



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

UIT-T

0.82

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

**ESPECIFICACIONES DE LOS APARATOS
DE MEDIDA**

**APARATO DE MEDIDA
DEL RETARDO DE GRUPO
PARA LA GAMA DE 5 A 600 kHz**

Recomendación UIT-T 0.82

(Extracto del *Libro Azul*)

NOTAS

1 La Recomendación UIT-T O.72 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, 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 O.82

APARATO DE MEDIDA DEL RETARDO DE GRUPO PARA LA GAMA DE 5 A 600 kHz

(Ginebra, 1972)

Las características del aparato de medida del retardo de grupo en circuitos para transmisión de datos deben ajustarse a lo indicado a continuación a fin de asegurar la compatibilidad de los equipos normalizados por el CCITT, producidos por diferentes fabricantes.

1 Principio de la medida

Cuando se mide la distorsión de retardo de grupo en una línea (medida directa), es necesario disponer en el extremo receptor, para la demodulación de fase, de una señal cuya frecuencia corresponda exactamente a la frecuencia (obtenida por división) de modulación en el extremo transmisor, y cuya fase no varíe durante la medida. En el sistema que se propone, esa frecuencia la genera en el receptor un oscilador de frecuencias controlado por una portadora de referencia. La portadora de referencia es modulada en amplitud por la misma frecuencia de modulación que la portadora de medida y se transmite por el circuito objeto de la medida alternándola periódicamente con la portadora de medida. Al pasar de la portadora de medida a la portadora de referencia no deben producirse variaciones bruscas de fase o de amplitud en la señal transmitida. La portadora de referencia es modulada, además, en amplitud por una señal de identificación.

Si el circuito medido presenta distintos valores de retardo de grupo y/o de atenuación para la portadora de medida y para la de referencia, aparece una variación brusca de fase o de amplitud, o ambas a su salida cuando se conmutan las portadoras en el receptor. Estas variaciones bruscas de fase o de amplitud son evaluadas por el receptor del equipo de medida. El receptor está provisto de un dispositivo para medir la fase en las medidas del retardo de grupo. Este dispositivo incluye el mencionado oscilador de frecuencia controlada, cuya fase se ajusta automáticamente al valor medio de las fases de las frecuencias transmitidas con las portadoras de medida y de referencia. La tensión correspondiente a las frecuencias fraccionarias, aplicada al medidor de fase, se toma de la salida de un demodulador de amplitud, que puede utilizarse simultáneamente para medir las variaciones de amplitud. A fin de poder identificar la frecuencia de medida en el extremo receptor – especialmente durante medidas con barrido de frecuencia –, puede utilizarse un discriminador de frecuencia.

Si la frecuencia de la portadora de medida difiere de la frecuencia de la portadora de referencia durante la medida, y si el circuito que se mide presenta distintos valores de retardo de grupo y de atenuación para las dos frecuencias, en las salidas del medidor de fase, del demodulador de amplitud y del discriminador de frecuencia del receptor aparecen señales cuadradas cuyas amplitudes son proporcionales a los resultados de medida respectivos – con relación a la frecuencia de la portadora de referencia – y cuya frecuencia corresponde a la frecuencia de cambio de portadora en el extremo transmisor. Subsiguientemente se evalúan esas tres señales cuadradas con ayuda de rectificadores controlados y se obtienen indicaciones, con el signo adecuado, de las diferencias de distorsión de retardo de grupo, de atenuación y de frecuencia de medida entre la portadora de medida y la de referencia.

2 Características técnicas

2.1 *Transmisor*

La frecuencia de modulación es de 416,66 Hz (= 10 000 Hz/24). Con esta señal, la portadora de referencia y la de medida se modulan en amplitud (40%). Se transmiten las dos bandas laterales. El factor de distorsión de la modulación debe ser inferior al 1%. El paso de la portadora de medida a la de referencia se efectúa en 100 microsegundos como máximo. La frecuencia de cambio está invariablemente relacionada con la frecuencia de modulación por división binaria de frecuencia, y es de 41,66 Hz (416,6 Hz/10). El cambio de portadora se produce en el momento en que la envolvente de modulación pasa por un mínimo. Son admisibles las desviaciones de hasta ± 20 microsegundos. La frecuencia portadora no transmitida debe atenuarse en cada caso, como mínimo 60 dB con relación a la señal transmitida.

