



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

# UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN  
DE LAS TELECOMUNICACIONES  
DE LA UIT

# G.623

**CARACTERÍSTICAS DE LOS MEDIOS  
DE TRANSMISIÓN**

---

**CARACTERÍSTICAS DE LOS CABLES DE  
PARES COAXIALES DE 2,6/9,5 mm**

**Recomendación UIT-T G.623**

(Extracto del *Libro Azul*)

---

## NOTAS

1 La Recomendación UIT-T G.623 se publicó en el fascículo III.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.

## CARACTERÍSTICAS DE LOS CABLES DE PARES COAXIALES DE 2,6/9,5 mm

(antigua Recomendación G.331, modificada posteriormente)

**1 Características de los pares**

Es necesario que existan en la red internacional tipos de pares coaxiales que tengan las mismas características eléctricas, a fin de que los sistemas de transmisión puedan funcionar en cualquier cable conforme a la presente Recomendación. El empleo de estos pares se define en los cuadros 1/G.623 y 2/G.623 que figuran en la introducción del § 6.2 de las Recomendaciones de la serie G.

**1.1 Características eléctricas del par coaxial****1.1.1 Impedancia característica**

La impedancia característica del par coaxial obedece a una ley de variación perfectamente definida en función de la frecuencia:

$$Z = 74,4 \left[ 1 + \frac{0,0123}{\sqrt{f}} (1 - j) \right] \Omega$$

donde  $f$  es la frecuencia en MHz<sup>1)</sup>. Por tanto, es innecesario fijar valores para todas las frecuencias.

La tolerancia para el valor 74,4  $\Omega$  (impedancia a frecuencia infinita) es de  $\pm 1 \Omega$ .

**1.1.2 Atenuación por unidad de longitud**

La atenuación por unidad de longitud del par coaxial a la frecuencia de 60 MHz y a la temperatura de 10°C debe estar comprendida dentro de los límites  $18,00 \pm 0,3$  dB/km<sup>2)</sup>.

En el cuadro 1/G.623 se indica la variación de la atenuación en función de la frecuencia, para un valor nominal de 18,00 dB/km a 60 MHz.

CUADRO 1/G.623

**Atenuación por unidad de longitud a diversas frecuencias**

| Frecuencia (Mhz)   | 0,06 | 0,3  | 1    | 4    | 12   | 20    | 40    | 60    | 150  | 300  |
|--------------------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|------|------|
| Atenuación (dB/km) | 0,59 | 1,27 | 2,32 | 4,62 | 8,01 | 10,35 | 14,67 | 18,00 | 28,6 | 40,7 |

1) Esta fórmula es equivalente a  $Z = 74,4 + (0,92/\sqrt{f}) (1 - j) \Omega$ . Si se utiliza esta última fórmula, hay que corregir en consecuencia el valor de la tolerancia indicada en el texto.

2) Por razones de orden interno, determinadas Administraciones han estimado que podía ser de su interés utilizar pares coaxiales de mayores dimensiones cuya atenuación es menor, lo que permite utilizar secciones elementales de cable más largas (2 km). Puede considerarse que los cables fabricados reuniendo dichos pares satisfacen los objetivos de la presente Recomendación en lo que respecta a su empleo como soporte de sistemas de 60 MHz, siempre que las características eléctricas de las secciones elementales de cable realizadas por medio de tales cables respeten las condiciones especificadas en esta Recomendación, y los equipos de línea utilizados sean idénticos a los empleados en los cables previstos en la presente Recomendación. Pertenecen a esta categoría los pares de 3,7/13,5 mm de la Administración francesa, descritos en [1].

La fórmula siguiente, en la que  $\alpha$  se expresa en dB por km y  $f$  en MHz, da una aproximación de la atenuación por unidad de longitud a partir de 1 MHz:

$$\alpha = 0,01 + 2,3\sqrt{f} + 0,003f$$

*Nota* – Para la concepción de los amplificadores hay que tomar como referencia los valores medidos en el cable que se empleará.

