

## SECCIÓN 11B: TELEVISIÓN DIGITAL

## RECOMENDACIÓN UIT-R BT.601-5

**PARÁMETROS DE CODIFICACIÓN DE TELEVISIÓN DIGITAL PARA ESTUDIOS CON  
FORMATOS DE IMAGEN NORMAL 4:3 Y DE PANTALLA ANCHA 16:9**

(Cuestión UIT-R 206/11)

(1982-1986-1990-1992-1994-1995)

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

*considerando*

- a) que las normas de televisión digital para estudios que cuentan con el mayor número de valores de parámetros significativos comunes a los sistemas de 525 y 625 líneas presentan claras ventajas para los organismos de radiodifusión y los productores de programas de televisión;
- b) que un método digital compatible en todo el mundo posibilitará el desarrollo de equipos con muchas características comunes, permitirá economías de explotación y facilitará el intercambio internacional de programas;
- c) que conviene disponer de una familia ampliable de normas compatibles de codificación digital; los niveles de dicha familia podrían corresponder a diferentes niveles de calidad y formatos, facilitar el tratamiento adicional requerido por las actuales técnicas de producción y tener en cuenta las necesidades futuras;
- d) que un sistema basado en la codificación de las componentes puede satisfacer estos objetivos deseables;
- e) que la coincidencia en el espacio de las muestras que representan las señales de luminancia y de diferencia de color (o, en su caso, las señales de rojo, verde y azul) facilita el tratamiento de las señales componentes digitales que requieren las actuales técnicas de producción,

*recomienda*

que se empleen los siguientes parámetros como base para las normas de codificación digital para estudios de televisión en aquellas zonas del mundo que utilizan tanto sistemas de 525 líneas como de 625 líneas:

## **1 Introducción**

Esta Recomendación especifica los métodos de codificación digital de señales vídeo. Se utiliza una misma velocidad de muestreo de 13,5 MHz para los formatos 4:3 y 16:9, con funcionamiento adecuado en los actuales sistemas de transmisión. Se especifica también una velocidad de muestreo alternativa de 18 MHz para los sistemas con formato 16:9 que requieren una resolución horizontal proporcionalmente más alta.

Se indican en primer lugar las especificaciones aplicables a cualquier nivel de esta familia de normas. En la Parte A figuran las características específicas para el muestreo a 13,5 MHz, y en la Parte B, para el muestreo a 18 MHz.

## **2 Familia ampliable de normas compatibles de codificación digital**

**2.1** La codificación digital debe permitir el establecimiento y la evolución de una familia ampliable de normas compatibles de codificación digital. También debe permitir el interfaz simple entre dos niveles cualesquiera de la familia.

**2.2** La codificación digital debe basarse en el empleo de una señal de luminancia y de dos señales de diferencia de color (o, en su caso, señales de rojo, verde y azul).

**2.3** Deben controlarse las características espectrales de las señales para evitar el solape de los diferentes espectros, conservando al mismo tiempo la respuesta en la banda de paso. Las características de los filtros se muestran en el Apéndice 2 a la Parte A y en el Apéndice 2 a la Parte B.

### 3 Especificaciones aplicables a cualquier nivel de la familia

**3.1** Las estructuras de muestreo deben ser estáticas en el espacio. Este es el caso, por ejemplo, de la estructura de muestreo ortogonal especificada en las Partes A y B.

**3.2** Si las muestras representan la señal de luminancia y dos señales simultáneas de diferencia de color, cada par de muestras de diferencia de color deben tener igual ubicación en el espacio. Si se utilizan muestras que representan las señales de rojo, verde y azul, deben tener igual ubicación en el espacio.

**3.3** La norma digital adoptada para cada nivel de la familia debe hacer posible la aceptación y aplicación a nivel mundial en la explotación; una condición para lograr este objetivo es que, en cada nivel de la familia, el número especificado de muestras por línea para los sistemas de 525 y 625 líneas sea compatible. (De ser posible, conviene que haya un número igual de muestras por línea.)

**3.4** En las aplicaciones de estas especificaciones, el contenido de las palabras digitales se expresa tanto en forma decimal como hexadecimal, designadas respectivamente por los sufijos «d» y «h».

Para evitar confusiones entre las representaciones de 8 bits y 10 bits, los ocho bits más significativos se consideran parte entera, mientras que los dos bits adicionales, de existir, se consideran partes fraccionarias.

Por ejemplo, la configuración de bits 10010001 se expresaría mediante  $145_d$  ó  $91_h$ , y la configuración 1001000101, mediante  $145,25_d$  ó  $91,4_h$ .

Cuando no aparece ninguna parte fraccionaria, debe suponerse que el valor binario es 00.

### 3.5 Definición de las señales digitales $Y$ , $C_R$ , $C_B$ , partiendo de las señales (analógicas) primarias $E'_R$ , $E'_G$ y $E'_B$

Para definir las señales  $Y$ ,  $C_R$ ,  $C_B$ , se describen aquí las reglas de construcción de esas señales partiendo de las señales analógicas primarias  $E'_R$ ,  $E'_G$ ,  $E'_B$ . Esta construcción encadena las tres etapas descritas más adelante en los § 3.5.1, 3.5.2 y 3.5.3, y se da a título de ejemplo. En la realización práctica hay otros métodos de construcción que, aplicados a esas señales primarias o a otras señales analógicas o digitales, pueden conducir a resultados idénticos. En el § 3.5.4 se da un ejemplo.

#### 3.5.1 Construcción de las señales de luminancia ( $E'_Y$ ) y de diferencia de color ( $E'_R - E'_Y$ ) y ( $E'_B - E'_Y$ )

La construcción de las señales de luminancia y de diferencia de color es la siguiente:

$$E'_Y = 0,299 E'_R + 0,587 E'_G + 0,114 E'_B$$

de donde:

$$\begin{aligned} (E'_R - E'_Y) &= E'_R - 0,299 E'_R - 0,587 E'_G - 0,114 E'_B \\ &= 0,701 E'_R - 0,587 E'_G - 0,114 E'_B \end{aligned}$$

y:

$$\begin{aligned} (E'_B - E'_Y) &= E'_B - 0,299 E'_R - 0,587 E'_G - 0,114 E'_B \\ &= -0,299 E'_R - 0,587 E'_G + 0,886 E'_B \end{aligned}$$

Suponiendo que los valores de las señales están normalizados a la unidad (por ejemplo, niveles máximos de 1,0 V), los valores que se obtienen para los colores blanco, negro, los colores primarios saturados y sus complementarios se muestran en el Cuadro 1.

CUADRO 1

Valores de las señales normalizados

Condición	$E'_R$	$E'_G$	$E'_B$	$E'_Y$	$E'_R - E'_Y$	$E'_B - E'_Y$
Blanco	1,0	1,0	1,0	1,0	0	0
Negro	0	0	0	0	0	0
Rojo	1,0	0	0	0,299	0,701	-0,299
Verde	0	1,0	0	0,587	-0,587	-0,587
Azul	0	0	1,0	0,114	-0,114	0,886
Amarillo	1,0	1,0	0	0,886	0,114	-0,886
Cian	0	1,0	1,0	0,701	-0,701	0,299
Magenta	1,0	0	1,0	0,413	0,587	0,587

3.5.2 Construcción de las señales de diferencia de color renormalizadas ( $E'_{C_R}$  y  $E'_{C_B}$ )

Aunque los valores de  $E'_Y$  están ya comprendidos en la gama de 1,0 a 0, los de  $(E'_R - E'_Y)$  se sitúan en la gama de +0,701 a -0,701, y los de  $(E'_B - E'_Y)$  en la gama de +0,886 a -0,886. Para renormalizar respecto a la unidad la gama de las señales de diferencia de color (es decir, de +0,5 a -0,5), se pueden calcular los coeficientes siguientes:

$$K_R = \frac{0,5}{0,701} = 0,713; \quad K_B = \frac{0,5}{0,886} = 0,564$$

Entonces:

$$E'_{C_R} = 0,713 (E'_R - E'_Y) = 0,500 E'_R - 0,419 E'_G - 0,081 E'_B$$

y:

$$E'_{C_B} = 0,564 (E'_B - E'_Y) = -0,169 E'_R - 0,331 E'_G + 0,500 E'_B$$

donde  $E'_{C_R}$  y  $E'_{C_B}$  son las señales renormalizadas de diferencia de color para rojo y azul, respectivamente (véanse las Notas 1 y 2).

