

Primera edición
30.11.2007

Válida a partir de
01.12.2007

**Televisión digital terrestre — Codificación de
video, audio y multiplexación
Parte 1: Codificación de video**

Palabras clave: Televisión digital terrestre. Codificación de video. MPEG-4. Nivel y perfil. Conmutación seamless.

ICS 33.160.01

ISBN 978-85-07-00887-3

© ABNT 2007

Todos los derechos reservados. A menos que se especifique de otro modo, ninguna parte de esta publicación puede ser reproducida o utilizada por cualquier medio, electrónico o mecánico, incluyendo fotocopia y microfilm, sin permiso por escrito de la ABNT.

ABNT
Av. Treze de Maio, 13 - 28º andar
20031-901 - Rio de Janeiro - RJ
Tel.: + 55 21 3974-2300
Fax: + 55 21 2220-1762
abnt@abnt.org.br
www.abnt.org.br

Impresso en Brasil

Índice

Página

1	Alcance	1
2	Referencias normativas	1
3	Términos y definiciones.....	1
4	Abreviaturas.....	2
5	Formato con entrada de video	2
5.1	Señal de video.....	2
5.2	Valores de muestreo de señales.....	4
5.3	Dirección de exploración.....	4
5.4	Parámetros de señales de video.....	4
6	Sistema de codificación de video	14
6.1	Generalidades	14
6.2	Principios de la codificación	14
6.3	Codificación inter e intra.....	14
6.4	Perfiles.....	14
6.4.1	Perfil <i>baseline</i>	14
6.4.2	Perfil <i>main</i>	15
6.4.3	Perfil <i>high</i>	16
6.5	Niveles	16
7	Procedimiento de compresión de video, procedimiento de transmisión y configuración de la señal después de la codificación.....	17
7.1	Procedimiento de compresión y transmisión	17
7.2	Configuración de señal.....	18
8	Restricciones en los parámetros de codificación.....	19
8.1	Generalidades	19
8.2	Restricciones en los parámetros de codificación de video para servicios <i>full-seg</i>	20
8.2.1	Generalidades	20
8.2.2	Conjunto de parámetros de secuencia e imagen (<i>sequence parameter set</i> y <i>picture parameter set</i>)	20
8.2.3	<i>pic_width_in_mbs_minus1</i> y <i>pic_height_in_map_units_minus1</i>	20
8.2.4	<i>Video usability information</i> (VUI).....	20
8.2.5	<i>Supplemental enhancement information</i> (SEI).....	21
8.2.6	Punto de acceso aleatorio (RAP - <i>Random access point</i>)	22
8.2.7	Parámetros de secuencia	22
8.2.8	Perfiles y niveles.....	22
8.2.9	Resoluciones de luminancia	23
8.2.10	Tasa de cuadros - Codificador	23
8.2.11	Razón de aspecto	23
8.2.12	Colorimetría.....	24
8.2.13	Área activa de codificación	24
8.3	Restricciones en los parámetros de codificación de video para servicios <i>one-seg</i>	25
8.3.1	Especificaciones generales.....	25
8.3.2	Conjunto de parámetros de secuencia e imagen (<i>sequence parameter set</i> y <i>picture parameter set</i>)	25
8.3.3	<i>Video usability information</i> (VUI).....	26
8.3.4	<i>Supplemental enhancement information</i> (SEI).....	27
8.3.5	Punto de acceso aleatorio (RAP - <i>Random access point</i>)	27
8.3.6	Formatos de video.....	27
9	Conmutación continua.....	29
9.1	Generalidades	29

ABNT NBR 15602-1:2007

9.2	Transmisión del descriptor de fin de secuencia	29
9.3	Alteración en el número de muestras activas	30
9.3.1	Procedimiento en la transmisión	30
9.3.2	Operación en el decodificador	30
9.4	Alteración de la razón de aspecto de la imagen para el sistema de televisión 525i	30
9.4.1	Procedimiento en la transmisión	30
9.4.2	Operación en el decodificador	30
9.5	Alteración de la tasa de bits	30
9.5.1	Procedimiento en la transmisión	30
9.5.2	Operación en el decodificador	31
9.6	Alteración de formatos de videos	31
9.6.1	Aspectos generales.....	31
9.6.2	Procedimiento para una perfecta conmutación continua con transmisión del <i>sequence_end_code</i>	31
9.6.3	Procedimiento simple para la conmutación entre el SDTV y HDTV.....	33
10	Descriptor de formato activo (AFD).....	34
10.1	Generalidades	34
10.2	Codificación	35
10.3	Sintaxis y semántica	35
10.4	Relación con <i>pan-scan</i>	37
10.5	Relación con <i>wide screen signaling (WSS)</i>	37
	Bibliografía	38

Prefacio

La Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) es el Fórum Nacional de Normalización. Las Normas Brasileñas, cuyo contenido es responsabilidad de los Comités Brasileños (ABNT/CB), de los Organismos de Normalización Sectorial (ABNT/ONS) y de las Comisiones de Estudios Especiales (ABNT/CEE), son elaboradas por Comisiones de Estudio (CE), formadas por representantes de sus sectores implicados de los que forman parte: productores, consumidores y neutrales (universidades, laboratorios y otros).

Los Documentos Técnicos ABNT se elaboran de acuerdo con las reglas de Directivas ABNT, Parte 2.

La Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) llama la atención sobre la posibilidad de que algunos de los elementos de este documento pueden ser objeto de derechos de patente. La ABNT no debe ser considerada responsable por la identificación de cualesquiera derechos de patente.

La ABNT NBR 15602-1 fue elaborada por la Comisión de Estudio Especial de Televisión Digital (ABNT/CEE-00:001.85). El Proyecto circuló en Consulta Nacional según Edicto nº 07, de 29.06.2007 a 28.08.2007, con el número de Proyecto 00:001.85-002/1.

En caso que surja cualquier duda con relación a la interpretación de la versión en español siempre deben prevalecer las prescripciones de la versión en portugués

Esta Norma está basada en los trabajos del Fórum del Sistema Brasileiro de Televisão Digital Terrestre, según establece el Decreto Presidencial nº 5.820, de 29/06/2006.

La ABNT NBR 15602, bajo el título general “Televisión digital terrestre – Codificación de video, audio y multiplexación”, tiene la previsión de contener las siguientes partes:

- Parte 1: Codificación de video;
- Parte 2: Codificación de audio;
- Parte 3: Sistemas de multiplexación de señales.

Esta versión en español es equivalente a la versión corregida de la ABNT NBR 15602-1:2007, de 07.04.2008.

Televisión digital terrestre — Codificación de video, audio y multiplexación

Parte 1: Codificación de video

1 Alcance

Esta parte de la ABNT NBR 15602 especifica la codificación de video en alta definición, resolución estándar y resolución reducida, incluyendo los parámetros para las señales en la entrada del codificador y las restricciones al proceso de codificación aplicables al sistema brasileño de televisión digital terrestre (SBTVD).

2 Referencias normativas

Los documentos indicados a continuación son indispensables para la aplicación de este documento. Para las referencias fechadas, se aplican solamente las ediciones citadas. Para las referencias sin fecha, se aplican las ediciones más recientes del documento citado (incluyendo enmiendas).

ABNT NBR 15602-3, *Televisión digital terrestre – Codificación de video, audio y multiplexación – Parte 3: Sistemas de multiplexación de señales*

ISO/IEC 10527, *CIE standard colorimetric observers*

ISO/IEC 14496-10:2005, *Information technology – Coding of audio-visual objects – Part 10: Advanced Video Coding*

ITU-T Recommendation H.264:2005, *Advanced video coding for generic audiovisual services*

ITU-T Recommendation T.35:2000, *Procedure for the allocation of ITU-T defined codes for non-standard facilities*

3 Términos y definiciones

Para los efectos de esta parte de la ABNT NBR 15602, se aplican los siguientes términos y definiciones.

3.1

receptor *full-seg*

dispositivo capaz de decodificar informaciones de audio, video, datos etc., contenidas en la capa del flujo de transporte de trece segmentos destinada al servicio fijo (*indoor*) y móvil

NOTA La clasificación *full-seg* se aplica a los convertidores digitales, también conocidos como *settop box* y a los receptores de trece segmentos integrados con pantalla de exhibición, pero no exclusivos a éstos. Este tipo de receptor es capaz de recibir y decodificar señales de televisión digital terrestre de alta definición y, a criterio del fabricante, también recibir y decodificar informaciones transportadas en la capa "A" del *transport stream*, aplicada para los servicios dirigidos a los receptores portátiles, definidos como *one-seg*.

3.2

receptor *one-seg*

dispositivo que decodifica exclusivamente informaciones de audio, video, datos etc., contenidas en la capa "A" asignada en el segmento central de los trece segmentos

NOTA La clasificación *one-seg* se destina a los receptores del tipo portátil, también conocidos como "*handheld*", especialmente recomendados para pantallas de exhibición de dimensiones reducidas, normalmente hasta 7 pulgadas. Entre los productos clasificados como *one-seg*, están los receptores integrados con teléfono móvil, PDA, *dongle* y televisores portátiles, los cuales son alimentados por una batería interna y, por lo tanto sin requerir necesariamente una fuente externa de energía, así como aquellos destinados a automóviles. Este tipo de receptor es capaz de recibir y decodificar solamente señales de televisión digital terrestre transportadas en la capa "A" del flujo de transporte, y, como consecuencia de ello, sólo señales de perfil básico, destinadas a los dispositivos portátiles de recepción.

4 Abreviaturas

Para los efectos de esta parte de la ABNT NBR 15602, se aplican las siguientes abreviaturas:

AFD	<i>Active Format Description</i>
AU	Unidad de Acceso (<i>Access Unit</i>)
CPB	<i>Coded Picture Buffer</i>
DPB	<i>Decoded Picture Buffer</i>
DTS	Marcador del Tiempo de Decodificación (<i>Decodification Time-Stamp</i>)
HD	Alta Definición
IDR	Actualización Instantánea de Decodificación (<i>Instantaneous Decoding Refresh</i>)
IRD	Actualización Instantánea de Decodificación (<i>Instantaneous Decoding Refresh</i>)
NAL	Capa de Abstracción de Red (<i>Network Abstraction Layer</i>)
PCR	Referencia del Reloj del Sistema (<i>Program Clock Reference</i>)
PMT	Tabla de Mapeo del Programa (<i>Program Map Table</i>)
PTS	Marcador del Tiempo de Presentación (<i>Presentation Time-Stamp</i>)
RAP	Unidad de Acceso Aleatorio (<i>Random Access Point</i>)
SD	Definición Convencional o Resolución Calidad (<i>Standard Definition</i>)
SEI	Informaciones Suplementarias de Video (<i>Supplementar Enhancement Information</i>)
VUI	Información de la Facilidad de Uso del Video (<i>Video Usability Information</i>)

5 Formato con entrada de video

NOTA Los parámetros y mecanismos de codificación de video, para las resoluciones SD y HD, especificados en esta Norma, consideran señales de entrada con la descripción que define el formato del video a través de su composición y temporización, ambos aplicables a representaciones analógicas y digitales. No se determinan restricciones con respecto a interfaces eléctricas y protocolos de comunicación utilizados para transporte de la señal de video antes o después de la compresión. Tampoco se restringe el formato para adquisición de la señal de video, desde que éste se pueda convertir a por lo menos uno de los formatos presentados. No se especifican formatos de señales para codificación de video en baja resolución, pues los parámetros para este caso son más flexibles, abarcando una mayor diversidad de formatos.

5.1 Señal de video

Las señales digitales de video en las resoluciones SD y HD, a la entrada del sistema de radiodifusión, deben estar compuestas obligatoriamente por una señal que representa la luminancia de la escena (señal de luminancia) y por otras dos señales que representan las características de crominancia y saturación de la escena (señales de complemento de color, pues éstos son el resultado de operaciones de diferencias de colores). Las señales de luminancia y complemento de color deben ser determinados obligatoriamente por las siguientes ecuaciones:

$$Y = INT[219DE'_Y + 16D + 0,5]$$

$$C_R = INT[224DE'_{C_R} + 128D + 0,5]$$

$$C_B = INT[224DE'_{C_B} + 120D + 0,5]$$

donde

$INT [A]$ representa la parte entera de un número real A ;

Y es el valor numérico de la señal digital de luminancia;

C_R y C_B son los valores numéricos de las señales digitales de complemento de color, con relación al rojo y al azul, respectivamente;

D es el valor numérico sustituido en las ecuaciones por "1" ó "4", de acuerdo con la cantidad de bits que se utilizan en la cuantización, 8 ó 10 bits, respectivamente;

E'_Y , E'_{C_R} y E'_{C_B} son los valores numéricos de las señales analógicas de la luminancia y de los complementos de color y deben obligatoriamente respetar las ecuaciones dadas en la Tabla 1.

Tabla 1 — Ecuaciones de las señales analógicas y de los complementos de color

SD	HD
$E'_Y = 0,299E'_R + 0,587E'_G + 0,114E'_B$	$E'_Y = 0,2126E'_R + 0,7152E'_G + 0,0722E'_B$
$E'_{CR} = (E'_R - E'_Y) / 1,402$	$E'_{CR} = (E'_R - E'_Y) / 1,5748$
$E'_{CB} = (E'_B - E'_Y) / 1,772$	$E'_{CB} = (E'_B - E'_Y) / 1,8556$

También se permite el empleo de la Colorimetría HD de la Tabla 1 en señales SD.

Los valores de E'_R , E'_G y E'_B deben representar obligatoriamente los niveles de tensión (normalizados con relación a la señal blanca de referencia) resultantes de la corrección gama (realizada del lado del receptor para recobrar las señales E_R , E_G y E_B , con características opuestas a las del *display*, de tal forma que se obtenga la correcta reproducción de la intensidad de los componentes de color rojo, verde y azul en la pantalla del televisor) de los niveles de tensión de las señales roja, verde y azul, logrados en la reproducción de un pixel.

E'_R , E'_G y E'_B se deben aplicar obligatoriamente a *displays* con los valores de "x" e "y" presentados en la Tabla 2, donde "x" e "y" son las coordenadas para los valores cuantitativos de los colores rojo, verde y azul en el diagrama de cromaticidad definido en la ISO/IEC 10527.

Tabla 2 — Valores de las coordenadas x e y para las componentes roja, verde y azul

Componentes	SD		HD	
	x	y	x	y
Rojo	0,67	0,33	0,640	0,330
Verde	0,21	0,71	0,300	0,600
Azul	0,14	0,08	0,150	0,060

La corrección gama se debe realizar obligatoriamente de conformidad con la Tabla 3.

Tabla 3 — Pre-corrección gama

SD	HD
Se asume el valor de gama en 2,2 $V = L^{1/2,2} \quad 0 \leq L < 1$	$V = \begin{cases} 4,500L & 0 \leq L < 0,018 \\ 1,099L^{0,45} - 0,099 & 0,018 \leq L \leq 1,00 \end{cases}$
NOTA Las señales V y L representan, respectivamente, las señales de video eléctrico de salida de una cámara y la intensidad de la entrada de luz de una cámara y ambas señales están normalizadas en relación al nivel de referencia blanco.	

Las señales complementarias de color deben ser nulas en los puntos donde la escena es blanca.

El nivel de referencia blanco debe ser acorde obligatoriamente con la Tabla 4.

Tabla 4 — Valores de coordenadas de cromaticidad – Nivel de referencia blanco

SD		HD	
x	y	x	y
0,310	0,316	0,3127	0,3290

5.2 Valores de muestreo de señales

Los valores digitales de muestreo deben ser obligatoriamente señales de luminancia y de diferencia de color a través de cuantización por 8 bits ó 10 bits.

5.3 Dirección de exploración

Las figuras que componen un video deben ser obligatoriamente barridas de izquierda a derecha y desde arriba hacia abajo en tasa constante.

