21

(Extracto del *Libro Azul*)

NOTAS

1 La Recomendación UIT-T N.21 se publicó en el fascículo IV.3 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.

Recomendación N.21

LÍMITES Y PROCEDIMIENTOS PARA EL AJUSTE DE UN CIRCUITO RADIOFÓNICO

1 Consideraciones generales

En esta Recomendación se indican, en los cuadros 1/N.21 a 5/N.21, los límites que han de aplicarse para el ajuste de un circuito radiofónico internacional definido en la Recomendación N.1. Estos límites corresponden a los establecidos para una sección de audiofrecuencia del circuito ficticio de referencia definido en la Recomendación 502 del CCIR [1], para circuitos radiofónicos de 5 kHz, 6,4 kHz, 7 kHz y 10 kHz, pero corresponden a dos secciones de audiofrecuencia¹⁾ para un circuito radiofónico del tipo de 15 kHz, salvo para los límites de ruido que corresponden a una sola sección.

Se recomienda utilizar un aparato automático de medida (véanse las Recomendaciones O.31 [3], O.32 [4] y O.33 [5]). De no disponerse de tales aparatos, las mediciones se limitarán normalmente a la distorsión de atenuación en función de la frecuencia y al ruido ponderado. Tratándose de pares estereofónicos hay que medir también los parámetros N.^{os} 12, 13, 14 y 15 del cuadro 1/N.21.

Los límites correspondientes a los circuitos de 15 kHz y 7 kHz son aplicables tanto a las transmisiones digitales como a las analógicas.

2 Límites de la distorsión de atenuación en función de la frecuencia de las partes que componen un circuito radiofónico internacional

Estos límites se expresan en términos del nivel relativo recibido, con relación al valor a 1020 Hz²⁾ [6]. En la introducción a la Recomendación N.10 figuran algunas observaciones sobre la impedancia en los puntos de interconexión.

Es conveniente que los circuitos radiofónicos internacionales que deban establecerse entre CRI de un mismo continente se encaminen normalmente por un solo enlace en grupo primario (que comprenda únicamente una sola sección de circuito, es decir, un equipo para la modulación a partir de audiofrecuencias y otro para la demodulación a audiofrecuencias). Los circuitos radiofónicos internacionales de gran longitud establecidos entre CRI de continentes distintos no deberán tener más de tres secciones de circuito.

Los circuitos radiofónicos como los asociados a transmisiones de televisión en los que intervengan sistemas de telecomunicaciones por satélite se establecen normalmente para un uso temporal. La sección de circuito radiofónico internacional se establece por intermedio del enlace o enlaces por satélite cada vez que se necesita para el servicio. Hay que advertir que el grupo primario que contiene el circuito radiofónico puede terminar en la estación terrena o en una estación terminal de repetidores internacional.

Las combinaciones posibles de terminales de grupo primario, y el número de secciones en grupo primario que se requieren para los circuitos radiofónicos establecidos por enlace(s) por satélite son tales que puede resultar imposible respetar los límites fijados para el enlace en grupo primario sin efectuar una igualación del enlace en grupo primario para cada circuito radiofónico establecido.

Para evitar esta situación, puede ser necesario estrechar los límites fijados para la atenuación a todas las frecuencias y la atenuación en la proximidad de la frecuencia media de la banda transmitida por las secciones nacionales de grupo primario y por secciones que empleen satélite.

3 Procedimientos de ajuste

Una vez ecualizadas, desde el punto de vista de la distorsión de atenuación en función de la frecuencia, las secciones nacionales del circuito radiofónico internacional y cada sección que atraviese una frontera, y después de compensadas, en su caso, desde el punto de vista de la distorsión de fase en función de la frecuencia, de forma que satisfagan las Recomendaciones del CCITT, se interconectan para constituir el conjunto del circuito radiofónico internacional.

¹⁾ La especificación técnica del equipo utilizado actualmente en la red internacional no cumple los límites derivados de una sección de audiofrecuencia-audiofrecuencia para circuitos radiofónicos de una anchura de banda nominal de 15 kHz calculados de conformidad con la Recomendación 605 del CCIR [2].

²⁾ Para más información sobre la elección de la frecuencia de la señal de prueba, véase la Recomendación O.6 [7].

