

# ITU-R BT 601

- ▶ DIGITALIZACIÓN VIDEO EN COMPONENTES
- ▶ Calidad de definición estándar (SD)
- ▶ R, G, B o Y, R-Y, B-Y
- ▶ Esfuerzos comunes de normalización entre Norteamérica y Europa resultaron en norma ITU-R 601
- ▶ Norma para sistemas de 625/50 y de 525/60
- ▶ 8 o 10 bits de resolución

WAVEFORM	NTSC	EBU N10
<p>Y SIGNAL</p>	<p>714.3 mV</p> <p>53.57 mV</p> <p>0 mV</p> <p>-285.7 mV</p>	<p>700 mV</p> <p>0 mV</p> <p>0 mV</p> <p>-300 mV</p>
<p>B-Y SIGNAL</p>	<p>+313.54 mV</p> <p>0 mV</p> <p>-313.54 mV</p>	<p>+350 mV</p> <p>0 mV</p> <p>-350 mV</p>
<p>R-Y SIGNAL</p>	<p>+438.5 mV</p> <p>0 mV</p> <p>-438.5 mV</p>	<p>+350 mV</p> <p>0 mV</p> <p>-350 mV</p>

NTSC

$$E'_{B-Y} = 0.493 (E'_B - E'_Y)$$

$$E'_{R-Y} = 0.877 (E'_R - E'_Y)$$

EBU N10

$$P_B = 0.564 (E'_B - E'_Y)$$

$$P_R = 0.713 (E'_R - E'_Y)$$

Figure 2.83 Analog component Y, B-Y, R-Y signal characteristics—100% color bars.

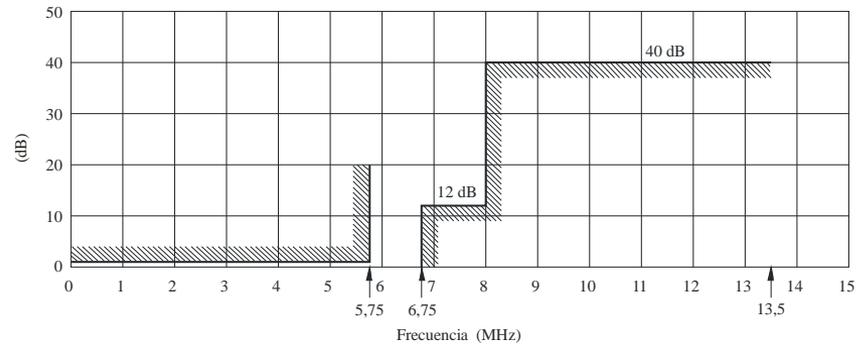
# Frecuencia de muestreo

- ▶ Mínimo doble del ancho de banda.  $> 12\text{MHz}$
  - ▶ Muestreo ortogonal.  $f_s = n \cdot f_H$
  - ▶ Frecuencia común para 525/60 y 625/50
  - ▶ Múltiplo de 15625 y 15734.26573
- 2.25 MHz      → 13.5 MHz Luminancia
- 6.75 MHz Crominancia

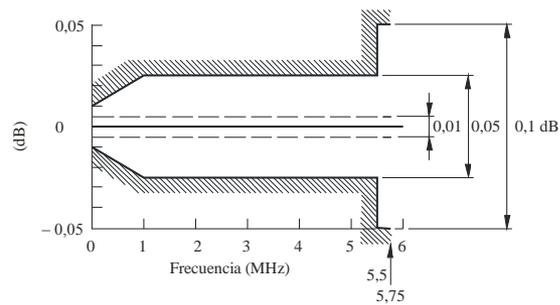
Parámetros	Sistemas de 525 líneas 60 tramas/s	Sistemas de 625 líneas 50 tramas/s
1. Señales codificadas: Y, CR, CB	<p>Estas señales se obtienen a partir de señales con precorrección gamma</p> $E'_Y = 0,299 E'_R + 0,587 E'_G + 0,114 E'_B$ $(E'_R - E'_Y) = E'_R - 0,299 E'_R - 0,587 E'_G - 0,114 E'_B = 0,701 E'_R - 0,587 E'_G - 0,114 E'_B$ $(E'_B - E'_Y) = E'_B - 0,299 E'_R - 0,587 E'_G - 0,114 E'_B = -0,299 E'_R - 0,587 E'_G + 0,886 E'_B$	
2. Número de muestras por línea completa: - señal de luminancia (Y) - cada señal de diferencia de color (CR, CB)	<p>858 429</p>	<p>864 432</p>
3. Estructura de muestreo	<p>Ortogonal, repetitiva en cada línea, en cada trama y en cada imagen. Las muestras de las señales CR y CB coinciden en el espacio con las muestras impares (1a, 3a, 5a, etc.) de la señal Y en cada línea</p>	
4. Frecuencia de muestreo: - señal de luminancia - cada señal de diferencia de color	<p>13,5 MHz 6,75 MHz</p>	
5. Forma de codificación	<p>PCM con cuantificación uniforme, 8 ó 10 bits por muestra para la señal de luminancia y para cada señal de diferencia de color</p>	
6. Número de muestras por línea activa digital: - señal de luminancia - cada señal de diferencia de color	<p>720 360</p>	