La señal de identificación de la portadora de referencia está también rígidamente asociada a la frecuencia de modulación. La frecuencia asignada de 1666 Hz se obtiene multiplicando por cuatro la frecuencia de modulación, o dividiendo por seis 10 kHz. La señal rectangular de identificación derivada por división de frecuencia de 10 kHz, puede

utilizarse para la modulación directa después de pasar por un filtro RC paso bajo con una constante de tiempo $T = 43$ microsegundos, ya que no es necesaria en este caso una forma sinusoidal pura. El porcentaje de modulación es 20%. La señal de identificación sólo se transmite durante los últimos 2,4 milisegundos del periodo en que se transmite la portadora de referencia. La figura 1/O.82 ilustra la forma de las diferentes señales en el extremo transmisor, en función del tiempo.

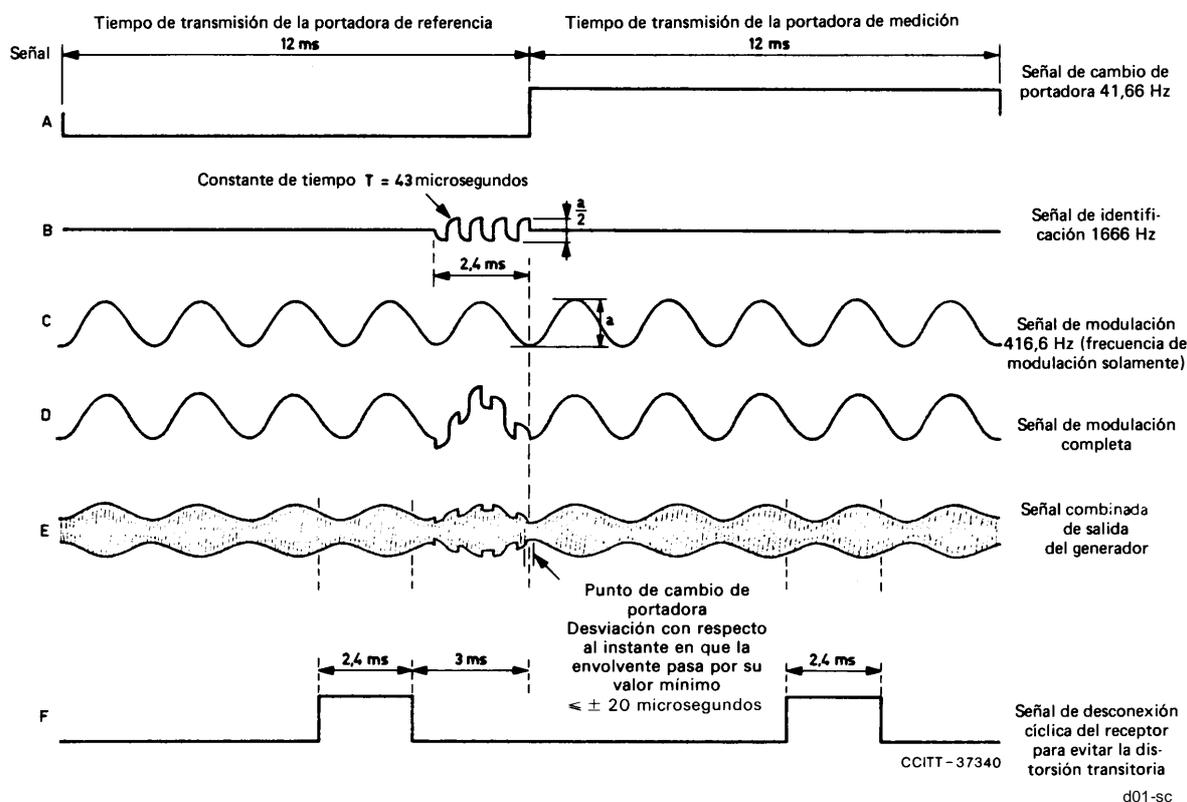


FIGURA 1/O.82

Señales del aparato de medida del retardo de grupo

2.2 Receptor

2.2.1 Medidas del retardo de grupo (véase la figura 2/O.82)

La señal procedente del circuito que se mide se demodula, y la frecuencia de modulación de 416,6 Hz resultante se separa mediante un filtro paso banda. La tensión de modulación obtenida está modulada en cuadratura de fase, siendo la frecuencia de la modulación de fase equivalente a la frecuencia de cambio de portadora (41,66 Hz). La desviación de fase es proporcional a la diferencia del retardo de grupo entre la portadora de medida y la de