Cuando dos países que utilicen un sistema de telecomunicaciones por satélite acuerden establecer circuitos radiofónicos de empleo temporal, deberá efectuarse un ajuste inicial del circuito radiofónico; este ajuste se aplicará a los medios (satélite e instalaciones terrenales) utilizados cada vez que se requiera efectuar una transmisión radiofónica.

En el caso de los circuitos radiofónicos internacionales con destinos múltiples, el número y ubicación de los destinos previstos sólo se conocen cuando se efectúa la petición de transmisión. Por lo tanto, el ajuste sólo puede realizarse cuando se conocen los pormenores de la petición y deben efectuarse antes de la transmisión.

Los diversos grupos primarios de base se establecen y ajustan de acuerdo con lo especificado para los circuitos radiofónicos con un solo destino. Cuando dichos grupos primarios se reúnan para formar un grupo primario con destinos múltiples, sólo deben verificarse los niveles de la señal piloto. La estación de referencia para la emisión del grupo primario unidireccional con destinos múltiples (MU) coordinará esta operación de acuerdo con la Recomendación M.460 [8].

3.1 *Medición del nivel recibido* [6]

En el extremo transmisor del circuito radiofónico internacional, se aplica una señal de prueba de 1020 Hz con un nivel equivalente a -12 dBm0. El nivel se mide en el extremo receptor del circuito (salida del último amplificador) y se realizan en el centro radiofónico internacional las operaciones necesarias para situarlo en un valor nominal apropiado (por ejemplo, -6 dBm).

La curva del nivel recibido en función de la frecuencia puede trazarse entonces en el extremo receptor del circuito por medio de un aparato automático de medida [3], [4], [5]. Si no se dispone de este aparato, se efectuarán mediciones individuales en el CRI terminal y en la estación fronteriza, a las siguientes frecuencias:

- para un circuito de 10 kHz: 50, 80, 100, 200, 500, 800, 1000, 2000, 3200, 5000, 6000, 8500, 10 000 Hz y, de estimarse útil, 30, 40, 11 000, 12 000, y 15 000 Hz;
- para un circuito de 6,4 kHz: 50, 80, 100, 200, 500, 800, 1000, 2000, 3200, 5000, y 6400 Hz³⁾.

Los igualadores se ajustarán de modo que esta curva se mantenga dentro de los límites prescritos más arriba.

3.2 *Medición de la distorsión de retardo de grupo* [6]

Si se estima necesario, se representará la característica de distorsión de retardo de grupo en función de la frecuencia del conjunto del circuito radiofónico internacional.

3.3 *Medición del ruido de circuito*

Cuando se hayan efectuado todos los ajustes y el circuito radiofónico internacional satisfaga las Recomendaciones del CCITT, se harán las mediciones de ruido.

Éstas consistirán en la lectura del ruido ponderado utilizando un aparato de medida, y una red conformes con la Recomendación O.41 [10] o la Recomendación 468 del CCIR [11], o una combinación de ellos.

Los límites de ruido indicados en los cuadros de la presente Recomendación son para circuitos de 840 km como máximo. Para circuitos más largos pueden calcularse límites apropiados mediante la fórmula indicada en la Recomendación 605 del CCIR [2].

3.4 *Medición de la distorsión no lineal*

Cuando el circuito está totalmente encaminado por pares para audiofrecuencias y no está provisto de red de preacentuación, la distorsión no lineal se medirá en el extremo del circuito radiofónico internacional aplicando durante algunos segundos una señal sinusoidal de cualquier frecuencia comprendida en la banda que ha de transmitirse, con un nivel de $+9$ dBm0.

³⁾ Se invita a las Administraciones a que propongan frecuencias de medida para circuitos de 5, 7 y 15 kHz. Se deberá tener presente la Norma 266 de la ISO [9].

Cuando el circuito comprende como mínimo una sección por portadoras, no se efectuará ninguna medición de la distorsión no lineal. No obstante, si por razones de servicio es indispensable medir excepcionalmente (por ejemplo, para localizar una avería) la distorsión no lineal, la frecuencia de la señal transmitida no deberá ser superior a 1020 Hz con +9 dBm0 y el periodo de inyección del tono con un nivel elevado deberá ser lo más breve posible, es decir, no exceder de cuatro segundos. Sin embargo, el procedimiento más adecuado consiste en utilizar un aparato automático de medida apropiado si se dispone de él [3], [4], [5].