5.4 Parámetros de señales de video

Número de líneas, número de líneas activas, sistema de exploración, frecuencia de cuadro, frecuencia de campo, relación de aspecto, frecuencia de línea, frecuencias de muestreo (para señales de luminancia y de complemento de color), número de muestras por línea activa (para señales de luminancia y de complemento de color), características de filtros, y señales de sincronismo de línea y campo deben obedecer a los parámetros indicados en las Tablas 5 a 14 y en las Figuras 1 a 13.

NOTA Para otras informaciones, se puede consultar la ITU-R Recommendation BT.709-5 y la ITU-R Recommendation BT.601-6.

Tabla 5 — Parámetros de las señales SD y HD

Número de líneas	Número de líneas activas	Sistema de barradura	Frecuencia de cuadro		Relación de aspecto	Frecuencia de línea (f _l)	Frecuencia de muestreo		Número de muestras por línea		Número de muestras activas por línea		Características de los filtros	
			Frecuencia de cuadro	Frecuencia de campo			Señal de luminancia	Señales de complemento de color	Señal de luminancia	Señales de complemento de color	Señal de luminancia	Señales de complemento de color	Señal de luminancia	Señales de complemento de color
525 (SD)	483	Entrelazado	30/1,001 Hz	60/1,001 Hz	16:9 ó 4:3	15,750/1,001 kHz	13,5 MHz	6,75 MHz	858	429	720	360	Figura 1	Figura 2
525 (SD)	483	Programado	60/1,001 Hz		16:9	31,500/1,001 kHz	27 MHz	13,5 MHz	858	429	720	360	Figura 3	Figura 4
750 (HD)	720	Programado	60/1,001 Hz		16:9	45,000/1,001 kHz	74,25/1,001 MHz	37,125/1,001 MHz	1 650	825	1 280	640	Figura 5	Figura 6
1 125 (HD)	1 080	Entrelazado	30/1,001 Hz	60/1,001 Hz	16:9	33,750/1,001 kHz	74,25/1,001 MHz	74,25/1,001 MHz	2 200	1 100	1 920	960		

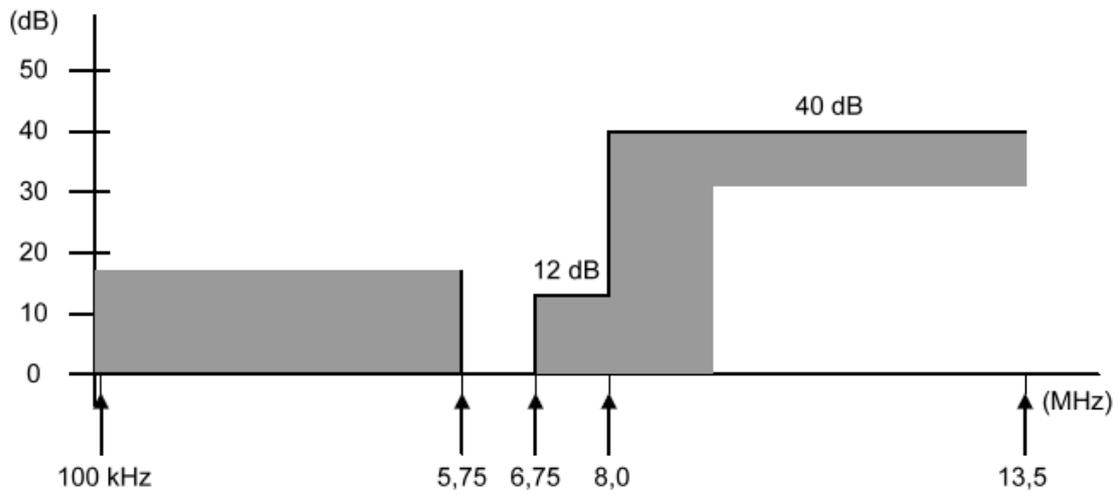


Figura 1 — Características de atenuación *versus* frecuencia para la señal de luminancia en los filtros del sistema 525/59,94/2:1 (atenuación relativa a la de 100 kHz)

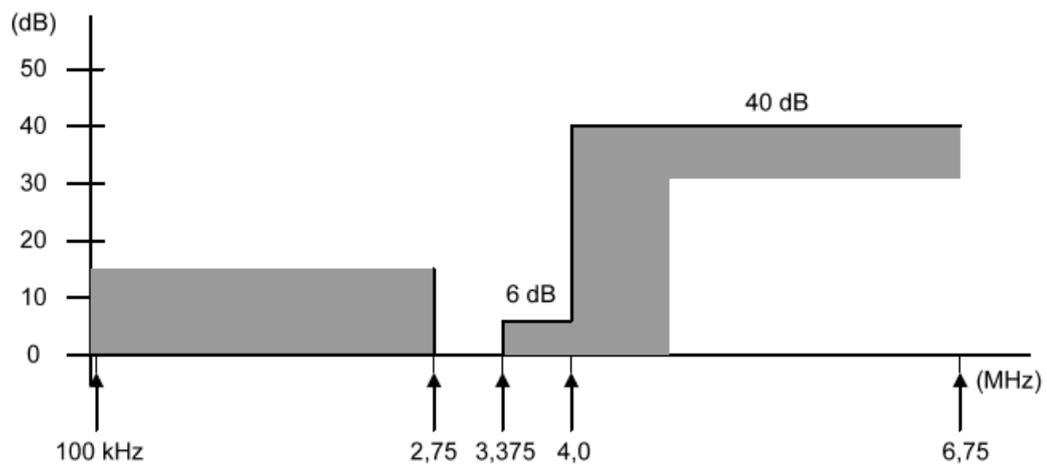


Figura 2 — Características de atenuación *versus* frecuencia para las señales de complemento de color en los filtros del sistema 525/59,94/2:1 (atenuación relativa a la de 100 kHz)

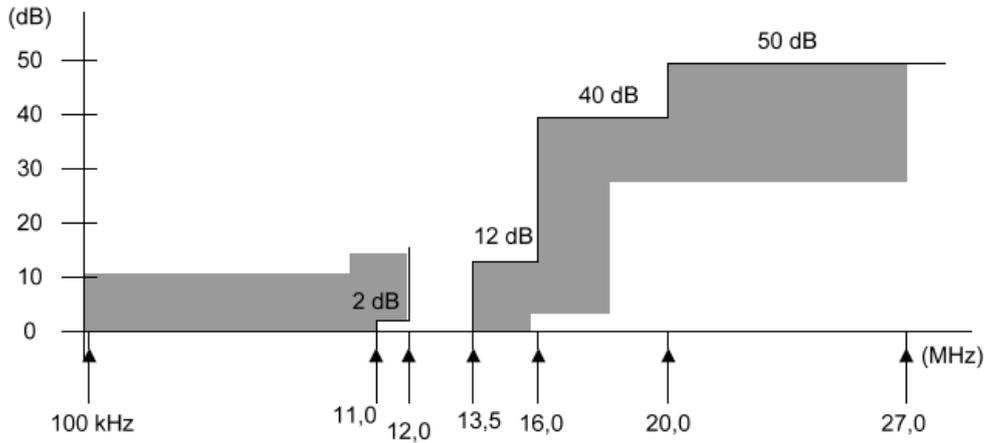


Figura 3 — Características de atenuación *versus* frecuencia para la señal de luminancia en los filtros del sistema 525/59,94/1:1 (atenuación relativa a la de 100 kHz)

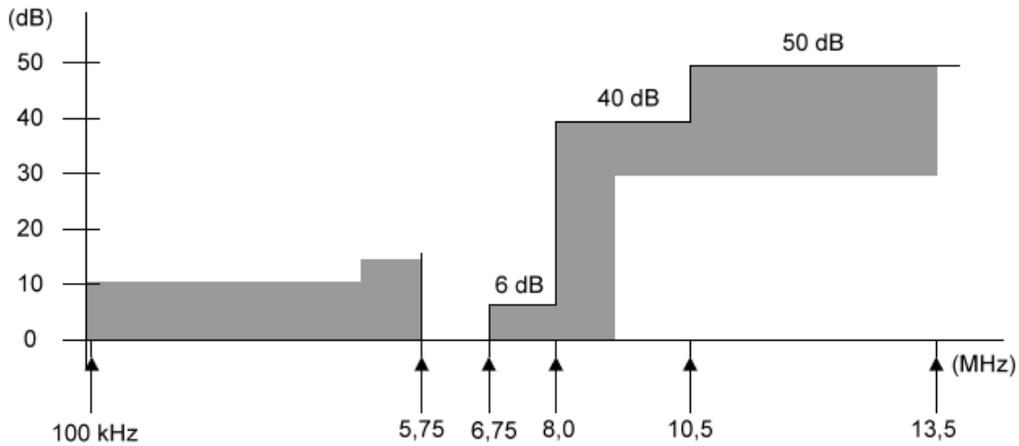


Figura 4 — Características de atenuación *versus* frecuencia para las señales de complemento de color en los filtros del sistema 525/59,94/1:1 (atenuación relativa a la de 100 kHz)

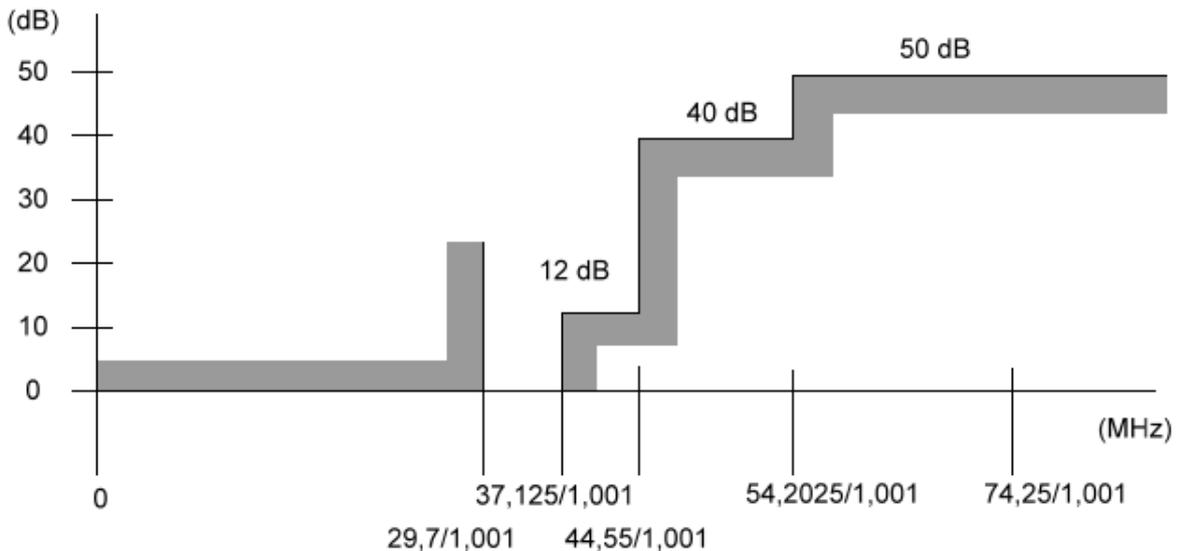


Figura 5 — Características de atenuación *versus* frecuencia para la señal de luminancia en los filtros de los sistemas 750/59,94/1:1 y 1125/59,94/2:1 (atenuación relativa a la de 100 kHz)

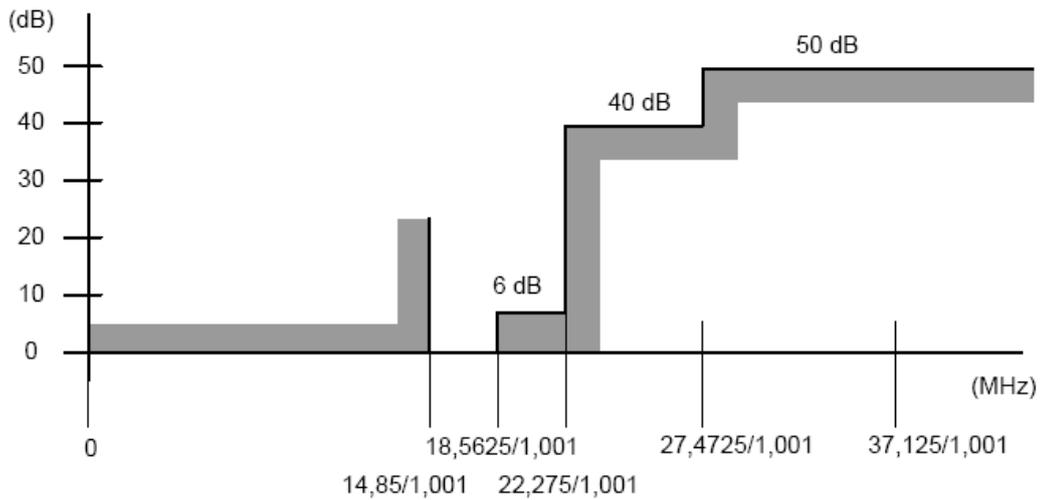


Figura 6 — Características de atenuación *versus* frecuencia para las señales de complemento de color en los filtros de los sistemas 750/59,94/1:1 y 1125/59,94/2:1 (atenuación relativa a la de 100 kHz)

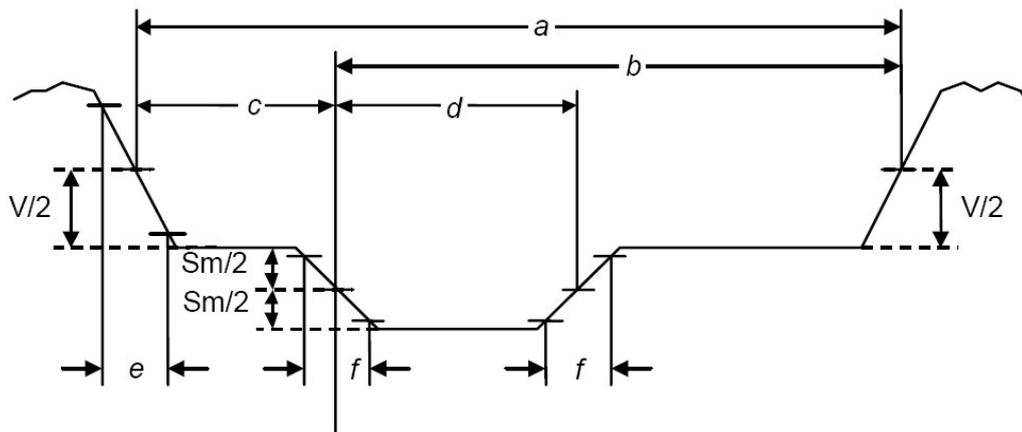


Figura 7 — Señal de sincronismo de línea para 525/59,94/2:1 y 525/59,94/1:1

Tabla 6 — Parámetros de la señal de sincronismo de línea para 525/59, 94/2:1 y 525/59, 94/1:1

Símbolo	Parámetro	Valor nominal	
		525/59,94/2:1	525/59,94/1:1
H	Período de línea (μ s)	1001/15,75	1001/31,5
a	Intervalo de redibujo horizontal (μ s)	10,70	5,35
b	Inicio de video activo (μ s)	9,20	4,60
c	Final de video activo (μ s)	1,50	0,75
d	Ancho de pulsación negativa (μ s)	4,70	2,35
e	Tiempo de bajada para el nivel de borrado (μ s)	0,14	0,07
f	Tiempo de subida/bajada de la pulsación de sincronismo de línea (μ s)	0,14	0,07
Sm	Amplitud de pulsación negativa (mV)	300	
V	Amplitud de la señal de video (mV)	700	