### 1.1.3 Tolerancias de atenuación por unidad de longitud – Distorsión de atenuación

Para garantizar una adaptación entre el par coaxial y los equipos de transmisión, además de las tolerancias a la frecuencia 60 MHz, fijadas a  $\pm 0,3$  dB/km, es también necesario establecer los límites de distorsión de atenuación según la frecuencia.

El cuadro 2/G.623 da los valores nominales y tolerancias de la magnitud  $\delta_f$  (en MB . km<sup>-1</sup> . MHz<sup>-1/2</sup>)

$$\delta_f = \frac{\alpha_{60}}{\sqrt{60}} - \frac{\alpha_f}{\sqrt{f}}$$

a diversas frecuencias ( $f$  en MHz)

CUADRO 2/G.623

**Valores nominales y tolerancias de la magnitud  $\delta_f$   
que da la distorsión de atenuación a diversas frecuencias**

| Frecuencia (Mhz) | 4         | 12        | 20        | 40        | 60      |
|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|
| Valor nominal    | 1,1       | 1         | 0,8       | 0,4       | 0       |
| Tolerancias      | $\pm 1,5$ | $\pm 1,1$ | $\pm 0,8$ | $\pm 0,4$ | $\pm 0$ |

Para comprobar la distorsión de atenuación por encima de 60 MHz, que es necesaria en particular para la transmisión digital, es preciso calcular la relación entre los valores de atenuación medidos a las frecuencias de 240 MHz y de 60 MHz (después de eliminar las crestas). El límite que debe observarse es:

$$\frac{\alpha_{240 \text{ MHz}}}{\alpha_{60 \text{ MHz}}} \leq 2,045$$

La distorsión de atenuación se comprueba en la fábrica con un pequeño porcentaje de largos de fabricación.

### 1.2 Construcción mecánica de los pares coaxiales

- El conductor interior es un hilo de cobre macizo de 2,6 mm de diámetro.
- El aislamiento se realiza de modo que el aislante, compuesto de un gas y de una sustancia dieléctrica sólida de baja pérdida, tenga una permitividad lo suficientemente reducida como para satisfacer las cláusulas de la presente Recomendación.
- El conductor exterior está constituido por una cinta de cobre de 0,25 mm de espesor, dispuesta alrededor del aislante en forma de cilindro de 9,5 mm de diámetro interior.
- Por razones de diafonía, conviene rodear el conductor exterior de cintas de acero dulce.

Ciertas Administraciones utilizan otra forma de construcción que presenta las mismas características eléctricas, con un conductor interior de cobre de 2,8 mm de diámetro y un conductor exterior de aluminio de un diámetro interior de 10,2 mm. En el anexo A se describe con más detalle este tipo de construcción.

## 2 Especificación del cable

### 2.1 Impedancia característica

Para comprobar que se respeta el valor indicado en el § 1.1.1, se pueden efectuar las mediciones ya sea por medio de una señal sinusoidal o por medio de impulsos.

En el primer caso, la comprobación se hace a menudo en función de la curva suavizada de la impedancia en función de la frecuencia.

En el segundo caso, conviene utilizar un impulso en seno cuadrado, de una duración entre los instantes de semiamplitud inferior a 100 ns. Se puede efectuar un equilibrado con relación a una impedancia de referencia variable o medir un coeficiente de reflexión con relación a un patrón fijo.

### 2.2 Regularidad de impedancia

Las mediciones de control corriente de la regularidad de impedancia se efectúan por medio de ecómetros de impulsos, desde uno o ambos extremos de los largos de fabricación. La curva de eco debe trazarse con corrección en amplitud, y si es posible, en amplitud y fase. De medirse el error de resistencia equivalente, debe corregirse. Sin embargo, en las mediciones corrientes puede prescindirse de las correcciones si el largo probado es tan corto que la corrección sería pequeña.

En el cuadro 3/G.623 se indican los diversos valores que han de obtenerse según el uso al que se destina el cable.

*Nota 1* – En el caso de sistemas analógicos de 0,06 a 6 MHz rigen las mismas cláusulas que para los sistemas analógicos de 0,3 a 20 MHz.