El coeficiente de distorsión armónica total del circuito radiofónico ficticio de referencia (2500 km) no deberá ser superior al 4% (atenuación de distorsión armónica, 28 dB) para cualquier frecuencia⁴⁾ comprendida en la banda efectivamente transmitida. En los circuitos más cortos y menos complicados, la distorsión será menor.

Además, dado que, en los circuitos establecidos en grupos primarios, la medición de la distorsión no lineal de un extremo a otro puede acarrear graves inconvenientes a la transmisión por los demás canales, sobre todo si el grupo primario se transmite por un sistema de portadoras con repetidores transistorizados, las mediciones de distorsión no lineal sólo podrán efectuarse localmente, en los equipos terminales de modulación y demodulación. Se puede, por ejemplo, conectar entre sí mediante una red (provista, en su caso de un amplificador apropiado) un equipo de modulación y un equipo de demodulación para circuitos radiofónicos, y medir el conjunto así formado.

3.5 *Mediciones adicionales*

Además de las mediciones especificadas en los puntos precedentes se pueden medir también los parámetros siguientes a discreción de las Administraciones interesadas. Las mediciones de estos parámetros pueden ser particularmente útiles cuando se sospecha la existencia de una condición de avería.

3.5.1 *Interferencia causada por las fuentes de alimentación*

Si se transmite una señal de prueba sinusoidal por un circuito radiofónico a un nivel de 0 dBm0, el nivel de la componente de modulación no deseada más fuerte no debe ser superior a -45 dBm0.

3.5.2 *Error de frecuencia*

El error de frecuencia introducido por un circuito radiofónico no debe ser superior a los límites siguientes:

7 kHz y 15 kHz ± 1 Hz

5 kHz, 6,4 kHz y 10 kHz ± 2 Hz

3.6 *Aplicación de una señal de prueba radiofónica simuladora*

En la Recomendación 571 del CCIR [12] se especifica una señal convencional de prueba simuladora de señales radiofónicas que se puede utilizar para medir la interferencia en otros canales.

3.7 *Nivel de interferencia por una sola frecuencia*

En lo que se refiere a este parámetro, hay que tener en cuenta la característica del filtro de ponderación según la Recomendación 468 del CCIR [11], aplicando el factor de corrección ψ . Este último, que puede determinarse a partir de la figura 1/N.21 (idéntica a la figura 1b de la Recomendación 468 del CCIR [11]) se restará de los valores numéricos de los cuadros. Para excluir los efectos del ruido aleatorio es preciso realizar mediciones selectivas.

⁴⁾ La Unión Europea de Radiodifusión (UER) ha señalado que varios de sus miembros estiman que, en un circuito de 1500 km de longitud, los límites admisibles para la distorsión no lineal debieran ser:

40 dB para las frecuencias fundamentales superiores a 100 Hz, y

34 dB para las frecuencias fundamentales de 100 Hz e inferiores.