Parámetros	Sistemas de 525 líneas 60 tramas/s	Sistemas de 625 líneas 50 tramas/s
7.Relación de temporización horiz. analóg.-digital: - desde el final de la línea activa digital hasta OH	16 periodos del reloj de luminancia	12 periodos del reloj de luminancia
8.Correspondencia entre los niveles de la señal de vídeo y los niveles de las señales de cuantificación: - escala - señal de luminancia  - cada señal de diferencia de color	(los valores se encuentran en forma decimal)  0,00 <sub>d</sub> a 255,75 <sub>d</sub> 220 (8 bits) o 877 (10 bits) niveles de cuantificación; el nivel de negro corresponde al nivel 16,00 <sub>d</sub> y el nivel de blanco de cresta corresponde al nivel 235,00 <sub>d</sub> . El nivel de la señal puede ocasionalmente sobrepasar el nivel 235,00 <sub>d</sub> o estar por debajo del nivel 16,00 <sub>d</sub>  225 (8 bits) o 897 (10 bits) niveles de cuantificación en la parte central de la escala de cuantificación: la señal cero corresponde al nivel 128,00 <sub>d</sub> . El nivel de la señal puede ocasionalmente sobrepasar el nivel 240,00 <sub>d</sub> o estar por debajo del nivel 16,00 <sub>d</sub>	
9.Uso de palabras de código	Las palabras de código que corresponden a los niveles de cuantificación 0,00 <sub>d</sub> y 255,75 <sub>d</sub> se utilizan exclusivamente para sincronización. Los niveles 1,00 <sub>d</sub> a 254,75 <sub>d</sub> están disponibles para vídeo. Cuando se trabaja con palabras de 8 bits en sistemas de 10 bits, se agregan dos bits menos significativos (ceros) al final de las palabras de 8 bits	

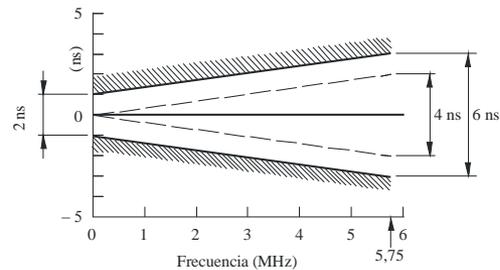
# Plantilla del filtro para la señal de luminancia