*Nota 2* – Para detectar las irregularidades de carácter sistemático, deben efectuarse mediciones de la pérdida de retorno por irregularidades en una pequeña proporción de los largos fabricados. Los límites que han de respetarse figuran en el cuadro 4/G.623.

*Nota 3* – En los cuadros, los porcentajes indicados se refieren al conjunto de los pares de un lote de cables presentados simultáneamente al control o que serán objeto de una misma entrega.

CUADRO 3/G.623

#### Mediciones ecométricas de los largos de fabricación

| Tipo del sistema                                     |               |                                             |                                                                               | Analógico                                    |                                            | Digital                                    |                                    |
|------------------------------------------------------|---------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------|
| Gama de frecuencias o velocidad                      |               |                                             |                                                                               | 0,3 à 20 MHz                                 | 4 à 70 MHz                                 | Alta velocidad<br>(140 Mbit/s)             | Muy alta velocidad<br>(565 Mbit/s) |
| Duración máxima del impulso                          |               |                                             |                                                                               | 50 ns                                        | 10 ns                                      | 10 ns                                      | 10 ns <sup>a)</sup>                |
| Cláusulas generales                                  | Cresta máxima | 100%                                        |                                                                               | 50 dB                                        | 48 dB                                      | 48 dB                                      |                                    |
|                                                      |               | 95%                                         |                                                                               | 56 dB                                        | 54 dB <sup>b)</sup>                        | 54 dB <sup>b)</sup>                        |                                    |
| Cláusulas facultativas complementarias <sup>c)</sup> | A             | Media de las tres crestas de mayor amplitud |                                                                               | 53 dB                                        | 51 dB                                      | 51 dB                                      |                                    |
|                                                      | B             | Error de resistencia equivalente            | $L < 300 \text{ m}$<br>$300 \leq L \leq 500 \text{ m}$<br>$L > 500 \text{ m}$ | 0,6 $\Omega$<br>0,8 $\Omega$<br>0,8 $\Omega$ | 1 $\Omega$<br>1,2 $\Omega$<br>1,6 $\Omega$ | 1 $\Omega$<br>1,2 $\Omega$<br>1,6 $\Omega$ |                                    |

CUADRO 4/G.623

**Mediciones de los largos de fabricación efectuadas con señales sinusoidales**

| Tipo del sistema                                                                                                                  |                   | Analógico    |                   | Digital           |                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|--------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| Gama de frecuencias o velocidad                                                                                                   |                   | 0,3 a 20 MHz | 4 a 70 MHz        | Alta velocidad d) | Muy alta velocidad |
| <i>Atenuación de la onda reflejada en las irregularidades</i>                                                                     |                   |              |                   |                   |                    |
| Porcentaje de largos en cuestión                                                                                                  |                   | No procede   | Alrededor del 5 % | Alrededor del 5 % | Alrededor del 5 %  |
| Banda de frecuencias en cuestión                                                                                                  |                   | ----         | 4 a 62 MHz        | 20 a 100 MHz      | 62 a 500 MHz       |
| Valor mínimo medido                                                                                                               | 100 %             | ----         | 35 dB             | 30 dB             | 20 dB              |
|                                                                                                                                   | 95 %              | ----         | 38 dB             |                   |                    |
| <i>Potencia media reflejada en una banda de 10 MHz</i><br>(Transmisión de señales de televisión con arreglo al sistema de 60 MHz) |                   |              |                   |                   |                    |
| Banda de frecuencias en cuestión                                                                                                  |                   | No procede   | 52 a 62 MHz       |                   |                    |
| Coeficiente medio de reflexión de potencia                                                                                        | $L \approx 250$ m | ----         | 41 dB             | 35 dB             | 28 dB              |
|                                                                                                                                   | $L > 500$ m       | ----         | 40 dB             |                   |                    |

Notas a los cuadros 3/G.623 y 4/G.623

- Si las investigaciones o los estudios de definición revelan la necesidad de efectuar mediciones con impulsos de menor duración, se adoptará la duración de 2 ns.
- A condición de no encontrar más de un valor comprendido entre 54 y 48 dB en un mismo par coaxial de una sección elemental de cable.
- Basta comprobar que se cumple una de las condiciones A o B.
- Las cláusulas definidas para los sistemas analógicos de 4 a 70 MHz son ciertamente suficientes; no obstante, se han propuesto también valores mucho más bajos. Conviene llegar a un acuerdo sobre los valores que han de especificarse y la banda de frecuencias que debe explorarse (4 a 100 MHz ó 62 a 500 MHz).

