

**UIT-R**

Sector de Radiocomunicaciones de la UIT

**Recomendación UIT-R BT.709-5**  
(04/2002)

**Valores de los parámetros de la norma  
de TVAD para la producción y el  
intercambio internacional  
de programas**

**Serie BT**  
**Servicio de radiodifusión (televisión)**



## Prólogo

El Sector de Radiocomunicaciones tiene como cometido garantizar la utilización racional, equitativa, eficaz y económica del espectro de frecuencias radioeléctricas por todos los servicios de radiocomunicaciones, incluidos los servicios por satélite, y realizar, sin limitación de gamas de frecuencias, estudios que sirvan de base para la adopción de las Recomendaciones UIT-R.

Las Conferencias Mundiales y Regionales de Radiocomunicaciones y las Asambleas de Radiocomunicaciones, con la colaboración de las Comisiones de Estudio, cumplen las funciones reglamentarias y políticas del Sector de Radiocomunicaciones.

## Política sobre Derechos de Propiedad Intelectual (IPR)

La política del UIT-R sobre Derechos de Propiedad Intelectual se describe en la Política Común de Patentes UIT-T/UIT-R/ISO/CEI a la que se hace referencia en el Anexo 1 a la Resolución UIT-R 1. Los formularios que deben utilizarse en la declaración sobre patentes y utilización de patentes por los titulares de las mismas figuran en la dirección web <http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/es>, donde también aparecen las Directrices para la implementación de la Política Común de Patentes UIT-T/UIT-R/ISO/CEI y la base de datos sobre información de patentes del UIT-R sobre este asunto.

### Series de las Recomendaciones UIT-R

(También disponible en línea en <http://www.itu.int/publ/R-REC/es>)

Series	Título
<b>BO</b>	Distribución por satélite
<b>BR</b>	Registro para producción, archivo y reproducción; películas en televisión
<b>BS</b>	Servicio de radiodifusión sonora
<b>BT</b>	<b>Servicio de radiodifusión (televisión)</b>
<b>F</b>	Servicio fijo
<b>M</b>	Servicios móviles, de radiodeterminación, de aficionados y otros servicios por satélite conexos
<b>P</b>	Propagación de las ondas radioeléctricas
<b>RA</b>	Radio astronomía
<b>RS</b>	Sistemas de detección a distancia
<b>S</b>	Servicio fijo por satélite
<b>SA</b>	Aplicaciones espaciales y meteorología
<b>SF</b>	Compartición de frecuencias y coordinación entre los sistemas del servicio fijo por satélite y del servicio fijo
<b>SM</b>	Gestión del espectro
<b>SNG</b>	Periodismo electrónico por satélite
<b>TF</b>	Emisiones de frecuencias patrón y señales horarias
<b>V</b>	Vocabulario y cuestiones afines

*Nota: Esta Recomendación UIT-R fue aprobada en inglés conforme al procedimiento detallado en la Resolución UIT-R 1.*

Publicación electrónica  
Ginebra, 2009

© UIT 2009

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

## RECOMENDACIÓN UIT-R BT.709-5\*

**Valores de los parámetros de la norma de TVAD\*\* para la producción y el intercambio internacional de programas**

(Cuestión UIT-R 27/11)

(1990-1994-1995-1998-2000-2002)

**Cometido**

En la presente Recomendación se definen los parámetros y valores del formato de imagen para la TVAD. La Parte 1 de esta Recomendación no se utiliza en la actualidad y se incluye para reflejar la evolución histórica de la Recomendación. La Parte 2 de la Recomendación es de uso generalizado; los implementadores de tecnologías de radiodifusión deberían aplicar los valores recogidos en la Parte 2.

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

*considerando*

- a) que desde hace muchos años se están produciendo programas de TVAD en varios países;
- b) que los valores de los parámetros de las normas de producción de TVAD deben tener el máximo grado de comunalidad;
- c) que a tal fin se desarrollaron previamente dos normas de exploración de TVAD, la 1125/60/2:1 y la 1250/50/2:1, con un número significativo de parámetros que han sido aprobados a nivel mundial, y de las que quedan algunos equipos en servicio;
- d) que para la televisión digital, las imágenes por ordenador y otras aplicaciones se ha diseñado un formato de imagen común de TVAD de 1920 píxels por 1080 líneas que proporciona un muestreo de píxels cuadrados y cierto número de frecuencias de imagen entrelazada y progresiva (en esta Recomendación, el término «píxel» se emplea para describir un elemento de imagen en el dominio digital);
- e) que los parámetros definidos para todos estos sistemas satisfacen los objetivos de calidad establecidos para la TVAD;
- f) que las producciones cinematográficas son una importante fuente de programas de la radiodifusión de TVAD, e inversamente, que el uso de sistemas de producción de TVAD presenta considerables ventajas para la producción de programas cinematográficos;
- g) que la conversión de alta calidad entre los diversos sistemas de TVAD y la conversión a normas de televisión de 525/625 líneas se ha llevado a cabo de manera satisfactoria;
- h) que los programas producidos y archivados no quedarán obsoletos utilizando estas normas,

*recomienda*

**1** que, para la producción de programas de TVAD y el intercambio internacional, se utilice uno de los sistemas descritos en la Parte 2 de esta Recomendación.

---

\* La Comisión de Estudio 6 de Radiocomunicaciones efectuó modificaciones de redacción en esta Recomendación en 2009 de conformidad con la Resolución UIT-R 1.

\*\* «Un sistema de alta definición es un sistema diseñado para observar la imagen a una distancia aproximadamente tres veces superior a su altura, de forma que el sistema sea virtualmente o casi virtualmente transparente a la calidad de la presentación que habría percibido en la escena o representación original para un observador capacitado con una agudeza visual normal.» Informe UIT-R BT.801.

**Valores de parámetros de señal para el sistema 1125/60/2:1  
y el sistema 1250/50/2:1**

PARTE 1

**Sistemas de TVAD relacionados con la televisión convencional<sup>1</sup>**

(En los cuadros que siguen, las zonas escritas en negritas indican valores de parámetros que han sido aprobados a nivel mundial.)

**1 Conversión opto-electrónica**

Punto	Parámetro	Valor	
		1125/60/2:1	1250/50/2:1
1.1	<b>Características de la transferencia opto-electrónica antes de la precorrección no lineal</b>	<b>Se supone que es lineal</b>	
1.2	Características globales de la transferencia opto-electrónica en la fuente	$V = 1,099 L^{0,45} - 0,099$ para $1 \geq L \geq 0,018$ $V = 4,500 L$ para $0,018 > L \geq 0$ donde: $L$ : luminancia de la imagen $0 \leq L \leq 1$ $V$ : señal eléctrica correspondiente	
1.3	Coordenadas de cromaticidad (CIE, 1931)	$x$	$y$
	Color primario		
	– Rojo ( $R$ ) – Verde ( $G$ ) – Azul ( $B$ )	<b>0,640</b> <b>0,300</b> <b>0,150</b>	<b>0,330</b> <b>0,600</b> <b>0,060</b>
1.4	Cromaticidad supuesta para señales primarias iguales (Blanco de referencia)	$D_{65}$	
		$x$	$y$
	$E_R = E_G = E_B$	<b>0,3127</b>	<b>0,3290</b>

**2 Características de imagen**

Punto	Parámetro	Valor	
		1125/60/2:1	1250/50/2:1
2.1	<b>Formato de imagen</b>	<b>16:9</b>	
2.2	<b>Muestras por línea activa</b>	<b>1920</b>	
2.3	<b>Retícula de muestreo</b>	<b>Ortogonal</b>	
2.4	Líneas activas por imagen	1035	1152

<sup>1</sup> En la Parte 1 se especifican los valores de los parámetros utilizados en los inicios de la implementación de la televisión analógica de alta definición. Aquí se facilita para reconocer el hecho de que, aunque esté en desuso en la actualidad, aún existen programas de TVAD de colección en forma de grabaciones en cinta de vídeo analógico que entrañan un valor histórico, y que tal vez hayan de visionarse ocasionalmente usando un equipo apropiado.

### 3 Características de exploración de imagen

Punto	Parámetro	Valor	
		1125/60/2:1	1250/50/2:1
3.1	Orden de exploración de las muestras	De izquierda a derecha y de arriba a abajo la primera línea de la trama 1 está sobre la primera línea de la trama 2	
3.2	Relación de entrelazado	2:1	
3.3	Frecuencia de imagen (Hz)	30	25
3.4	Número total de líneas	1125	1250
3.5	Frecuencia de trama (Hz)	60	50
3.6	Frecuencia de línea (Hz)	33 750 ± 0,001%	31 250 ± 0,0001%

### 4 Formato de las señales

Los términos  $R$ ,  $G$ ,  $B$ ,  $Y$ ,  $C_B$ ,  $C_R$  se utilizan a menudo y, generalmente, se supone que se refieren, respectivamente, a las señales  $E'_R$ ,  $E'_G$ ,  $E'_B$ ,  $E'_Y$ ,  $E'_{C_B}$ ,  $E'_{C_R}$  (es decir, corresponden a las señales con precorrección gamma).

Punto	Parámetro	Valor	
		1125/60/2:1	1250/50/2:1
4.1	Precorrección no lineal conceptual de las señales primarias	$\gamma = 0,45$ (Véase el § 1.2)	
4.2	Determinación de la señal de luminancia $E'_Y$ <sup>(1)</sup>	$E'_Y = 0,2126 E'_R +$ $0,7152 E'_G +$ $0,0722 E'_B$	$E'_Y = 0,299 E'_R +$ $0,587 E'_G +$ $0,114 E'_B$
4.3	Determinación de la señal de diferencia de color (codificación analógica) <sup>(1)</sup>	$E'_{C_B} = 0,5389 (E'_B - E'_Y)$ $E'_{C_R} = 0,6350 (E'_R - E'_Y)$	$E'_{C_B} = 0,564 (E'_B - E'_Y)$ $E'_{C_R} = 0,713 (E'_R - E'_Y)$
4.4	Determinación de la señal de diferencia de color (codificación digital) $C_B$ , $C_R$	Obtenido, de forma digital, a partir de los valores del § 4.3 mediante un factor de escala	

<sup>(1)</sup> Los coeficientes de las ecuaciones se han calculado siguiendo las reglas indicadas en SMPTE RP177-1993.

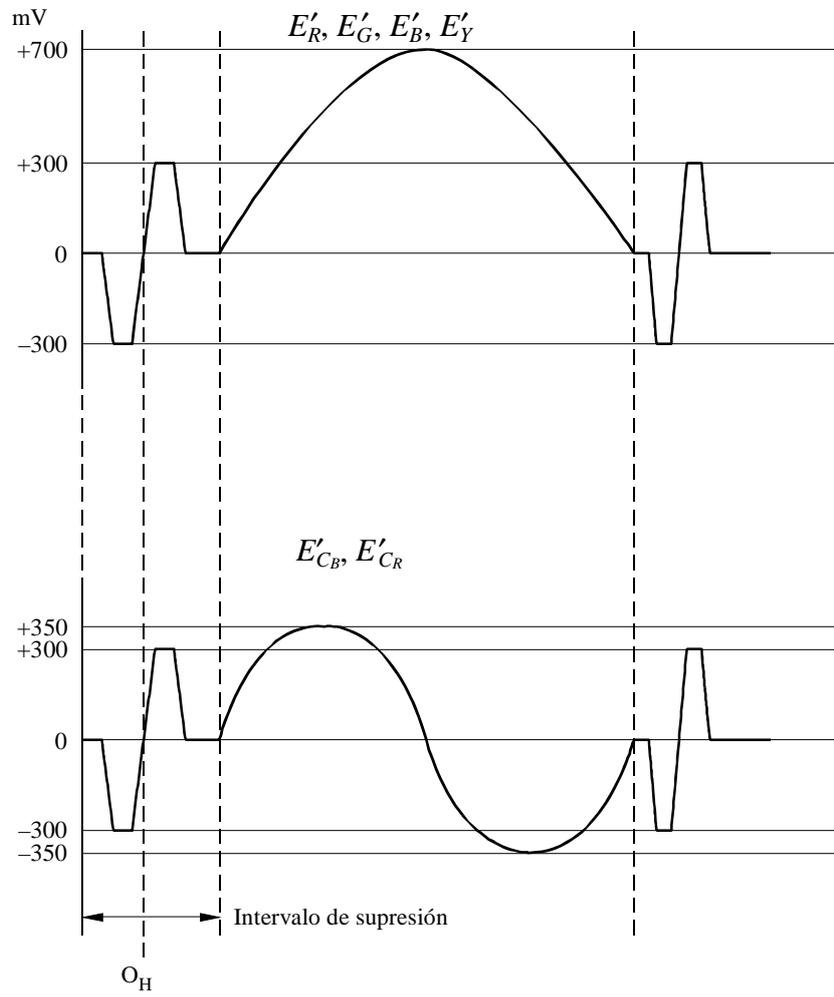
## 5 Representación analógica

Los niveles se especifican en milivoltios (mV), medidos en una terminación adaptada de 75  $\Omega$ .