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



b) Tolerancia para el rizado en la banda de paso



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

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

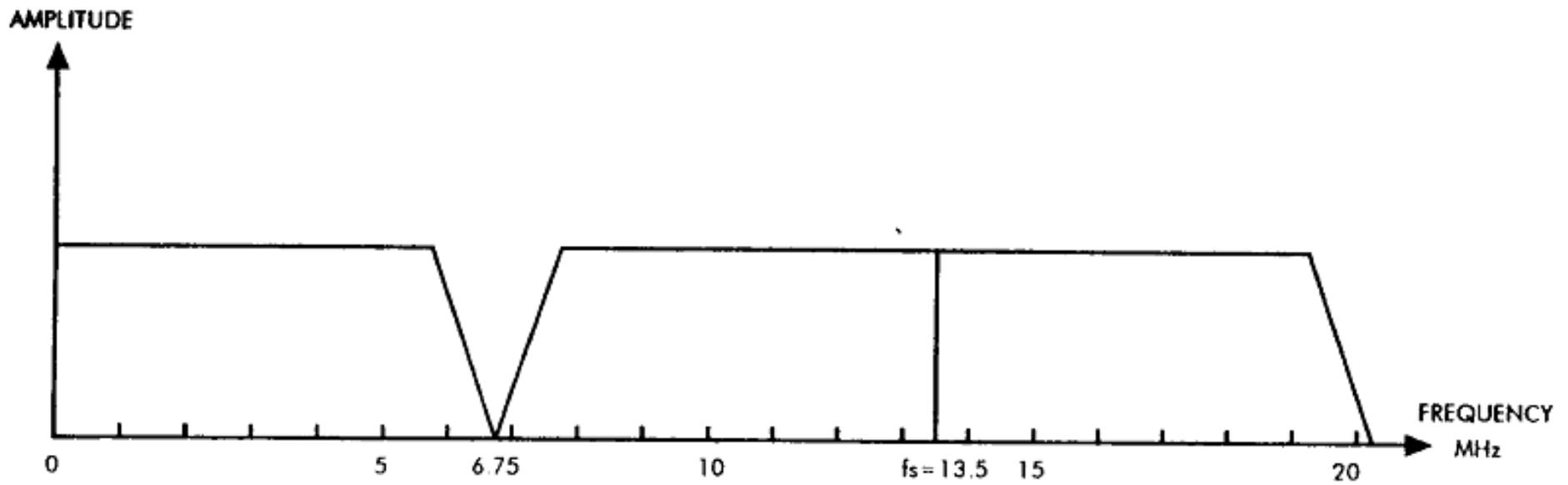
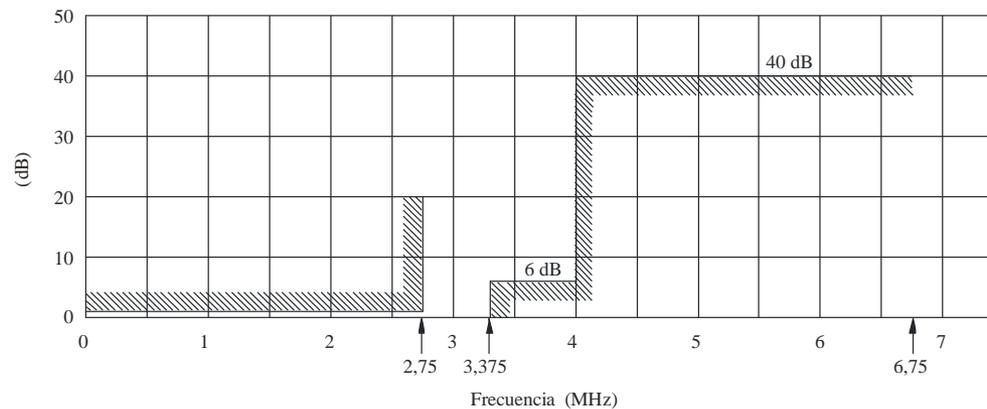
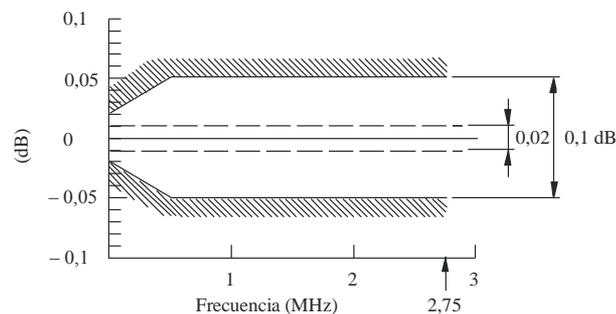


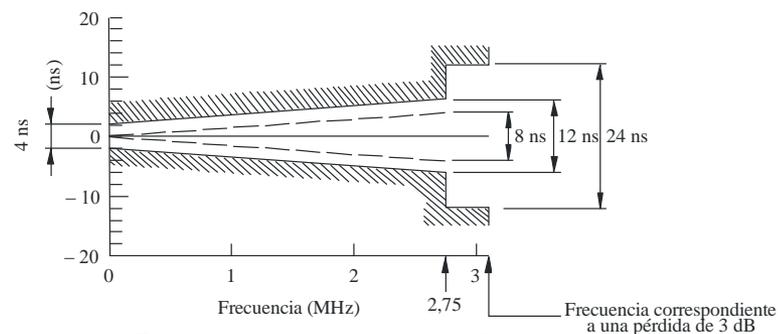
Figure 3.39 Spectrum of luminance signal sampled at 13.5 MHz.