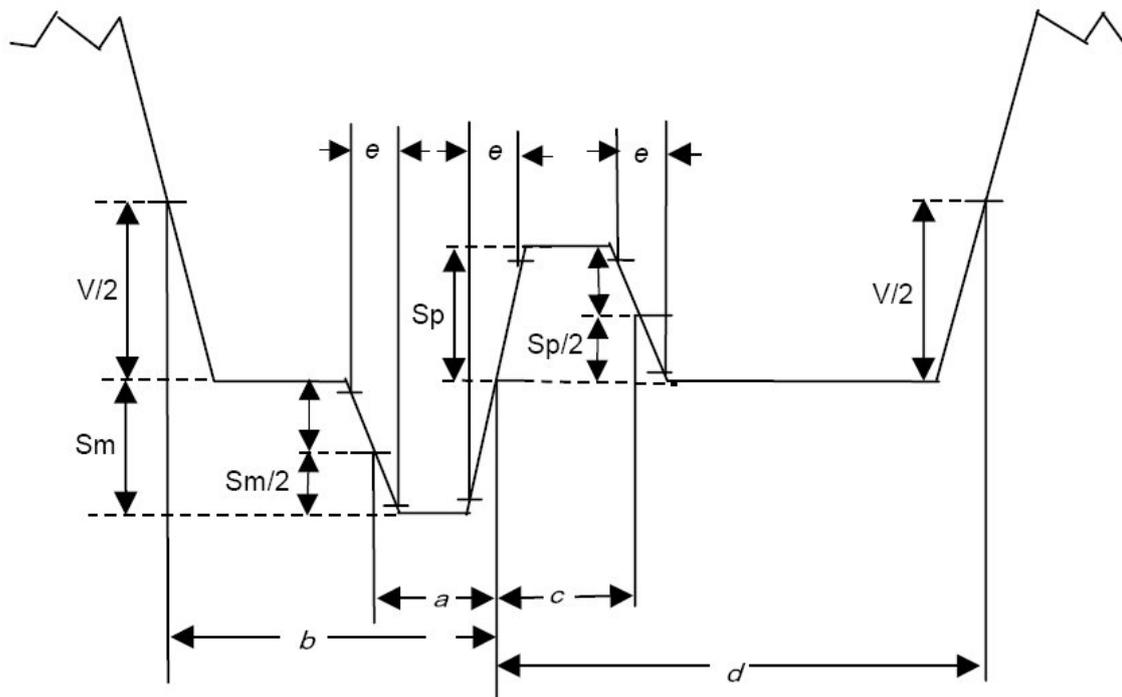


Figura 8 — Señal de sincronismo de línea para 750/59, 94/1:1

Tabla 7 — Parámetros de nivel de la señal de sincronismo de línea para 750/59, 94/1:1

Símbolo	Parámetro	Valor nominal mV
S_m	Amplitud de pulsación negativa	300
S_p	Amplitud de pulsación positiva	300
V	Amplitud de la señal de video	700

Tabla 8 — Parámetros de tiempo de la señal de sincronismo de línea para 750/59, 94/1:1

Símbolo	Parámetro	Valor nominal
a	Ancho de pulsación negativa de sincronismo (T) ^a	40
b	Final del video activo (T)	110
c	Ancho de pulsación positiva de sincronismo (T)	40
d	Inicio del video activo (T)	260
e	Tiempo de subida/bajada (T)	4

^a El ancho de pulsación negativa de sincronismo es la duración de un intervalo de reloj de referencia, es decir, la duración recíproca de la frecuencia de muestreo de la señal de luminancia del video.

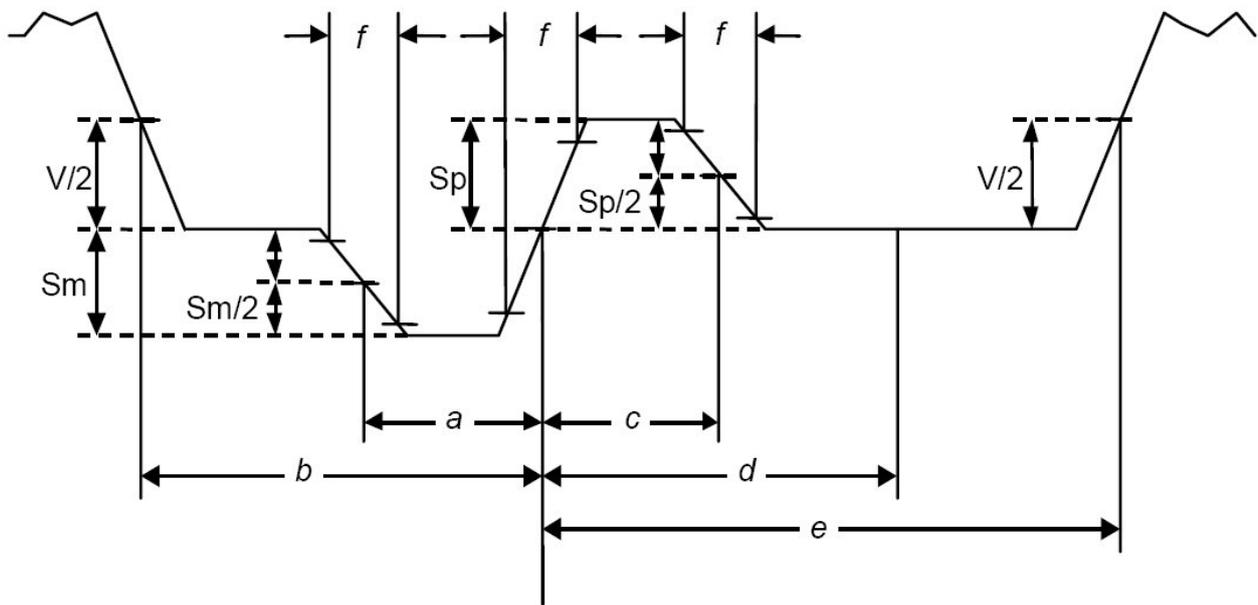


Figura 9 — Señal de sincronismo de línea para 1125/59,94/2:1

Tabla 9 — Parámetros de nivel de la señal de sincronismo de línea para 1125/59,94/2:1

Símbolo	Parámetro	Valor nominal mV
S_m	Amplitud de pulsación negativa	300
S_p	Amplitud de pulsación positiva	300
V	Amplitud de la señal de video	700

Tabla 10 — Parámetros de tiempo de la señal de sincronismo de línea para 1125/59,94/2:1

Símbolo	Parámetro	Valor nominal T
a	Ancho de pulsación negativa de sincronismo ^a	44
b	Final del video activo	88
c	Ancho de pulsación positiva de sincronismo	44
d	Período de grapado	132
e	Inicio del video activo	192
f	Tiempo de subida/bajada	4

^a El ancho de pulsación negativa de sincronismo es la duración de un intervalo de reloj de referencia, es decir, la duración recíproca de la frecuencia de muestreo de la señal de luminancia del video.

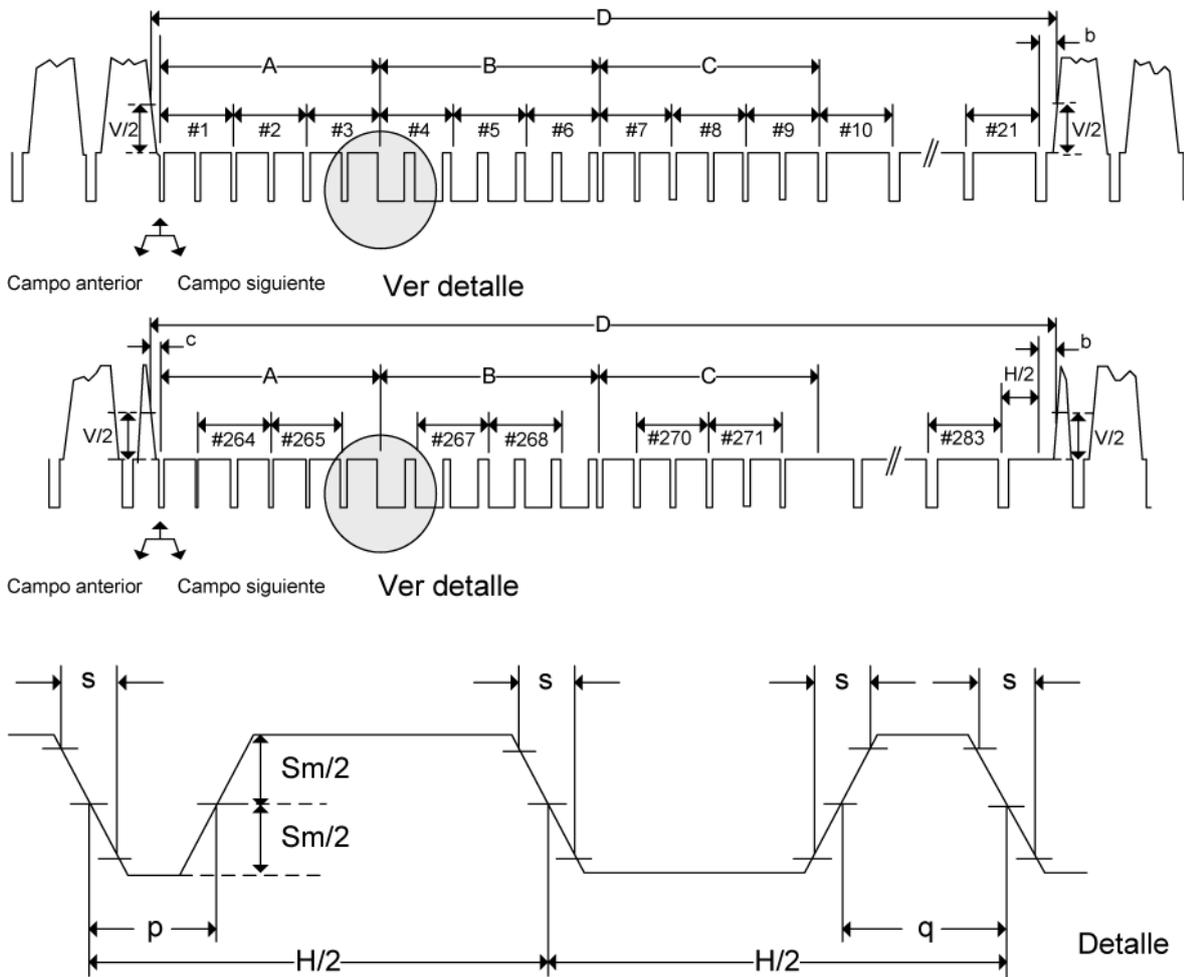


Figura 10 — Señales de sincronismo de campo para 525/59,94/2:1

Tabla 11 — Parámetros de sincronismo de campo para 525/59,94/2:1

Símbolo	Parámetro	Valor nominal
F	Intervalo de exploración de campo	1001/30
D	Intervalo de borrado de campo	21 H + a
A	Intervalo equivalente de pulsación	3H
B	Intervalo de pulsación de sincronismo de campo	3H
C	Intervalo equivalente de pulsación	3H
s	Tiempo de subida/bajada de pulsación de sincronismo de línea	0,14
p	Ancho equivalente de pulsación (μ s)	2,30
q	Ancho de pulsación de equalización de campo (μ s)	4,70

NOTA H, a, b, c, Sm y V deben presentar valores acordes con las definiciones de la Tabla 6.

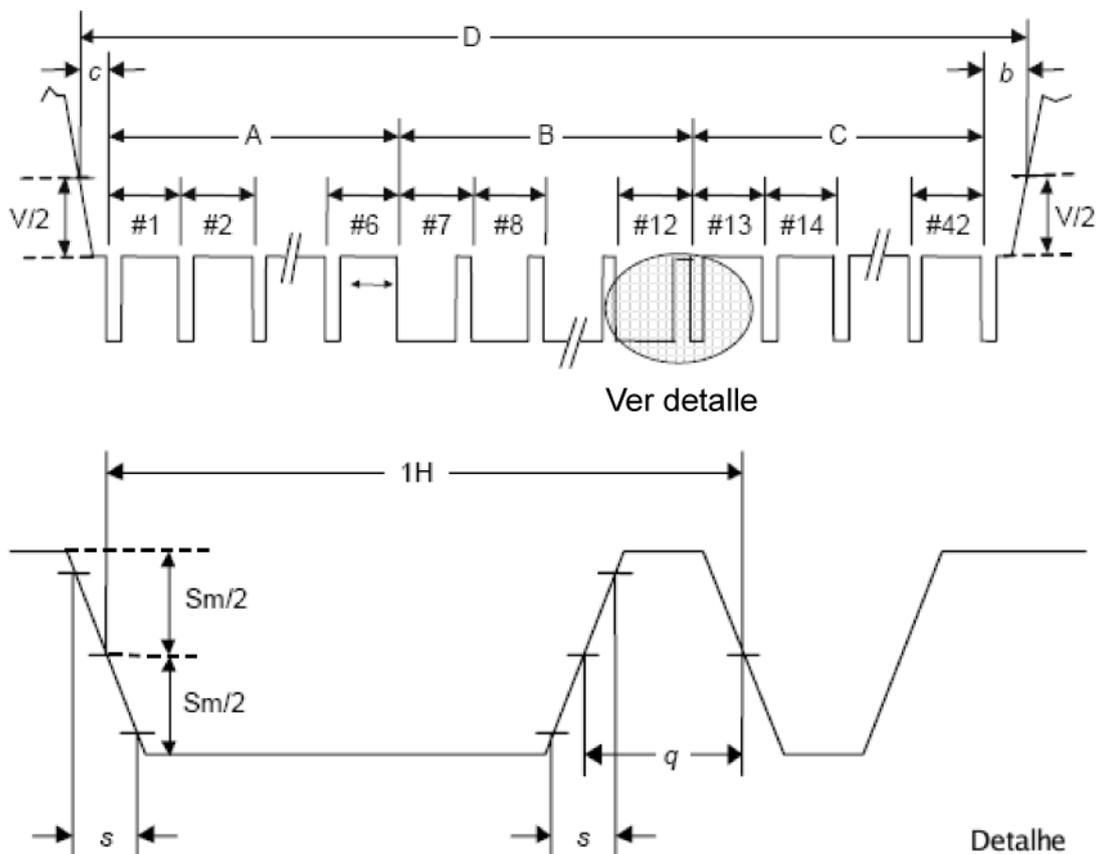


Figura 11 — Señales de sincronismo de campo para 525/59,94/1:1

Tabla 12 — Parámetros de sincronismo de campo para 525/59,94/1:1

Símbolo	Parámetro	Valor nominal
F	Intervalo de exploración de campo (ms)	1 001/60
D	Intervalo de borrado de campo	42H + a
A	Intervalo entre inicio de pulsación de sincronismo de línea (inmediatamente después del inicio del intervalo de borrado de campo) e inicio de pulsación de sincronismo de campo	6H
B	Intervalo de pulsación de sincronismo de campo	6H
C	Intervalo entre inicio de pulsación de sincronismo de línea (inmediatamente después del final de pulsación de sincronismo de campo) e inicio de pulsación de sincronismo de línea (inmediatamente antes del final de intervalo de borrado de campo)	30H
S	Tiempo de subida/bajada de pulsación de sincronismo de línea	0,07
q	Ancho equivalente de pulsación (μs)	2,35

NOTA H, a, b, c, Sm y V deben presentar valores acordes con las definiciones de la Tabla 6.