Punto	Parámetro	Valor	
		1125/60/2:1	1250/50/2:1
5.1	Nivel nominal (mV) $E'_R, E'_G, E'_B, E'_Y$	<b>Negro de referencia: 0</b> <b>Blanco de referencia: 700</b> (Véase la Fig. 1)	
5.2	Nivel nominal (mV) $E'_{C_B}, E'_{C_R}$	$\pm 350$ (Véase la Fig. 1)	
5.3	Formato de las señales de sincronismo	<b>Bipolar de tres niveles</b> (Véase la Fig. 2)	
5.4	Referencia de temporización del sincronismo de línea	$O_H$ (Véase la Fig. 2)	
5.5	Nivel de sincronismo (mV)	$\pm 300 \pm 2\%$	
5.6	Temporización de la señal de sincronismo	(Véanse el Cuadro 1 y la Fig. 3) Sincronización en todas las componentes	(Véase la Fig. 4) – Tiempo de subida de $50 \pm 10$ ns (10%-90%) – Véase también la Nota <sup>(1)</sup>
5.7	Exactitud de la temporización entre componentes	No se aplica	$\pm 2$ ns
5.8	Intervalo de supresión	(Véanse el Cuadro 1 y la Fig. 5)	(Véanse los Cuadros 2 y 3)
5.9	Anchura de banda de señal nominal (MHz)	<b>30 (para todas las componentes)</b>	

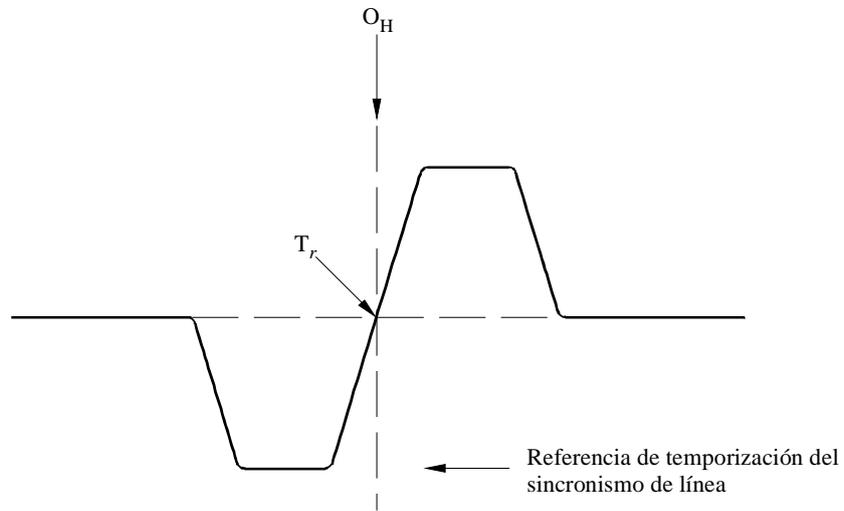
<sup>(1)</sup> Al emplear señales  $R, G, B$  se recomienda utilizar sincronización por lo menos en el canal verde; también es aceptable la transmisión de sincronismo por separado. Al emplear señales  $Y, C_B, C_R$ , al menos la señal  $Y$  lleva sincronización.

FIGURA 1  
 Nivel de sincronización en las señales componentes



0709-01

FIGURA 2  
Formato de la señal de sincronismo

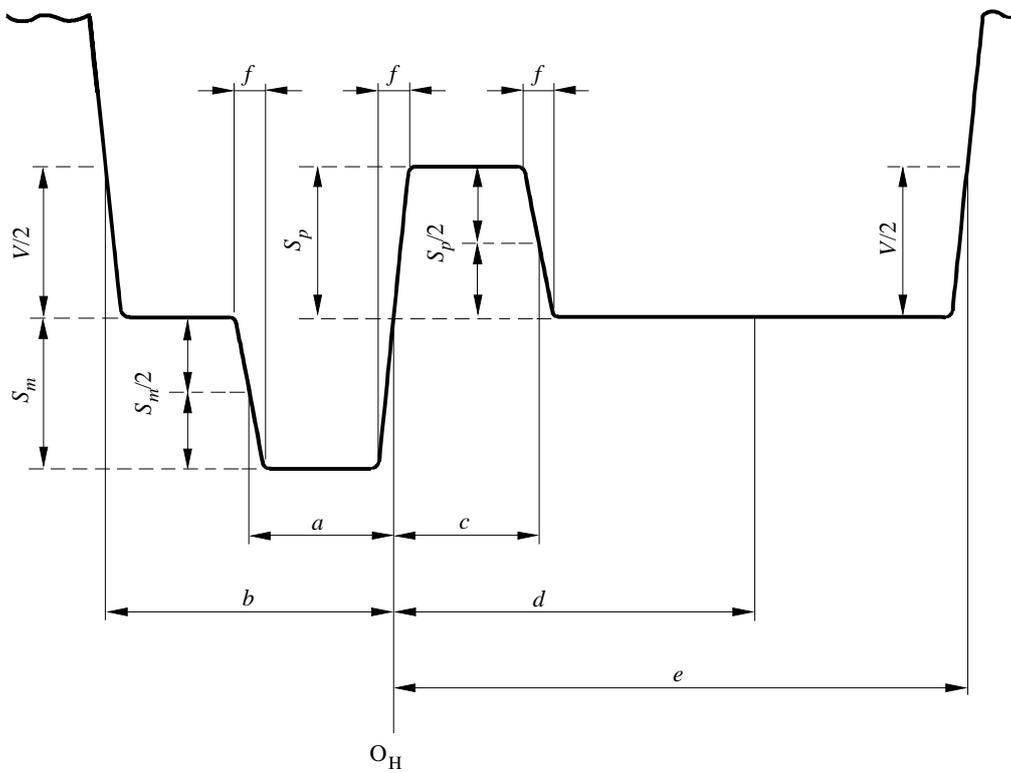


(La forma de onda presenta simetría respecto al punto  $T_r$ )

0709-02

FIGURA 3

Forma de onda de la señal de sincronismo de línea para el sistema 1125/60/2:1



Referencia de temporización de sincronismo de línea

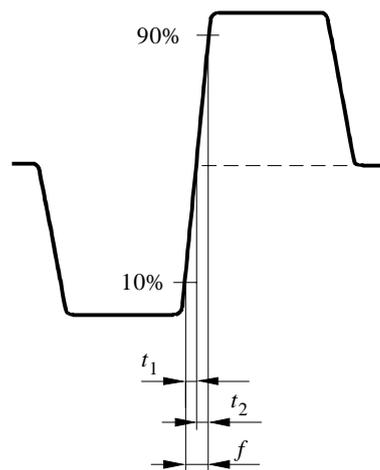
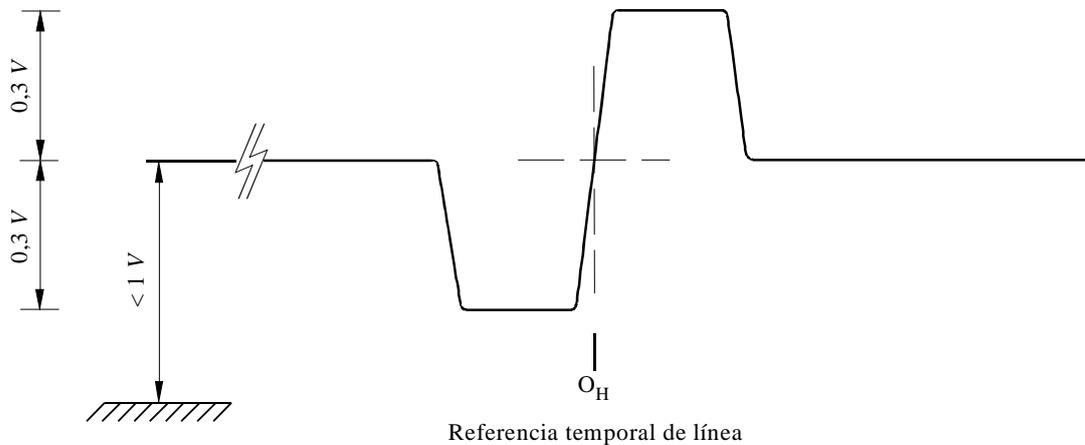


FIGURA 4

Forma de onda de la señal de sincronismo de línea para el sistema 1250/50/2:1



0709-04

CUADRO 1

Especificación de nivel y temporización de la señal de sincronización del sistema 1125/60/2:1  
(Véanse las Figs. 3 y 5)

Símbolo	Parámetro	Valor nominal	Intervalos de reloj de referencia	Tolerancia
$a$	Anchura de sincronización de línea negativa	0,593 $\mu\text{s}$	44	$\pm 0,040 \mu\text{s}$
$b$	Fin de vídeo activo	1,185 $\mu\text{s}$	88	+0,080 $\mu\text{s}/- 0 \mu\text{s}$
$c$	Anchura de sincronización de línea positiva	0,593 $\mu\text{s}$	44	$\pm 0,040 \mu\text{s}$
$d$	Periodo de fijación	1,778 $\mu\text{s}$	132	$\pm 0,040 \mu\text{s}$
$e$	Comienzo de vídeo activo	2,586 $\mu\text{s}$	192	+0,080 $\mu\text{s}/- 0 \mu\text{s}$
$f$	Tiempo de subida/caída	0,054 $\mu\text{s}$	4	$\pm 0,020 \mu\text{s}$
$t_2 - t_1$	Simetría del borde de subida	–	–	$\pm 0,002 \mu\text{s}$
$S_m$	Amplitud del impulso negativo	300 mV	–	$\pm 6 \text{ mV}$
$S_p$	Amplitud del impulso positivo	300 mV	–	$\pm 6 \text{ mV}$
$V$	Amplitud de la señal vídeo	700 mV	–	–
–	Intervalo de supresión de trama	45 H/trama	99 000	–



CUADRO 2

**Detalles de la temporización de línea para el sistema 1250/50/2:1**  
(Véanse las Figs. 4, 6 y 7)

Punto	Parámetro	Tiempo (μs)	Muestras a 2,25 MHz	Muestras a 72 MHz
1	Longitud de línea total	32	72	2 304
2	Longitud de línea activa <sup>(1)</sup> – digital – analógico	26,67 26,00	60 (58,5)	1 920 1 872
3	Supresión de línea <sup>(2)</sup> – digital – analógico	5,33 6,00	12 (13,5)	384 432
4	Rellano anterior <sup>(2)</sup>	0,89	2	64
5	Rellano posterior <sup>(2)</sup>	2,67	6	192
6	Anchura mitad de la sincronización de tres niveles (T-sinc)	0,89	2	64
7	Impulso de trama	8,00	18	576

<sup>(1)</sup> Se supone que la disposición relativa de las líneas activas analógicas y digitales es como en la Recomendación UIT-R BT.601 (Anexo 1, Parte A) (es decir, simétrica). La línea activa analógica se mide a partir de la altura mitad de la señal después de la supresión de línea. Se supone que los tiempos de subida y de caída son de 15 ns, quedando pendiente la ratificación. En la salida del estudio debería aplicarse de preferencia la supresión analógica.

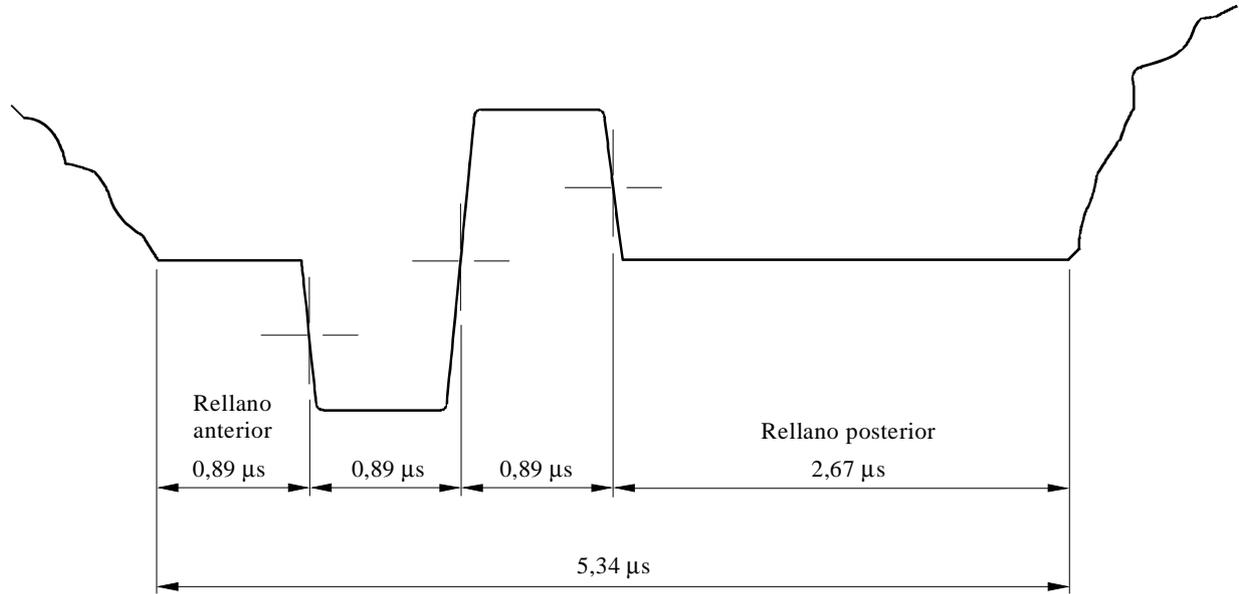
<sup>(2)</sup> El rellano anterior se define como el intervalo comprendido entre el final del vídeo activo y la altura mitad del borde negativo anterior del impulso de sincronismo de tres niveles. De modo similar, el rellano posterior es el intervalo comprendido entre la altura mitad del borde negativo posterior del impulso de sincronización de tres niveles y el comienzo del vídeo activo (véase la Fig. 6).