### 2.3 Atenuación por unidad de longitud

La atenuación de los pares permitirá satisfacer las condiciones especificadas en el § 3.3<sup>3)</sup>.

Si se hace referencia a la longitud medida sobre una generatriz de la cubierta del cable, la atenuación por unidad de longitud debe multiplicarse por el factor de cableado, cuyos valores se indican a título de ejemplo en el cuadro 5/G.623.

CUADRO 5/G.623  
**Valores del factor de cableado**

| Número de pares en el cable | Factor de cableado con relación a la capa exterior | Factor de cableado ponderado con relación al conjunto del cable |
|-----------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| 4 ó 6                       |                                                    | 1,003                                                           |
| 8                           |                                                    | 1,005                                                           |
| 12                          | 1,009                                              | 1,007                                                           |
| 18 ó 20                     | 1,012                                              | 1,010                                                           |

<sup>3)</sup> Las mediciones de atenuación y de diafonía en esta fase de la fabricación son solamente mediciones de prototipo.

## 2.4 *Diafonía*

La diafonía entre pares permitirá satisfacer las condiciones especificadas en el § 3.4<sup>3)</sup>.

## 2.5 *Rigidez dieléctrica*

El par debe soportar durante un minuto una tensión alterna de 2000 V, valor eficaz, a 50 Hz (o una tensión continua de 3000 V), aplicada entre el conductor interior y el conductor exterior conectado a la cubierta. Esta prueba de rigidez dieléctrica debe efectuarse en cada largo de fabricación del cable.

## 2.6 *Resistencia de aislamiento*

La resistencia de aislamiento entre los conductores interior y exterior del par coaxial, medida con una tensión perfectamente estable comprendida entre 100 y 500 V, no debe ser inferior a 5000 MΩ x km después de un minuto de electrización, a una temperatura de por lo menos 15 °C. La resistencia de aislamiento debe medirse después de la prueba de rigidez dieléctrica. Esta medición se efectuará en cada largo de fabricación del cable.

# 3 **Especificación de una sección elemental de cable**

La Administración y el proveedor deberán ponerse de acuerdo en cuanto a la determinación de si se realizarán pruebas en todas las secciones o en cierta proporción de ellas únicamente, o incluso si bastará una sola prueba tipo de aceptación, especialmente cuando sea difícil efectuar mediciones en condiciones reales.

## 3.1 *Impedancia terminal*

Se aplican las condiciones especificadas en los § 1.1.1 y 2.1.

## 3.2 *Regularidad de impedancia*

Las mediciones de regularidad de impedancia se efectúan desde cada extremo de la sección elemental de cable. Según el uso al que se destine el cable, conviene referirse a una de las columnas del cuadro 6/G.623.

*Nota 1* – Son válidas las observaciones 1 y 3 formuladas en el § 2.2 a propósito del cuadro 3/G.623. Sin embargo, para los sistemas analógicos de 0,06 a 6 MHz son aplicables las cláusulas de la columna 0,3 a 20 MHz, pero la duración del impulso cuando la longitud de las secciones elementales de cable es superior a 5 km puede ser de hasta 200 ns.

*Nota 2* – No es necesario efectuar mediciones con señales sinusoidales en secciones elementales de cable, salvo cuando haya motivos fundados para temer que hayan podido producirse irregularidades de carácter sistemático en el tendido o la instalación del cable. En tales casos, los resultados de la medición no deben ser inferiores a 33 dB para la banda de 4 a 62 MHz, ni a x dB para la banda de 62 a y MHz.