NOTA 1 – Los símbolos  $E'_{C_R}$  y  $E'_{C_B}$  se reservarán para designar las señales de diferencia de color «renormalizadas», es decir, las que tengan una amplitud nominal cresta cresta idéntica a la de la señal de luminancia  $E'_Y$ , elegida así como referencia de amplitud.

NOTA 2 – En el caso en que las señales de las componentes no estén normalizadas en la gama de 1 a 0 (por ejemplo, cuando se efectúa la conversión a partir de señales componentes analógicas, con amplitudes de luminancia y de diferencia de color desiguales), se necesitará un factor de ganancia adicional y deberán modificarse en consecuencia los factores de ganancia  $K_R, K_B$ .

3.5.3 Cuantificación

En el caso de una codificación binaria de 8 bits con cuantificación uniforme, se especifican  $2^8$ , es decir, 256 niveles de cuantificación equidistantes, con lo que la gama de números binarios disponibles va de 0000 0000 a 1111 1111 (00 a FF en la notación hexadecimal) siendo los números decimales equivalentes 0 a 255.

En el caso del sistema 4:2:2 descrito en esta Recomendación, los niveles 0 y 255 se reservan para datos de sincronización, en tanto que los niveles 1 a 254 se utilizan para vídeo.

Dado que la señal de luminancia sólo va a ocupar 220 niveles, para proporcionar márgenes de trabajo y que el negro se encuentre en el nivel 16, el valor decimal de la señal de luminancia,  $\bar{Y}$ , antes de la cuantificación es:

$$\bar{Y} = 219 (E'_Y) + 16$$

y el número de nivel correspondiente, después de la cuantificación, es el número entero más próximo.

Análogamente, como las señales de diferencias de color van a ocupar 225 niveles y como el nivel 0 va a ser el nivel 128, los valores decimales de las señales de diferencia de color,  $\bar{C}_R$  y  $\bar{C}_B$ , antes de la cuantificación son:

$$\bar{C}_R = 224 [0,713 (E'_R - E'_Y)] + 128$$

y:

$$\bar{C}_B = 224 [0,564 (E'_B - E'_Y)] + 128$$

que simplificando se convierte en:

$$\bar{C}_R = 160 (E'_R - E'_Y) + 128$$

y:

$$\bar{C}_B = 126 (E'_B - E'_Y) + 128$$

y el número de nivel correspondiente, después de la cuantificación, es el número entero más próximo.

Los equivalentes digitales se denominan  $Y$ ,  $C_R$  y  $C_B$ .

### 3.5.4 Construcción de $Y$ , $C_R$ , $C_B$ mediante la cuantificación de $E'_R$ , $E'_G$ , $E'_B$

Cuando las componentes se obtienen directamente de las señales componentes con corrección gamma  $E'_R$ ,  $E'_G$  y  $E'_B$  o se generan directamente en forma digital, la cuantificación y la codificación serán equivalentes a:

$$E'_{R_D} \text{ (en forma digital)} = \text{Parte entera de } (219 E'_R) + 16$$

$$E'_{G_D} \text{ (en forma digital)} = \text{Parte entera de } (219 E'_G) + 16$$

$$E'_{B_D} \text{ (en forma digital)} = \text{Parte entera de } (219 E'_B) + 16$$

Por consiguiente:

$$Y = \frac{77}{256} E'_{R_D} + \frac{150}{256} E'_{G_D} + \frac{29}{256} E'_{B_D}$$

$$C_R = \frac{131}{256} E'_{R_D} - \frac{110}{256} E'_{G_D} - \frac{21}{256} E'_{B_D} + 128$$

$$C_B = -\frac{44}{256} E'_{R_D} - \frac{87}{256} E'_{G_D} + \frac{131}{256} E'_{B_D} + 128$$

tomando los coeficientes enteros más próximos en base 256. Para obtener las componentes 4:2:2  $Y$ ,  $C_R$ ,  $C_B$ , debe efectuarse el filtrado de paso bajo y el submuestreo en las señales 4:4:4  $C_R$ ,  $C_B$  anteriormente descritas. Conviene tomar nota de que podría haber ligeras diferencias entre las componentes  $C_R$ ,  $C_B$ , obtenidas de este modo y las obtenidas por filtrado analógico antes del muestreo.

### 3.5.5 Limitación de las señales $Y$ , $C_R$ , $C_B$

La codificación digital en forma de señales  $Y$ ,  $C_R$ ,  $C_B$  permite representar una gama notablemente mayor de valores de señal, que pueden sustentarse por las gamas correspondientes de las señales  $R$ ,  $G$ ,  $B$ . Debido a ello y como resultado de la generación electrónica de la imagen o el tratamiento electrónico de la señal, se pueden producir señales  $Y$ ,  $C_R$ ,  $C_B$  que, aunque individualmente sean válidas, darían lugar a valores fuera de gama al convertirlas en señales  $R$ ,  $G$ ,  $B$ . Es a la vez más conveniente y más eficaz evitar esta circunstancia aplicando una limitación a las señales  $Y$ ,  $C_R$ ,  $C_B$  en lugar de esperar a que las señales se encuentren en la forma  $R$ ,  $G$ ,  $B$ . Además, la limitación puede aplicarse de manera que se mantengan los valores de luminancia y tonalidad, reduciendo al mínimo la degradación subjetiva, a costa únicamente de la saturación.

## 4 Miembros de la familia de 13 MHz

En la Parte A se definen los siguientes miembros de la familia de normas:

- 4:2:2, 13,5 MHz para sistemas con formato 4:3, y con formato de pantalla ancha 16:9 cuando es necesario mantener la misma anchura de banda de la señal análoga y la misma velocidad digital para ambos formatos.
- 4:4:4, 13,5 MHz para sistemas con formato 4:3 y 16:9 con resolución de color más alta.

## 5 Miembros de la familia de 18 MHz

En la Parte B se definen los siguientes miembros de la familia de normas:

- 4:2:2, 18 MHz, para sistemas con formato 16:9 con resolución horizontal más alta en comparación con los sistemas con muestreo a 13,5 MHz.
- 4:4:4, 18 MHz para sistemas con formato 16:9 con resolución de color más alta.

NOTA 1 – En los miembros 4:4:4 de la familia de normas, las señales muestreadas pueden ser las señales de luminancia y de diferencia de color (o, en su caso, las señales de rojo, verde y azul).

### ANEXO 1

#### **Algunas orientaciones sobre la realización práctica de los filtros especificados en el Apéndice 2 a la Parte A y en el Apéndice 2 a la Parte B**

En las propuestas para los filtros utilizados en los procesos de codificación y decodificación, se ha supuesto que se introduce la corrección de la característica ( $\text{sen } x/x$ ) en los filtros que van a continuación de la conversión digital-analógica. Las tolerancias en la banda de paso del filtro, más el corrector de ( $\text{sen } x/x$ ), más la característica teórica ( $\text{sen } x/x$ ) deben ser las mismas que las que se aplican únicamente a los filtros. Esto se logra más fácilmente si, en el proceso de diseño, el filtro, el corrector de ( $\text{sen } x/x$ ) y el ecualizador de retardo se consideran una sola unidad.