CUADRO 3

**Detalles de temporización de trama para el sistema 1250/50/2:1**  
(Véanse las Figs. 7 y 8)

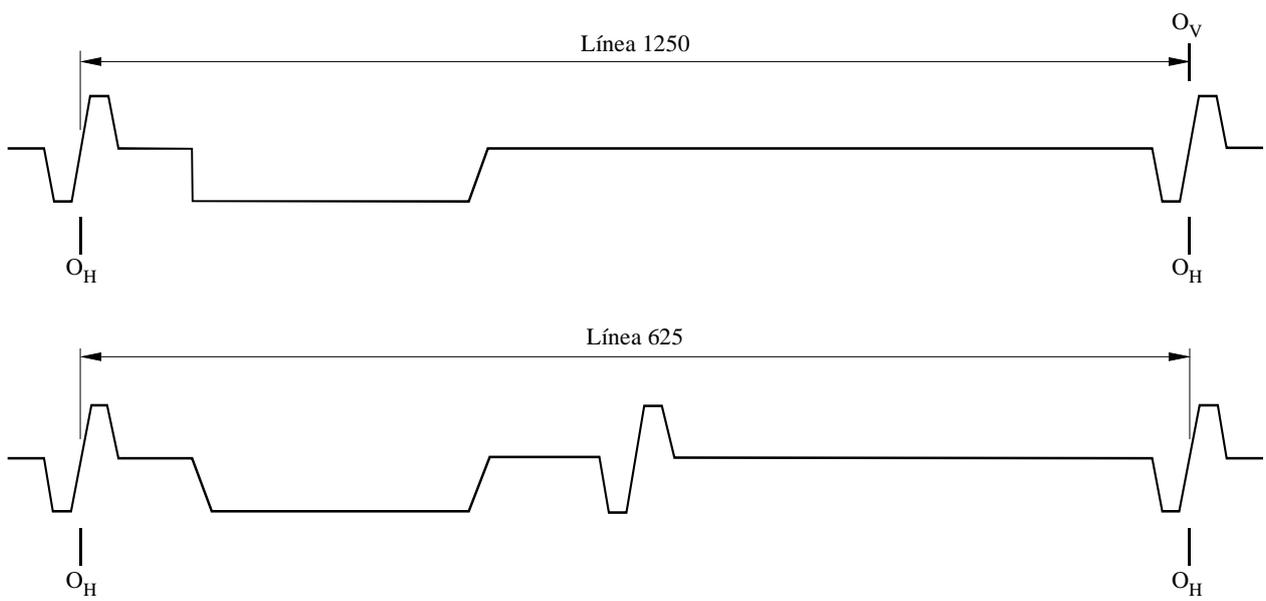
Punto	Parámetro	Valor/descripción
1	Número total de líneas por cuadro	1250
2	Número total de líneas por trama	625
3	Líneas activas por cuadro	1152
4	Líneas activas por trama	576
5	Referencia de cuadro $O_V$	$O_H$ en la línea 1
6	Indicación de cuadro	Línea 1250
7	Indicación de trama	Línea 625
8	Líneas activas en la trama 1	Líneas 45 ... 620 inclusive
9	Líneas activas en la trama 2	Líneas 670 ... 1245 inclusive
10	Supresión de trama	Líneas 1246 ... 44 y 621 ... 669 inclusive

FIGURA 6  
 Referencia de temporización de sincronismo de línea para el sistema 1250/50/2:1 después de la conversión D/A y antes de la supresión analógica final



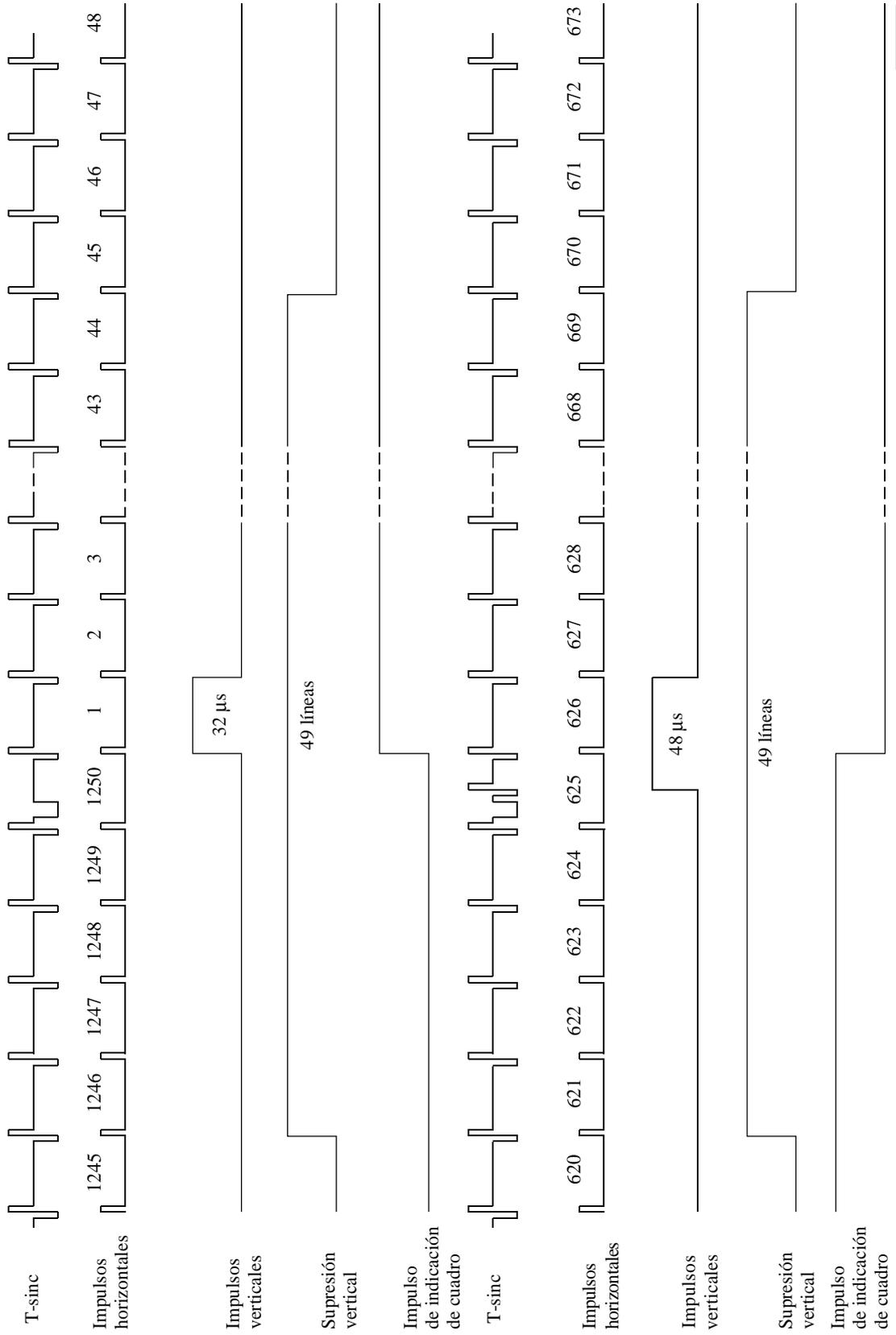
0709-06

FIGURA 7  
 Identificación de cuadro y de trama para el sistema 1250/50/2:1



0709-07

FIGURA 8  
 Temporización de las señales durante el intervalo de supresión  
 de trama para el sistema 1250/50/2:1



## 6 Representación digital

Punto	Parámetro	Valor	
		1125/60/2:1	1250/50/2:1
6.1	Señal codificada	<i>R, G, B, o Y, C<sub>B</sub>, C<sub>R</sub></i>	
6.2	Retícula de muestreo – <i>R, G, B, Y</i>	Ortogonal, repetitiva en cada línea y cada imagen	
6.3	Señales de retícula de muestreo – <i>C<sub>B</sub>, C<sub>R</sub></i>	Ortogonales, repetitivas en cada línea y en cada imagen, coubicadas mutuamente y con muestras <i>Y</i> alternadas <sup>(1)</sup>	
6.4	Frecuencia de muestreo (MHz) – <i>R, G, B, Y</i>	(Múltiplos de 2,25 MHz)	
		74,25 ± 0,001% (33 × 2,25)	72 ± 0,0001% (32 × 2,25)
6.5	Frecuencia de muestreo (MHz) – <i>C<sub>B</sub>, C<sub>R</sub></i>	(La mitad de la frecuencia de muestreo de la luminancia)	
		37,125 ± 0,001% (33/2 × 2,25)	36 ± 0,0001% (32/2 × 2,25)
6.6	Número de muestras por línea completa – <i>R, G, B, Y</i> – <i>C<sub>B</sub>, C<sub>R</sub></i>	2 200 1 100	2 304 1 152
6.7	Número de muestras activas por línea – <i>R, G, B, Y</i> – <i>C<sub>B</sub>, C<sub>R</sub></i>	1 920 960	
6.8	Formato de codificación	Lineal, 8 ó 10 bits/componente	
6.9	Relación de temporización entre la referencia de sincronismo analógica O <sub>H</sub> y los datos vídeo (en periodos de reloj)	192	256
6.10	Niveles de cuantificación <sup>(2)</sup> – Nivel de negro <i>R, G, B, Y</i> – Acromático <i>C<sub>B</sub>, C<sub>R</sub></i> – Valor de cresta nominal – <i>R, G, B, Y</i> – <i>C<sub>B</sub>, C<sub>R</sub></i>	Codificación de 8 bits  16 128 235 16 y 240	
6.11	Asignación de nivel de cuantificación <sup>(3)</sup> – Datos vídeo – Referencias de temporización <sup>(2)</sup>	Codificación de 8 bits  1 a 254 0 y 255	
6.12	Características de filtro <sup>(4)</sup> – <i>R, G, B, Y</i> – <i>C<sub>B</sub>, C<sub>R</sub></i>	Véase la Fig. 9A Véase la Fig. 9B	Véase la Fig. 10A Véase la Fig. 10B

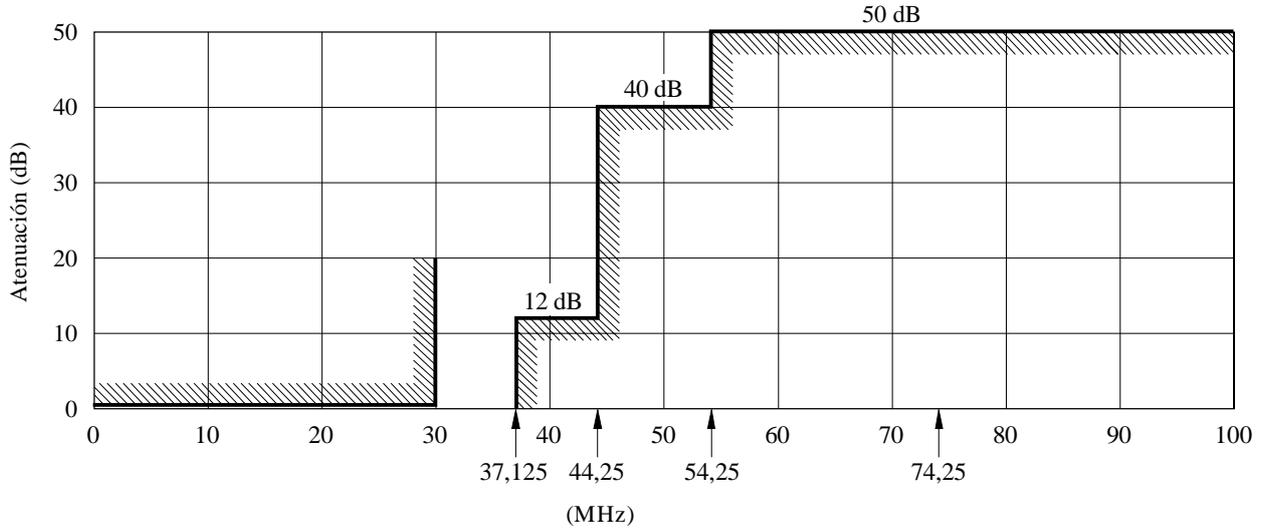
(1) La primera muestra activa de diferencia de color está coubicada con la primera muestra activa de luminancia.