referencia. La demodulación de fase se efectúa en un medidor de fase a cuyo segundo borne de entrada se aplica, por ejemplo, un oscilador de 10 kHz, a través de un divisor de frecuencia 24/1. Este oscilador constituye un bucle de control de fase, del que forman parte el medidor de fase y un filtro paso bajo que elimina la frecuencia de cambio de portadora. De este modo, la frecuencia de modulación producida en el receptor corresponde exactamente a la frecuencia de modulación procedente del transmisor.

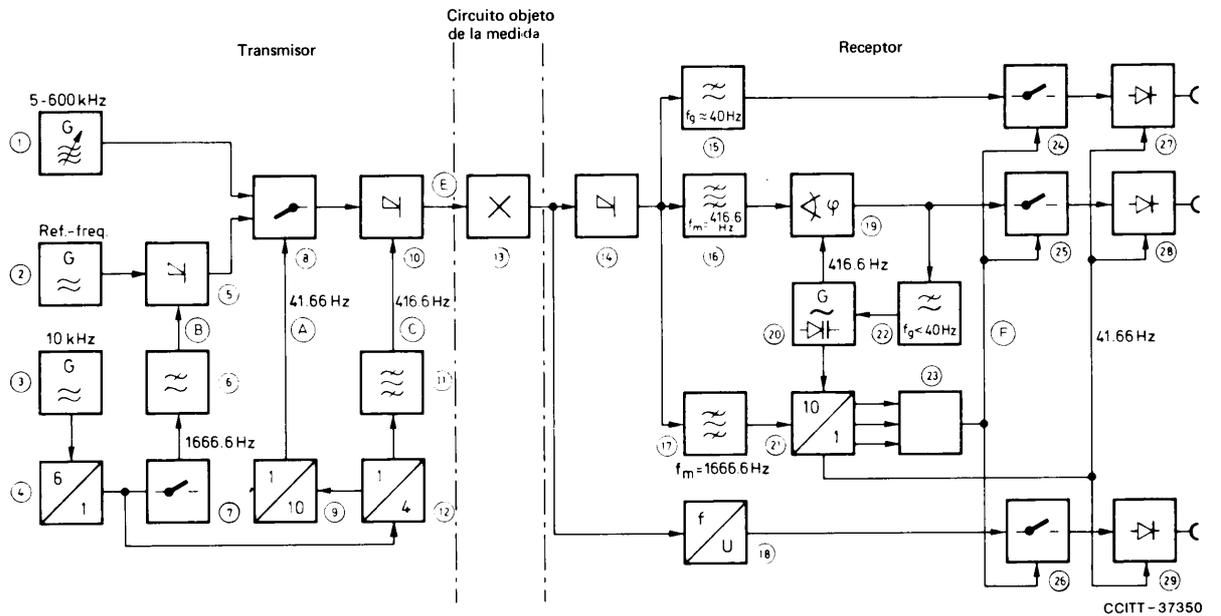
A la salida del medidor de fase se obtiene una señal cuadrada de 41,66 Hz, cuya amplitud es proporcional al resultado de la medida. Es preciso rectificar esta señal para poder evaluarla correctamente. La tensión de control se deriva de la frecuencia de modulación, producida en el receptor por división de frecuencia (10/1). La posición correcta de la fase respecto de la señal transmitida está asegurada por la señal de identificación de 1666 Hz. El rectificador controlado se conecta a un instrumento indicador y a una salida de corriente continua.

2.2.2 Medida de la amplitud

Si la medida de amplitud debe también referirse a la portadora de referencia, la señal a la salida del demodulador de amplitud (onda cuadrada de 41,66 Hz, proporcional a Δa) puede evaluarse en la forma descrita para las medidas del retardo de grupo. Además, es posible indicar la amplitud absoluta de cada una de las portadoras.