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



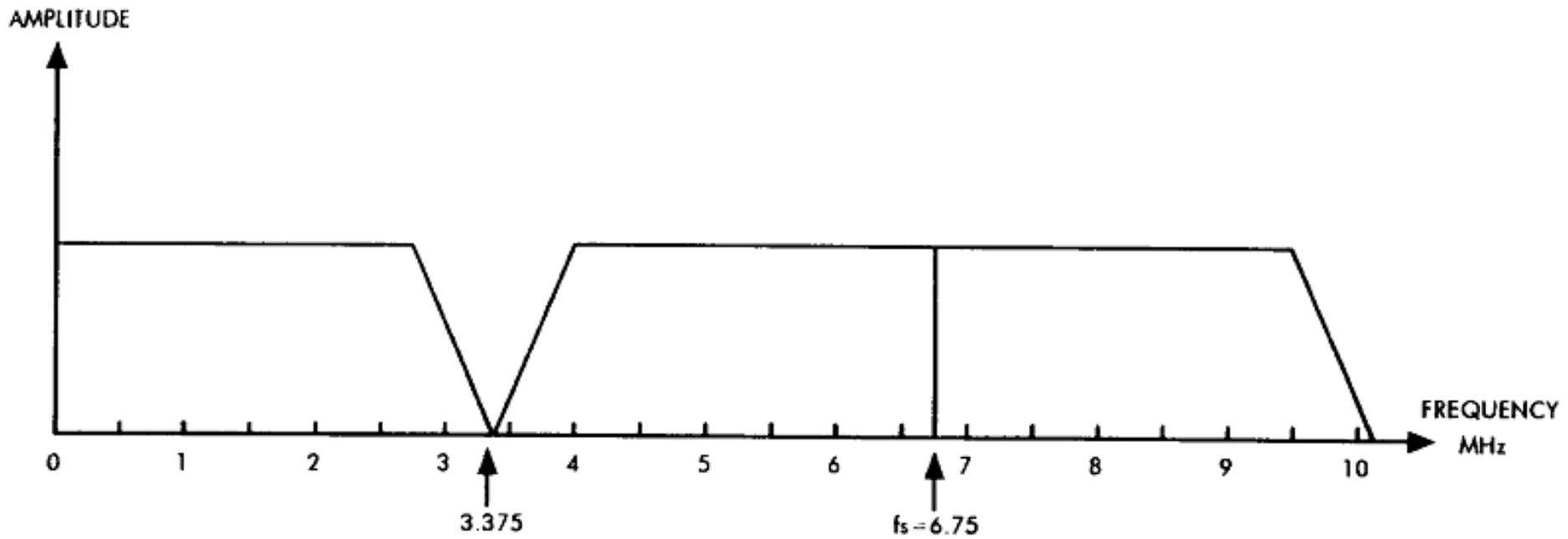
b) Tolerancia para el rizado en la banda de paso



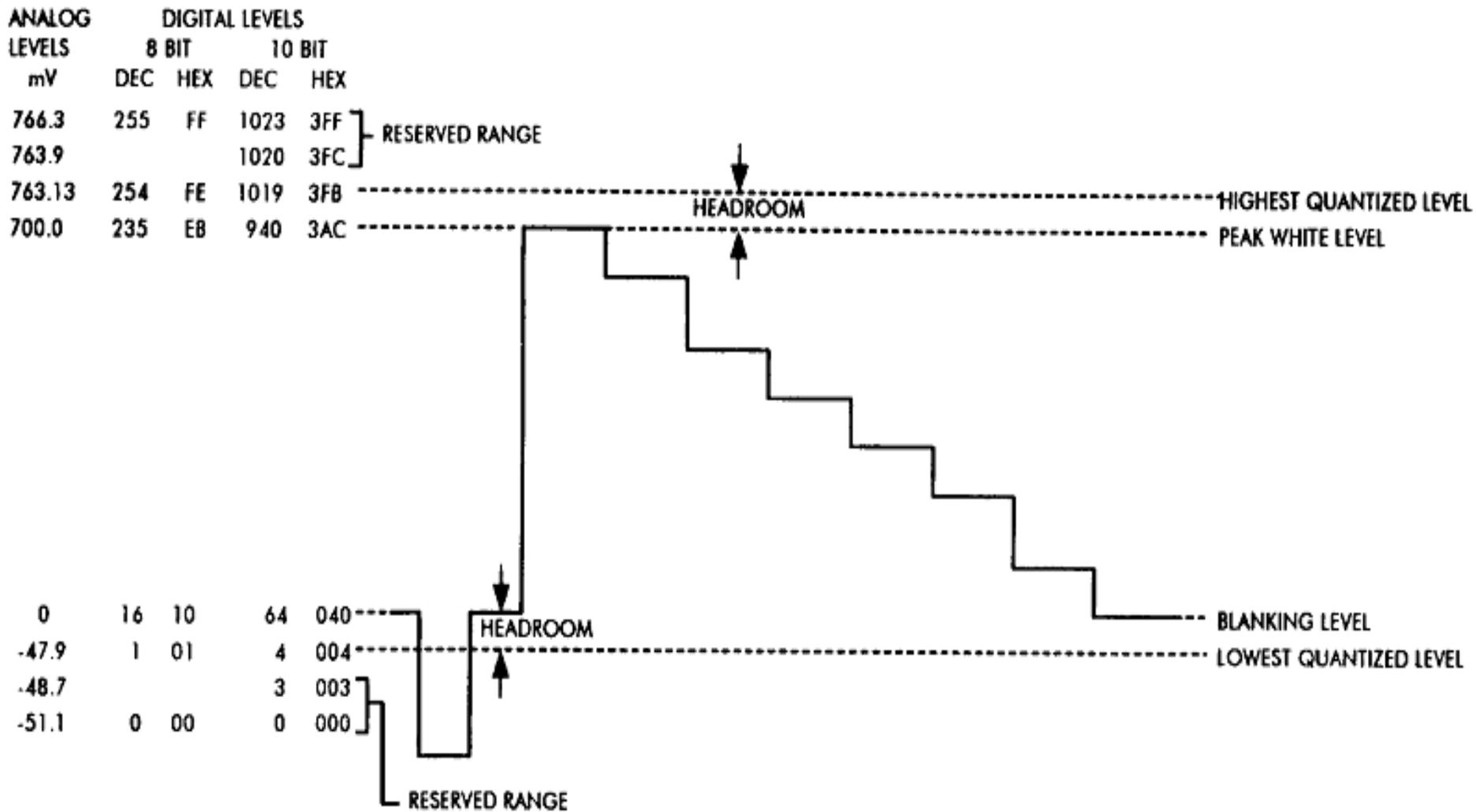
c) Tolerancia para el retardo de grupo en la banda de paso