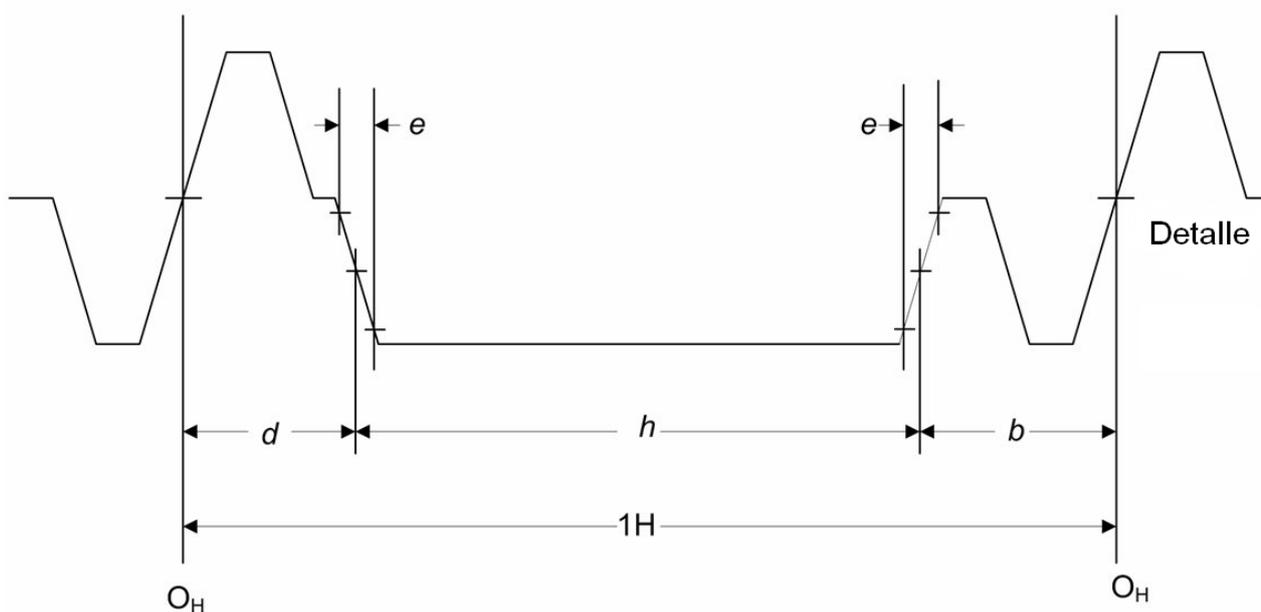
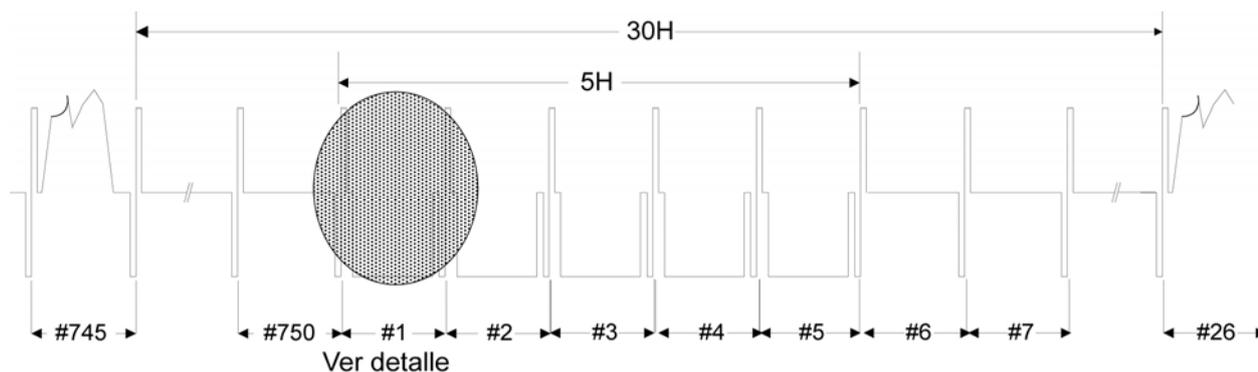


Figura 12 — Señales de sincronismo de campo para 750/59, 94/1:1

Tabla 13 — Parámetros de sincronismo de campo para 750/59,94/1:1

Símbolo	Parámetro	Valor nominal
H	Intervalo total de línea (T) ^a	1 650
h	Ancho de sincronismo vertical (T)	1 280
	Línea superior de figura	#26
	Línea inferior de figura	#745
	Intervalo de borrado de campo	30H
	Inicio de cuadro	#1

^a Es la duración de un intervalo de reloj de referencia, es decir, la duración recíproca de la frecuencia de muestreo de la señal de luminancia del video.

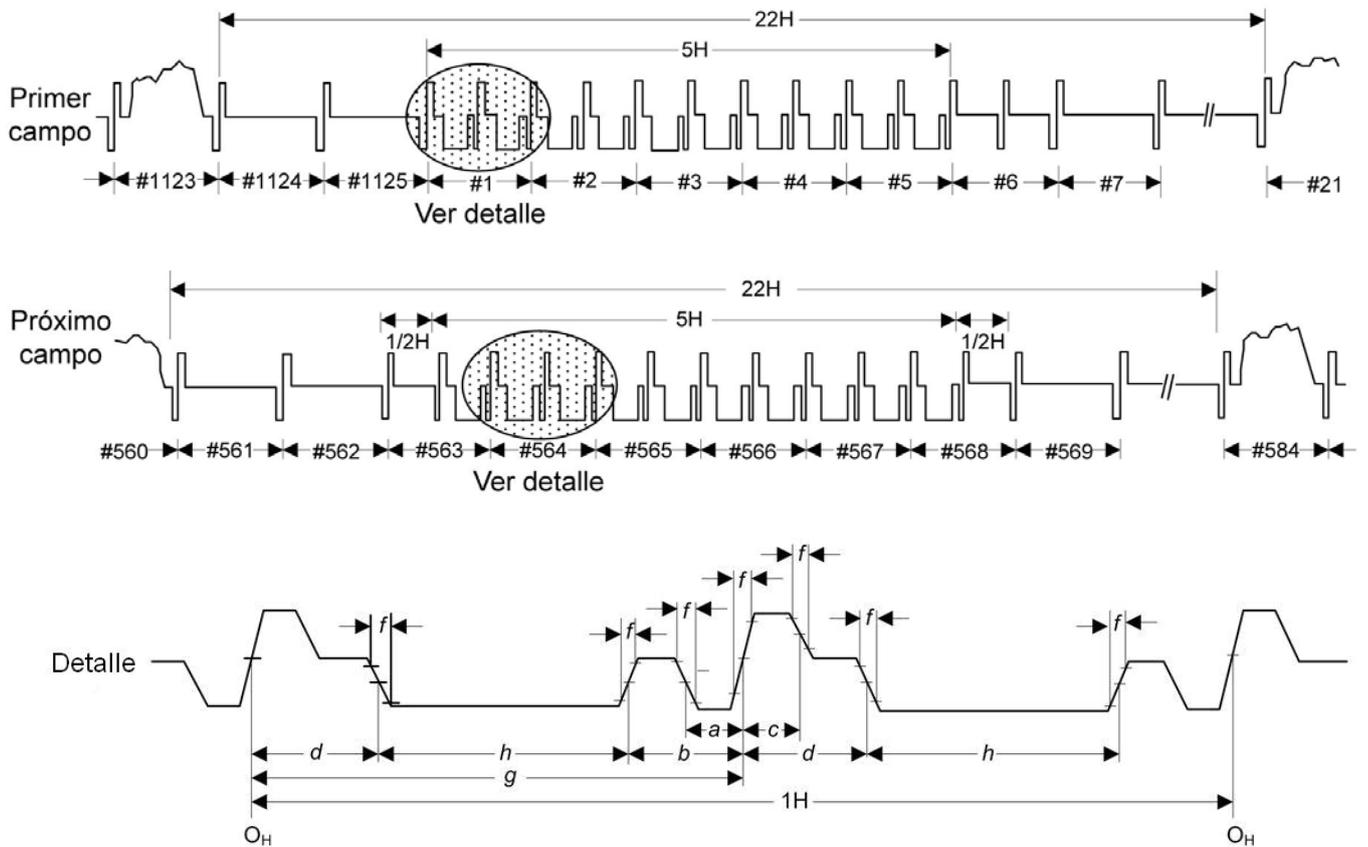


Figura 13 — Señales de sincronismo de campo para 1125/59, 94/2:1

Tabla 14 — Parámetros de sincronismo de campo para 1125/59,94/2:1

Símbolo	Parámetro		Valor nominal
H	Intervalo total de línea (T) ^a		2 200
g	Intervalo de media línea (T)		1 100
h	Ancho de sincronismo vertical (T)		880
	Línea superior de figura	Primer campo	#21
		Próximo campo	#584
	Línea inferior de figura	Primer campo	#560
		Próximo campo	#1 123
	Intervalo de borrado de campo	Primer campo	22H
		Próximo campo	23H
	Inicio de campo	Primer campo	#1
		Próximo campo	#564

^a El intervalo total de línea es la duración de un intervalo de reloj de referencia, es decir, la duración recíproca de la frecuencia de muestreo de la señal de luminancia del video.

6 Sistema de codificación de video

6.1 Generalidades

La herramienta de compresión de video del sistema de televisión digital terrestre brasileño debe estar de acuerdo obligatoriamente con la ITU-T Recommendation H.264.

Los campos definidos como “reservados” o “privados” deben ser descartados.

Las herramientas de codificación deben asegurar la interoperabilidad, permitiendo la comunicación entre dispositivos fabricados por diferentes fabricantes. Las estrategias de codificación a ser implementadas por cada fabricante deben ser obligatoriamente compatibles con el estándar de codificación de video especificado en esta Norma.

NOTA Solamente se definen en esta Norma la sintaxis del flujo de bits (*bits stream*) y el proceso de decodificación.

6.2 Principios de la codificación

El análisis estadístico de las señales de video indica que existe una alta correlación tanto entre cuadros sucesivos, como entre los pixels dentro de cada cuadro. El objetivo de la compresión es representar con un número inferior de bits los datos originales. En el caso de la compresión de video se exploran las redundancias temporales y espaciales, para reducir la representación del video original con la finalidad de almacenamiento y/o transmisión.

6.3 Codificación inter e intra

Para codificar imágenes estáticas se exploran solamente las redundancias espaciales combinadas con técnicas de reducción de los datos producidos por el primer proceso. Entre estas técnicas, se puede citar la codificación por código de longitud variable. La disminución de las redundancias espaciales se puede realizar por medio de la codificación por transformadas o sub-bandas. Un proceso de codificación por transformadas, ampliamente utilizado por los codificadores de imagen, se basa en el uso de la transformada entera, generalmente combinada con la partición de la imagen o cuadro en bloques. Por lo general, este tipo de codificación se denomina codificación del tipo intra (*intra-frame*).

Para codificar un video, es decir, una secuencia de imágenes, se puede unir un proceso de reducción de las redundancias espaciales a un proceso de reducción de las redundancias temporales. Tal proceso busca utilizar las diferencias entre cuadros sucesivos de la secuencia de video, con la finalidad de reducir las redundancias temporales. Por lo general, este tipo de codificación se denomina codificación del tipo inter (*inter-frame*). Técnicas de estimación de movimiento y compensación de movimiento pueden formar parte del proceso de reducción de las redundancias temporales.

6.4 Perfiles

NOTA El término perfil establece la complejidad de la codificación del video. Los perfiles definen un subconjunto de la sintaxis del flujo de bits que se adoptan buscando, por lo general, determinadas clases de aplicaciones.

6.4.1 Perfil *baseline*

Los flujos de bits que pertenecen al perfil *baseline* deben obligatoriamente encuadrarse en las siguientes restricciones:

- contener apenas *slices* del tipo I o P;
- las unidades NAL no pueden contener valores de *unit_type* entre 2 y 4, inclusive;
- el conjunto de parámetros de la secuencia (*sequence parameter set*) debe obligatoriamente tener el valor de *frame_mbs_only_flag* igual a 1;

- los elementos *chroma_format_idc*, *bit_depth_luma_minus8*, *bit_depth_chroma_minus8*, *qp_prime_y_zero_transform_bypass_flag* y *seq_scaling_matrix_present_flag* no pueden estar presentes en el conjunto de parámetros de la secuencia;
- el conjunto de parámetros de la imagen (*picture parameter set*) debe obligatoriamente tener los términos *weighted_pred_flag* y *weighted_bipred_idc* igual a 0;
- el conjunto de parámetros de la imagen (*picture parameter set*) debe obligatoriamente tener el término *entropy_coding_mode_flag* igual a 0;
- el conjunto de parámetros de la imagen (*picture parameter set*) debe obligatoriamente tener el término *num_slice_groups_minus1* con valor entre 0 y 7, inclusive;
- los elementos *transform_8x8_mode_flag*, *pic_scaling_matrix_present_flag* y *second_chroma_qp_index_offset* no pueden estar presentes en el conjunto de parámetros de la imagen (*picture parameter set*);
- el elemento *level_prefix* no puede tener un valor mayor que 15;
- las restricciones de nivel especificadas para el perfil *baseline* deben estar de acuerdo obligatoriamente con la ITUT Recommendation H.264:2005, sección A.3.

El encuadre de un flujo de bits en el perfil *baseline* debe estar acorde obligatoriamente con el elemento *profile_idc*, teniendo valor igual a 66.

Los decodificadores que se encuadran en el perfil *baseline* a un nivel específico deben ser capaces de decodificar obligatoriamente todos los flujos de bits en el cual el valor de *profile_idc* debe ser obligatoriamente igual a 66 o el valor de *constraint_set0_flag* debe ser obligatoriamente 1 y en los cuales *level_idc* y *constraint_set3_flag* representan un nivel menor o igual al nivel especificado.

6.4.2 Perfil *main*

Los flujos de bits que pertenecen al perfil *main* deben obligatoriamente encuadrarse en las siguientes restricciones:

- solamente pueden estar presentes *slices* del tipo I, P y B;
- unidades NAL no pueden contener valores de *nal_unit_type* entre 2 y 4, inclusive;
- no se permite orden arbitrario de *slices* (*arbitrary slice order*);
- los elementos *chroma_format_idc*, *bit_depth_luma_minus8*, *bit_depth_chroma_minus8*, *qp_prime_y_zero_transform_bypass_flag* y *seq_scaling_matrix_present_flag* no pueden estar presentes en el conjunto de parámetros de la secuencia (*sequence parameter set*);
- el conjunto de parámetros de la imagen (*picture parameter set*) debe tener obligatoriamente el elemento *num_slice_groups_minus1* igual a 0 solamente;
- el conjunto de parámetros de la imagen (*picture parameter set*) debe tener obligatoriamente el elemento *have_redundant_pic_cnt_present_flag* igual a 0 solamente;
- los elementos *transform_8x8_mode_flag*, *pic_scaling_matrix_present_flag* y *second_chroma_qp_index_offset* no pueden estar presentes en el conjunto de parámetros de la imagen (*picture parameter sets*);
- el elemento *level_prefix* no puede ser mayor que 15 (cuando presente);
- las restricciones de nivel especificadas para el perfil *main* especificado en la ITU-T Recommendation H.264:2005, sección A.3, se deben obedecer obligatoriamente en su totalidad.

El encuadre de un flujo de bits dentro del perfil *main* debe ser especificado obligatoriamente por el elemento *profile_idc* igual a 77.

Los decodificadores que se encuadran en el perfil *main* a un nivel específico deben ser capaces de decodificar obligatoriamente todos los flujos de bits en el cual el valor de *profile_idc* debe ser obligatoriamente igual a 77 ó *constraint_set1_flag* debe ser obligatoriamente igual a 1 y en los cuales *level_idc* y *constraint_set3_flag* representan un nivel menor o igual al nivel especificado.

6.4.3 Perfil *high*

Los flujos de bits que pertenecen al perfil *high* deben obligatoriamente encuadrarse en las siguientes restricciones:

- solamente pueden estar presentes *slices* del tipo I, P y B;
- las unidades NAL no pueden contener valores de *nal_unit_type* entre 2 y 4, inclusive;
- no se permite el orden arbitrario de *slices* (*arbitrary slice order*);
- el conjunto de parámetros de la imagen (*picture parameter set*) debe tener obligatoriamente el elemento *num_slice_groups_minus1* igual a 0 solamente;
- el conjunto de parámetros de la imagen (*picture parameter set*) debe tener obligatoriamente el elemento *redundant_pic_cnt_present_flag* igual a 0 solamente;
- el conjunto de parámetros de la secuencia (*picture parameter set*) debe tener obligatoriamente el elemento *chroma_format_idc* entre 0 y 1 inclusive;
- el conjunto de parámetros de la secuencia (*picture parameter set*) debe tener obligatoriamente el elemento *bit_depth_luma_minus8* igual a 0 solamente;
- el conjunto de parámetros de la secuencia (*picture parameter set*) debe tener obligatoriamente el elemento *bit_depth_chroma_minus8* igual a 0 solamente;
- el conjunto de parámetros de la secuencia (*picture parameter set*) debe tener obligatoriamente el elemento *qprime_y_zero_transform_bypass_flag* igual a 0 solamente;
- las restricciones de nivel especificadas para el perfil *high* especificado en la ITU-T Recommendation H.264:2005, sección A.3, se deben obedecer obligatoriamente en su totalidad.