2.2.3 Medida de la frecuencia

Para las medidas con barrido de frecuencias es necesario producir en el receptor una tensión proporcional a la frecuencia de medida. Ello puede lograrse con un discriminador de frecuencia cuya tensión de salida se aplica a un rectificador controlado. El resultado indicado es la diferencia de frecuencia entre la portadora de medida y la de referencia. Facultativamente, podrá indicarse solamente la frecuencia portadora de medida.



- | | | | |
|--------------|--|------------|--|
| 1 | oscilador (frecuencia de medida) | 14 | demodulador de amplitud |
| 2 | oscilador (frecuencia de referencia) | 17 | filtro paso banda (frec. de ident.) |
| 3 | oscilador, 10 kHz | 18 | discriminador de frecuencia |
| 4, 9, 12, 21 | divisores de frecuencia | 19 | medidor de fase |
| 5, 10 | moduladores de amplitud | 20 | oscilador controlado |
| 6, 15, 22 | filtros paso bajo | 23 | circuito AND |
| 7 | puerta para la señal de identificación | 24, 25, 26 | puertas |
| 8 | conmutador de cambio de portadora | 27, 28, 29 | rectificadores controlados |
| 11, 16 | filtros paso banda (frec. de mod.) | | Señales A a F (véase la figura 1/O.82) |
| 13 | circuito medido | | |

d02-sc

FIGURA 2/O.82

Principio del aparato de medida del retardo de grupo

2.2.4 Supresión de la distorsión transitoria

El cambio de portadora puede producir distorsiones transitorias en el circuito medido, así como en el receptor. Estas señales interferentes pueden suprimirse eficazmente mediante circuitos puerta, los cuales permiten actuar a los correspondientes dispositivos de medida sólo durante los periodos indicados en la figura 1/O.82.

3 Características generales

La salida del transmisor y la entrada del receptor deben ser respectivamente de 135 y 150 ohmios, simétricas, y estar aisladas de tierra. Deberán preverse también impedancias asimétricas de 75 ohmios para dichas salidas.

4 Especificaciones del aparato de medida del retardo de grupo para la gama de frecuencias de 5 a 600 kHz

4.1 Condiciones generales

4.1.1 Precisión de las medidas del retardo de grupo (véase también el § 4.2.1):

– de 5 kHz a 10 kHz.....	$\leq \pm 5$ microsegundos	} $\pm 3\%$ de la gama de medida (véase la nota 1 al final de la Recomendación)
– de 10 kHz a 50 kHz.....	$\leq \pm 2$ microsegundos	
– de 50 kHz a 300 kHz.....	$\leq \pm 1$ microsegundos	
– de 300 kHz a 600 kHz.....	$\leq \pm 0,5$ microsegundos	

A las temperaturas superiores a $+40^\circ\text{C}$ o inferiores a $+5^\circ\text{C}$, las variaciones de la frecuencia de modulación pueden influir en la precisión indicada y dar lugar a un error en la medida de 4% en lugar de 3% (véase el § 4.1.4).

El error adicional debido a las variaciones de amplitud no excederá de los siguientes valores:

– variaciones de hasta 10 dB	$\pm 0,5$ microsegundo
– variaciones de hasta 20 dB	$\pm 1,0$ microsegundo
– variaciones de hasta 30 dB	$\pm 2,0$ microsegundos

4.1.2 Frecuencia de medida..... de 5 kHz a 600 kHz

4.1.2.1 Precisión de la frecuencia de medida:

– gama de temperaturas de $+5^\circ\text{C}$ a $+40^\circ\text{C}$	$\leq \pm 1\%$ de la frecuencia real leída	± 500 Hz
– gama de temperaturas de $+5^\circ\text{C}$ a $+50^\circ\text{C}$	$\leq \pm 2\%$ de la frecuencia real leída	± 500 Hz

4.1.3 Frecuencias de referencia conmutable 25 kHz
(Véase la nota 2 al final de la Recomendación.) 84 kHz
432 kHz

4.1.3.1 Precisión de la frecuencia de referencia:

– gama de temperaturas de $+5^\circ\text{C}$ a $+40^\circ\text{C}$	$\leq \pm 1\%$
– gama de temperaturas de $+5^\circ\text{C}$ a $+50^\circ\text{C}$	$\leq \pm 3\%$