Los retardos totales debidos al filtrado y a la codificación de las componentes de luminancia y de diferencia de color deben ser los mismos. El retardo en el filtro de diferencia de color (Figs. 4a) y 4b)) es el doble del correspondiente al filtro de luminancia (Figs. 3a) y 3b)). como resulta difícil igualar estos retardos utilizando redes analógicas de retardo sin exceder las tolerancias de la banda de paso, se recomienda igualar el conjunto de las diferencias de retardo (en múltiplos enteros del periodo de muestreo) en el dominio digital. Al corregir cualquier resto, debe observarse que el circuito de muestreo y mantenimiento del decodificador introduce un retardo uniforme igual a la mitad del periodo de muestreo.

Se reconoce que las tolerancias en la banda de paso para el rizado de amplitud y el retardo de grupo son muy estrictas. El estado actual de los estudios indica que es necesario que se pueda llevar a cabo un número significativo de operaciones de codificación y decodificación en cascada sin sacrificar la calidad potencialmente elevada de la norma de codificación 4:2:2. Debido a las limitaciones de las características de los equipos de medición actualmente disponibles, puede que los fabricantes tengan dificultades para verificar de forma económica el cumplimiento de las tolerancias de cada uno de los filtros durante la producción. No obstante, es posible diseñar filtros de forma que se cumplan las características especificadas en la práctica, y se pide a los fabricantes que hagan todos los esfuerzos posibles, durante el proceso de fabricación, para que el ajuste de cada filtro cumpla las máscaras correspondientes.

Las especificaciones indicadas en el Apéndice 2 a la Parte A y en el Apéndice 2 a la Parte B se elaboraron con la idea de mantener en la medida de lo posible el contenido espectral de las señales  $Y$ ,  $C_R$ ,  $C_B$  a través de la cadena de señales componentes. Sin embargo, se reconoce que la característica espectral de la diferencia de color debe conformarse mediante un filtro de corte progresivo lento insertado en los monitores de imagen o al final de la cadena de señales componentes.

PARTE A  
AL ANEXO 1

**Niveles de 13,5 MHz de la familia**

**1 Valores de los parámetros de codificación para el nivel de la familia de 4:2:2 y 13,5 MHz**

La especificación (véase el Cuadro 2) es aplicable a nivel de la familia de relación 4:2:2, que ha de utilizarse para la interfaz digital normalizada entre los equipos digitales principales de estudio y para el intercambio internacional de programas de televisión digital con formato 4:3 o de pantalla ancha 16:9 cuando es necesario mantener la misma anchura de banda y la misma velocidad digital.

CUADRO 2

Parámetros	Sistemas de 525 líneas 60 tramas/s	Sistemas de 625 líneas 50 tramas/s
1. Señales codificadas: $Y, C_R, C_B$	Estas señales se obtienen a partir de señales con precorrección gamma es decir: $E'_Y, E'_R - E'_Y, E'_B - E'_Y$ (véase el § 3.5)	
2. Número de muestras por línea completa: – señal de luminancia ( $Y$ ) – cada señal de diferencia de color ( $C_R, C_B$ )	858 429	864 432
3. Estructura de muestreo	Ortogonal, repetitiva en cada línea, en cada trama y en cada imagen. Las muestras de las señales $C_R$ y $C_B$ coinciden en el espacio con las muestras impares ( $1^a, 3^a, 5^a$ , etc.) de la señal $Y$ en cada línea	
4. Frecuencia de muestreo: – señal de luminancia – cada señal de diferencia de color	13,5 MHz 6,75 MHz La tolerancia para las frecuencias de muestreo debe coincidir con la tolerancia para las frecuencias de línea de la norma de televisión en color que corresponda	
5. Forma de codificación	MIC con cuantificación uniforme, 8 bits por muestra (10 facultativamente) para la señal de luminancia y para cada señal de diferencia de color	
6. Número de muestras por línea activa digital: – señal de luminancia – cada señal de diferencia de color	720 360	
7. Relación de temporización horizontal analógico-digital: – desde el final de la línea activa digital hasta $O_H$	16 periodos del reloj de luminancia	12 periodos del reloj de luminancia
8. Correspondencia entre los niveles de la señal de vídeo y los niveles de las señales de cuantificación: – escala – señal de luminancia  – cada señal de diferencia de color	(Véase el § 3.4) (los valores se encuentran en forma decimal)  0 a 255 220 niveles de cuantificación; el nivel de negro corresponde al nivel 16 y el nivel de blanco de cresta corresponde al nivel 235. El nivel de la señal puede ocasionalmente sobrepasar el nivel 235 225 niveles de cuantificación en la parte central de la escala de cuantificación: la señal cero corresponde al nivel 128	
9. Uso de palabras de código	Las palabras de código que corresponden a los niveles de cuantificación 0 y 255 se utilizan exclusivamente para sincronización. Los niveles 1 a 254 están disponibles para vídeo	

## 2 Valores de los parámetros de codificación para el nivel de la familia de 4:4:4 y 13,5 MHz

La siguiente especificación, indicada en el Cuadro 3, es aplicable al nivel de la familia de relación 4:4:4 adecuado para equipos de fuente de señales de televisión y aplicaciones de tratamiento de señales de vídeo de alta calidad.

CUADRO 3

Parámetros	Sistemas de 525 líneas 60 tramas/s	Sistemas de 625 líneas 50 tramas/s
1. Señales codificadas: $Y, C_R, C_B$ o $R, G, B$	Estas señales se obtienen a partir de señales con precorrección gamma, es decir: $E'_Y, E'_R - E'_Y, E'_B - E'_Y$ o $E'_R, E'_G, E'_B$	
2. Número de muestras por línea completa para cada señal	858	864
3. Estructura de muestreo	Ortogonal, repetitiva en cada línea, en cada trama y en cada imagen. Las tres estructuras de muestreo deben ser coincidentes tanto entre sí como con la estructura de muestreo de luminancia del nivel de relación 4:2:2	
4. Frecuencia de muestreo para cada señal	13,5 MHz	
5. Forma de codificación	MIC con cuantificación uniforme, 8 bits por muestra (10 facultativamente)	
6. Duración de la línea activa digital expresada en número de muestras	720	
7. Correspondencia entre los niveles de la señal de vídeo y los 8 bits más significativos (MSB) del nivel de cuantificación de cada muestra: – escala – señales $R, G, B$ o señal de luminancia <sup>(1)</sup> – cada señal de diferencia de color <sup>(1)</sup>	(Véase el § 3.4) (los valores se encuentran en forma decimal)  0 a 255  220 niveles de cuantificación; el nivel de negro corresponde al nivel 16 y el nivel de blanco de cresta corresponde al nivel 235. El nivel de la señal puede ocasionalmente sobrepasar el nivel 235  225 niveles de cuantificación en la parte central de la escala de cuantificación: la señal cero corresponde al nivel 128	

<sup>(1)</sup> Si se utiliza.

### APÉNDICE 1 A LA PARTE A

#### Definición de las señales utilizadas en las normas de codificación digital

### 1 Relación entre la línea activa digital y la referencia analógica de sincronismo

La relación entre las muestras de luminancia de la línea activa digital y la referencia analógica de sincronismo se indica en las siguientes figuras:

- Fig. 1 para sistemas de 625 líneas de 13,5 MHz (véase el Cuadro 2);
- Fig. 2 para sistemas de 525 líneas de 13,5 MHz (véase el Cuadro 3).

En esas figuras, el punto de muestreo aparece al comienzo de cada bloque.

Los números respectivos de muestras de diferencia de color se pueden obtener dividiendo el número de muestras de luminancia por 2. Los números (12,132) y (16,122) se escogieron para disponer simétricamente la línea activa digital con respecto a las variaciones permitidas. No forman parte de la especificación de la línea digital y sólo se refieren a interfaces analógicos.