El encuadre de un flujo de bits dentro del perfil *high* debe ser especificado obligatoriamente por el elemento *profile_idc* igual a 100.

Los decodificadores que se encuadran en el perfil *high* a un nivel específico deben ser capaces de decodificar obligatoriamente todos los flujos de bits en los cuales *level_idc* y *constraint_set3_flag* representan un nivel menor o igual al nivel especificado o ambas condiciones abajo deben ser obligatoriamente verdaderas:

- *profile_idc* debe ser obligatoriamente igual a 77 ó 100; o
- *constraint_set1_flag* debe ser obligatoriamente igual a 1.

6.5 Niveles

El término nivel establece para cada perfil los valores permitidos de algunos parámetros de codificación, como, por ejemplo, tasas de bits y resolución.

Los niveles añaden aún más restricciones a las definidas por los perfiles para garantizar la interoperabilidad entre los diferentes decodificadores, especificando el límite de desempeño requerido para realizar la decodificación. El codificador se debe configurar para operar en el nivel especificado para cada perfil definido en la Sección 7.

La Tabla 15 especifica las limitaciones impuestas por cada nivel de la codificación de video.

Tabla 15 — Restricciones determinadas por el nivel de la codificación

Número del nivel	Tasa máxima de procesamiento del macrobloque MaxMBPS MB/s	Tamaño máximo del cuadro MaxFS MB	Tamaño máximo del buffer de decodificación MaxDPB (1024 bytes para 4:2:0)	Tasa máxima de video MaxBR (1 000 bits/s, 1 200 bits/s, cpbBrVclFactor bits/s, o cpbBrNalFactor bits/s)	Tamaño máximo CPB (1 000 bits, 1 200 bits, cpbBrVclFactor bits, o cpbBrNalFactor bits)	Banda vertical del componente MV MaxVmvR (<i>luma frame samples</i>)	Razón mínima de compresión MinCR	Número máximo de vectores de movimiento por dos consecutivos MB MaxMvsPer2Mb
1	1 485	99	148,5	64	175	[- 64; + 63,75]	2	-
1b	1 485	99	148,5	128	350	[- 64; + 63,75]	2	-
1.1	3 000	396	337,5	192	500	[- 128; + 127,75]	2	-
1.2	6 000	396	891,0	384	1 000	[- 128; + 127,75]	2	-
1.3	11 880	396	891,0	768	2 000	[- 128; + 127,75]	2	-
2	11 880	396	891,0	2 000	2 000	[- 128; + 127,75]	2	-
2.1	19 800	792	1 782,0	4 000	4 000	[- 256; + 255,75]	2	-
2.2	20 250	1 620	3 037,5	4 000	4 000	[- 256; + 255,75]	2	-
3	40 500	1 620	3 037,5	10 000	10 000	[- 256; + 255,75]	2	32
3.1	108 000	3 600	6 750,0	14 000	14 000	[- 512; + 511,75]	4	16
3.2	216 000	5 120	7 680,0	20 000	20 000	[- 512; + 511,75]	4	16
4	245 760	8 192	12 288,0	20 000	25 000	[- 512; + 511,75]	4	16
4.1	245 760	8 192	12 288,0	50 000	62 500	[- 512; + 511,75]	2	16
4.2	522 240	8 704	13 056,0	50 000	62 500	[- 512; + 511,75]	2	16
5	589 824	22 080	41 400,0	135 000	135 000	[- 512; + 511,75]	2	16
5.1	983 040	36 864	69 120,0	240 000	240 000	[- 512; + 511,75]	2	16

La conjugación de los diferentes tipos de perfiles y niveles permite su utilización en diferentes aplicaciones. La combinación perfil y nivel garantiza la conformidad, así como la interoperabilidad. Es decir, una implementación de un perfil en un nivel garantiza que el decodificador se porte conforme lo determinado por el estándar de codificación.

NOTA La combinación perfil y nivel se suele mencionar usando la anotación 'perfil@nivel'.

7 Procedimiento de compresión de video, procedimiento de transmisión y configuración de la señal después de la codificación

7.1 Procedimiento de compresión y transmisión

Es conveniente realizar el proceso de estimación de movimiento para cada bloque resultante de la partición del macrobloque. Esa partición puede generar bloques de tamaño 16 x 16, 16 x 8, 8 x 16, 8 x 8, 8 x 4, 4 x 8 ó 4 x 4 muestras de luminancia.

El proceso de predicción *intra* puede ser realizado para todo el macrobloque, con tamaño 16 x 16 muestras o para cada uno de sus bloques 4 x 4 muestras. El proceso debe ser realizado obligatoriamente de conformidad con la ITU-T Recommendation H.264 y de conformidad con la ISO/IEC 14496-10:2005, subsección 8.1.

El proceso de transformación y cuantización se deberá realizar obligatoriamente de conformidad con la ITU-T Recommendation H.264 y de conformidad con la ISO/IEC 14496- 10:2005, subsección 8.5.

El filtro para remoción de efecto de bloques (*deblocking*) debe ser obligatoriamente un proceso condicional a ser aplicado en los bordes de los bloques de cada macrobloque, de conformidad con la recomendación ITU-T Recommendation H.264 y de conformidad con la ISO/IEC 14496- 10:2005, subsección 8.7.

El esquema de codificación de video usual está representado esquemáticamente en la Figura 14.

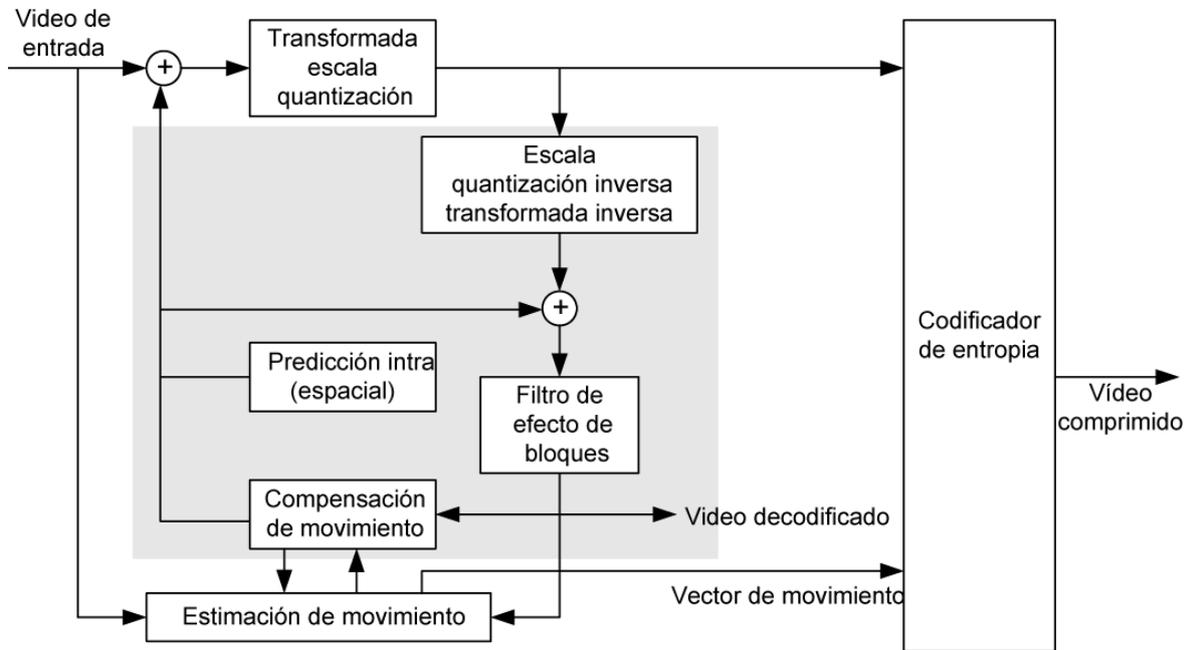


Figura 14 — Representación diagramática del proceso de codificación

7.2 Configuración de señal

Una secuencia de video puede estar compuesta por una o más unidades de acceso (AU). Cada secuencia debe ser iniciada obligatoriamente por una AU del tipo IDR y se extiende hasta una AU que termine con una unidad NAL del tipo *end_of_seq*. El conjunto de secuencias de video, terminado por un *end_of_stream*, determina un flujo de video.

Cada secuencia de video está compuesta por unidades NAL que pueden ser de contenido visual propiamente dicho o de estructuras auxiliares para configuración de parámetros o transmisión de informaciones complementarias. Las unidades NAL de contenido visual pueden contener cortes (*slices*) de figuras de los tipos I (codificadas utilizando solamente información autocontenida), B (codificadas utilizando informaciones contenidas en el cuadro actual, en cuadros pasados y futuros) y cuadros P (codificados utilizando informaciones contenidas en el cuadro actual y en cuadros pasados). Una secuencia de video debe obligatoriamente contener, por lo menos, un cuadro del tipo I.

Un cuadro se refiere a una imagen simple. Un corte consiste en un número arbitrario de macrobloques, no necesariamente en la misma línea horizontal. Un macrobloque consiste en una señal de luminancia con 16 x 16 pixels y dos señales de crominancia cuya dimensión varía de acuerdo con el formato utilizado en la codificación.

Un macrobloque se puede partir en bloques de tamaño 16 x 16, 16 x 8, 8 x 16, 8 x 8 muestras. En el caso que la partición sea 8 x 8, cada uno de esos bloques se puede partir en 8 x 8, 8 x 4, 4 x 8 y 4 x 4.

Posteriormente, los bloques se deben dividir obligatoriamente en partes 8 x 8 ó 4 x 4 para aplicación de la transformada DCT, tal como especificado en la ITU-T Recommendation H.264:2005 y de conformidad con la ISO/IEC 14496-10.

Las opciones de partición están en la Figura 15.

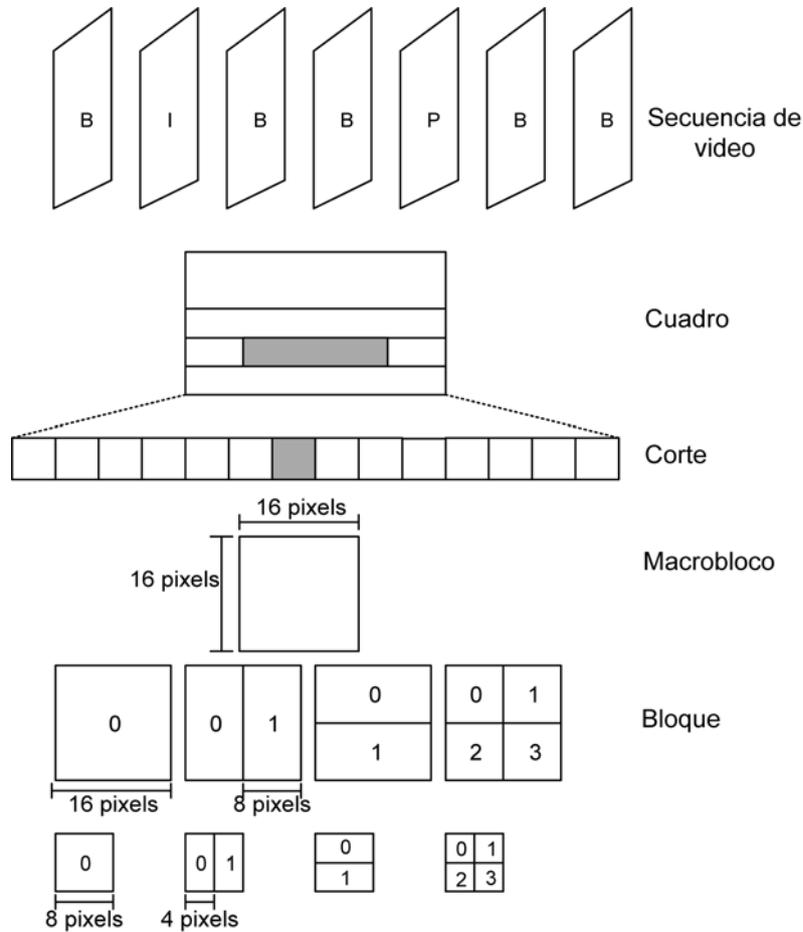


Figura 15 — Fraccionamiento de la secuencia de video en macrobloques

8 Restricciones en los parámetros de codificación

8.1 Generalidades

Las restricciones de esta Norma están definidas para los siguientes IRD y flujo de bits:

- H.264/AVC IRD y flujo de bits para SDTV;
- H.264/AVC IRD y flujo de bits para HDTV;
- H.264/AVC IRD y flujo de bits para dispositivos portátiles.

La codificación de video debe estar de acuerdo obligatoriamente con la ITU-T Recommendation H.264 y con la ISO/I EC 14496-10, sobre la cual se deberán aplicar obligatoriamente las restricciones descritas en 8.2 y 8.3.

8.2 Restricciones en los parámetros de codificación de video para servicios *full-seg*

8.2.1 Generalidades

Los IRD y flujos de bits deben soportar obligatoriamente algunas partes de los elementos de sintaxis “*supplemental enhancement information (SÉ)*” y “*video usability information (VUI)*”, tal como especificado en la ITU-T Recommendation H.264:2005 y conforme ISO/IEC 14496- 10:2005, Anexos D y E.

8.2.2 Conjunto de parámetros de secuencia e imagen (*sequence parameter set* y *picture parameter set*)

Para el codificador, más de un conjunto de parámetros de imagen puede estar presente en el flujo de bits entre dos puntos de acceso aleatorios o RAP. Sin embargo, entre dos RAP, el conjunto de parámetros para un determinado *pic_parameter_set_id* no se debe alterar. Esto es, si hay más de un conjunto de parámetros de imagen y esos conjuntos son diferentes entre sí, entonces cada uno de esos conjuntos debe tener obligatoriamente un *pic_parameter_set_id* distinto.

8.2.3 *pic_width_in_mbs_minus1* y *pic_height_in_map_units_minus1*

Para el codificador, el período entre dos cambios en los pares de *pic_width_in_mbs_minus1* y *pic_height_in_map_units_minus1* debe ser obligatoriamente superior a 1 s. El alcance de esa imposición es limitar el procesamiento por *software* necesario al IRD para cambiar de razón de aspecto.

Si el número de muestras de luminancia en el ancho o en la altura no es múltiplo de 16, obligatoriamente se deben agregar muestras extras a la imagen, para alcanzar un número múltiplo de 16. Para el caso horizontal, es conveniente agregar las muestras extras del lado derecho de la imagen. Para el caso vertical, conviene agregar las muestras extras en la parte inferior de la imagen.

8.2.4 *Video usability information (VUI)*

8.2.4.1 General

Los IRD deben soportar obligatoriamente los siguientes elementos VUI:

- información de razón de aspecto (*aspect_ratio_idc*);
- información de parametrización de color (*colour_primaries*, *transfer_characteristics* y *matrix_coefficients*);
- información de crominancia (*chroma_sample_loc_type_top_field* y *chroma_sample_loc_type_bottom_field*);
- información de temporización (*time_scale*, *num_units_in_ticks* y *fixed_frame_rate_flag*);
- información de estructura de imagen (*pic_struct_present_flag*).

8.2.4.2 Información de razón de aspecto

El soporte a los valores de *aspect_ratio_idc* debe ser acorde obligatoriamente con 8.2.11.

8.2.4.3 Información de crominancia VUI

8.2.4.3.1 Codificador

Es conveniente la especificación de las localizaciones de la crominancia usando los elementos sintácticos *chroma_sample_loc_type_top_field* y *chroma_sample_loc_type_bottom_field* en el VUI. Conviene la utilización de *chroma sample type* igual a 0 para ambos campos.