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

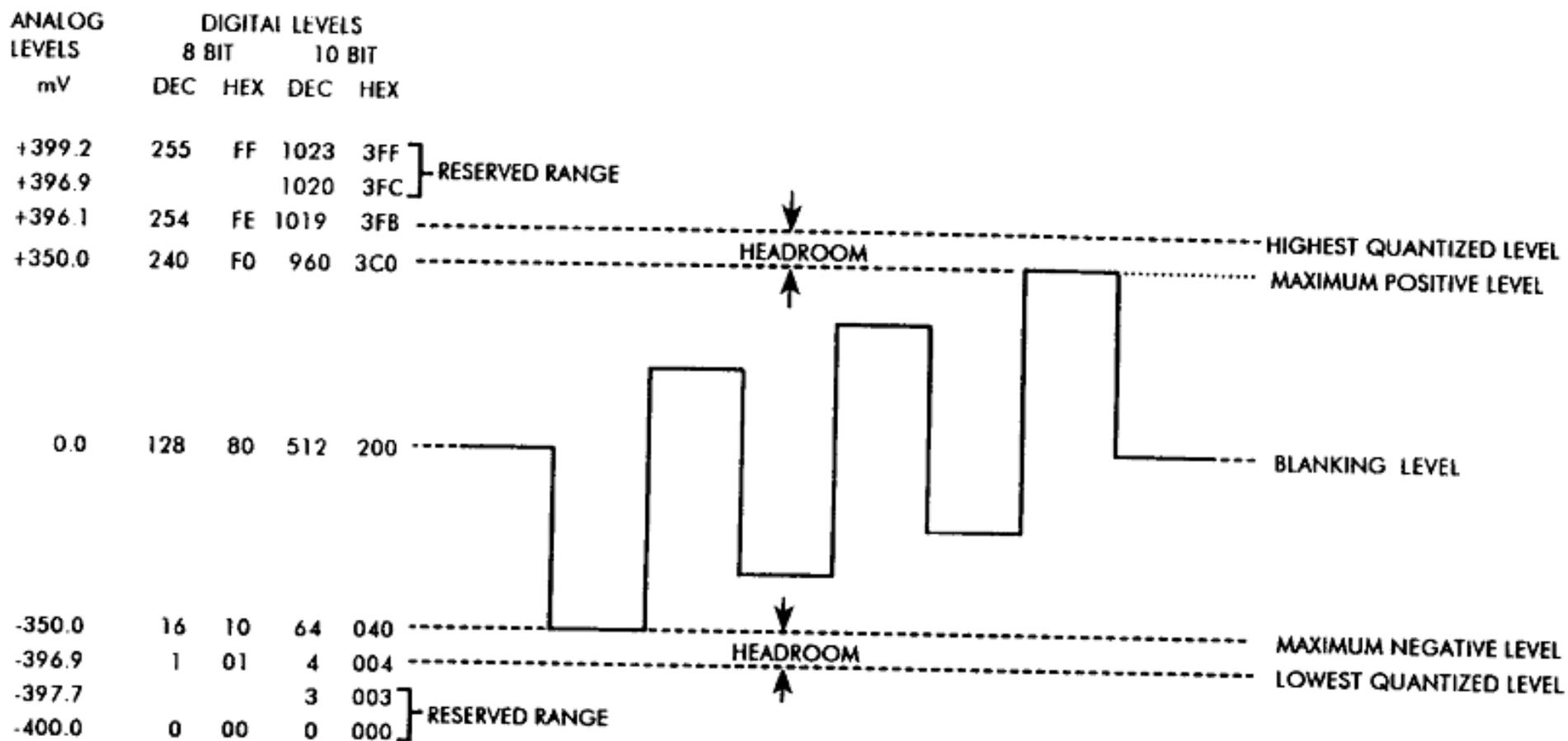
Plantilla del  
filtro para la  
señal de  
diferencia de  
color 4:2:2