(2) Para 1125/60/2:1 – En el caso de la representación de 10 bits, se ignoran los dos LSB.

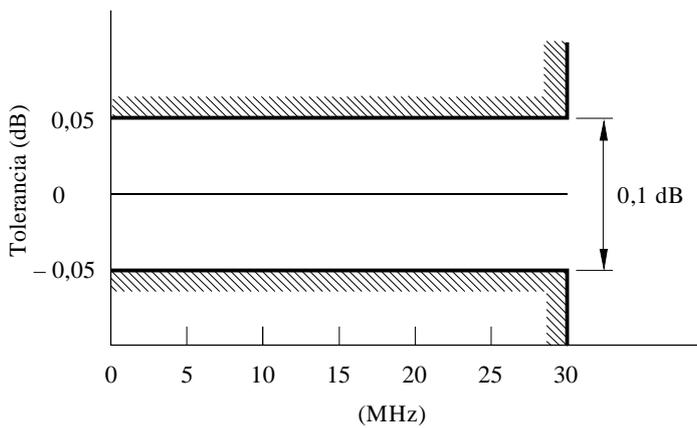
(3) Para 1125/60/2:1 – Para la codificación de 10 bits se añaden dos LSB a las palabras de código 8 bits.  
Para 1250/50/2:1 – Está estudiándose la representación de 10 bits.

(4) Estos filtros se definen como directrices.

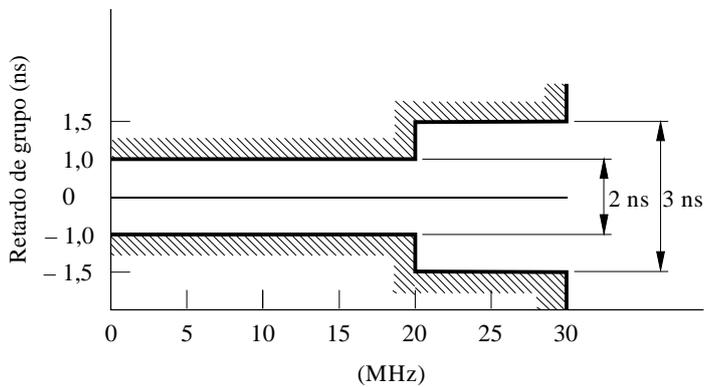
FIGURA 9A  
 Características de filtrado para las señales R, G, B e Y  
 para el sistema 1125/60/2:1



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



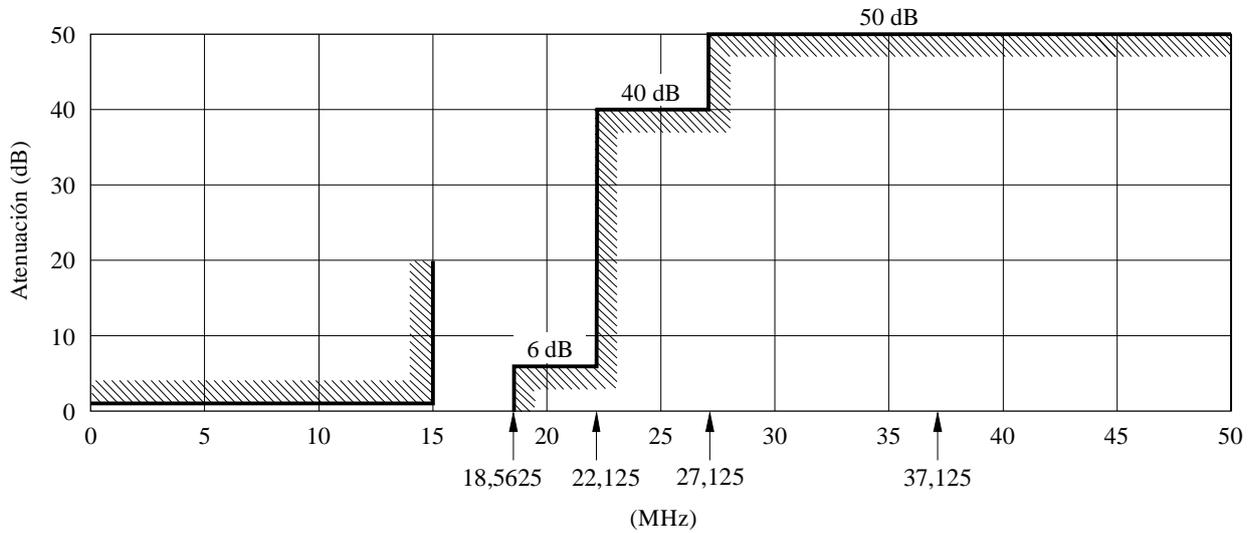
b) Tolerancia para el rizado en la banda de paso



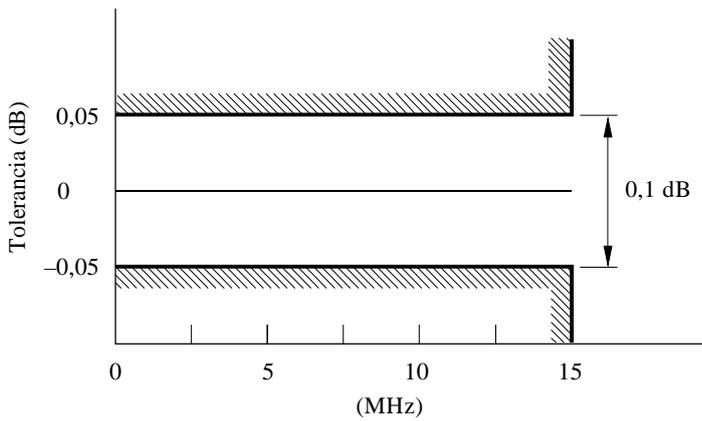
c) Tolerancia para el retardo de grupo en la banda de paso

Nota 1 – El valor más bajo de la frecuencia en b) y c) es 100 kHz (en vez de 0 MHz).

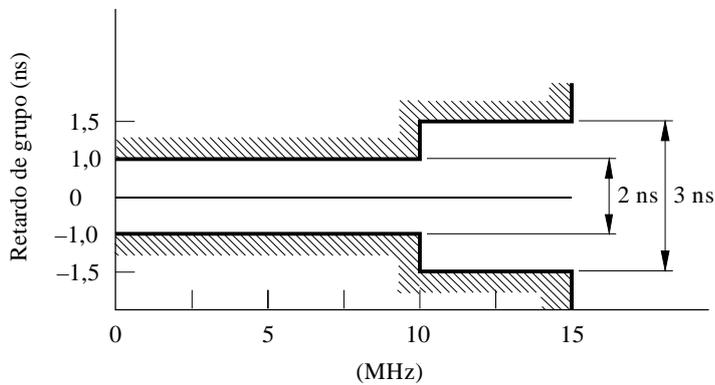
FIGURA 9B  
 Características de filtrado para las señales  $C_B$  y  $C_R$   
 para el sistema 1125/60/2:1



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



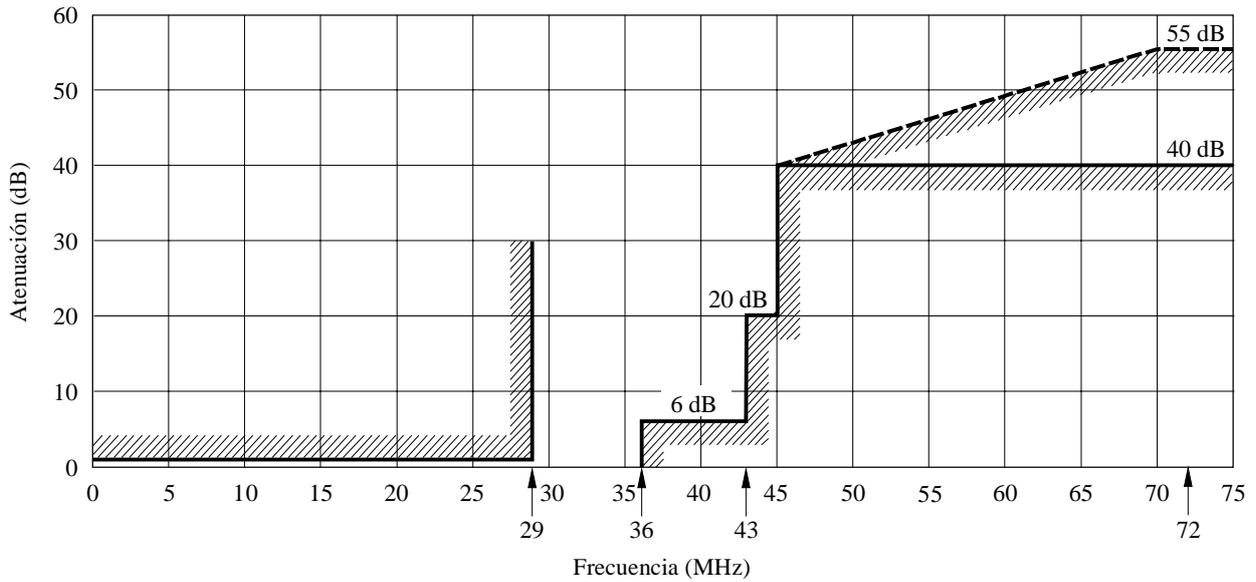
b) Tolerancia para el rizado en la banda de paso



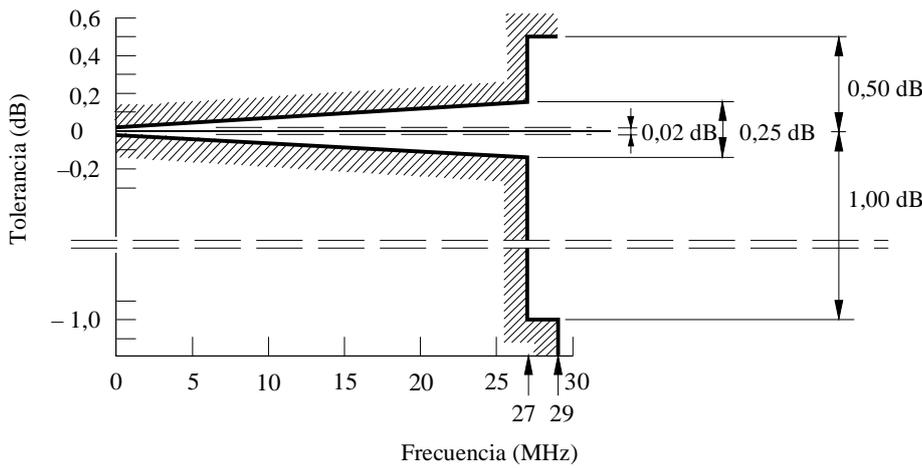
c) Tolerancia para el retardo de grupo en la banda de paso

Nota 1 – El valor más bajo de la frecuencia en b) y c) es 100 kHz (en vez de 0 MHz).