8.2.4.3.2 Decodificador

Los IRD deben ser capaces de decodificar obligatoriamente cualesquiera valores permitidos de *chroma_sample_loc_type_top_field* y *chroma_sample_loc_type_bottom_field*. Es conveniente que el procesamiento adecuado sea implementado para la exhibición de las imágenes.

8.2.4.4 Información de temporización

El soporte a los valores *time_scale* y *num_units_in_tick* debe ser acorde obligatoriamente con 8.2.10.

En el caso de un cuadro parado (*still picture*), el valor de *fixed_frame_rate_flag* debe ser obligatoriamente igual a 0. En los otros casos, el valor de *fixed_frame_rate_flag* debe ser obligatoriamente igual a 1. La tasa de cuadros no puede ser alterada entre dos unidades de acceso IDR.

8.2.4.5 Información de estructura de imagen

El soporte al *pic_struct_present_flag* y flujo de bits debe estar relacionado obligatoriamente al uso de la información de estructura de la imagen en el mensaje SEI de *picture timing*. Para flujos de bits que contienen información de estructura de imagen (como modo de film), es conveniente que *pic_struct_present_flag* se asocie a "1" en el VUI y el mensaje SEI de *picture timing* se asocie con cada AU de la secuencia codificada.

Si la secuencia no requiere información de estructura de la imagen, entonces el valor de *pic_struct_present_flag* debe ser obligatoriamente "0" en el VUI. El uso de ese *flag* en el VUI permite el uso de la SEI de *picture timing* sólo con la información de estructura de la imagen, sin la necesidad de incluir informaciones de HRD (como atrasos CPB y DPB o valores iniciales de atraso en el mensaje SEI de período de memorización).

8.2.5 Supplemental enhancement information (SEI)

8.2.5.1 General

Los IRD deben soportar obligatoriamente el uso de mensajes SEI del tipo temporización de imagen (*picture timing SEI message*) y opcionalmente mensajes del tipo rectángulo de pan-scan (*pan and scan rectangle SEI message*).

Adicionalmente, los IRD pueden soportar el AFD (ver Sección 9), con el soporte adicional para *user_data_registered_itu_t_t35*.

8.2.5.2 Picture timing SEI message

8.2.5.2.1 Codificador

El mensaje SEI de temporización debe obligatoriamente estar asociado con cada unidad de acceso (AU). Si el flujo de bits contiene información de estructura de imagen, el *pic_struct_present_flag* debe obligatoriamente estar asociado a "1" en el VUI y el mensaje SEI de temporización debe obligatoriamente estar asociado con cada AU. En caso contrario, el *pic_struct_present_flag* debe estar asociado obligatoriamente a "0".

8.2.5.2.2 Decodificador

Los IRD deben soportar obligatoriamente todos los valores definidos en *pic_struct*, incluyendo todos los modos que requieren repetición de campo o cuadro. Los IRD no pueden utilizar cualesquiera otros parámetros (excepto *pic_struct*) en la *picture timing SEI message*, en el caso que esos elementos estén presentes.

8.2.5.3 Rectángulo de pan-scan

8.2.5.3.1 Codificador

La SEI que define el rectángulo de *pan-scan* se puede utilizar siempre que sea necesario.

8.2.5.3.2 Flujo de bits

Siempre que el soporte al rectángulo de pan-scan esté implementado, los IRD deben soportar obligatoriamente todos los valores especificados en el *pan_scan_rect*, excepto *pan_scan_rect_top_offset[i]* y *pan_scan_rect_bottom_offset[i]*.

En esos casos el soporte al uso de *pan_scan_rect* para sobremuestreo debe ser obligatoriamente implementado para proporcionar que un monitor 4:3 exhiba en pantalla llena un determinado rectángulo de un video 16:9, codificado con la razón de aspecto correcta. El flujo de bits también puede contener informaciones de remuestreo vertical para obtener la razón de aspecto correcta para exhibición *letterbox* de un video 16:9 en un monitor 4:3.

8.2.6 Punto de acceso aleatorio (RAP - *Random access point*)

8.2.6.1 Codificador

El intervalo de tiempo entre puntos de acceso aleatorio puede variar entre programas y durante un mismo programa. Ese intervalo debe ser obligatoriamente definido en la codificación y su valor no puede ser superior al límite máximo de 5 s.

8.2.6.2 Decodificador

Los IRD deben ser capaces obligatoriamente de iniciar la decodificación del flujo de bits desde un RAP.

8.2.7 Parámetros de secuencia

Los valores en *sequence parameter set* deben estar asociados obligatoriamente de acuerdo con el perfil elegido (ver Sección 9) y los siguientes campos deben tener obligatoriamente los valores indicados:

- *gaps_in_frame_num_value_allowed_flag* = 0
- *vui_parameters_present_flag* = 1

8.2.8 Perfiles y niveles

8.2.8.1 Codificador

La codificación debe ser obligatoriamente compatible con las restricciones impuestas por el perfil *high*, lo que implica su encuadre en el perfil *main* o *high*, quedando la elección a criterio de la fuente generadora. El flujo de bits puede encuadrarse en las restricciones impuestas por el nivel 4.0, o cualquier nivel inferior. Los valores a ser asociados en el conjunto de parámetros de la secuencia (*sequence parameter set*) deben ser acordes obligatoriamente con la Tabla 16.

Tabla 16 — Conjuntos de parámetros de la secuencia de acuerdo con el perfil

	<i>Main</i>	<i>High</i>
<i>profile_idc</i>	77	100
<i>constraint_set0_flag</i>	0	0
<i>constraint_set1_flag</i>	1	0
<i>constraint_set2_flag</i>	0	0
<i>constraint_set3_flag</i>	0	0

8.2.8.2 Decodificador

Los IRD deben ser capaces de decodificar obligatoriamente flujos de bits con todas las herramientas de codificación descritas en el perfil *high* en su totalidad, soportando hasta los límites impuestos en el nivel 4.0.

8.2.9 Resoluciones de luminancia

Las resoluciones 720 x 480, 1 280 x 720 y 1 920 x 1 080 deben ser obligatoriamente permitidas, con razón de aspecto 4:3 ó 16:9, de acuerdo con la Tabla 17.

Tabla 17 — Resoluciones de luminancia

	Resolución de luminancia (horizontal x vertical)	Razón de aspecto	<i>aspect_ratio_idc</i>
SD	720 x 480	4:3	3
		16:9	5
	720 x 576	4:3	2
		16:9	4
HD	1.280 x 720	16:9	1
	1 920 x 1.080	16:9	1

8.2.10 Tasa de cuadros - Codificador

Las tasas de cuadros soportadas deben ser obligatoriamente 30 000/1 001 Hz y 60 000/1 001 Hz. Opcionalmente, se puede también utilizar 25 Hz y 50 Hz. Ese valor debe ser especificado obligatoriamente en el VUI, asociando adecuadamente los parámetros *time_scale* y *num_units_in_tick*, de acuerdo con la Tabla 18.

Tabla 18 — Tasa de cuadros

Tasa de	Entrelazado o	<i>time_scale</i>	<i>num_units_in_tick</i>
25	P	50	1
25	I	50	1
50	P	100	1
30 000/1 001	P	60 000	1 001
30 000/1 001	I	60 000	1 001
60 000/1 001	P	120 000	1 001

8.2.11 Razón de aspecto

8.2.11.1 Codificador

La razón de aspecto puede ser 4:3 ó 16:9. Las informaciones de *cropping* del *sequence parameter set* se pueden usar en caso de ser necesario.

8.2.11.2 Flujo de bits

Los parámetros *aspect_ratio_idc* del flujo de bits codificados pueden asumir los siguientes valores 1 (1:1), 2 y 3 (4:3), 4 y 5 (16:9).

La razón de aspecto debe ser determinada obligatoriamente por los parámetros *pic_height_in_map_units_minus1*, *pic_width_in_mbs_minus1* y la información de *cropping* codificada en el conjunto de parámetros de secuencia (*sequence parameter set*), así como en la razón de aspecto codificada con el valor de *aspect_ratio_idc* en el VUI (*video usability information*).

8.2.12 Colorimetría

8.2.12.1 Codificador

Las informaciones de Colorimetría (coordinadas de cromaticidad, características de transferencia optoelectrónicas de la fuente y coeficientes de la matriz) utilizada para extraer las señales de luminancia y cromaticidad desde las componentes primarias roja, verde y azul deben ser obligatoriamente señalizadas explícitamente en el flujo de bits, desde la elección de los valores apropiados en los parámetros VUI: *colour_primaries*, *transfer_characteristics* y *matrix_coefficients*.

NOTA Para resolución SDTV, se recomienda usar la ITU-R Recommendation BT.601-6. Para resolución HDTV, se recomienda la utilización de la ITU-R Recommendation BT.709-5.

La Tabla 19 contiene los valores de los parámetros para las dos resoluciones.

Tabla 19 — Parámetros de colorimetría

Parámetro	SDTV	HDTV
<i>colour_primaries</i>	4/6	1
<i>transfer_characteristics</i>	4/6	1
<i>matrix_coefficients</i>	4/6	1

8.2.12.2 Flujo de bits

El flujo de bits puede contener cualesquiera valores permitidos de *colour_primaries*, *transfer_characteristics* y *matrix_coefficients*.

NOTA Se recomienda la implementación de un procesamiento adecuado para garantizar precisión en la representación de imágenes con los estándares de Colorimetría especificados en la ITU-R Recommendation BT.601-6 y ITU-R Recommendation BT.709-5.

8.2.13 Área activa de codificación

Con relación a la codificación de video, la Tabla 20 muestra las áreas activas de codificación para cada uno de los formatos de entrada. Después del proceso de decodificación, las líneas activas de las señales generadas por el decodificador deben estar de acuerdo obligatoriamente con la Tabla 20.

Tabla 20 — Área activa de codificación

Formato	Líneas activas	Líneas codificadas	Área activa
1 125i	1 080	1 080	Líneas 21 - 560 y Líneas 584 - 1 123
750p	720	720	Líneas 26 - 745
525p	483	480	Líneas 45 - 524
525i	483	480	Líneas 23 - 262 y Líneas 286 - 525

8.3 Restricciones en los parámetros de codificación de video para servicios *one-seg*

8.3.1 Especificaciones generales

La codificación de video debe cumplir obligatoriamente la ITU-T Recommendation H.264:2005 y la ISO/IEC 14496- 10:2005.

Los flujos de bits deben contener obligatoriamente algunas partes de los elementos de sintaxis “*supplemental enhancement information (SEI)*” y “*video usability information (VUI)*”, tal como especificado en los Anexos D y E de la ITU-T Recommendation H.264:2005 y de la ISO/IEC 14496- 10:2005.

Es conveniente la utilización de las restricciones dadas en la Tabla 21.

Tabla 21 — Restricciones a los parámetros de codificación

Tasa de bits	64 Kbps hasta la máxima tasa de bits permitida por el perfil@nivel especificado en la ITU-T Recommendation H.264
Resolución de imagen	SQVGA(160x120 ó 160x90), QVGA(320x240 ó 320x180) y CIF (352x288)
Tasa de cuadros	5 Hz, 10 Hz, 12 Hz, 15 Hz, 24 Hz, 30 Hz
Razón de aspecto del <i>display</i>	4:3 o 16:9
Nivel	Hasta el límite de 1.3, dependiendo de la aplicación
Otras restricciones	No se pueden utilizar FMO (<i>flexible macroblock ordering</i>), ASO (<i>arbitrary slice ordering</i>) y RS (<i>redundant slices</i>)

8.3.2 Conjunto de parámetros de secuencia e imagen (*sequence parameter set* y *picture parameter set*)

Los valores a ser asociados en el conjunto de parámetros de la secuencia (*sequence parameter set*) deben cumplir obligatoriamente la Tabla 22.

Tabla 22 — Conjunto de parámetros de la secuencia

profile_idc	66 (baseline)
<i>constraint_set0_flag</i>	1
<i>constraint_set1_flag</i>	1
<i>constraint_set2_flag</i>	1
<i>constraint_set3_flag</i>	0

8.3.3 Video usability information (VUI)

8.3.3.1 General

Los IRD deben soportar obligatoriamente los siguientes elementos VUI:

- información de razón de aspecto (*aspect_ratio_idc*);
- información de parametrización de color (*colour_primaries*, *transfer_characteristics* y *matrix_coefficients*);
- información de crominancia (*chroma_sample_loc_type_top_field* y *chroma_sample_loc_type_bottom_field*);
- información de temporización (*time_scale*, *num_units_in_ticks* y *fixed_frame_rate_flag*);
- información de estructura de imagen (*pic_struct_present_flag*).

8.3.3.2 Información de razón de aspecto

El soporte a los valores de *aspect_ratio_idc* debe ser acorde obligatoriamente con 8.3.6.4.

8.3.3.3 Información de parametrización de color

El soporte a los valores de *colour_primaries*, *transfer_characteristics* y *matrix_coefficients* debe obligatoriamente ser conforme 8.3.6.5

8.3.3.4 Información de crominancia

8.3.3.4.1 Codificador

Es conveniente que la especificación de las localizaciones de la crominancia usando los elementos sintácticos *chroma_sample_loc_type_top-field* y *chroma_sample_loc_type_bottom-field* en el VUI. Se recomienda la utilización de *chroma_sample_type* con valor 0 para ambos campos.

8.3.3.4.2 Decodificador

Los IRD deben ser capaces de decodificar obligatoriamente cualesquiera valores permitidos de *chroma_sample_loc_type_top_field* y *chroma_sample_loc_type_bottom_field*. Se recomienda que el procesamiento adecuado sea implementado para la exhibición de las imágenes.

8.3.3.5 Información de temporización

El soporte a los valores *time_scale* y *num_units_in_tick* debe ser acorde obligatoriamente con 8.3.6.3.

En el caso de un cuadro parado (*still picture*), el valor de *fixed_frame_rate_flag* debe ser obligatoriamente igual a 0. En los otros casos, el valor de *fixed_frame_rate_flag* debe ser obligatoriamente igual a 1. La tasa de cuadros no puede ser alterada entre dos unidades de acceso IDR.

8.3.3.6 Información de estructura de imagen

El soporte al *pic_struct_present_flag* y flujo de bits debe ser acorde obligatoriamente con 8.3.4.2, relacionado al uso de la información de estructura de la imagen en el mensaje SEI de temporización de imagen.

Para flujo de bits que contienen información de estructura de imagen (como modo de film), se recomienda que *pic_struct_present_flag* se asocie a "1" en el VUI y el mensaje SEI de temporización de imagen sea asociado con cada AU de la secuencia codificada. Si la secuencia no requiere información de estructura de la imagen, entonces el valor de *pic_struct_present_flag* debe ser obligatoriamente "0" en el VUI.

El uso de ese *flag* en el VUI permite el uso de la SEI de temporización de imagen con sólo la información de estructura de la imagen sin la necesidad de incluir informaciones de HRD (como atrasos CPB y DPB o valores iniciales de atraso en el mensaje SEI de período de memorización).

8.3.4 Supplemental enhancement information (SEI)

8.3.4.1 General

Los IRD deben soportar obligatoriamente el uso de mensajes SEI del tipo temporización de imagen (*picture timing SEI message*).

8.3.4.2 Mensaje SEI del tipo temporización de imagen

8.3.4.2.1 Codificador

El mensaje SEI de temporización de imagen debe obligatoriamente estar asociado con cada AU. Si el flujo de bits contiene información de estructura de imagen, el *pic_struct_present_flag* debe obligatoriamente estar asociado a "1" en el VUI y el mensaje SEI de temporización debe obligatoriamente estar asociado con cada AU. En caso contrario, el *pic_struct_present_flag* debe estar asociado obligatoriamente a "0".

8.3.4.2.2 Decodificador

Los IRD deben soportar obligatoriamente todos los valores definidos en *pic_struct*, incluyendo todos los modos que requieren repetición de campo o cuadro. Los IRD no necesitan utilizar cualesquiera otros parámetros (excepto *pic_struct*) en el mensaje SEI de temporización de imagen, en el caso que esos elementos estén presentes.