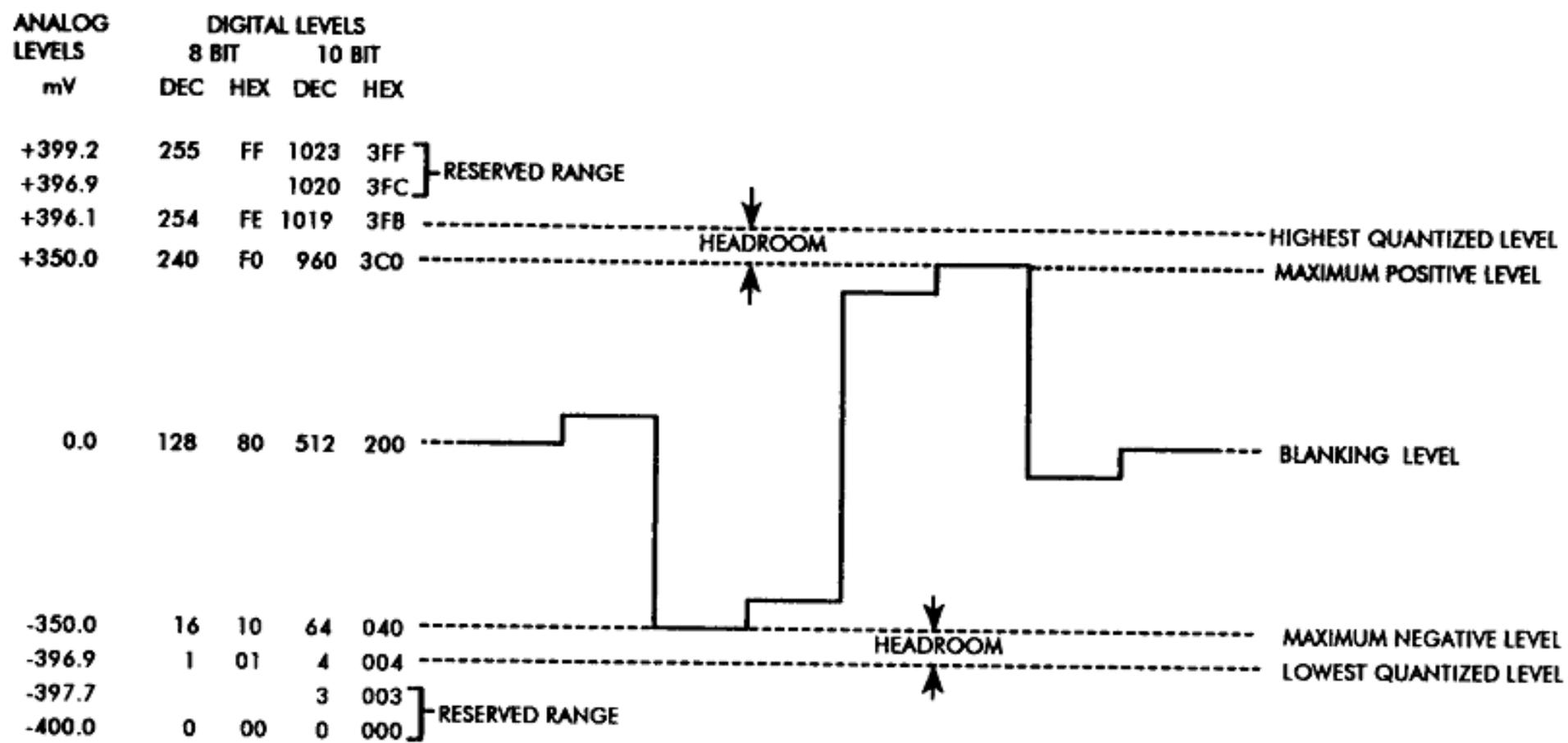
**Figure 3.41** Spectrum of color-difference signal sampled at 6.75 MHz.



**Figure 3.42** Relationship between analog signal levels of the Y component of a 100% color bars signal and 8 bit and 10 bit digital sample values. The digital levels 00 and FF for 8 bit and 000, 001, 002, 003 and 3FC, 3FD, 3FE, 3FF for 10 bit are not permitted in the data stream.