FIGURA 1

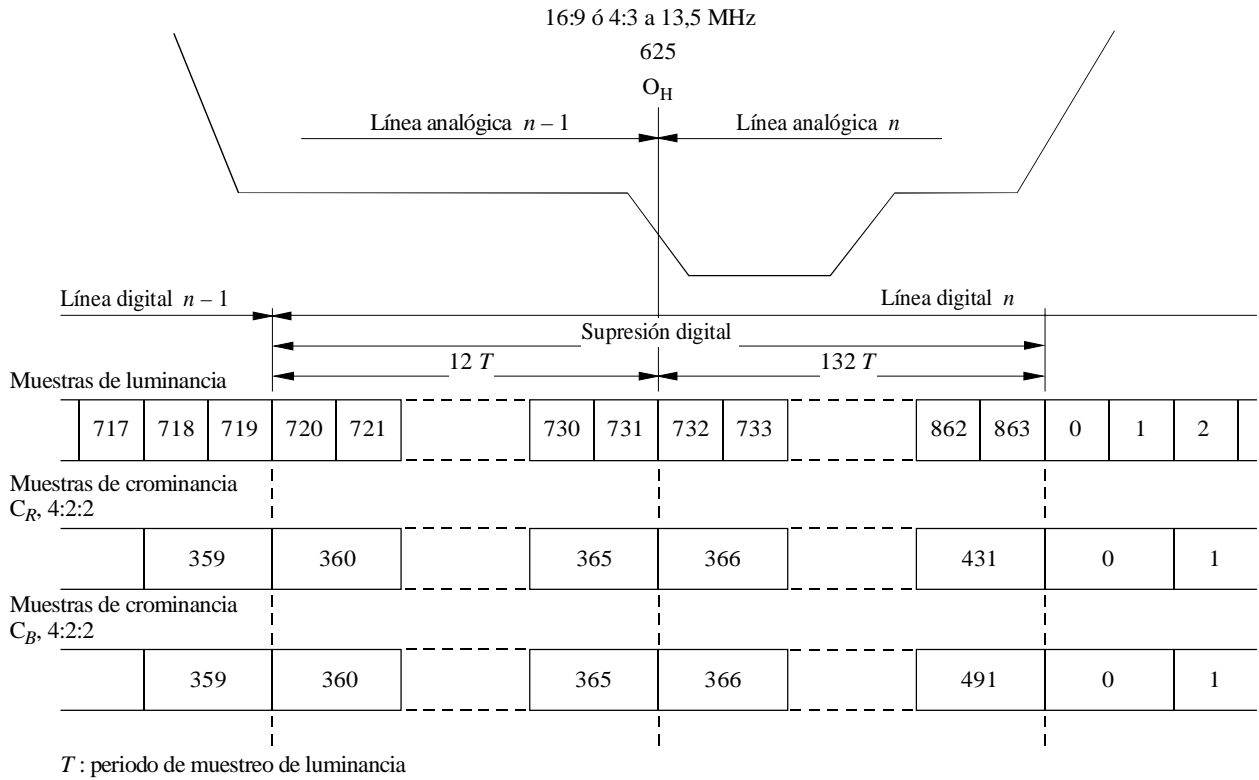
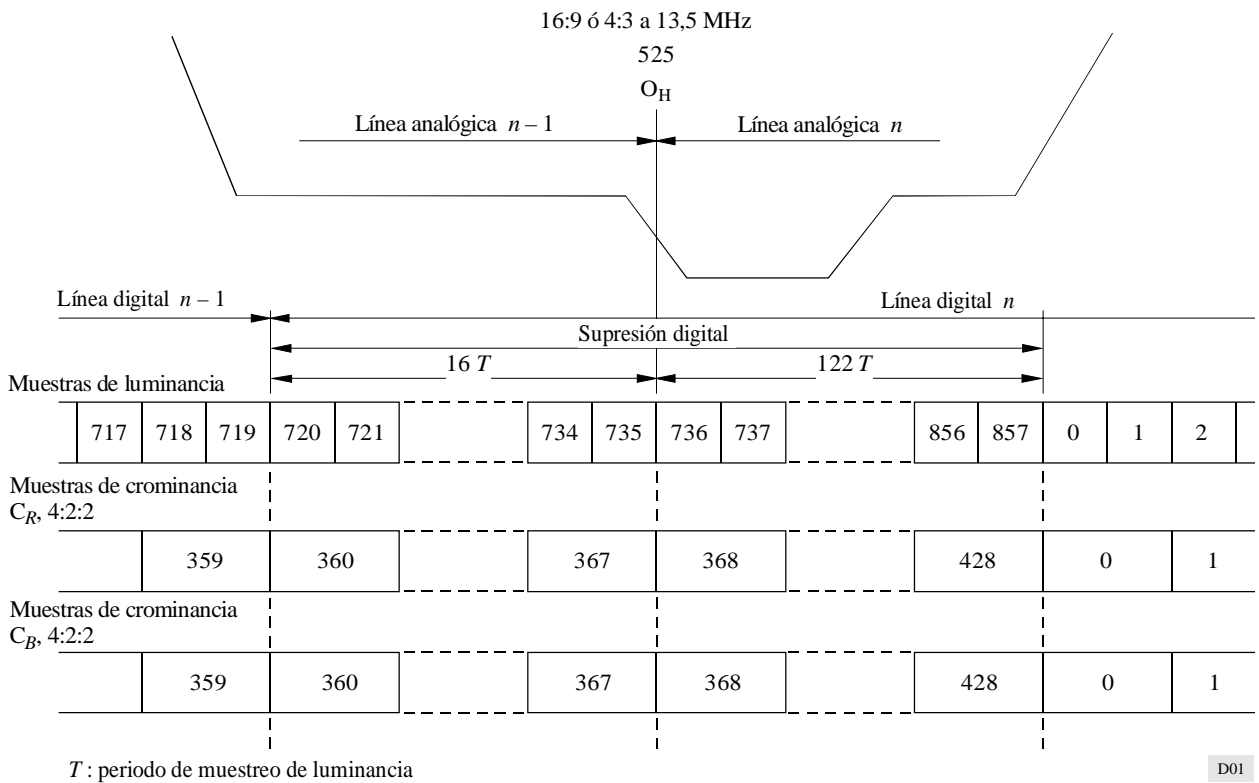