8.3.5 Punto de acceso aleatorio (RAP - *Random access point*)

8.3.5.1 Codificador

El intervalo de tiempo entre puntos de acceso aleatorio puede variar entre programas y durante un mismo programa. Ese intervalo es definido por el agente transmisor y su valor no puede ser superior al límite máximo de 5 s.

8.3.5.2 Decodificador

Los IRD deben ser capaces obligatoriamente de iniciar la decodificación del flujo de bits desde un RAP.

8.3.6 Formatos de video

8.3.6.1 Perfiles y niveles

8.3.6.1.1 Codificador

Los flujos de bits deben ser obligatoriamente compatibles con las restricciones impuestas por el perfil *baseline*. El flujo de bits debe obligatoriamente encuadrarse en las restricciones impuestas por el nivel 1.3. Los valores a ser asociados en el conjunto de parámetros de la secuencia (*sequence parameter set*) se dan en la Tabla 23.

Tabla 23 — Conjunto de parámetros de la secuencia

Parámetros	<i>baseline</i>
<i>profile_idc</i>	66
<i>constraint_set0_flag</i>	1
<i>constraint_set1_flag</i>	1
<i>constraint_set2_flag</i>	1
<i>constraint_set3_flag</i>	0

8.3.6.2 Decodificador

Los IRD deben ser capaces, obligatoriamente, de descodificar flujo de bits con todas las herramientas de codificación descritas en el perfil *baseline* en su totalidad, soportando hasta los límites impuestos en el nivel 1.3.

8.3.6.3 Resoluciones de luminancia

Se deben permitir obligatoriamente las resoluciones hasta el límite impuesto por el nivel 1.3, que restringe el número máximo de macrobloques para cada cuadro en 396. Ese número corresponde típicamente a la resolución máxima de 352 x 288 (CIF) para la luminancia.

La Tabla 24 muestra las resoluciones permitidas con sus respectivos parámetros de la sintaxis de la ITU-T Recommendation H.264.

Tabla 24 — Resoluciones permitidas con sus respectivos parámetros

Formato	Resolución	Razón de aspecto	<i>Sequence parameter set</i>		<i>VUI parameter set</i>	
			<i>pic_width_in_mbs_minus1</i>	<i>pic_height_in_map_units_minus1</i>	<i>aspect_ratio_info_present_flag</i>	<i>aspect_ratio_info</i>
SQ VGA	160x120	4:3	9	7	1	1
SQVGA	160x90	16:9	9	5		1
QVGA	320x240	4:3	19	14		1
QVGA	320x180	16:9	19	11		1
CIF	352x288	4:3	21	17		2

Si el número de muestras de luminancia, tanto en el ancho como en la altura, no es múltiplo de 16, se deben agregar muestras extras obligatoriamente a la imagen, para alcanzar un número múltiplo de 16. Para el caso horizontal, se recomienda agregar las muestras extras del lado derecho de la imagen. Para el caso vertical, es conveniente agregar las muestras extras en la parte inferior de la imagen.

8.3.6.4 Tasa de cuadros

La máxima tasa de cuadros permitida debe ser obligatoriamente de 30 fps progresivo. La Tabla 25 muestra los valores para los elementos de la sintaxis de los parámetros VUI en tasas de cuadro típicas.

Tabla 25 — Valores de tasas de cuadro

	5 Hz	10 Hz	12 Hz	15 Hz	24 Hz	30 Hz
<i>Time_scale</i>	5 000	10 000	12 000	15 000	24 000	30 000
<i>Num_units_in_tick</i>	1 001	1 001	1 001	1 001	1 001	1 001

8.3.6.5 Razón de aspecto

A pesar del formato de video ser típicamente 4:3, los codificadores pueden transmitir en formato 16:9 y, en ese caso, pueden utilizar los parámetros de *pan-scan* para definir la región de interés en el video.

8.3.6.6 Colorimetría

8.3.6.6.1 Codificador

Las informaciones de colorimetría (coordinadas de cromaticidad, características de transferencia optoelectrónicas de la fuente y coeficientes de la matriz) utilizada para extraer las señales de luminancia y crominancia desde las primarias roja, verde y azul deben ser obligatoriamente señalizadas explícitamente en el flujo de bits, asociando los valores apropiados en los parámetros VUI: *colour primaries*, *transfer characteristics* y *matrix coefficients*.

8.3.6.6.2 Decodificador

Los IRD deben ser capaces de decodificar obligatoriamente flujo de bits con cualesquiera valores permitidos de *colour primaries*, *transfer characteristics* y *matrix coefficients*.

9 Conmutación continua

9.1 Generalidades

La conmutación continua debe definir el procedimiento en la transmisión y en la recepción para permitir la exhibición continua de imágenes por el receptor, cuando ocurre la conmutación entre formatos de video diferentes o cuando ocurren modificaciones en los parámetros que definen la secuencia de video.

9.2 Transmisión del descriptor de fin de secuencia

Al final de una secuencia de video, se debe transmitir obligatoriamente el descriptor de fin de secuencia (unidad NAL del tipo *end_of_seq*). La unidad NAL del tipo *end_of_stream* se deberá usar obligatoriamente sólo cuando un flujo de video sea interrumpido, al modificarse la cantidad de programas en la capa de transporte.

NOTA El concepto de grupo de cuadros (GOP - *Group of Pictures*) se refiere a un cuadro del tipo I, seguido por cuadros de los tipos P y B hasta el surgimiento de un nuevo cuadro del tipo I. Aunque el concepto de GOP no esté definido en la ITU-T Recommendation H.264, en esta Norma se extiende el concepto, considerándose un GOP como equivalente a una secuencia de video. Pueden existir unidades de acceso dentro de un GOP consideradas puntos de acceso aleatorio, por limpiar el *buffer* de referencia y traer nuevamente las informaciones de parámetros de secuencia y de cuadro.

Los receptores no son obligados a iniciar la decodificación de una secuencia de video desde estos puntos. Por lo tanto, para efecto de cálculo del tiempo necesario para inicio de una decodificación desde un instante aleatorio de la transmisión, se debe considerar obligatoriamente el instante de inicio de la primera secuencia de video recibida.

9.3 Alteración en el número de muestras activas

9.3.1 Procedimiento en la transmisión

La secuencia debe ser obligatoriamente interrumpida utilizando el *end of sequence* NAL en el punto de cambio e indicar el nuevo número de muestra en el conjunto de parámetros de la secuencia (*sequence parameter set*) del próximo GOP.

El GOP inicial de la nueva secuencia debe ser obligatoriamente un GOP cerrado. Los parámetros *cbp_size_scale* y *cpb_size_value_minus1* dentro de los parámetros HRD (*hrd_parameters*) no deben ser alterados inmediatamente después del punto de cambio.

El tiempo de decodificación del primer cuadro I para decodificación del GOP y el intervalo de tiempo de exhibición del primer cuadro no pueden ser alterados antes y después el punto de cambio.

La continuidad del PTS y DTS debe ser obligatoriamente garantizada.

9.3.2 Operación en el decodificador

El nuevo modo de operación debe ser obligatoriamente atribuido a través del parámetro de imagen incluido en el conjunto de parámetros de la secuencia (*sequence parameter set*) recibido.

Esa atribución se deberá realizar obligatoriamente aunque la unidad NAL *end of sequence* no haya sido recibida.

9.4 Alteración de la razón de aspecto de la imagen para el sistema de televisión 525i

9.4.1 Procedimiento en la transmisión

La secuencia debe ser obligatoriamente interrumpida utilizando la unidad NAL *end of sequence* en el punto de cambio e indicar la nueva razón de aspecto en el conjunto de parámetros de la secuencia (*sequence parameter set*) del próximo GOP.

El GOP inicial de la nueva secuencia debe ser obligatoriamente un GOP cerrado. Los parámetros *cbp_size_scale* y *cbp_size_value_minus1* dentro de los parámetros HRD (*hrd_parameters*) no deben ser alterados inmediatamente después del punto de cambio.

El tiempo de decodificación del primer cuadro I para decodificación del GOP y el intervalo de tiempo de exhibición del primer cuadro no pueden ser alterados antes y después del punto de cambio.

La continuidad del PTS y DTS debe ser obligatoriamente garantizada.

9.4.2 Operación en el decodificador

El nuevo modo de operación a través del parámetro *aspect ratio* debe ser obligatoriamente atribuido al conjunto de parámetros de la secuencia (*sequence parameter set*) recibido. Esa atribución se deberá realizar obligatoriamente aunque la unidad NAL *end of sequence* no haya sido recibida.

9.5 Alteración de la tasa de bits

9.5.1 Procedimiento en la transmisión

Para permitir alteraciones del *bitrate* la transmisión debe ser siempre configurada en modo de tasa variable, es decir, el parámetro *cbr_flag* en el *hrd_parameter()* debe ser obligatoriamente 0 (cero).

La unidad NAL *end of sequence* no se debe insertar en el punto de cambio de la tasa de transmisión. Los parámetros *cbp_size_scale* y *cbp_size_value_minus1* dentro de los parámetros HRD (*hrd_parameters*) no deben ser alterados inmediatamente después del punto de cambio.

La continuidad del PTS y DTS debe ser obligatoriamente garantizada.

El tiempo de decodificación del primer cuadro I para decodificación del GOP y el intervalo de tiempo de exhibición del primer cuadro no pueden ser alterados antes y después del punto de cambio.

9.5.2 Operación en el decodificador

El IRD debe obligatoriamente trabajar continuamente, controlando la decodificación y la salida de audio y video de acuerdo con el PTS y DTS descritos en los encabezamientos PES.

9.6 Alteración de formatos de videos

9.6.1 Aspectos generales

El procedimiento para transmisión y recepción debe obligatoriamente garantizar la exhibición continua de imágenes cuando ocurra la conmutación entre formatos de video (como, por ejemplo, 1 080i, 720p, 480p, 480i) para un identificador de servicio (*service_id*) específico. Para permitir una conmutación perfectamente continuada, tanto la transmisión como la recepción deben ser capaces obligatoriamente de conmutar de forma continua.

La conmutación de HDTV para SDTV o conmutación entre diferentes formatos (como, por ejemplo, 480i↔480p, 1080i↔720p) se puede realizar de la misma forma tanto en la transmisión como en la recepción. Cuando ocurre la conmutación de algún formato de video para otro de un identificador de servicio (*service_id*) específico, el flujo de video ES PID del formato original debe ser obligatoriamente alterado después de la conmutación para otro formato.

Cuando ocurre la conmutación de tres programas SDTV para un HDTV o vice-versa, las estaciones de radiodifusión que pretendan proporcionar una exhibición continua deben transmitir obligatoriamente el mismo número de PMT que especifica el mismo *service_id* como SDTV durante la transmisión del contenido HDTV, y deben obligatoriamente especificar ES_PID del HDTV como un valor único para distinguirlo de cualquier PID de los componentes cuando empiece la transmisión del nuevo PMT. Más aún, la PMT tanto del SDTV como del HDTV debe contener obligatoriamente el indicador (descriptor) de control de decodificación de video indicado en la ABNT NBR 15603-2.

Para ejemplarizar, son asumidos los siguientes valores para *service_id* y ES_PID:

Programa 1 SDTV: *service_id* = 01, ES_PID = 101 -> Programa HDTV: *service_id* = 01, ES_PID = 104

Programa 2 SDTV: *service_id* = 02, ES_PID = 102 -> Programa HDTV: *service_id* = 02, ES_PID = 104

Programa 3 SDTV: *service_id* = 03, ES_PID = 103 -> Programa HDTV: *service_id* = 03, ES_PID = 104

9.6.2 Procedimiento para una perfecta conmutación continua con transmisión del *sequence_end_code*

9.6.2.1 Procedimiento en la transmisión

Asumiendo que la conmutación entre SDTV y HDTV ocurre en el tiempo T1, la tabla PMT de SDTV debe contener obligatoriamente *video_decode_control_descriptor* (*sequence_end_code_flag*: 1, *video_encode_format*: 0100 (480i), 0011 (480p)). Los tres codificadores SDTV y un codificador HDTV sincronizan el PCR y el PTS para garantizar un PCR continuo en el instante de la conmutación.

La transmisión del PMT de los programas HDTV (ES_PID = 104) debe obligatoriamente comenzar 1 s (tiempo estándar) antes del tiempo de conmutación T1. El PMT del HDTV debe contener obligatoriamente el *video_decode_control_descriptor* (*sequence_end_code_flag*: 1, y *video_encode_format*: 0001 (1 080i), 0010 (720p)).

El nuevo PMT debe ser transmitido obligatoriamente. Para la transmisión de programas libres, el receptor puede realizar la conmutación del programa, desde que un nuevo PMT se transmita por lo menos 0,5 s antes del instante de conmutación T1. Como típicamente la transmisión debe ser operada obligatoriamente con precisión de segundos, el estándar para transmisión de un nuevo PMT debe ser obligatoriamente 1 s antes de T1. No hay problemas con el receptor si la transmisión de un nuevo PMT empieza de 0,5 s hasta 2,0 s antes del instante de conmutación.

Para la transmisión de programas protegidos, en el caso que existan “asuntos clave” para la conmutación del programa, la transmisión de un nuevo ECM, 2 s antes del instante de conmutación podría, en ciertos casos, atrasar mucho, dado el tiempo de respuesta de la tarjeta. Sin embargo, si un nuevo PMT se transmite más de 2 s antes del instante de conmutación, una persona al seleccionar un canal en este intervalo no verá ninguna imagen durante un cierto período de tiempo. Por lo tanto, un nuevo PMT debe ser transmitido obligatoriamente entre 0,5 s y 2,0 s antes del instante de conmutación. La operación del sistema de DRM debe garantizar obligatoriamente, por ejemplo, por unificación de claves o usando “*temporal non-scrambling*”, que ninguna inconveniencia aparezca, incluso cuando la selección de canal se realiza en ese intervalo.

La transmisión del flujo SDTV debe obligatoriamente terminar inmediatamente antes del instante de conmutación como final de GOP y el *sequence_end_code* debe obligatoriamente agregarse al final. El control de programación debe ser obligatoriamente realizado por las estaciones *broadcasting* en segundos. Este instante de control generalmente no coincide con el instante final del GOP, debido a la longitud del GOP o de la frecuencia cuadro/campo de 59.94 Hz. Por lo tanto, los instantes de inicio y fin de flujo de transporte deben obligatoriamente ocurrir inmediatamente antes o después del instante de control. El *gap* entre el fin del flujo SDTV y el inicio del flujo HDTV debe obligatoriamente ser suficientemente corto para prevenir *underflow* del decodificador de recepción.

En el instante de conmutación, la multiplexación del flujo SDTV debe ser interrumpida obligatoriamente y la multiplexación del flujo HDTV debe ser iniciada obligatoriamente. El *sequence_header* del HDTV debe ser transmitido obligatoriamente tan rápidamente como sea posible después de completarse la conmutación para el flujo HDTV. El *sequence_header* HDTV debe obligatoriamente comenzar con GOP. El primer GOP debe ser tratado obligatoriamente como un “*closed GOP*”. Datos nulos se transmiten entre el *sequence_end_code* del flujo SDTV y *sequence_header_code* del flujo HDTV.

9.6.2.2 Procedimiento de receptor con conmutación continua

El receptor debe obligatoriamente obtener la nueva versión del PMT.

El demultiplexador se debe configurar obligatoriamente para suministrar los datos del flujo ES_PID del SDTV y HDTV para el decodificador AV en los instantes en que el receptor con base en el contenido del descriptor PMT es informado de la conmutación de SDTV para HDTV y que el *sequence_end_code* se transmite en el flujo de bits. Sin embargo, los datos SDTV y HDTV no pueden ser suministrados al mismo tiempo para el decodificador, independientemente del instante de la transmisión. En vez de ello, los datos del flujo STDV se almacenan inicialmente en el *buffer*. Los datos HDTV se deben transmitir y almacenar obligatoriamente en el buffer sólo cuando el almacenamiento de los datos SDTV esté completo.