4.1.4 Precisión de la frecuencia de modulación¹⁾:

– gama de temperaturas de $+5^\circ\text{C}$ a $+40^\circ\text{C}$	416,66 Hz $\pm 0,5\%$
– gama de temperaturas de $+5^\circ\text{C}$ a $+50^\circ\text{C}$	416,66 Hz $\pm 1\%$

4.1.4.1 Índice de modulación¹⁾ $0,4 \pm 0,05$

4.1.4.2 Factor de distorsión de la modulación¹⁾..... $\leq 1\%$
(Véase la nota 3 al final de la Recomendación.)

4.1.5 Frecuencia de identificación¹⁾ (derivada de la frecuencia de modulación)..... 1,666 kHz

4.1.5.1 Índice de modulación¹⁾ $0,2 \pm 0,05$

4.1.5.2 Tiempo de transmisión de la señal de identificación¹⁾..... últimos 2,4 milisegundos del periodo de transmisión de la frecuencia de referencia

4.1.5.3 La señal de identificación comenzará con un aumento de la amplitud de la portadora (como se muestra en la figura 1/O.82).

4.1.6 Frecuencia de cambio de portadora²⁾ (derivada de la frecuencia de modulación)..... 41,66 Hz

4.1.6.1 Tiempo para el cambio de la portadora²⁾ menos de 100 microsegundos

1) Estas condiciones deben cumplirse por razones de compatibilidad entre los equipos producidos por diferentes fabricantes.

2) Estas condiciones deben cumplirse por razones de compatibilidad entre los equipos producidos por diferentes fabricantes.

4.1.6.2	Intervalo entre el instante de cambio de portadora y el instante en que la envolvente alcanza su valor mínimo ²⁾	$\leq \pm 0,02$ milisegundos
4.1.7	<i>Condiciones externas</i> ³⁾	
4.1.7.1	Variación de la tensión de alimentación	$\pm 10\%$
4.1.7.2	Gama de temperaturas.....	+5° C a +40° C
	Gama de temperaturas durante el almacenamiento y transporte	-40° C a +70° C
4.1.7.3	Humedad relativa	del 45% al 75%
4.1.8	<i>Otros dispositivos</i>	
4.1.8.1	Instalación de altavoz.....	facultativa
4.1.8.2	El aparato incluirá circuitos internos de comprobación para verificar el funcionamiento de los medidores de distorsión de retardo de grupo y de la atenuación utilizando los datos transmitidos por el transmisor.	
4.1.8.3	Dispositivos para introducir filtros externos a fin de reducir las interferencias provenientes de bandas de tráfico adyacentes	facultativos (véase la nota 4 al final de la Recomendación)
4.2	<i>Transmisor</i>	
4.2.1	El error debido al transmisor en la precisión global de la medida del retardo de grupo indicada en el § 4.1.1 no rebasará los siguientes valores ²⁾ :	
	- 5 kHz a 10 kHz.....	$\pm 0,5$ microsegundo
	- 10 kHz a 50 kHz.....	$\pm 0,2$ microsegundo
	- 50 kHz a 300 kHz.....	$\pm 0,1$ microsegundo
	- 300 kHz a 600 kHz.....	$\pm 0,05$ microsegundo
4.2.2	Gama de niveles de transmisión (potencia media de portadora)	de -40 a +10 dBm (El nivel máximo de transmisión puede limitarse facultativamente.)
4.2.2.1	Precisión de los niveles transmitidos	$\leq \pm 0,5$ dB
	A la frecuencia de referencia.....	$\leq \pm 0,3$ dB
4.2.3	Impedancia de salida (gama de frecuencias de 5 a 600 kHz):	
4.2.3.1	Simétrica, aislada de tierra	135 y 150 ohmios
	Pérdida de retorno	≥ 30 dB
	Relación de simetría de las señales	≥ 40 dB
4.2.3.2	Asimétrica	75 ohmios
	Pérdida de retorno	≥ 40 dB
4.2.4	Distorsión armónica de la señal transmitida.....	$\leq 1\%$ (40 dB)
4.2.5	Distorsión parásita de la señal transmitida.....	$\leq 0,1\%$ (60 dB)
4.2.6	Velocidad del barrido de frecuencia	ajustable entre 0,2 kHz/s y 10 kHz/s. Han de preverse, por lo menos, seis velocidades de barrido
4.2.7	En el transmisor se incluirá un dispositivo que permita, en caso necesario, antes de efectuar las mediciones, medir las portadoras de medida y de referencia con una precisión de 1 Hz. Para ello pueden preverse en el transmisor salidas para la conexión de un frecuencímetro externo.	
4.3	<i>Receptor</i>	
4.3.1	Gama de niveles de entrada.....	de -40 a +10 dBm
4.3.1.1	Gama dinámica del receptor.....	30 dB

³⁾ Estos valores son provisionales y requieren ulterior estudio.