**Figure 3.43** Relationship between  $C_B$  signal levels and 8 bit and 10 bit sample values. The digital levels 00 and FF for 8 bit and 000, 001, 002, 003 and 3FC, 3FD, 3FE, 3FF for 10 bit are excluded.



**Figure 3.44** Relationship between  $C_R$  signal levels and 8-bit and 10-bit sample values. The digital levels 00 and FF for 8 bit and 000, 001, 002, 003 and 3FC, 3FD, 3FE, 3FF for 10 bit are excluded.

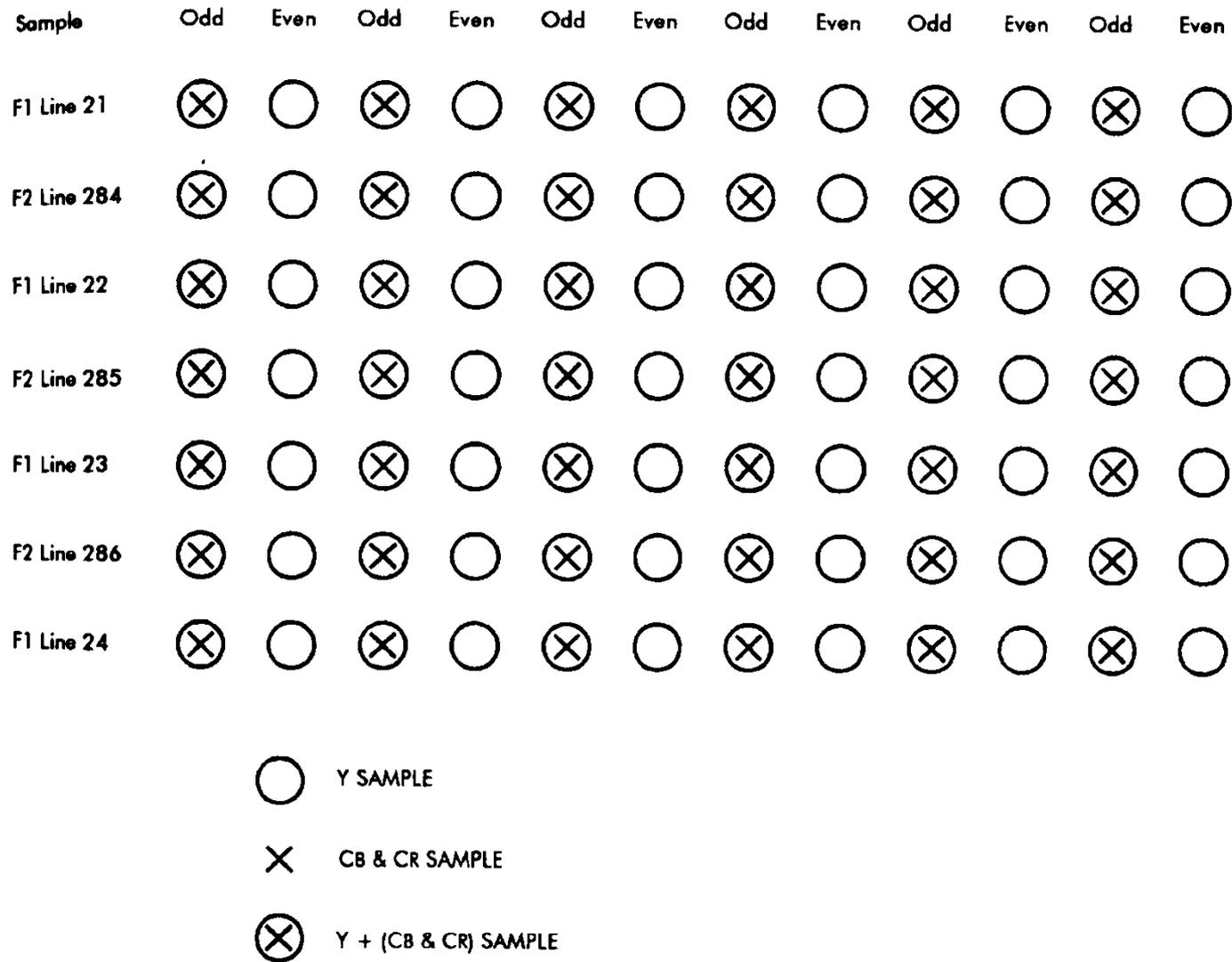
# La estructura de muestreo 4:2:2

Sample	Odd	Even										
F1 Line 21	⊗	○	⊗	○	⊗	○	⊗	○	⊗	○	⊗	○
F2 Line 284	⊗	○	⊗	○	⊗	○	⊗	○	⊗	○	⊗	○
F1 Line 22	⊗	○	⊗	○	⊗	○	⊗	○	⊗	○	⊗	○
F2 Line 285	⊗	○	⊗	○	⊗	○	⊗	○	⊗	○	⊗	○
F1 Line 23	⊗	○	⊗	○	⊗	○	⊗	○	⊗	○	⊗	○
F2 Line 286	⊗	○	⊗	○	⊗	○	⊗	○	⊗	○	⊗	○
F1 Line 24	⊗	○	⊗	○	⊗	○	⊗	○	⊗	○	⊗	○