FIGURA 10A  
Características de filtrado para las señales R, G, B e Y  
para el sistema 1250/50/2:1



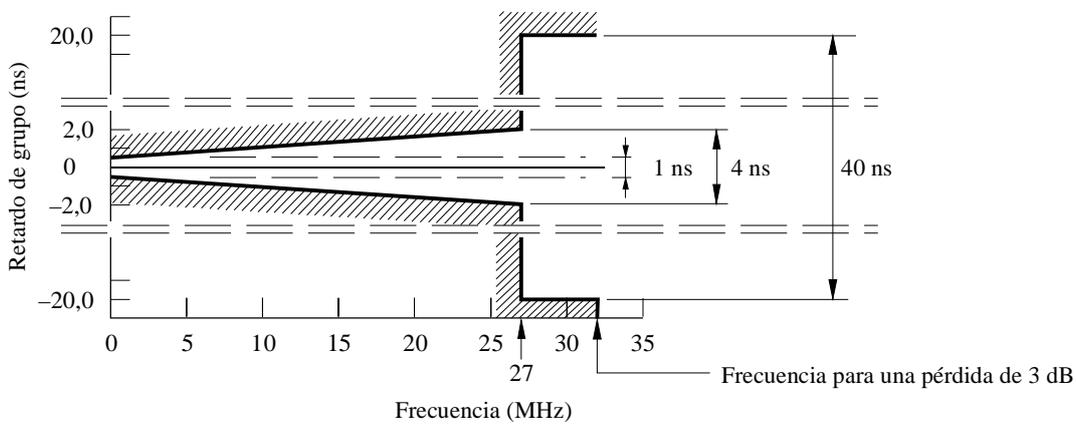
a) Máscara de la característica de pérdida de inserción en función de la frecuencia



b) Tolerancia para el rizado en la banda de paso

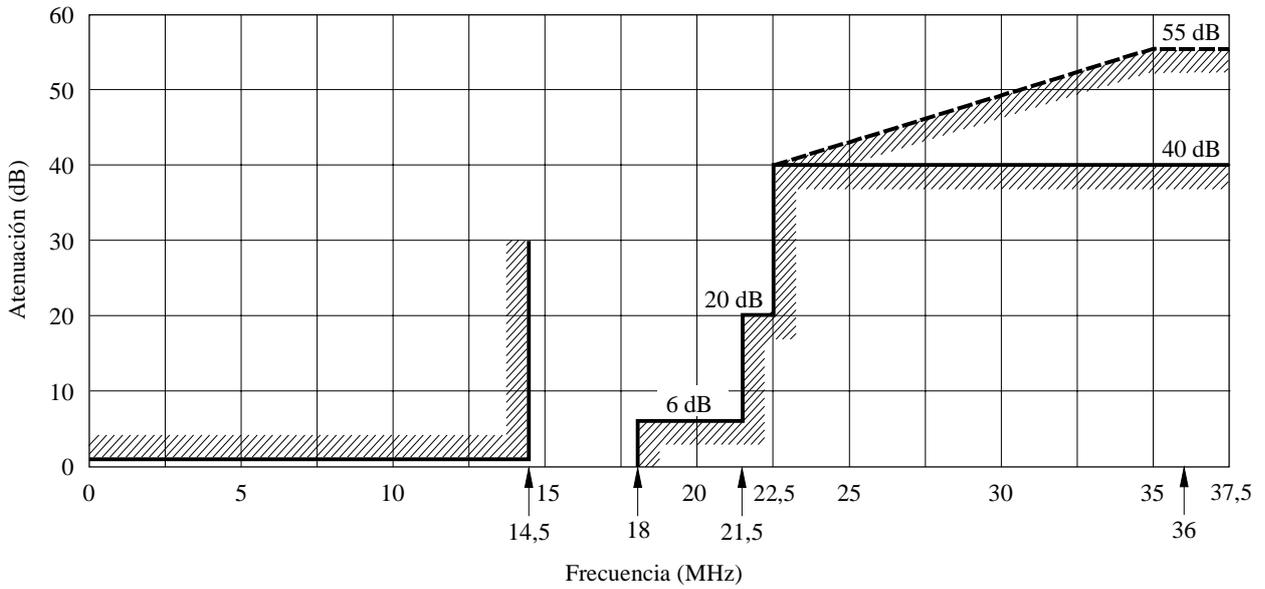
*Nota 1* – En una realización digital:  
 – la pérdida de inserción debe ser al menos de 55 dB por encima de 70 MHz (máscara de línea de trazos),  
 – la característica de amplitud en función de la frecuencia (en una escala lineal) debe ser antisimétrica alrededor del punto de amplitud mitad,  
 – la distorsión de retardo de grupo debe ser nula, por diseño.

*Nota 2* – El rizado y el retardo de grupo se especifican con relación a sus valores a 5 kHz.

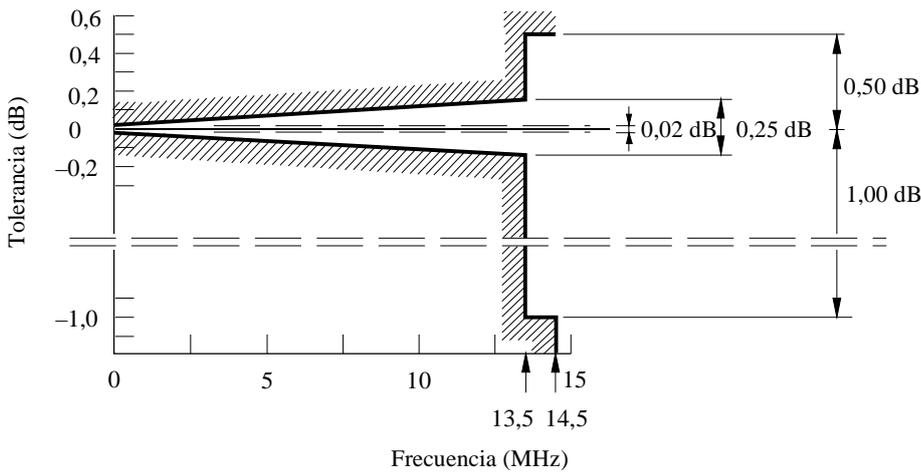


c) Tolerancia para el retardo de grupo en la banda de paso

FIGURA 10B  
Características de filtrado para las señales  $C_B$  y  $C_R$   
para el sistema 1250/50/2:1



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

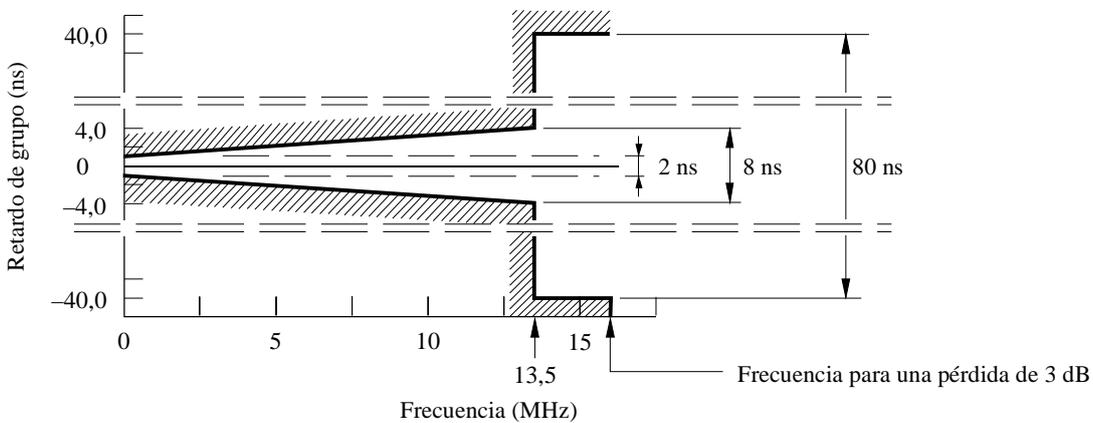


b) Tolerancia para el rizado en la banda de paso

Nota 1 – En una realización digital:

- la pérdida de inserción debe ser al menos de 55 dB por encima de 35 MHz (plantilla de línea de trazos),
- la característica de amplitud en función de la frecuencia (en una escala lineal) debe ser antisimétrica alrededor del punto de amplitud mitad,
- la distorsión de retardo de grupo debe ser nula, por diseño.

Nota 2 – El rizado y el retardo de grupo se especifican con relación a sus valores a 5 kHz.



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

## PARTE 2

**Sistema de TVAD con formato de imagen común de píxel cuadrado****Introducción**

El formato de imagen común (CIF, *common image format*) se define de manera que tenga valores de parámetros de imagen común independientes de la frecuencia de imagen. Se especifican las siguientes frecuencias de imagen: 60 Hz, 50 Hz, 30 Hz, 25 Hz, 24 Hz. Para los sistemas de 60, 30 y 24 Hz, se especifican también frecuencias de imagen con estos valores divididos por 1,001. Los valores de los parámetros de estos sistemas referidos en el cuadro del § 6 de esta Parte se presentan entre paréntesis.

Las imágenes se definen para captura progresiva (P) y captura con entrelazado (I). Las imágenes de captura progresiva pueden transportarse con transporte progresivo (P) o transporte de cuadro segmentado progresivo (PsF, *progressive segmented frame*). Las imágenes de captura con entrelazado pueden transportarse con transporte entrelazado (I). Véase en el Anexo 1 una descripción del transporte de cuadro segmentado.

Se obtienen así las siguientes combinaciones de frecuencias de imagen y de transportes:

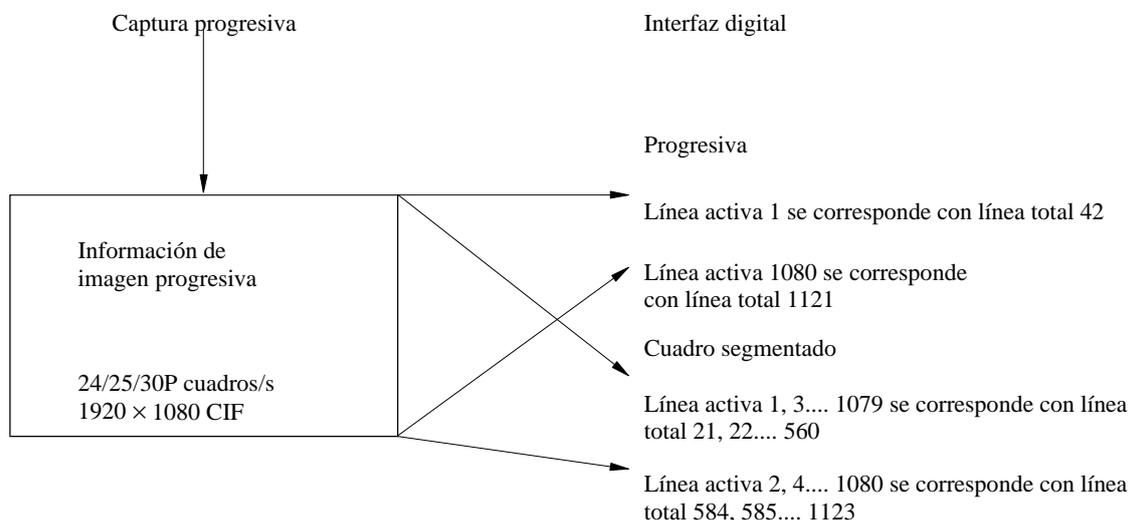
Sistema	Captura (Hz)	Transporte
60/P	60, progresiva	Progresivo
30/P	30, progresiva	Progresivo
30/PsF	30, progresiva	Cuadro segmentado
60/I	30, con entrelazado	Con entrelazado
50/P	50, progresiva	Progresivo
25/P	25, progresiva	Progresivo
25/PsF	25, progresiva	Cuadro segmentado
50/I	25, con entrelazado	Con entrelazado
24/P	24, progresiva	Progresivo
24/PsF	24, progresiva	Cuadro segmentado

En los casos en los que se transporta una imagen de captura progresiva como un cuadro segmentado, o se procesa una señal de cuadro segmentado en un formato progresivo, se observarán las siguientes reglas (véase la Fig. 11):

- la numeración de líneas desde la cima del cuadro capturado hasta el fondo del cuadro capturado será secuencial;
- la línea activa 1 y la línea activa 1080 de la imagen de captura progresiva se hará corresponder con la línea total 42 y con la línea total 1121, respectivamente de las 1125 líneas totales;
- las líneas activas impares de la imagen de captura progresiva (1, 3, ..., 1079) se harán corresponder con las líneas totales 21 a 560 de la interfaz de cuadro segmentado;
- las líneas activas pares de la imagen de captura progresiva (2, 4, ..., 1080) se harán corresponder con las líneas totales 584 a 1123 de la interfaz de cuadro segmentado.

Con estas reglas, el transporte de cuadro segmentado tiene la misma numeración de líneas que la del transporte con entrelazado.