El decodificador de video debe exhibir obligatoriamente una imagen con cuadro *freeze* y silenciar el audio hasta obtener el *sequence_end_code*.

El decodificador debe hacer una descodificación apropiada obligatoriamente a través del *tracking* automático que obtiene el *sequence_header* del flujo HDTV. El decodificador debe suspender obligatoriamente la exhibición del cuadro *freeze* y activar el audio cuando esté listo para colocar en la salida video y audio normales.

Para exhibir imágenes aparentemente de forma continua, el flujo HDTV debe ser recibido obligatoriamente después del flujo SDTV para que el *buffer* no entre en el estado de *underflow*. En ese caso, ningún cuadro *freeze* debe ser exhibido. Si el período entre el fin y el inicio del flujo SDTV no es suficientemente corto, y si el *buffer*, como resultado, falla debido a un *underflow*, un cuadro *freeze* es transmitido inmediatamente antes que sea mostrado el *sequence_end_code*.

Cuando el receptor entiende que la decodificación HDTV comenzó, el demultiplexador suministra solamente el ES_PID del HDTV para el decodificador de AV.

9.6.2.3 Procedimiento de receptor sin conmutación continua

El receptor obtiene la nueva versión del PMT.

Un cuadro *freeze* o *black* debe ser obligatoriamente exhibido y el audio silenciado si, con base en el contenido del descriptor de la tabla PMT, el receptor es informado de la conmutación entre el SDTV y HDTV. Este procedimiento no debe ser adoptado en presencia del *sequence_end_code*.

El decodificador de video interrumpe la decodificación SDTV.

El demultiplexador es configurado para interrumpir la recepción de los flujos con ES_PID del SDTV y para suministrar flujos con ES_PID del HDTV para el *buffer* de decodificación.

El receptor espera la entrada del flujo HDTV usando su CPU para monitorear el *sequence_header* del decodificador de video. Cuando el decodificador obtiene el *sequence_header* del flujo HDTV, éste comienza la decodificación HDTV. El decodificador cancela la exhibición del video con cuadro *freeze* y habilita el audio cuando esté listo para colocar en la salida los datos válidos de video y audio.

9.6.3 Procedimiento simple para la conmutación entre el SDTV y HDTV

9.6.3.1 Aspectos generales

El procedimiento simple para conmutación asume que el *sequence_end_code* no se transmite.

En 9.6.3.2 y 9.6.3.3, se asume que tres codificadores SDTV y un codificador HDTV están operando en forma asíncrona, y que el PCR no es continuo. El objetivo es obtener operaciones síncronas de codificación y un PCR continuo.

9.6.3.2 Procedimiento en la transmisión

Asumiendo que la conmutación entre el SDTV y HDTV ocurre 1 s antes del inicio de una programación HDTV, se designa este instante como T1. La tabla PMT del SDTV debe contener obligatoriamente *video_decode_control_descriptor* (*sequence_end_code_flag*: 0, y *video_encode_format*: 0100 (480i), 0011 (480p)).

Los codificadores del flujo SDTV deben obligatoriamente comenzar la transmisión de imágenes paradas (*still-frame*) – que se pueden exhibir con cuadros *black* o *freeze* – 0,5 s o más antes del inicio de la programación de la transmisión del PMT de los programas HDTV, relativo al instante de conmutación T1. Estos codificadores deben transmitir obligatoriamente datos de audio con silencio.

El codificador del flujo HDTV debe obligatoriamente comenzar la transmisión de imagen parada (*still-picture*) y audio silenciado, respectivamente, como datos de video y audio 1 s o más antes del instante de la conmutación T1.

La transmisión del PMT de los programas HDTV (ES_PID = 104) comienza 1 s antes del instante de conmutación T1. El PMT tiene que contener *video_decode_control_descriptor* (*sequence_end_code_flag*: 0, y *video_encode_format*: 0001 (1080i), 0010(720p)).

En el instante de conmutación T1, el multiplexador interrumpe la multiplexación del TS para el SDTV e inicia la multiplexación TS para HDTV. La transmisión del flujo SDTV debe obligatoriamente terminar con el fin de GOP, inmediatamente antes del tiempo de conmutación (*sequence_end_code* puede ser agregado al final). El *sequence_header* del HDTV debe ser transmitido obligatoriamente tan rápido como sea posible después de completarse la conmutación para el flujo HDTV.

La transmisión de imagen parada (*still-picture*) y las señales de silencio, respectivamente, como video y datos de audio continúa hasta el inicio del programa HDTV (1 s después del instante de conmutación).

9.6.3.3 Operación en el receptor

El flujo SDTV debe ser obligatoriamente finalizado súbitamente en medio del procesamiento, si un receptor con conmutación continua procesa las señales de acuerdo con el método descrito en 9.6.3.2, lo que da como resultado una situación análoga a lo que ocurre cuando se tienen serios problemas de error de transmisión. Dependiendo del desempeño del decodificador, se debe obligatoriamente asumir que una pantalla con errores de bloques puede ser exhibida porque para la imagen decodificada anteriormente el error no es exhibido como una imagen *freeze*.

Se recomienda que los receptores con conmutaciones continuas procesen las señales de la misma forma que los receptores con conmutaciones no continuas en los casos en que el *sequence_end_code* es 0

El receptor debe obtener obligatoriamente la nueva versión de la tabla PMT.

Basado en el contenido del descriptor de la tabla PMT, cuando el receptor entienda que ocurrirá la conmutación de SDTV para HDTV, debe exhibir obligatoriamente una imagen *freeze* y el audio silencioso.

El decodificador de video debe interrumpir obligatoriamente la decodificación SDTV.

El demultiplexador se debe configurar obligatoriamente para interrumpir la recepción del flujo con ES_PID del SDTV y debe obligatoriamente empezar a suministrar el flujo con ES_PID del HDTV para el *buffer* de decodificación. El receptor espera la entrada del flujo HDTV usando su CPU para monitorear el *sequence_header* del decodificador de video.

Cuando el decodificador obtiene el *sequence_header* del flujo HDTV, se inicia la decodificación HDTV. El decodificador cancela la exhibición del video con cuadro *freeze* y habilita el audio cuando está listo para colocar en la salida los datos válidos de video y audio.

10 Descriptor de formato activo (AFD)

10.1 Generalidades

El descriptor de formato activo (*active format description*) describe la parte “de interés” del video codificado. Su aplicación se destina a las transmisiones de múltiples formatos para una población heterogénea de receptores. Esas descripciones de formato son de modalidad informativa y se ponen a disposición para ayudar a los sistemas receptores a optimizar la exhibición del video en los monitores. De esa forma, la transmisión de esos descriptors, así como su utilización por los receptores son opcionales.

El AFD se aplica en situaciones donde hay problemas de compatibilidad entre el formato de la fuente del programa, el formato utilizado en la transmisión del programa y el formato de la población meta de receptores.

EJEMPLO Una producción *wide-screen* se puede transmitir en el formato 14:9 *letter-box* con un cuadro codificado en el formato 4:3, y de esa forma optimizada para el espectador de una televisión 4:3, pero causando problemas para un espectador de una televisión *wide-screen*.

El AFD se puede transmitir con el video para indicar al receptor el “área de interés” de la imagen, y de esa forma permite al receptor poner a disposición la imagen de una forma optimizada en la recepción. Esa optimización depende del formato, de la funcionalidad del equipo de recepción y de las preferencias del espectador.

El AFD extiende el WSS al permitir la descripción del “área de interés” de un cuadro completo 16:9 (anamórfico), por ejemplo, para indicar que la parte 4:3 central de la imagen fue protegida. En esos casos un *set-top box* (STB) conectado a una televisión 4:3 puede realizar un corte central sin remover cualesquiera informaciones esenciales de la imagen.

El AFD no describe la razón de aspecto del cuadro codificado, ya que esa descripción debe ser indicada obligatoriamente en la sintaxis del video de acuerdo con la ITU-T Recommendation H.264.

10.2 Codificación

Siempre que la señalización AFD esté presente, se debe transmitir obligatoriamente como una *supplemental enhancement information* (SEI), más específicamente en el elemento sintáctico “*user data registered by ITU-T Recommendation T.35 SEI message*” (ver la ISO/IEC 14496- 10:2005, subsecciones D.8.5 y D.9.5).

Tanto para la codificación como para la decodificación el soporte al AFD es opcional.

10.3 Sintaxis y semántica

La sintaxis de la señalización AFD se da en la Tabla 26.

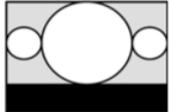
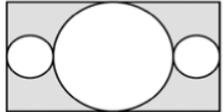
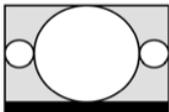
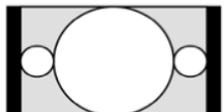
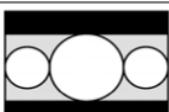
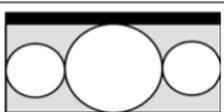
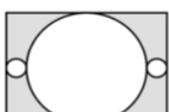
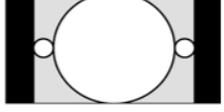
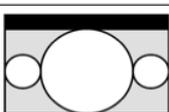
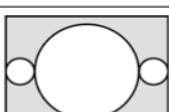
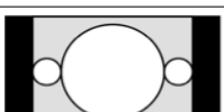
Tabla 26 — Sintaxis del AFD

Elemento sintáctico del SEI	Descriptor	Observaciones
<i>user_data_registered_itu_t_t35(payloadSize) {</i>		
<i>itu_t_t35_country_code</i>	b(8)	Registrado por el DVB
<i>itu_t_t35_provider_code</i>	u(16)	Registrado por el DVB
<i>afd_identifier</i>	f(32)	0x44544731 (“DTG1”)
<i>zero_bit</i>	f(1)	“0”
<i>active_format_flag</i>	u(1)	
<i>Alignment_bits</i>	f(6)	“00 0001”
<i>if(active_format_flag == 1) {</i>		
<i>Reserved</i>	f(4)	“1111”
<i>active_format</i>	u(4)	
<i>}</i>		
<i>}</i>		

La semántica de los componentes de la señalización AFD debe ser la siguiente:

- *itu_t_t35_country_code*: campo fijo de 8 bits que debe obligatoriamente asumir el valor del código de país como registrado por el DVB. Ese valor debe ser obligatoriamente un código de país como especificado por la ITU-T Recommendation T.35:2000, Anexo A;
- *itu_t_t35_provider_code*: campo fijo de 16 bits teniendo uno de los valores registrados por el DVB. Ese valor debe ser obligatoriamente atribuido como especificado en la ITU-T Recommendation T.35;
- *afd_identifier*: campo fijo de 32 bits que debe obligatoriamente asumir el valor 0x44544731 (“DTG1” en ASCII);
- *active_format_flag*: *flag* de 1 bit. El valor “1” indica que un AFD debe ser obligatoriamente descrito en esa estructura y que existen bits *de active_format* después de los *alignment_bits*. El valor “0” indica que no hay AFD descrito y bits *active_format* no están presentes en la estructura;
- *active_format*: campo de 4 bits describiendo el área de interés en términos de razón de aspecto en el cuadro codificado como descrito en la ISO/IEC 14496-10:2005. La codificación del *active_format* debe ser obligatoriamente tal como especificado en la Tabla 27.

Tabla 27 — Codificación del *active_format*

<i>active_format</i>		Ilustración del formato descrito	
Valor	Descripción	En un cuadro 4:3	En un cuadro 16:9
0000-0001	Reservado		
0010	Box 16:9 (superior)		
0011	Box 14:9 (superior)		
0100	Box > 16:9 (central)		
0101-0111	Reservado		
1000	Formato activo es el mismo del cuadro codificado		
1001	4:3 (central) ^a		
1010	16:9 (central)		
1011	14:9 (central)		
1100	Reservado		
1101	4:3 (com <i>shoot & protect</i> 14:9 central)		
1110	16:9 (com <i>shoot & protect</i> 14:9 central)		
1111	16:9 (com <i>shoot & protect</i> 4:3 central)		

^a Se recomienda la utilización del modo 4:3 para transmisión de material cuya fuente es 4:3 y no se deberá utilizar pillar-box para transmitir en un cuadro codificado 16:9. Eso permite una mayor resolución horizontal tanto en la recepción en 4:3 como en la recepción en 16:9.

El AFD debe ser usado obligatoriamente por el decodificador en conjunto con las informaciones de tamaño y formato de la imagen, como indicado en el RBSP de conjunto de parámetros de la secuencia (*sequence parameter set*). En particular, el ancho de la imagen, altura de la imagen, información de *cropping* y razón de aspecto son importantes para la utilización correcta del *active_format*.

Los formatos activos deben estar de acuerdo con la Figura 16.

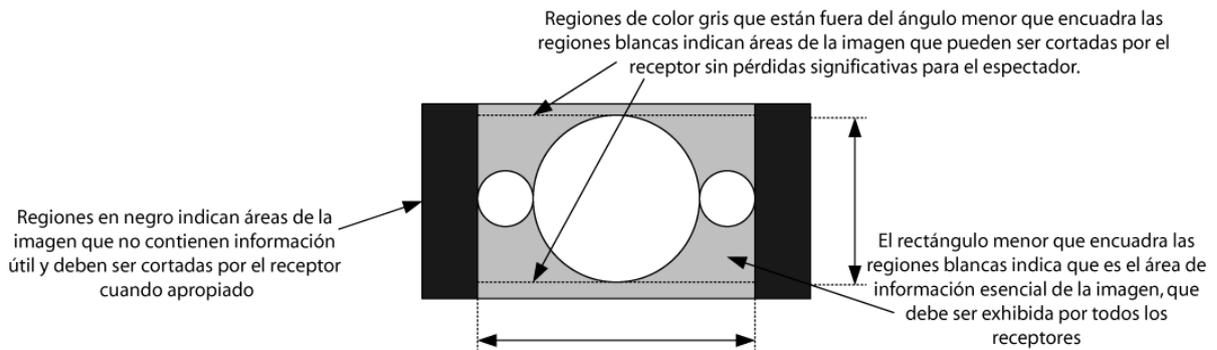


Figura 16 — Representación diagramática del AFD

10.4 Relación con *pan-scan*

El flujo de bits puede contener opcionalmente AFD e informaciones del rectángulo de *pan-scan* simultáneamente.

Los decodificadores pueden usar el AFD como parte de la lógica que decide como el IRD procesa y posiciona la imagen reconstruida para su exhibición en un monitor, donde la razón de aspecto del monitor no es la misma de la fuente generadora (al utilizar el rectángulo de *pan-scan* o generar un *display* con *letter-box*).

10.5 Relación con *wide screen signaling* (WSS)

El mapeo de la razón de aspecto de la fuente y el AFD para la señalización de razón de aspecto WSS se da en la Tabla 28.

Tabla 28 — Relación entre AFD y WSS

<i>Sequence header</i>	AFD	WSS	
Razón de aspecto	Valor	Código (bits 0-3)	Descripción
4:3	1001	0001	4:3 completo
	1011	1000	Box 14:9 central
	0011	0100	Box 14:9 superior
	1010	1101	Box 16:9 central
	0010	0010	Box 16:9 superior
	0100	1011	Box > 16:9 central
	1101	0111	4:3 completo (<i>shoot & protect 14:9 centre</i>)
16:9	1010	1110	16:9 completo (anamórfico)

Bibliografía

- [1] ITU-R Recommendation BT.709-5:2002, Parameter values for the HDTV standard for production and international programme exchange
- [2] ITU-R Recommendation BT.601 -6:2007, Studio encoding parameters of digital television for standard 4:3 and wide-screen 16:9 aspect ratios
- [3] ITU-R Recommendation BT.470-7:1998, Conventional television systems
- [4] ARI B STD-B32:2006: Video coding, audio coding and multiplexing specification for digital broadcasting
- [5] ETSI TS 101 154:2007, Digital video broadcasting (DVB); Specification for the use of Video and Audio Coding in Broadcasting Applications based on the MPEG-2 Transport Stream
- [6] EN 300 294:2003, Television systems; 625-line television wide screen signalling (WSS)