FIGURA 2

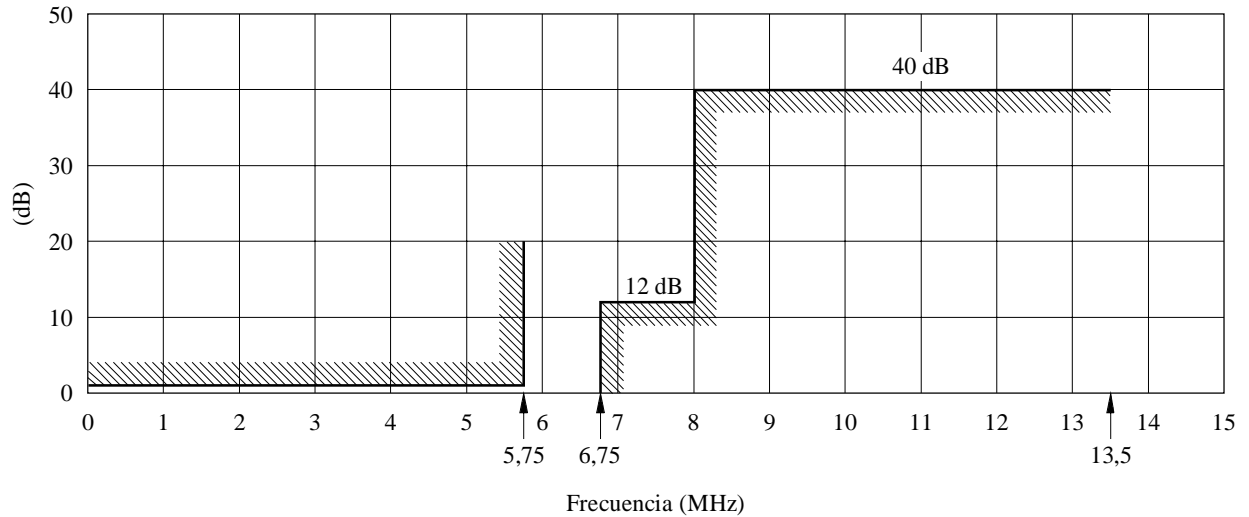




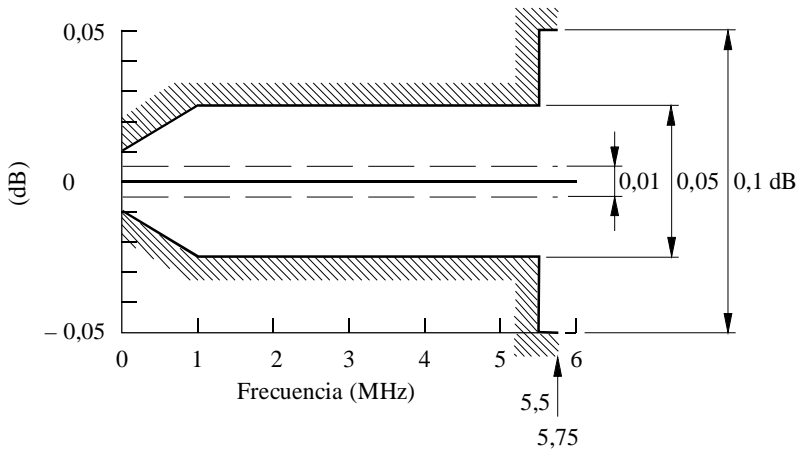
APÉNDICE 2  
A LA PARTE A

**Características de filtrado**

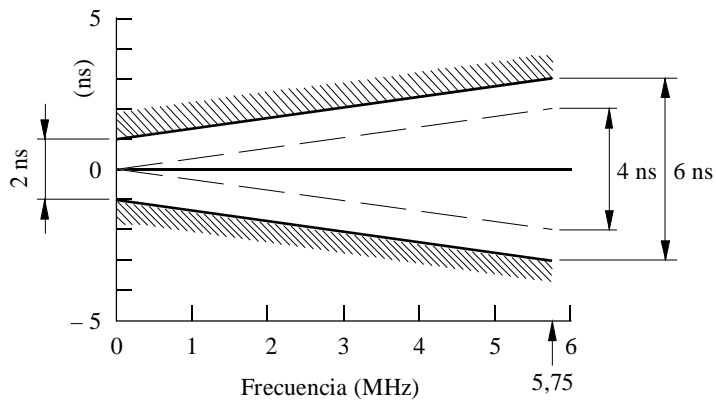
FIGURA 3  
Especificación de un filtro para la señal de luminancia o RGB  
utilizado cuando se muestrea a 13,5 MHz



a) Máscara de la característica de pérdida de inserción en función de la frecuencia



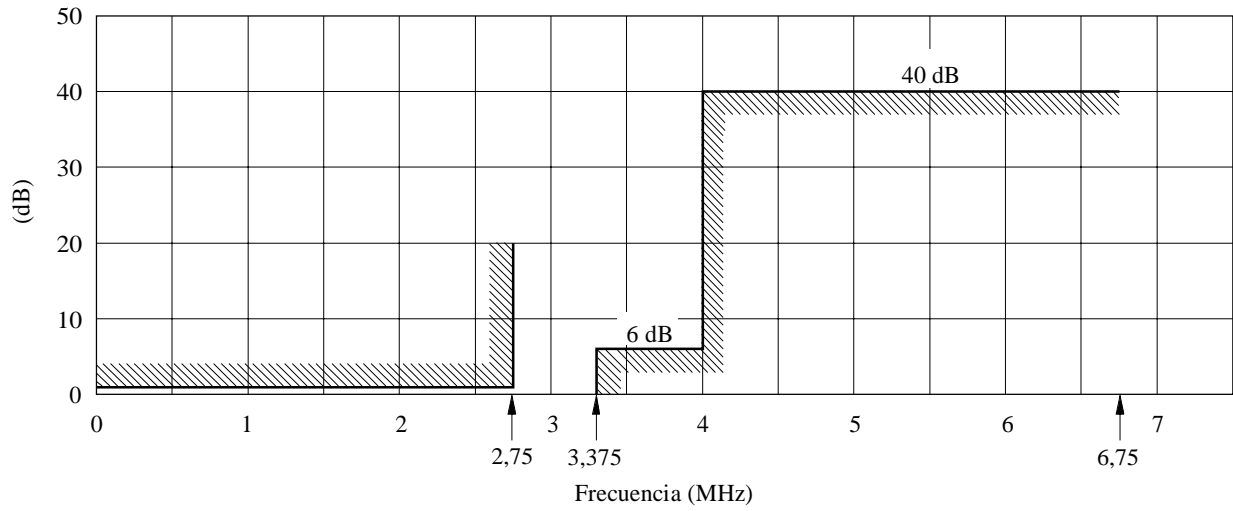
b) Tolerancia para el rizado en la banda de paso



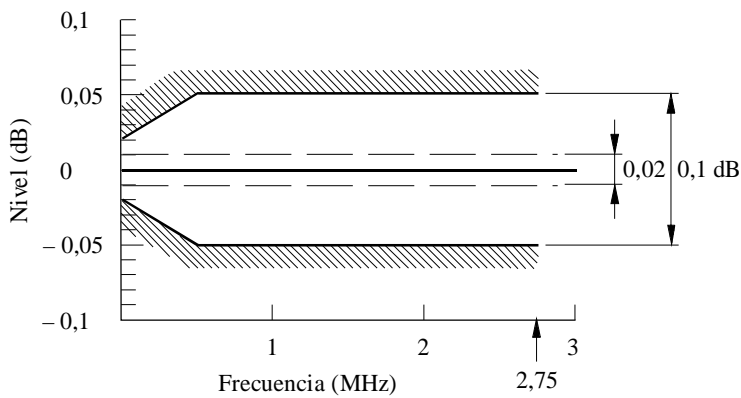
c) Tolerancia para el retardo de grupo en la banda de paso

Nota 1 – Los valores más bajos de la escala de ordenadas en b) y c) corresponden a 1 kHz (en vez de 0 MHz).

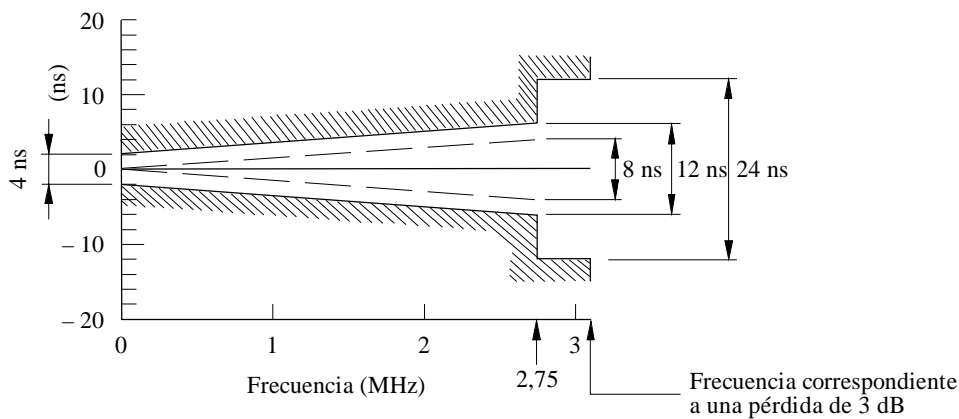
FIGURA 4  
Especificación de un filtro para la señal de diferencia de color  
utilizado cuando se muestrea a 6,75 MHz



a) Máscara de la característica de pérdida de inserción en función de la frecuencia