## 3.3 *Atenuación por unidad de longitud*

En el caso de un cable de una fabricación dada cualquiera, cuya atenuación nominal se haya fijado dentro de los límites indicados en el § 1.1.2, la diferencia entre el valor máximo y el valor mínimo de la atenuación medidos a 60 MHz en los pares coaxiales de todas las secciones elementales de 1,5 km, deberá ser inferior a 0,4 dB/km (valor referido a 10 °C).

La atenuación medida en un cable a una temperatura media de t °C se refiere a 10 °C mediante la fórmula:

$$\alpha_{10} = \alpha_t \frac{1}{1 + k_{\alpha}(t - 10)}$$

CUADRO 6/G.623

**Mediciones ecométricas de las secciones elementales de cable**

| Tipo del sistema                                     |                                  |       |                                                                  | Analógico      |                | Digital                     |                                 |
|------------------------------------------------------|----------------------------------|-------|------------------------------------------------------------------|----------------|----------------|-----------------------------|---------------------------------|
| Gama de frecuencias o velocidad                      |                                  |       |                                                                  | 0,3 a 20 MHz   | 4 a 70 MHz     | Alta velocidad (140 Mbit/s) | Muy alta velocidad (565 Mbit/s) |
| Duración máxima del impulso                          |                                  |       |                                                                  | 50 ns          | 10 ns          | 10 ns <sup>c)</sup>         | 10 ns <sup>a)</sup>             |
| Cláusulas generales                                  | Cresta máxima                    | 100 % |                                                                  | 50 dB          | 46 dB          | 46 dB                       | 46 dB                           |
|                                                      |                                  | 95 %  |                                                                  |                | 50 dB          | 50 dB                       | 50 dB                           |
| Cláusulas facultativas complementarias <sup>b)</sup> |                                  | A     | Media de las tres crestas de mayor amplitud. Máximo no corregido | 51 dB<br>54 dB | 49 dB<br>52 dB | 49 dB<br>52 dB              | 49 dB<br>52 dB                  |
|                                                      | Error de resistencia equivalente | B     | Corregido en energía ( $\Omega \cdot \text{km}^{-1/2}$ )         | 0,8            | 2              | 2                           | 2                               |
|                                                      |                                  | C     | No corregido ( $\Omega$ )                                        | 1              | 1,5            | 1,5                         | 1,5                             |

- a) Si las investigaciones o los estudios de definición revelan la necesidad de efectuar mediciones con impulsos de menor duración, se adoptará la duración de 2 ns.
- b) Basta comprobar que se cumple una de las tres condiciones A, B o C.
- c) Mientras no exista un ecómetro con impulsos de 10 ns capaz de explorar la mitad de una sección de repetición, la medición se efectuará con impulsos de 50 ns.

**3.4 Diafonía**

La relación telediafónica entre dos pares coaxiales de un cable, a cualquier frecuencia de la banda efectivamente transmitida, debe ser, como mínimo, igual a los valores indicados en el cuadro 7/G.623.

CUADRO 7/G.623

| Longitud (km) | Bandas de frecuencias (MHz) | Relación telediafónica (dB) |
|---------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 9             | 0,06 a 4,3                  | 85                          |
| 4,5           | 0,3 a 12,5                  | 94 <sup>a)</sup>            |
| 1,5           | 4 a 62                      | 130                         |

- a) Si el cable transmite al mismo tiempo sistemas que utilizan la banda de 0,3 a 12 MHz y sistemas que utilizan la banda de frecuencias inferiores, con pasos de amplificación más largos, el valor de la relación telediafónica debe aumentarse en algunos decibelios a las frecuencias superiores a 300 kHz para tener en cuenta las diferencias de niveles en ciertos puntos del circuito. Un valor de 100 dB es suficiente.

En el caso de cables explotados a 60 MHz, la atenuación paradiafónica a 60 MHz debe ser, como mínimo, de 140 dB entre pares que transmiten en sentido opuesto. Para los demás sistemas no se fija ningún límite por haberse demostrado en estudios anteriores que la relación paradiafónica en condiciones de servicio es superior a la relación telediafónica. Estos valores comprenden la contribución de los accesorios asociados a la sección elemental de cable, como por ejemplo los flexibles de conexión y los conectores coaxiales.