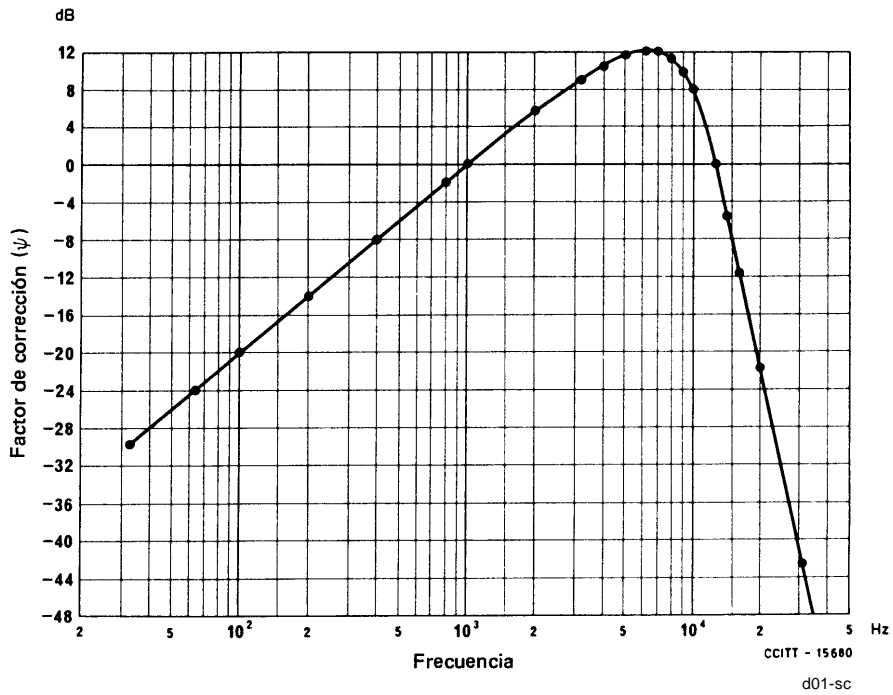


FIGURA 1/N.21

Factor de corrección ψ para el nivel de interferencia por una sola frecuencia

3.8 *Medición de pares estereofónicos*

Los criterios de calidad mencionados corresponden a los de las Recomendaciones O.32 [4] y O.33 [5]. Estos aparatos permiten medir fácilmente los límites. En caso de utilizarse otros medios de medida, se señala que conviene evitar las frecuencias de 10, 11,92 y 14 kHz, pues es posible que se inserten filtros de supresión en el equipo de transmisión considerado con objeto de reducir los residuos de portadora.

3.9 *Registro de los resultados*

Los resultados finales de estas diferentes mediciones efectuadas después del ajuste del circuito son valores de referencia, que deberán registrarse cuidadosamente.

CUADRO 1/N.21

Límites para el ajuste de circuitos radiofónicos internacionales de 15 kHz

Elemento	Parámetro		Unidad	Límites
1	Ganancia de inserción	Error de ajuste	dB	± 0,4
		Variación diaria	dB	± 0,4
2	Respuesta ganancia/frecuencia con relación a 0,8 ó 1 kHz	0,04 a 0,125 kHz	dB	+ 0,4
			dB	-1,5
		0,125 a 10 kHz	dB	± 0,4
			10 a 14 kHz	dB
		dB		-1,5
		14 a 15 kHz	dB	+ 0,4
dB	-2,3			
3	Respuesta retardo de grupo/frecuencia referida al mínimo	0,04 kHz	ms	37
		0,075 kHz	ms	16
		14 kHz	ms	5,4
		15 kHz	ms	8
4	Ruido ponderado	Canal en reposo	dBq0ps	-47
		Con programa modulad	dBq0ps	-35
5	Nivel de interferencia por una sola frecuencia + ψ		dBm0s	-75
6	Modulación perturbadora debida a la fuente de alimentación		dB	-47
7	Distorsión armónica total	0,04 a 0,125 kHz	%	0,8
		0,125 a 7,5 kHz	%	0,4

CUADRO 1/N.21 (cont.)

Elemento	Parámetro	Unidad	Límites	
8	Tono diferencia de tercer orden a 0,18 kHz	%	0,4	
9	Error en la frecuencia reconstituida	Hz	± 0,8	
10	Relación señal/diafonía inteligible	0,04 kHz	dB	52
		0,5 a 5 kHz	dB	76
		15 kHz	dB	62
11	Error en la respuesta amplitud/amplitud	dB	± 0,4	
12	Diferencia de ganancia entre los canales A y B	0,04 a 0,125 kHz	dB	1,1
		0,125 a 10 kHz	dB	0,6
		10 a 14 kHz	dB	1,1
		14 a 15 kHz	dB	2,3
13	Diferencia de fase entre los canales A y B	0,04 a 0,2 kHz	grado	23
		0,2 a 4 kHz	grado	11
		14 kHz	grado	23
		14 a 15 kHz	grado	30
14	Relación señal/diafonía inteligible entre A y B	dB	52	
15	Relación diafónica (intermodulación) entre A y B)	dB	62	