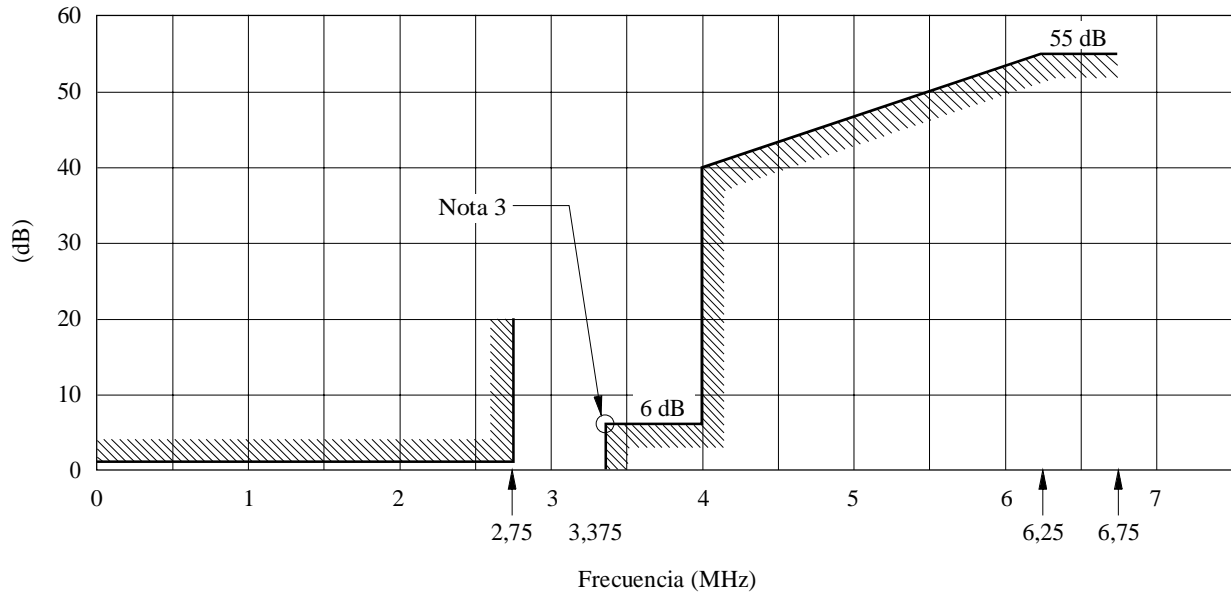
b) Tolerancia para el rizado en la banda de paso



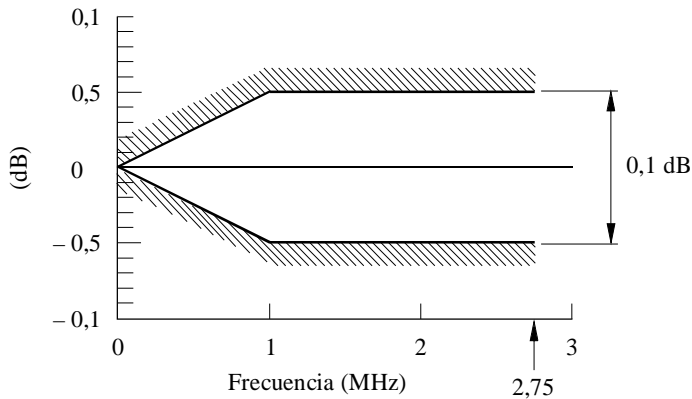
c) Tolerancia para el retardo de grupo en la banda de paso

Nota 1 – Los valores más bajos de la escala de ordenadas en b) y c) corresponden a 1 kHz (en vez de 0 MHz).

FIGURA 5  
Especificación de un filtro digital para la conversión de frecuencia de muestreo de señales de diferencia de color de relación 4:4:4 a señales de relación 4:2:2



a) Máscara de característica de pérdida de inserción en función de la frecuencia



b) Tolerancia para el rizado en la banda de paso

Notas relativas a las Figs. 3, 4 y 5:

Nota 1 – El rizado y el retardo de grupo se especifican respecto de sus valores a 1 kHz. Las líneas continuas representan los límites prácticos y las líneas de trazo discontinuo indican los límites sugeridos para el diseño teórico.

Nota 2 – En el filtro digital, los límites prácticos y de diseño son los mismos. La distorsión de retardo es cero, por diseño.

Nota 3 – En el filtro digital (Fig. 5), la característica de amplitud en función de la frecuencia (en escalas lineales) debe ser asimétrica respecto del punto de amplitud mitad, como se indica en la figura.

Nota 4 – En las propuestas para los filtros utilizados en los procesos de codificación y decodificación, se ha supuesto que se introduce la corrección de la característica ( $\text{sen } x/x$ ) del circuito de muestreo y retención en los filtros que van a continuación de la conversión digital-analógica.

## PARTE B

## AL ANEXO 1

## Niveles de 18 MHz de la familia

## 1 Valores de los parámetros de codificación para el nivel de la familia de 4:2:2 y 18 MHz

La especificación (véase el Cuadro 4) es aplicable a nivel de la familia de relación 4:2:2, que ha de utilizarse para la interfaz digital normalizada entre los equipos digitales principales de estudio y para el intercambio internacional de programas de televisión de formato 16:9 con resolución horizontal más alta en comparación con los sistemas con muestreo a 13,5 MHz.

CUADRO 4

Parámetros	Sistemas de 525 líneas 60 tramas/s	Sistemas de 625 líneas 50 tramas/s
1. Señales codificadas: $Y, C_R, C_B$	Estas señales se obtienen a partir de señales con precorrección gamma es decir: $E'_Y, E'_R - E'_Y, E'_B - E'_Y$ (véase el § 3.5)	
2. Número de muestras por línea completa: – señal de luminancia ( $Y$ ) – cada señal de diferencia de color ( $C_R, C_B$ )	1144 572	1152 576
3. Estructura de muestreo	Ortogonal, repetitiva en cada línea, en cada trama y en cada imagen. Las muestras de las señales $C_R$ y $C_B$ coinciden en el espacio con las muestras impares (1ª, 3ª, 5ª, etc.) de la señal $Y$ en cada línea	
4. Frecuencia de muestreo: – señal de luminancia – cada señal de diferencia de color	18 MHz 9 MHz La tolerancia para las frecuencias de muestreo debe coincidir con la tolerancia para las frecuencias de línea de la norma de televisión en color que corresponda	
5. Forma de codificación	MIC con cuantificación uniforme, 8 bits por muestra (10 facultativamente) para la señal de luminancia y para cada señal de diferencia de color	
6. Número de muestras por línea activa digital: – señal de luminancia – cada señal de diferencia de color	960 480	
7. Relación de temporización horizontal analógico-digital: – desde el final de la línea activa digital hasta $O_H$	Por determinar (véase el Apéndice 1 a la Parte B)	
8. Correspondencia entre los niveles de la señal de vídeo y los niveles de las señales de cuantificación: – escala – señal de luminancia  – cada señal de diferencia de color	(Véase el § 3.4) (los valores se encuentran en forma decimal)  0 a 255 220 niveles de cuantificación; el nivel de negro corresponde al nivel 16 y el nivel de blanco de cresta corresponde al nivel 235. El nivel de la señal puede ocasionalmente sobrepasar el nivel 235 225 niveles de cuantificación en la parte central de la escala de cuantificación: la señal cero corresponde al nivel 128	
9. Uso de palabras de código	Las palabras de código que corresponden a los niveles de cuantificación 0 y 255 se utilizan exclusivamente para sincronización. Los niveles 1 a 254 están disponibles para vídeo	

## 2 Valores de los parámetros de codificación para el nivel de la familia 4:4:4 y 18 MHz

La siguiente especificación, indicada en el Cuadro 5, es aplicable al nivel de la familia de relación 4:4:4 adecuado para equipos de fuente de señales de televisión y aplicaciones de tratamiento de señales de vídeo de alta calidad.