*Nota 1* – Los valores indicados para los cables empleados con sistemas de 60 MHz se basan en consideraciones generales sobre la diafonía entre circuitos radiofónicos de la Recomendación J.18 [2]. Estos valores pueden obtenerse fácilmente; sin embargo, en el estado actual de la técnica es muy difícil controlarlos con los aparatos de medida de uso corriente.

*Nota 2* – Los valores indicados para los cables empleados con sistemas de 12 MHz, o menos, son suficientes para la transmisión telefónica. Para la transmisión por circuitos radiofónicos, la relación telediafónica debe ser de 105 dB, valor que se obtiene fácilmente para todos los tipos de cable a frecuencias superiores a 300 kHz.

*Nota 3* – Estos límites permiten obtener un valor de 65 dB para la relación telediafónica de la peor sección homogénea de 280 km, suponiendo que en la banda de frecuencias considerada interviene únicamente la telediafonía debida al cable<sup>4)</sup>. Cuando no existe inversión de fase, se supone que la variación de la relación telediafónica mínima con la distancia sigue aproximadamente una ley de 20 dB/década para distancias inferiores a una distancia límite  $L_1$  y de 10 dB/década para distancias superiores a  $L_1$ . El valor de  $L_1$  depende de cierto número de factores, especialmente del sistema utilizado, el tipo de cable y la frecuencia considerada. Un valor de 30 km resulta adecuado en la mayoría de los casos, aunque se han observado en la práctica valores de  $L_1$  que varían de algunos kilómetros a 30 kilómetros, lo que demuestra que los límites del cuadro 7/G.623 son consecuentes con el límite de 65 dB de una sección de 280 km.

### 3.5 Rigidez dieléctrica

El par deberá soportar durante un minuto una tensión continua de 2000 V aplicada entre el conductor interior y el conductor exterior conectado a la cubierta. Esta prueba de rigidez dieléctrica deberá efectuarse en cada sección una vez terminado el tendido.

### 3.6 Resistencia de aislamiento

La resistencia de aislamiento entre los conductores interior y exterior del par coaxial, medida con una tensión perfectamente estable comprendida entre 100 y 500 V, no debe ser inferior a  $5000 \text{ M}\Omega \times \text{km}$  después de un minuto de electrización; la resistencia de aislamiento deberá medirse después de la prueba de rigidez dieléctrica. Esta medición se efectuará en cada sección.

## ANEXO A

(a la Recomendación G.623)

### **Descripción de un par coaxial de cobre-aluminio que presenta las mismas características que el par coaxial de cobre de 2,6/9,5 mm**

Este par coaxial de cobre-aluminio tiene la siguiente constitución:

- El conductor interior es un hilo de cobre macizo de 2,8 mm de diámetro.
- El aislamiento se realiza de manera tal que el aislante, compuesto por un gas y una sustancia dieléctrica sólida de baja pérdida, tenga una permitividad lo suficientemente reducida como para satisfacer las cláusulas de la presente Recomendación.
- El conductor exterior está constituido por una cinta de aluminio de 0,7 mm de espesor dispuesta en torno del aislante en forma de un cilindro con un diámetro interior de 10,2 mm, soldado longitudinalmente.

Los pares coaxiales de este tipo pueden empalmarse fácilmente y con seguridad, ya sea entre sí o con pares coaxiales de cobre de 2,6/9,5 mm y satisfacen todas las características eléctricas de la presente Recomendación. En particular, se respetan los valores de relación telediafónica indicados en el § 3.4 entre pares que transmiten en el mismo sentido.

### **Referencias**

- [1] CCITT – Cuestión 17/XV, anexo 2, Libro Verde, Tomo III.3, UIT, Ginebra, 1973.
- [2] Recomendación del CCITT *Diafonía en los circuitos radiofónicos establecidos en sistemas de portadoras*, Tomo III, Rec. J.18.

<sup>4)</sup> En la práctica es posible despreciar la influencia de los equipos de línea sobre la diafonía inteligible, pero esto es válido únicamente para las frecuencias inferiores de la banda (por debajo de 300 kHz).