CUADRO 2/N.21

Límites para el ajuste de circuitos radiofónicos internacionales de 10 kHz

Elemento	Parámetro		Unidad	Límites
1	Ganancia de inserción	Error de ajuste	dB	± 0,3
		Variación con el tiempo	dB	± 0,3
2	Respuesta ganancia/frecuencia con relación a 0,8 ó 1 kHz	0,05 a 0,1 kHz	dB	+ 0,8
			dB	- 2,1
		0,1 a 0,2 kHz	dB	+ 0,8
			dB	- 1,2
		0,2 a 6 kHz	dB	± 0,8
		6 a 8,5 kHz	dB	+ 0,8
			dB	- 1,2
		8,5 a 10 kHz	dB	+ 0,8
dB	- 2,1			
3	Respuesta retardo de grupo/frecuencia referida al mínimo	0,05 kHz	ms	26
		0,1 kHz	ms	6,6
		10 kHz	ms	2,4
4	Ruido ponderado (canal en reposo) ^{a)}		dBq0ps	- 44
5	Nivel de interferencia por una sola frecuencia + ψ ^{b)}		dBm0s	- 75
6	Modulación perturbadora debida a la fuente de alimentación		dB	- 51
7	Distorsión armónica total	0,05 a 0,1 kHz	%	1,4
		0,1 a 10 kHz	%	1
8	Tono diferencia de tercer orden a 0,18 kHz		%	1
9	Error en la frecuencia reconstituida		Hz	± 0,5
10	Relación señal/diafonía inteligible ^{c)}		dB	80
11	Error en la respuesta amplitud/amplitud		dB	± 0,2

a) En circuitos de portadoras, no siempre es posible cumplir estos límites si no se toman precauciones especiales (véase el anexo II a la Recomendación 504 del CCIR [13]).

b) O 20 dB menos que el nivel de ruido ponderado medido, tomándose entre ambos valores el que fuese más alto.

c) A veces resulta difícil, o imposible, satisfacer estos límites (véase el § 3.8, nota 2, en el anexo I a la Recomendación 504 del CCIR [13]).

CUADRO 3/N.21

Límites para el ajuste de circuitos radiofónicos internacionales de 7 kHz

Elemento	Parámetro		Unidad	Límites
1	Ganancia de inserción	Error de ajuste	dB	± 0,3
		Variación diaria	dB	± 0,3
2	Respuesta ganancia/frecuencia con relación 0,8 ó 1 kHz	0,05 a 0,1 kHz	dB	+ 0,5
			dB	-1,4
		0,1 a 6,4 kHz	dB	± 0,5
			dB	-1,4
3	Respuesta retardo de grupo/ frecuencia referida al mínimo	0,05 kHz	ms	26
		0,1 kHz	ms	6,6
		6,4 kHz	ms	1,7
		7 kHz	ms	3,3
4	Ruido ponderado	Canal en reposo	dBq0ps	-49
		Con programa modulado	dBq0ps	-37
5	Nivel de interferencia por una sola frecuencia + ψ		dBm0s	-79
6	Modulación perturbadora debida a la fuente de alimentación		dB	-51
7	Distorsión armónica total	< 0,1 kHz	%	1
		0,1 a 3,5 kHz	%	0,7
8	Tono diferencia de tercer orden a 0,18 kHz		%	0,7
9	Error en la frecuencia reconstituida		Hz	± 0,5
10	Relación señal/diafonía inteligible	0,05 kHz	dB	59
		0,05 a 3,2 kHz	dB	80
		7 kHz	dB	73
11	Error en la respuesta amplitud/amplitud		dB	± 0,2

CUADRO 4/N.21

Límites para el ajuste de circuitos radiofónicos internacionales de 6,4 kHz

Elemento	Parámetro		Unidad	Límites
1	Ganancia de inserción	Error de ajuste	dB	± 0,3
		Variación diaria	dB	± 0,3
2	Respuesta ganancia/frecuencia con relación 0,8 ó 1 kHz	0,05 a 0,1 kHz	dB	+ 0,5
			dB	-1,4
		0,1 a 5 kHz	dB	± 0,5
			dB	+ 0,5
3	Respuesta retardo de grupo/frecuencia referida al mínimo	0,05 kHz	ms	26
			ms	6,6
		0,1 kHz	ms	1,7
			ms	3,3
4	Nivel máximo de ruido ponderado		dBq0ps	-44
5	Nivel de interferencia por una sola frecuencia + ψ		dBm0s	-79
6	Modulación perturbadora debida a la fuente de alimentación		dB	-51
7	Distorsión armónica total	< 0,1 kHz	%	1
		> 0,1 kHz	%	0,7
8	Tono diferencia de tercer orden a 0,18 kHz		%	0,7
9	Error en la frecuencia reconstituida		Hz	± 0,5
10	Relación señal/diafonía inteligible	0,05 kHz	dB	59
		0,5 a 3,2 kHz	dB	80
		6,4 kHz	dB	73
11	Error en la respuesta amplitud/amplitud		dB	± 0,2