CUADRO 5

Parámetros	Sistemas de 525 líneas 60 tramas/s	Sistemas de 625 líneas 50 tramas/s
1. Señales codificadas: $Y, C_R, C_B$ o $R, G, B$	Estas señales se obtienen a partir de señales con precorrección gamma, es decir: $E'_Y, E'_R - E'_Y, E'_B - E'_Y$ o $E'_R, E'_G, E'_B$	
2. Número de muestras por línea completa para cada señal	1144	1152
3. Estructura de muestreo	Ortogonal, repetitiva en cada línea, en cada trama y en cada imagen. Las tres estructuras de muestreo deben ser coincidentes tanto entre sí como con la estructura de muestreo de luminancia del nivel de relación 4:2:2	
4. Frecuencia de muestreo para cada señal	18 MHz	
5. Forma de codificación	MIC con cuantificación uniforme, 8 bits por muestra (10 facultativamente)	
6. Duración de la línea activa digital expresada en número de muestras	960	
7. Correspondencia entre los niveles de la señal de vídeo y los 8 bits más significativos (MSB) del nivel de cuantificación de cada muestra: – escala – señales $R, G, B$ o señal de luminancia <sup>(1)</sup> – cada señal de diferencia de color <sup>(1)</sup>	(Véase el § 3.4) (los valores se encuentran en forma decimal)  0 a 255  220 niveles de cuantificación; el nivel de negro corresponde al nivel 16 y el nivel de blanco de cresta corresponde al nivel 235. El nivel de la señal puede ocasionalmente sobrepasar el nivel 235  225 niveles de cuantificación en la parte central de la escala de cuantificación: la señal cero corresponde al nivel 128	

<sup>(1)</sup> Si se utiliza.

### APÉNDICE 1

#### A LA PARTE B

### Definición de las señales utilizadas en las normas de codificación digital

#### 1 Relación entre la línea activa digital y la referencia analógica de sincronismo

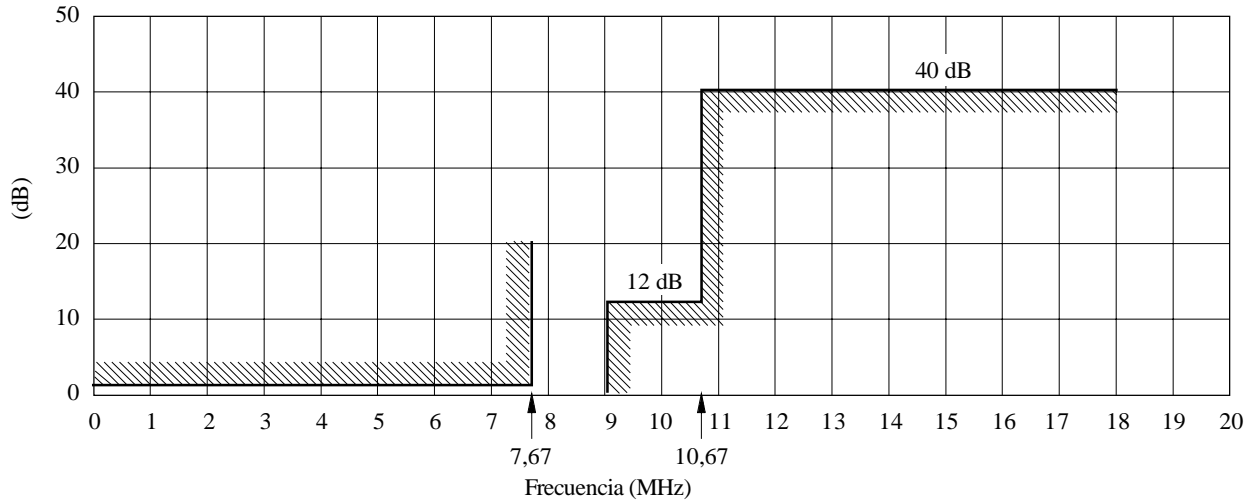
Nuevos estudios son necesarios a fin de especificar los valores absolutos para estos parámetros, al mismo tiempo que asegurar la consistencia de la posición de la imagen y de su geometría para diferentes normalizaciones. En la práctica, la relación correcta se obtiene cuando la correspondencia entre la imagen y la sincronización en el campo analógico, es idéntica para las imágenes convertidas a partir de representaciones digitales muestreadas a 13,5 y 18 MHz

APÉNDICE 2  
A LA PARTE B

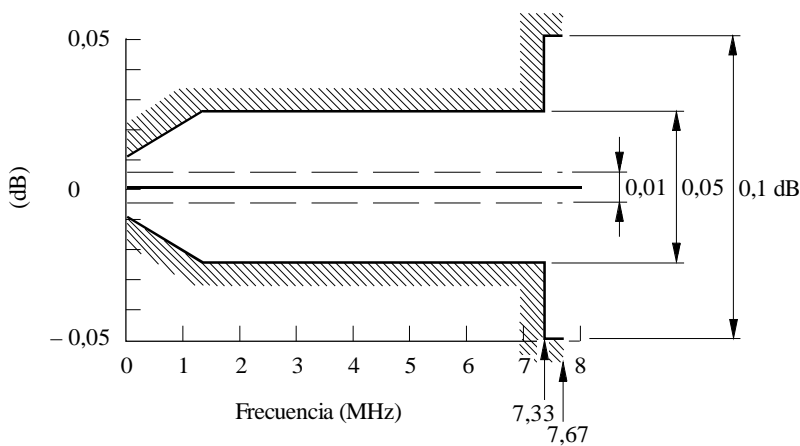
**Características de filtrado**

FIGURA 6

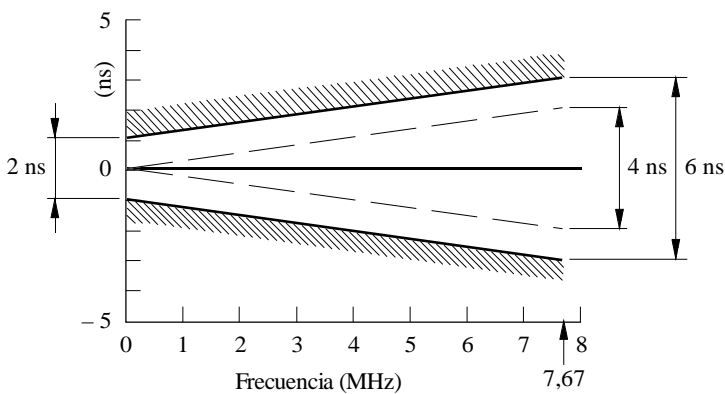
Especificación de un filtro para las señales de luminancia o RGB utilizado cuando se muestra a 18 MHz



a) Máscara de la característica de pérdida de inserción en función de la frecuencia



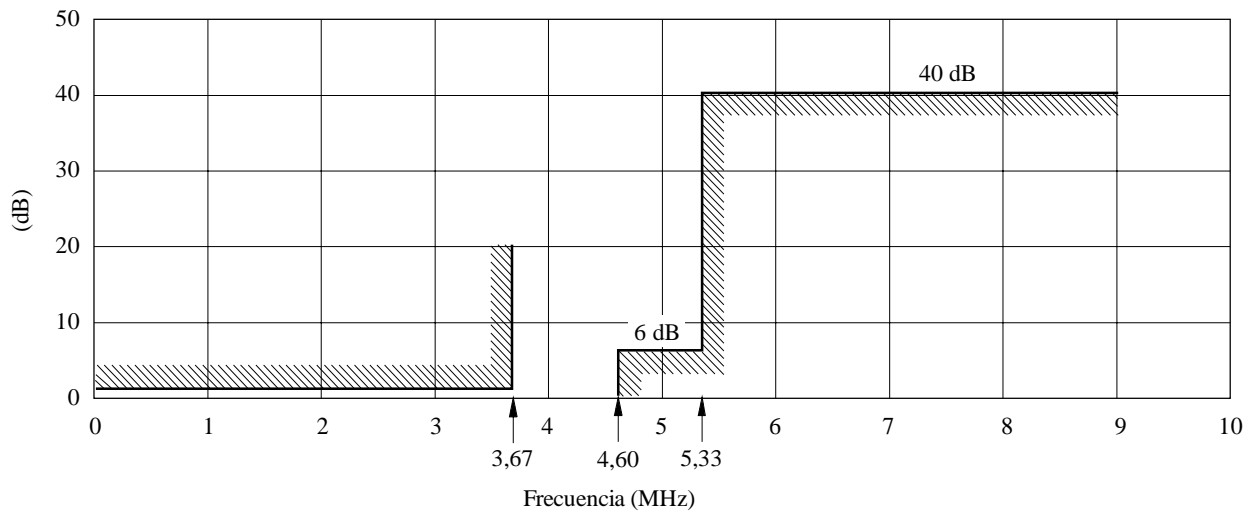
b) Tolerancia para el rizado en la banda de paso