FIGURA 11  
Correspondencia entre imágenes progresivas e interfaces de transporte de cuadro progresivo y segmentado



0709-11

## 1 Conversión opto-electrónica

Punto	Parámetro	Valores del sistema									
		60/P	30/P	30/PsF	60/I	50/P	25/P	25/PsF	50/I	24/P	24/PsF
1.1	Características de la transferencia opto-electrónica antes de la precorrección no lineal	Se supone que es lineal									
1.2	Características globales de la transferencia opto-electrónica en la fuente	$V = 1,099 L^{0,45} - 0,099$ para $1 \geq L \geq 0,018$ $V = 4,500 L$ para $0,018 > L \geq 0$ donde: $L$ : luminancia de la imagen $0 \leq L \leq 1$ $V$ : señal eléctrica correspondiente									
1.3	Coordenadas de cromaticidad (CIE, 1931)	$x$					$y$				
	Color primario	- Rojo ( $R$ ) 0,640 - Verde ( $G$ ) 0,300 - Azul ( $B$ ) 0,150					0,330 0,600 0,060				
1.4	Cromaticidad supuesta para señales primarias iguales (Blanco de referencia)	$D_{65}$									
		$x$					$y$				
	$E_R = E_G = E_B$	0,3127					0,3290				

## 2 Características de imagen

Punto	Parámetro	Valores del sistema									
		60/P	30/P	30/PsF	60/I	50/P	25/P	25/PsF	50/I	24/P	24/PsF
2.1	Formato de imagen	16:9									
2.2	Muestras por línea activa	1 920									
2.3	Retícula de muestreo	Ortogonal									
2.4	Líneas activas por imagen	1080									
2.5	Formato del píxel	1:1 (píxels cuadrados)									

## 3 Formato de las señales

Punto	Parámetro	Valores de sistema									
		60/P	30/P	30/PsF	60/I	50/P	25/P	25/PsF	50/I	24/P	24/PsF
3.1	Precorrección no lineal conceptual de las señales primarias	$\gamma = 0,45$ (Véase el § 1.2)									
3.2	Determinación de la señal de luminancia $E'_Y$	$E'_Y = 0,2126 E'_R + 0,7152 E'_G + 0,0722 E'_B$									
3.3	Determinación de la señal de diferencia de color (codificación analógica)	$E'_{CB} = \frac{E'_B - E'_Y}{1,8556}$ $= \frac{-0,2126E'_R - 0,7152E'_G + 0,9278E'_B}{1,8556}$ $E'_{CR} = \frac{E'_R - E'_Y}{1,5748}$ $= \frac{0,7874 E'_R - 0,7152 E'_G - 0,0722 E'_B}{1,5748}$									
3.4	Cuantificación de las señales de luminancia $RVA$ y de diferencia de color <sup>(1), (2)</sup>	$D'_R = \text{INT} \left[ (219 E'_R + 16) \cdot 2^{n-8} \right]$ $D'_G = \text{INT} \left[ (219 E'_G + 16) \cdot 2^{n-8} \right]$ $D'_B = \text{INT} \left[ (219 E'_B + 16) \cdot 2^{n-8} \right]$ $D'_Y = \text{INT} \left[ (219 E'_Y + 16) \cdot 2^{n-8} \right]$ $D'_{CB} = \text{INT} \left[ (224 E'_{CB} + 128) \cdot 2^{n-8} \right]$ $D'_{CR} = \text{INT} \left[ (224 E'_{CR} + 128) \cdot 2^{n-8} \right]$									
3.5	Derivación de las señales de luminancia y de diferencia de color a través de la cuantificación de las señales $RVA$	$D'_Y = \text{INT} \left[ 0,2126 D'_R + 0,7152 D'_G + 0,0722 D'_B \right]$ $D'_{CB} = \text{INT} \left[ \left( -\frac{0,2126}{1,8556} D'_R - \frac{0,7152}{1,8556} D'_G + \frac{0,9278}{1,8556} D'_B \right) \cdot \frac{224}{219} + 2^{n-1} \right]$ $D'_{CR} = \text{INT} \left[ \left( \frac{0,7874}{1,5748} D'_R - \frac{0,7152}{1,5748} D'_G - \frac{0,0722}{1,5748} D'_B \right) \cdot \frac{224}{219} + 2^{n-1} \right]$									

(1) «n» designa el número de longitud en bit de la señal cuantificada.

(2) El operador INT devuelve el valor 0 para partes fraccionarias en el intervalo de 0 a 0,4999... y +1 para las partes fraccionarias en el intervalo de 0,5 a 0,9999..., es decir, redondea al alza las fracciones superiores a 0,5.

## 4 Representación analógica

Punto	Parámetro	Valores del sistema									
		60/P	30/P	30/PsF	60/I	50/P	25/P	25/PsF	50/I	24/P	24/PsF
4.1	Nivel nominal (mV) $E'_R, E'_G, E'_B, E'_Y$	Negro de referencia: 0 Blanco de referencia: 700 (Véase la Fig. 13B)									
4.2	Nivel nominal (mV) $E'_{C_B}, E'_{C_R}$	$\pm 350$ (Véase la Fig. 13B)									
4.3	Formato de las señales de sincronismo	Bipolar de tres niveles (Véase la Fig. 13A)									
4.4	Referencia de temporización del sincronismo de línea	$O_H$ (Véase la Fig. 13A)									
4.5	Nivel de sincronismo (mV)	$\pm 300 \pm 2\%$									
4.6	Temporización de la señal de sincronismo	Sincronización en todas las componentes (Véanse el Cuadro 4, las Figs. 12 y 13)									
4.7	Intervalo de supresión	(Véanse el Cuadro 4, las Figs. 12 y 13)									

## 5 Representación digital

Punto	Parámetro	Valores del sistema									
		60/P	30/P	30/PsF	60/I	50/P	25/P	25/PsF	50/I	24/P	24/PsF
5.1	Señal codificada	$R, G, B$ o $Y, C_B, C_R$									
5.2	Retícula de muestreo – $R, G, B, Y$	Ortogonal, repetitiva en cada línea y cada imagen									
5.3	Señales de retícula de muestreo – $C_B, C_R$	Ortogonales, repetitivas en cada línea y en cada imagen, coubicadas mutuamente y con muestras $Y$ alternadas <sup>(1)</sup>									
5.4	Número de muestras activas por línea – $R, G, B, Y$ – $C_B, C_R$	1 920 960									
5.5	Formato de codificación	Lineal, 8 ó 10 bits/componente									
5.6	Niveles de cuantificación – Nivel de negro $R, G, B, Y$ – Acromático $C_B, C_R$ – Valor de cresta nominal – $R, G, B, Y$ – $C_B, C_R$	Codificación de 8 bits					Codificación de 10 bits				
		16					64				
		128					512				
5.7	Asignación de nivel de cuantificación – Datos vídeo – Referencia de temporización	Codificación de 8 bits					Codificación de 10 bits				
		1 a 254					4 a 1 019				
		0 y 255					0-3 y 1 020-1 023				
5.8	Características de filtro <sup>(2)</sup> – $R, G, B, Y$ – $C_B, C_R$	Véase la Fig. 14A Véase la Fig. 14B									

(1) Las primeras muestras activas de diferencia de color están coubicadas con la primera muestra activa de luminancia.

(2) Estos filtros se definen como directrices.

## 6 Características de exploración de imagen

Punto	Parámetro	Valores del sistema									
		60/P	30/P	30/PsF	60/I	50/P	25/P	25/PsF	50/I	24/P	24/PsF
6.1	Orden de exploración de las muestras en un sistema con exploración	De izquierda a derecha y de arriba abajo En los sistemas de entrelazado la primera línea activa de la trama 1 está en la parte superior de la imagen									
6.2	Número total de líneas	1125									
6.3	Frecuencia trama/cuadro (Hz)	60 (60/1,001)	30 (30/1,001)	60 (60/1,001)	50	25	50	24 (24/1,001)	48 (48/1,001)		
6.4	Relación de entrelazado	1:1			2:1	1:1			2:1	1:1	
6.5	Frecuencia de imagen (Hz)	60 (60/1,001)	30 (30/1,001)		50	25			24 (24/1,001)		
6.6	Frecuencia de línea <sup>(1)</sup> (Hz)	67 500 (67 500/1,001)	33 750 (33 750/1,001)		56 250	28 125			27 000 (27 000/1,001)		
6.7	Muestras por línea completa – $R, G, B, Y$ – $C_B, C_R$	2 200 1 100			2 640 1 320			2 750 1 375			
6.8	Anchura de banda de señal analógica nominal <sup>(2)</sup> (MHz)	60	30		60	30					
6.9	Frecuencia de muestreo – $R, G, B, Y$ (MHz)	148,5 (148,5/1,001)	74,25 (74,25/1,001)		148,5	74,25			74,25 (74,25/1,001)		
6.10	Frecuencia de muestreo <sup>(3)</sup> – $C_B, C_R$ (MHz)	74,25 (74,25/1,001)	37,125 (37,125/1,001)		74,25	37,125			37,125 (37,125/1,001)		

(1) La tolerancia en las frecuencias es  $\pm 0,001\%$ .

(2) La anchura de banda es para todas las componentes.

(3) La frecuencia de muestreo  $C_B, C_R$  es la mitad de la frecuencia de muestreo de luminancia.

**CUADRO 4**  
**Especificación de nivel y temporización de línea**  
**(Véanse las Figs. 12 y 13)**

Símbolo	Parámetro	Valores del sistema									
		60/P	30/P	30/PsF	60/I	50/P	25/P	25/PsF	50/I	24/P	24/PsF
<i>T</i>	Intervalo de reloj de referencia (μs)	1/148,5 (1,001/148,5)	1/74,25 (1,001/74,25)			1/148,5	1/74,25			1/74,25 (1,001/74,25)	
<i>a</i>	Anchura de la sincronización de línea negativa <sup>(1)</sup> ( <i>T</i> )	44 ± 3									
<i>b</i>	Fin de vídeo activo <sup>(2)</sup> ( <i>T</i> )	88 <sup>+6</sup> -0				528 <sup>+6</sup> -0				638 <sup>+6</sup> -0	
<i>c</i>	Anchura de sincronización de línea positiva ( <i>T</i> )	44 ± 3									
<i>d</i>	Periodo de fijación ( <i>T</i> )	132 ± 3									
<i>e</i>	Comienzo de vídeo activo ( <i>T</i> )	192 <sup>+6</sup> -0									
<i>f</i>	Tiempo de subida/caída ( <i>T</i> )	4 ± 1,5									
-	Intervalo de línea activa ( <i>T</i> )	1 920 <sup>+0</sup> -12									
<i>S<sub>m</sub></i>	Amplitud del impulso negativo (mV)	300 ± 6									
<i>S<sub>p</sub></i>	Amplitud del impulso positivo (mV)	300 ± 6									
<i>V</i>	Amplitud de la señal de vídeo (mV)	700									
<i>H</i>	Intervalo de línea total ( <i>T</i> )	2200				2640				2750	
<i>g</i>	Intervalo de línea mitad ( <i>T</i> )	1100				1320				1375	
<i>h</i>	Anchura de la sincronización vertical ( <i>T</i> )	1 980 ± 3		880 ± 3		1 980 ± 3		880 ± 3		1 980 ± 3	880 ± 3
<i>k</i>	Fin del impulso de sincronización vertical ( <i>T</i> )	88 ± 3				528 ± 3		308 ± 3		638 ± 3	363 ± 3

(1) «*T*» indica la duración de un reloj de referencia o la recíproca de la frecuencia del reloj.

(2) Una «línea» comienza en la referencia de temporización de sincronización de línea O<sub>H</sub> (inclusive) y finaliza inmediatamente antes del siguiente O<sub>H</sub> (exclusive).