CUADRO 5/N.21

Límites para el ajuste de circuitos radiofónicos internacionales de 5 kHz

Elemento	Parámetro		Unidad	Límites
1	Ganancia de inserción	Error de ajuste	dB	± 0,3
		Variación diaria	dB	± 0,3
2	Respuesta ganancia/frecuencia con relación a 0,8 ó 1 kHz	0,07 a 0,2 kHz	dB	+ 0,5
			dB	-1,4
		0,2 a 4 kHz	dB	± 0,5
			dB	-1,4
3	Respuesta retardo de grupo/frecuencia referida al mínimo	0,07 kHz	ms	20
		5 kHz	ms	5
4	Nivel máximo de ruido ponderado		dBq0ps	-37
5	Nivel de interferencia por una sola frecuencia + ψ		dBm0s	-79
6	Modulación perturbadora debida a la fuente de alimentación		dB	-51
7	Distorsión armónica total	< 0,1 kHz	%	1
		> 0,1 kHz	%	0,7
8	Tono diferencia de tercer orden a 0,18 kHz		%	0,7
9	Error en la frecuencia reconstituida		Hz	± 0,5
10	Relación señal/diafonía inteligible	0,07 kHz	dB	63
		0,5 a 3,2 kHz	dB	80
		5 kHz	dB	76
11	Error en la respuesta amplitud/amplitud		dB	± 0,2

Referencias

- [1] Recomendación del CCIR *Circuitos ficticios de referencia para transmisiones radiofónicas*, Vol. XII, Rec. 502, UIT, Ginebra, 1986.
- [2] Recomendación del CCIR *Estimación de la calidad de transmisión de circuitos radiofónicos de longitud menor o mayor que el circuito ficticio de referencia*, Vol. XII, Rec. 605, UIT, Ginebra, 1986.
- [3] Recomendación del CCITT *Aparato automático de medida para circuitos radiofónicos*, Tomo IV, Rec. O.31.
- [4] Recomendación del CCITT *Aparato automático de medida para los pares estereofónicos de circuitos radiofónicos*, Tomo IV, Rec. O.32.

- [5] Recomendación del CCITT *Aparato automático para medir rápidamente conexiones, enlaces y circuitos radiofónicos monofónicos y de pares estereofónicos*, Tomo IV, Rec. O.33.
- [6] Informe del CCIR *Valores relativos de los niveles de señal radiofónica establecidos por medio de un VU-metro y de un indicador de cresta de señal radiofónica*, Vol. XII, Informe 820, UIT, Ginebra, 1986.
- [7] Recomendación del CCITT *Frecuencias de prueba de referencia de 1020 Hz*, Tomo IV, Rec. O.6.
- [8] Recomendación del CCITT *Puesta en servicio de enlaces internacionales en grupo primario, secundario, etc.*, Tomo IV, Rec. M.460.
- [9] Norma ISO N.º 266 *Acoustics-preferred frequencies for measurements*.
- [10] Recomendación del CCITT *Sofómetros (aparatos para la medición objetiva de los ruidos de circuito)*, Tomo IV, Rec. O.41.
- [11] Recomendación del CCIR *Medición del nivel de tensión del ruido de audiofrecuencia en radiodifusión sonora*, Vol. X, Rec. 468, UIT, Ginebra, 1986.
- [12] Recomendación del CCIR *Señal convencional de prueba simuladora de señales radiofónicas para medir la interferencia en otros canales*, Vol. XII, Rec. 571, UIT, Ginebra, 1986.
- [13] Recomendación del CCIR *Características de funcionamiento de los circuitos para transmisiones radiofónicas del tipo de 10 kHz*, Vol. XII, Rec. 504, UIT, Ginebra, 1982.