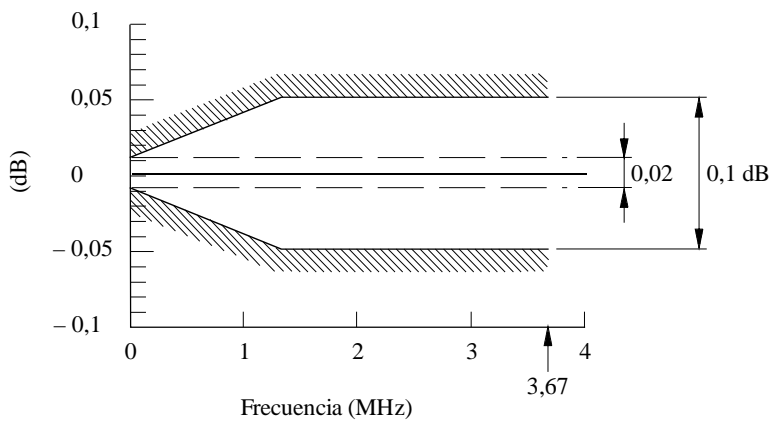
c) Tolerancia para el retardo de grupo en la banda de paso

Nota 1 – Los valores más bajos de la escala de ordenadas en b) y c) corresponden a 1 kHz (en vez de 0 MHz).

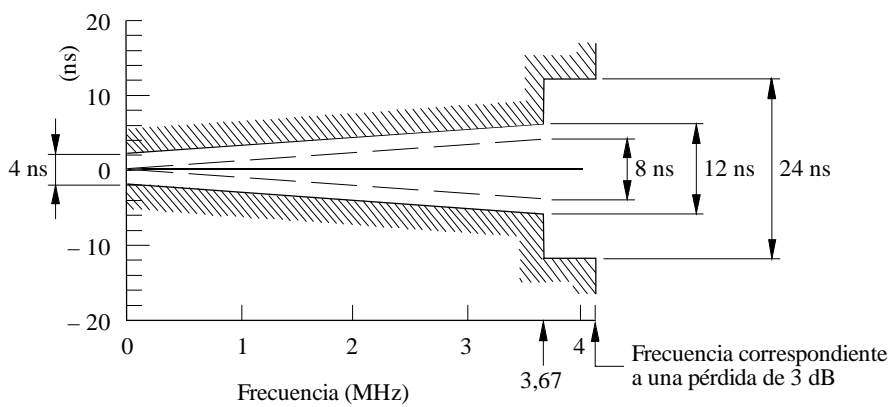
FIGURA 7  
Especificación de un filtro para la señal de diferencia de color, utilizado cuando se muestrea a 9 MHz



a) Máscara de la característica de pérdida de inserción en función de la frecuencia



b) Tolerancia para el rizado en la banda de paso

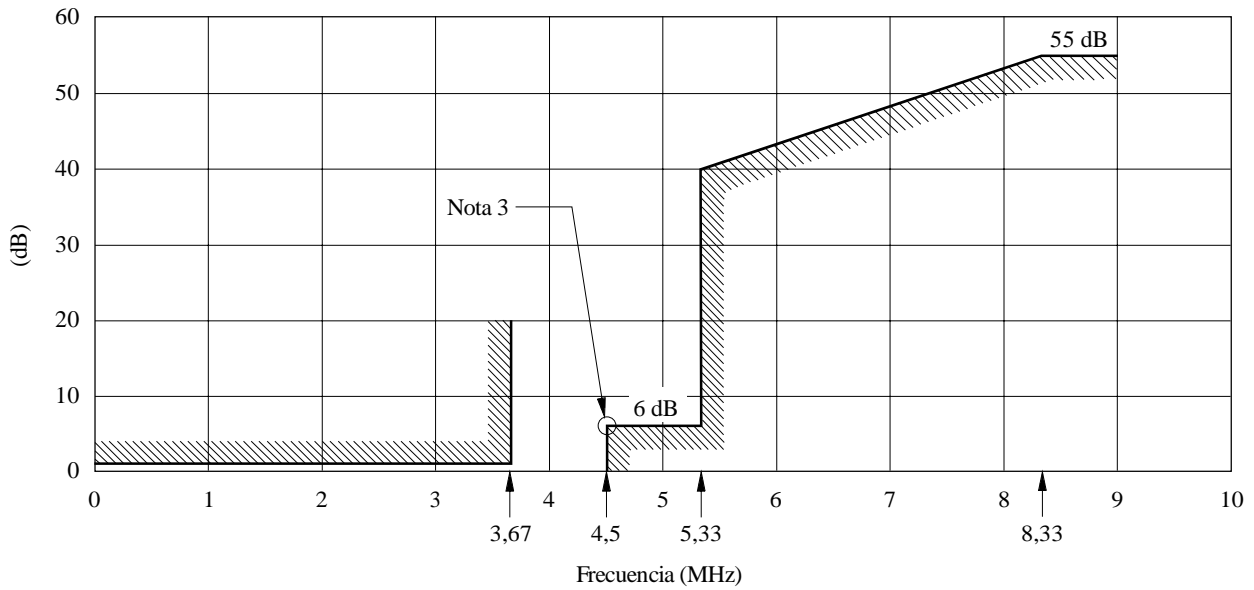


c) Tolerancia para el retardo de grupo en la banda de paso

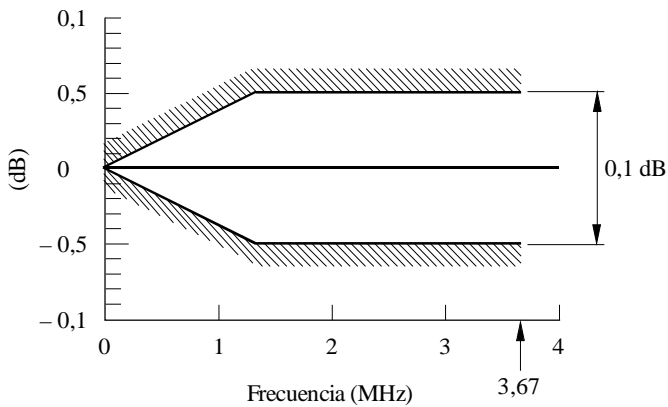
Nota 1 – Los valores más bajos de la escala de ordenadas en b) y c) corresponden a 1 kHz (en vez de 0 MHz).

FIGURA 8

Especificación de un filtro digital para la conversión de frecuencia de muestreo de señales de diferencia de color de relación 4:4:4 a señales de relación 4:2:2



a) Máscara de la característica de pérdida de inserción en función de la frecuencia



b) Tolerancia para el rizado en la banda de paso

Notas relativas a las Figs. 6, 7 y 8:

Nota 1 – El rizado y el retardo de grupo se especifican respecto de sus valores a 1 kHz. Las líneas continuas representan los límites prácticos y las líneas de trazo discontinuo indican los límites sugeridos para el diseño teórico.

Nota 2 – En el filtro digital, los límites prácticos y de diseño son los mismos. La distorsión de retardo es cero, por diseño.

Nota 3 – En el filtro digital (Fig. 8), la característica de amplitud en función de la frecuencia (en escalas lineales) debe ser asimétrica respecto del punto de amplitud mitad, que se indica en la figura.

Nota 4 – En las propuestas para los filtros utilizados en los procesos de codificación y decodificación, se ha supuesto que se introduce la corrección de la característica (sen x/x) del circuito de muestreo y retención en los filtros que van a continuación de la conversión digital-analógica.