FIGURA 12A  
 Forma de onda de la señal de sincronismo de trama/cuadro/segmento

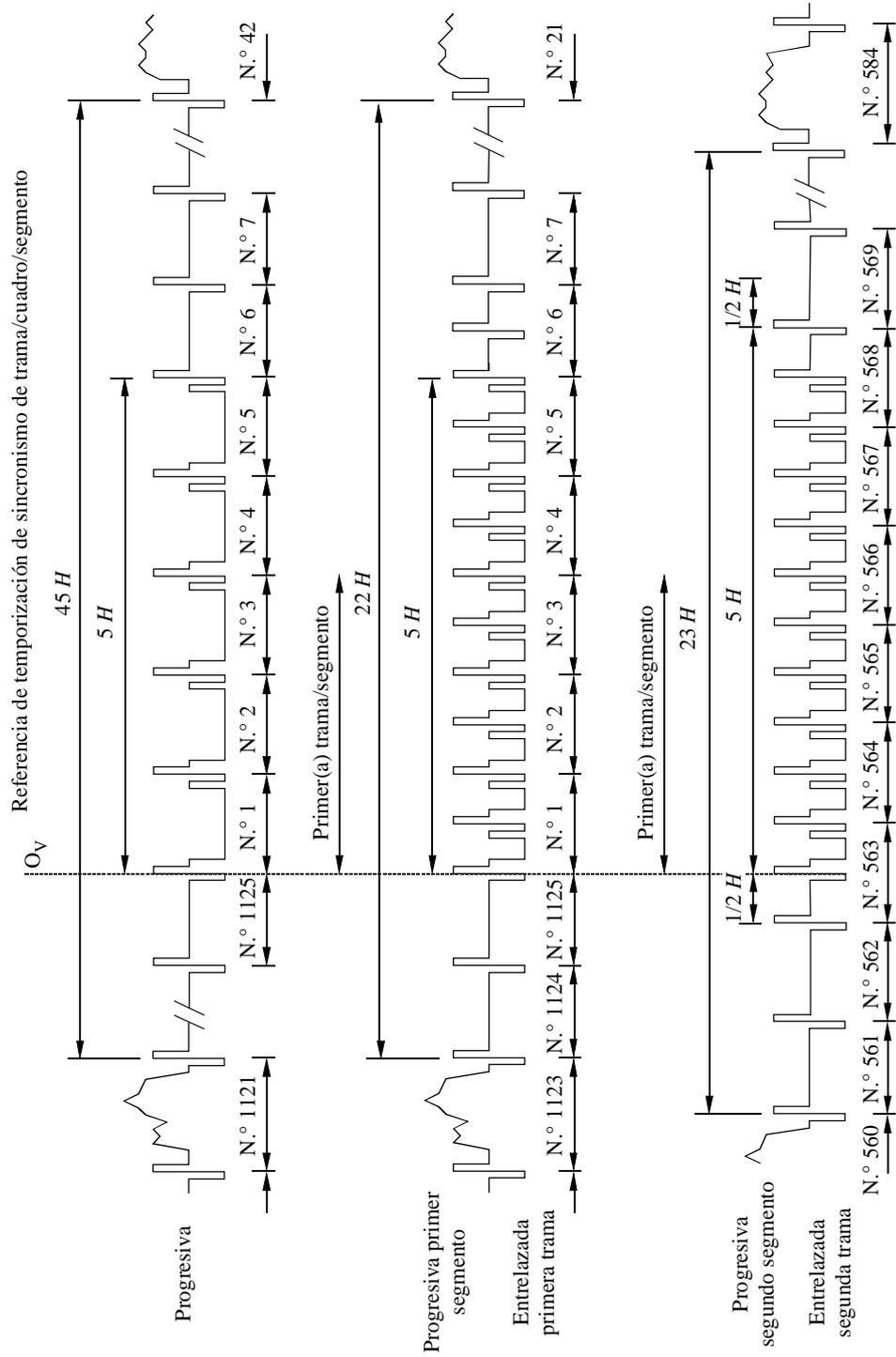
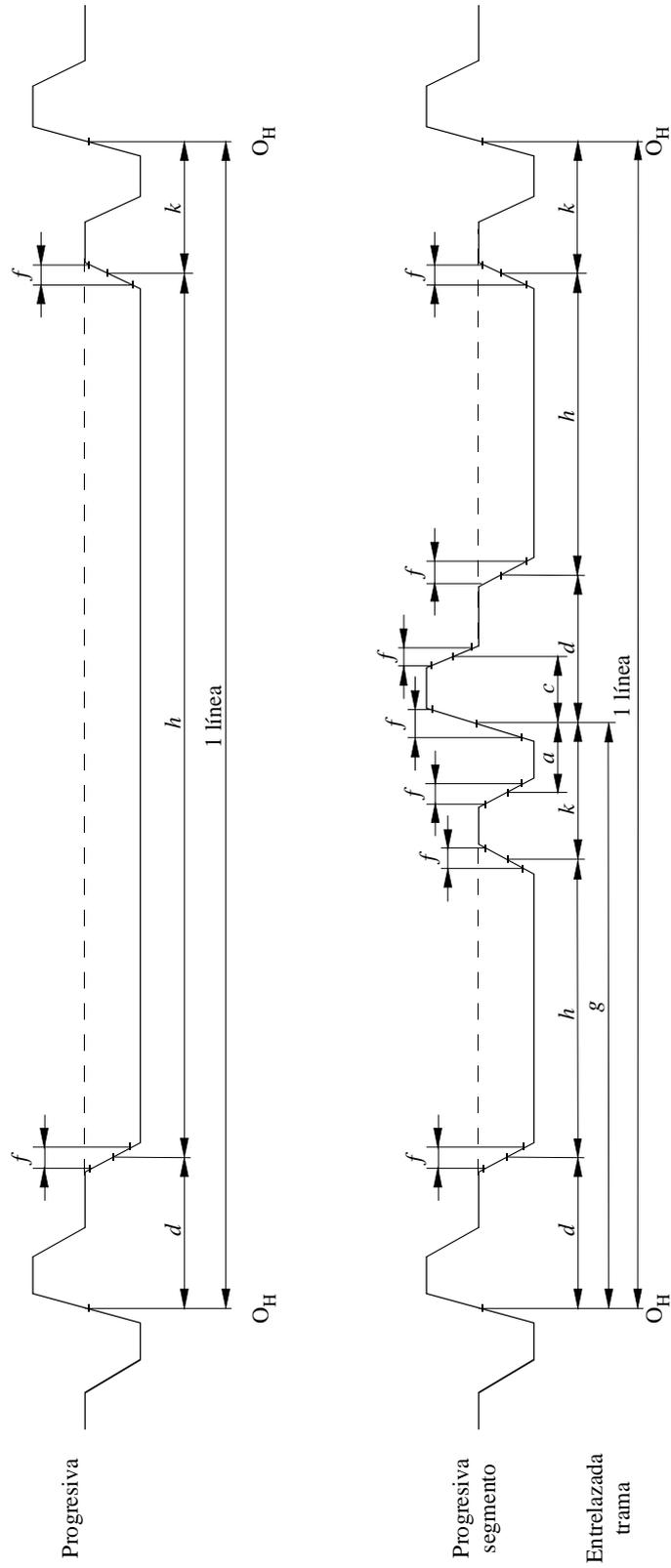
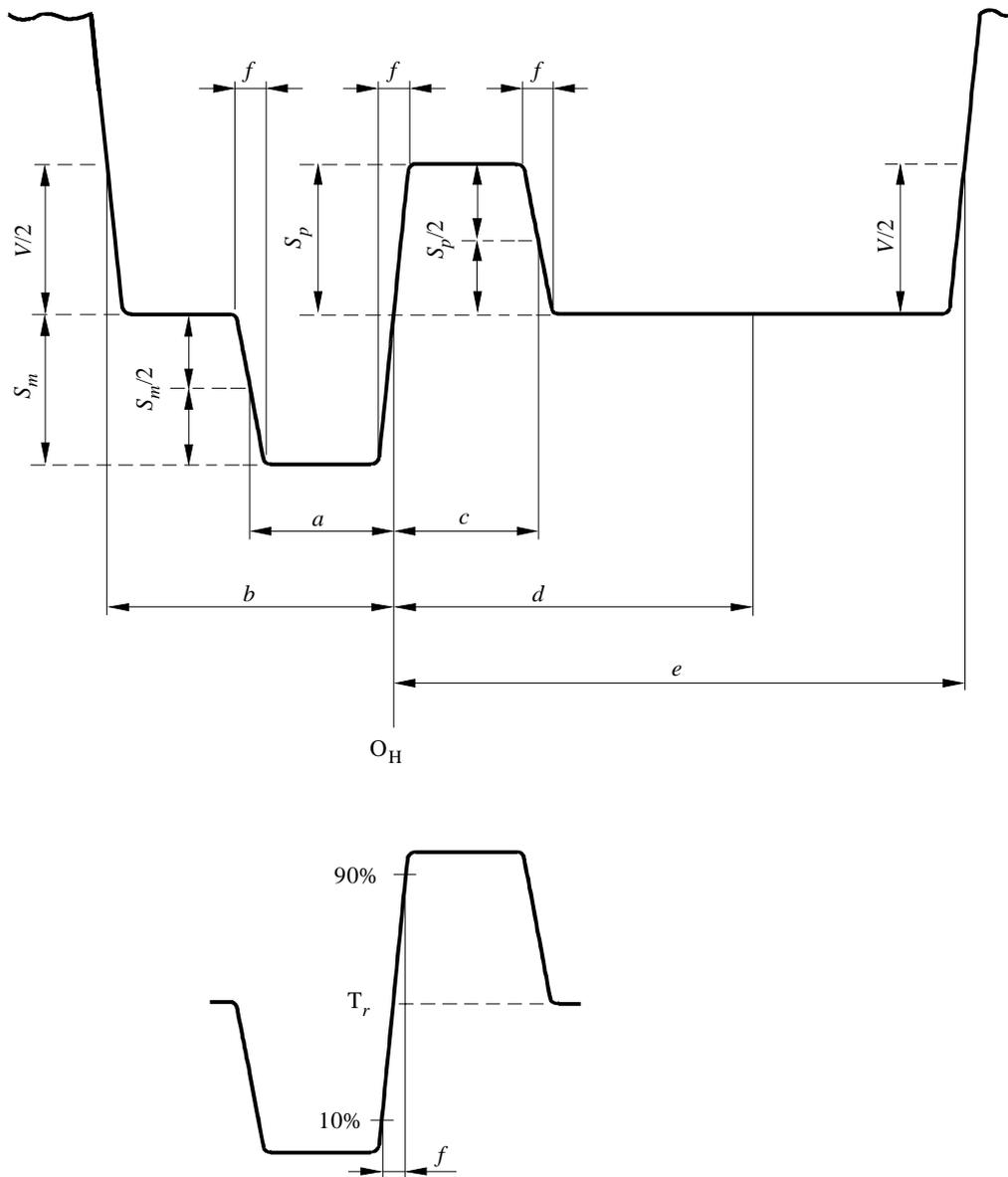


FIGURA 12B  
 Detalle de la forma de onda de la señal de sincronismo de trama/cuadro/segmento



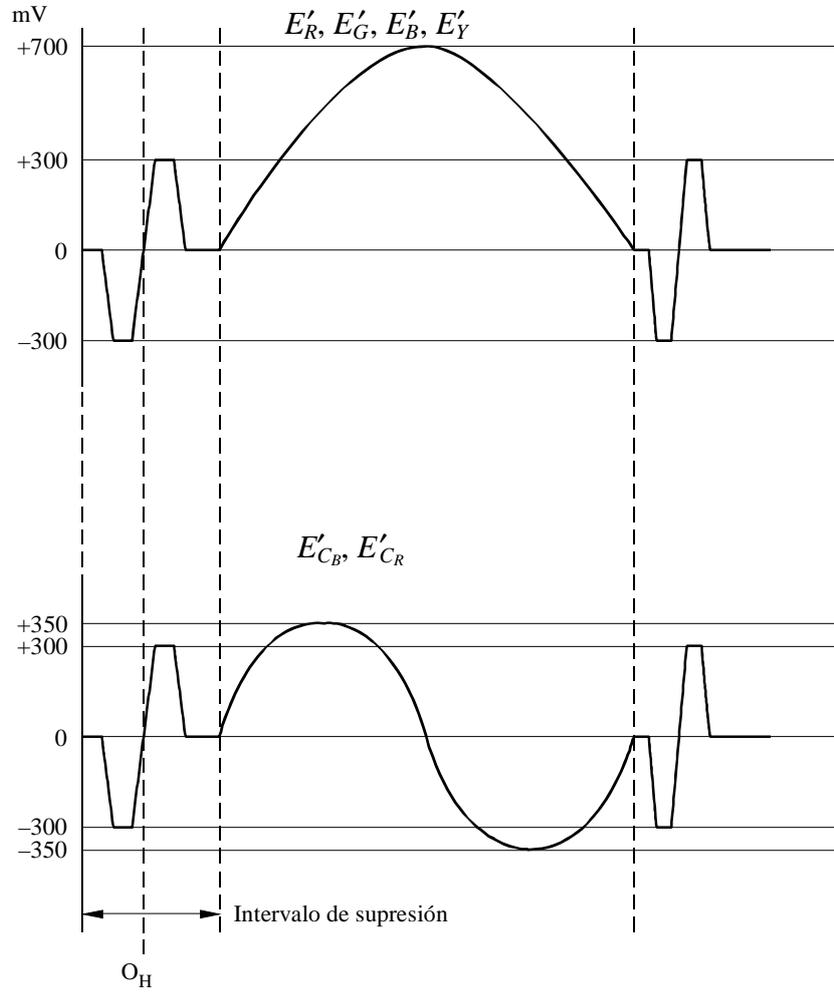
0709-12B

FIGURA 13A  
 Forma de onda de la señal de sincronismo de línea



(La forma de onda presenta simetría con respecto al punto  $T_r$ )

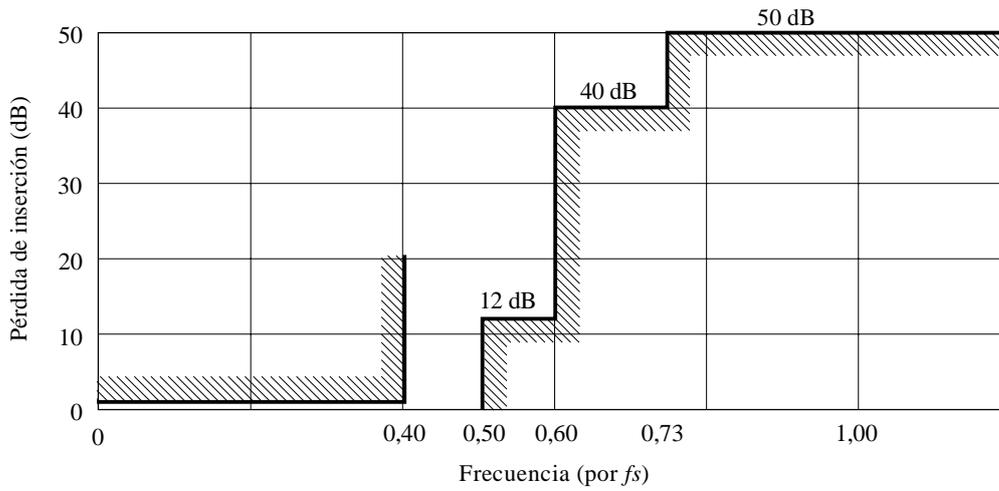
FIGURA 13B  
 Nivel de sincronismo en las señales de componentes