- 4.3.2 Impedancia de entrada (gama de frecuencias de 5 a 600 kHz):
- 4.3.2.1 Simétrica, aislada de tierra 135 y 150 ohmios
Pérdida de retorno ≥ 30 dB
Relación de simetría de las señales ≥ 40 dB
- 4.3.2.2 Asimétrica 75 ohmios
Pérdida de retorno ≥ 40 dB
- 4.3.3 Gamas para la medida de la distorsión de retardo de grupo en función de la frecuencia: de 0 a ± 10 , ± 20 , ± 50 , ± 100 , ± 200 , ± 500 , ± 1000 microsegundos.
- 4.3.3.1 Precisión de las medidas del retardo de grupo: de conformidad con los § 4.1.1 y 4.2.1.
- 4.3.4 Gamas para la medida de la distorsión de atenuación en función de la frecuencia: de 0 a ± 2 , ± 5 , ± 10 , ± 20 , ± 50 dB⁴⁾.
- 4.3.4.1 Precisión: (de $+5^\circ$ C a $+50^\circ$ C) $\pm 0,1$ dB $\pm 3\%$ de la gama de medición
- 4.3.5 Gama para la medida del nivel de entrada a la frecuencia de referencia..... de -20 dBm a $+10$ dBm
- 4.3.5.1 Precisión: (de $+5^\circ$ C a $+40^\circ$ C) $\pm 0,25$ dB
(de $+5^\circ$ C a $+50^\circ$ C) ± 1 dB
- 4.3.6 Deberán preverse salidas en c.c. para la conexión de un registrador X-Y.
- 4.3.7 Gamas para la medida de frecuencias de 5 a 60 kHz
de 50 a 150 kHz
de 150 a 600 kHz
- 4.3.7.1 Precisión de las medidas de frecuencia $\pm 2\% \pm 500$ Hz

Nota 1 – La gama de medida es el valor correspondiente a la deflexión máxima en la escala para la gama considerada.

Nota 2 – Se ha propuesto también utilizar una frecuencia fija de referencia de 1800 Hz. Como el instrumento para frecuencias más elevadas deberá emplearse en tres gamas principales de frecuencias (6-54 kHz, 60-108 kHz y 312-552 kHz), deben preverse tres frecuencias de referencia, situadas en el centro de la respectiva banda de frecuencias.

Nota 3 – El factor de distorsión de la modulación está expresado por:

$$\frac{\text{valor eficaz de las bandas laterales no deseadas}}{\text{valor eficaz de las bandas laterales deseadas}} \times 100\%$$

Nota 4 – Para las Administraciones que necesiten efectuar mediciones en las gamas 60-108 kHz o 312-552 kHz sin interrumpir el tráfico en los grupos primarios o secundarios adyacentes de su sección nacional, añadir la cláusula siguiente:

«Para minimizar el efecto producido en las medidas por la interferencia debida al tráfico en los grupos primarios y secundarios adyacentes, el fabricante deberá prever un medio que permita a la Administración insertar en el trayecto del discriminador de frecuencia un filtro paso banda sin pérdidas, con una banda de paso apropiada para la prueba que se efectúa y una impedancia de 75, 135 ó 150 ohmios.»

Incumbe a las Administraciones elaborar una instrucción nacional que indique los detalles pertinentes del circuito de filtrado y amplificación que debe utilizarse, teniendo en cuenta la información del fabricante sobre los niveles de la señal en ese punto.

Bibliografía

COENNING (F): Progress in the Technique of Group Delay Measurements, *NTZ Communications Journal*, Vol. 5, pp. 256-264, 1966.

⁴⁾ En la gama de 0 a ± 50 dB, la precisión indicada sólo se aplica en el intervalo de ± 30 dB (véase el § 4.3.1.1).