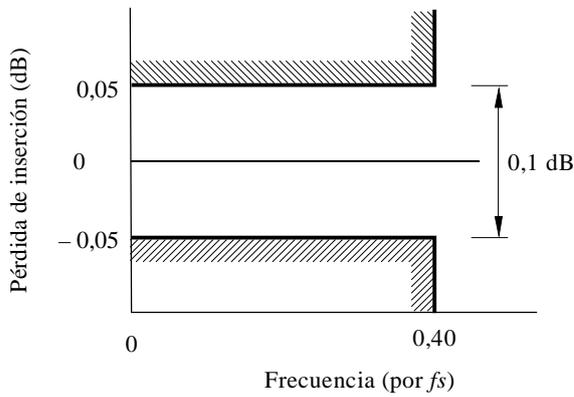
0709-013B

FIGURA 14A

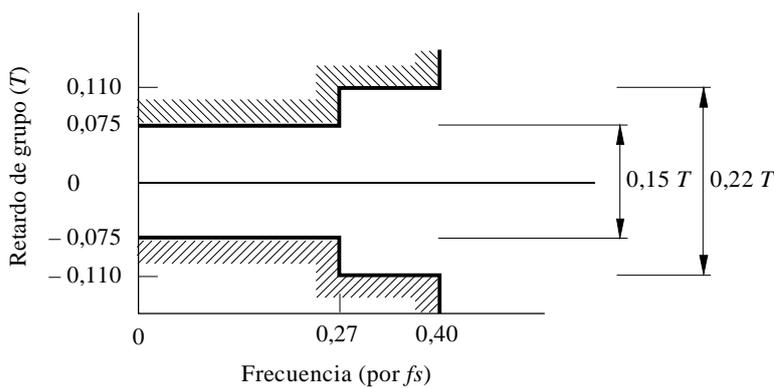
Directriz de características de filtrado para las señales *R*, *G*, *B* e *Y* (informativa)



a) Patrón de pérdida de inserción



b) Tolerancia de rizado en la banda de paso

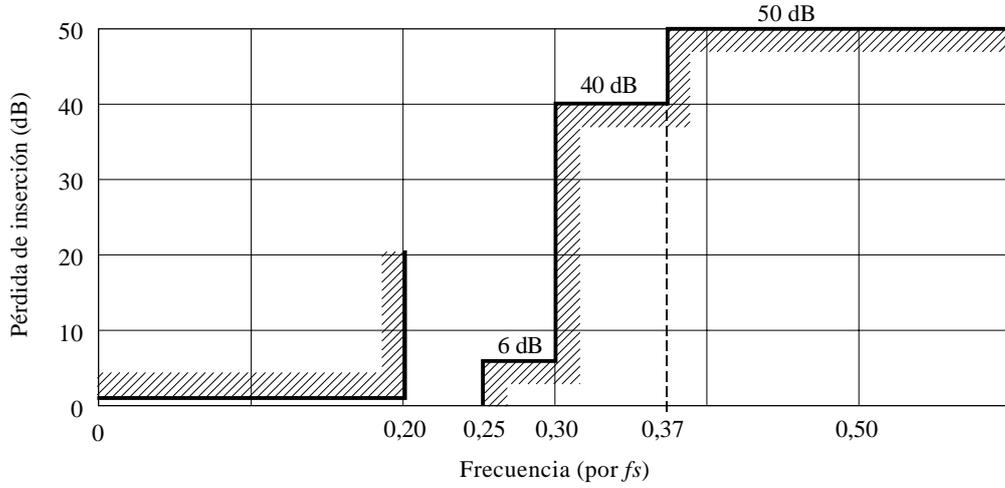


c) Retardo de grupo en la banda de paso

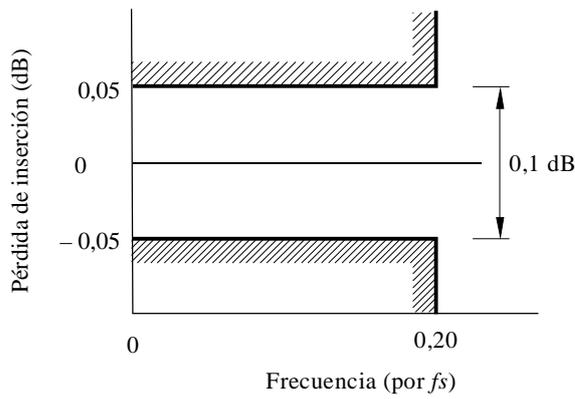
Nota 1 –  $f_s$  indica la frecuencia de muestreo de luminancia, cuyo valor figura en el punto 6.9 de la Parte 2.

Nota 2 – El rizado y el retardo de grupo se especifican con relación a sus valores a 100 kHz.

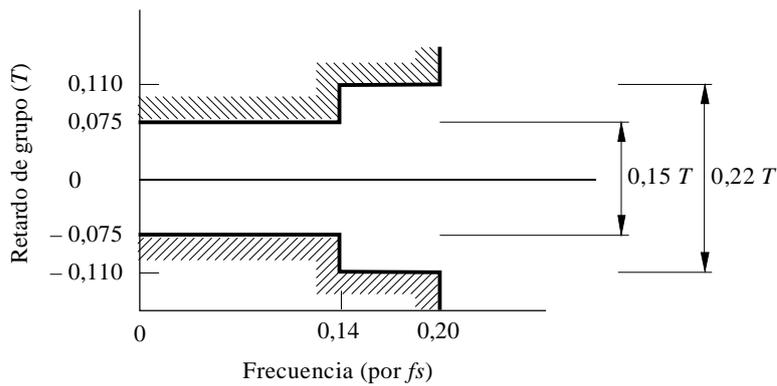
FIGURA 14B  
 Directriz de características de filtrado para las señales  $C_B$  y  $C_R$  (informativa)



a) Patrón de pérdida de inserción



b) Tolerancia de rizado en la banda de paso



c) Retardo de grupo en la banda de paso

Nota 1 –  $f_s$  indica la frecuencia de muestreo de luminancia, cuyo valor figura en el punto 6.9 de la Parte 2.

Nota 2 – El rizado y el retardo de grupo se especifican con relación a sus valores a 100 kHz.

## **Anexo 1 a la Parte 2**

### **Cuadro segmentado** (Véase la Nota 1)

NOTA 1 – El término cuadro segmentado en el contexto de esta Recomendación tiene por objeto indicar que una imagen ha sido captada en un modo progresivo, y transportada como dos segmentos. Un segmento contiene las líneas impares de la imagen progresiva y el segundo las líneas pares.

#### **1 Antecedentes**

Los sistemas de televisión utilizados actualmente suelen utilizar captura (adquisición) y transmisión entrelazadas. Las frecuencias de cuadro/trama de estos sistemas han sido de 50/60 Hz, frecuencia que cuando se presentaba en dispositivos con una pantalla de tubo de rayos catódicos no exigía ninguna corrección del parpadeo de imagen. Los sistemas de televisión del futuro aplicarán la tecnología de captura y visualización entrelazadas y progresivas.

Además de la captura y visualización entrelazadas y progresivas, se aplicarán velocidades de cuadro ampliadas, así como la nueva tecnología de visualización. Durante algunos años habrá una combinación de las viejas y nuevas tecnologías.

Concretamente, la tecnología PsF está destinada su aplicación sólo cuando se utilicen frecuencias de cuadro de 30 Hz e inferiores.

Un gran porcentaje de los programas de televisión se produce en película que tiene una frecuencia de cuadro de 24 cuadros/s y a veces de 30 cuadros/s. La práctica pasada era la de efectuar una producción posterior editando la película para producir un programa completo en película. La película final podía transferirse a vídeo de 60 Hz empleando la técnica de reducción de 3:2. Para una representación de 25 Hz la película podría ser transferida pasando la película de 24 cuadros a 25 cuadros/s.

Es corriente transferir la película a vídeo entrelazado de 60 Hz (cuadro). Una vez transferida la película, se crean listas de decisión de edición basadas en la frecuencia de vídeo de 60 Hz (cuadro) y no a la frecuencia de cuadro de la película original de 24 Hz. El proceso de conversión de película de 24 Hz a vídeo de 60 Hz (cuadro) origina cierto número de inconvenientes operacionales, como el seguimiento de la reducción 3:2, la edición de tramas divididas, etc. Además, cuando se necesitan copias de vídeo de 25 Hz del material, se necesita reconfiguración, o conversión de normas de 30 Hz a 25 Hz, con pérdida de calidad.

Actualmente se dispone de equipos que permitirán la transferencia, posproducción y distribución mundial del material de película originado con la frecuencia de cuadro original de 24 cuadros/s.

#### **2 Producción en 24 cuadros/s**

Utilizando el formato de imagen común de 1920×1080, puede transferirse material cinematográfico de 1920×1080 utilizando captura progresiva. Esta transferencia permitirá la captura de resolución más alta sin perturbaciones de reducción 3:2, y además pueden crearse ambas versiones a las frecuencias de cuadro de 30 Hz y de 25 Hz a partir de un solo original sin pérdida de calidad.

La copia a la frecuencia de cuadro de 30 Hz puede crearse pasando el original de 24 cuadros/s e insertando la reducción 3:2 durante el proceso de reproducción. Este proceso también tiene la ventaja de mantener la secuencia de reducción 3:2 durante el proceso de reproducción de manera que cualquier procesamiento de imagen descendente, tal como un codificador MPEG, no sea afectado por cualesquiera discontinuidades 3:2.

La copia a la frecuencia de cuadro de 25 Hz puede crearse pasando simplemente el original de frecuencia cinematográfica de 24 Hz a la frecuencia ligeramente más rápida de 25 Hz, sin pérdida de calidad de imagen.

Además de la simple transferencia de material de origen cinematográfico, se cree que la captura electrónica de imágenes se producirá a una frecuencia de cuadro de 24 cuadros/s, lo que proporcionará a la comunidad de producción otra herramienta más para la interacción sin discontinuidades de imágenes procedentes de diversas fuentes.

### **3 Compatibilidad progresiva/entrelazada**

El mundo de la posproducción tiene necesidad de atender a ambos formatos de señal de televisión progresiva y entrelazada en un futuro previsible. Por tanto, en todo nuevo formato de señal como el 24P, la frecuencia de cuadro de la película original tendrá que coexistir con los formatos entrelazados de los sistemas de 25 Hz y 30 Hz. Una de las limitaciones de la monitorización de los sistemas de 24 cuadros/s es el parpadeo de imagen presente cuando se visualiza una señal de 24 cuadros/s en una pantalla de rayos catódicos. Los sistemas entrelazados minimizan este parpadeo renovando los luminóforos cada 60/50-ésimo de segundo. Hay al menos dos soluciones del parpadeo creado por los sistemas de 24 cuadros/s, instalar una memoria de cuadros en cada monitor, o proporcionar al monitor una señal que emule la velocidad de renovación de entrelazado.

24PsF/25PsF/30PsF son formatos de transmisión que proporcionarán a los dispositivos de monitorización frecuencias de renovación que permitirán la monitorización directa de la frecuencia de cuadro original del material.

Debe señalarse que en algunos casos los usuarios pueden desear supervisar el material de 24 cuadros/30 cuadros a otras frecuencias de cuadro que no sean las originales.

El uso de 24PsF/25PsF/30PsF no limita en modo alguno la monitorización de la señal por las modernas pantallas de panel plano.

Un segundo uso potencial del formato de transmisión 24PsF/25PsF/30PsF es el área de los conmutadores de posproducción digital. Un conmutador de diseño común que efectúe el tratamiento de las señales entrelazadas y progresivas es económicamente posible, y responde a las necesidades de los usuarios extremos que tienen necesidad de trabajar en formatos entrelazados y progresivos con equipos comunes. La interfaz digital de una señal entrelazada y una señal PsF son comunes, y sólo el contenido de señal es diferente.

### **4 Correspondencia de señales**

El formato de transmisión 24PsF/25PsF/30PsF hace corresponder una imagen progresiva con la interfaz serie digital con entrelazado definida en esta Recomendación (véase la Fig. 11).

El convenio de numeración de líneas para la captura de imágenes y la transmisión de la imagen figura en la introducción de la Parte 2 (véase también la Fig. 11).

Los mismos números de líneas de una imagen entrelazada son utilizados por el PsF para transportar el formato de cuadro segmentado.

El formato sF no tiene relación con ninguna de las características de formato entrelazado. Es un modo de transportar una imagen progresiva que ha sido capturada a una frecuencia de 24/25/30 Hz. La captura a esas frecuencias bajas puede exigir consideraciones de monitorización especiales. El formato de transmisión sF pretende proporcionar una solución económica, pero conservando la compatibilidad con los sistemas entrelazados.

---