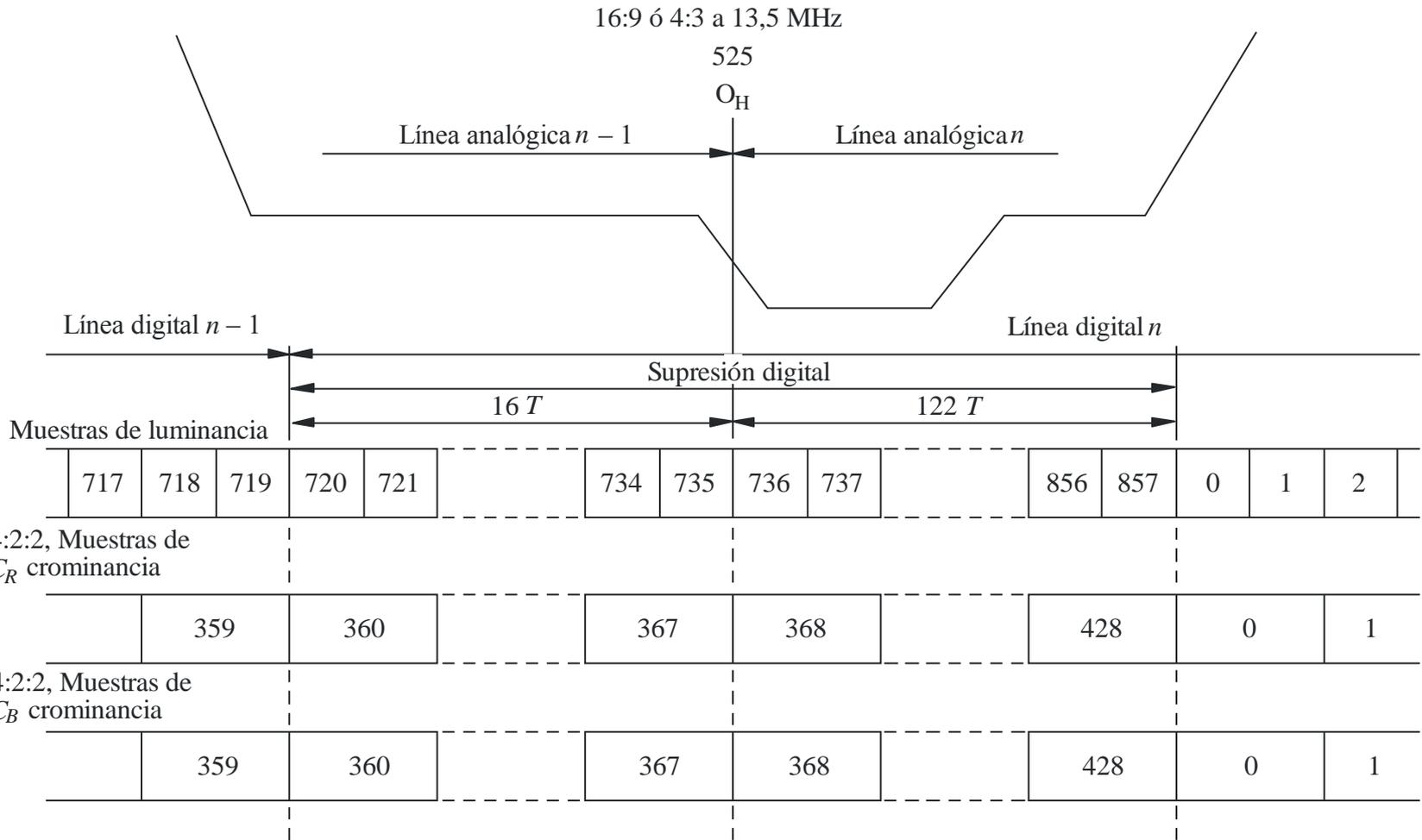
- Y SAMPLE
- ⊗ CB & CR SAMPLE
- ⊗ Y + (CB & CR) SAMPLE

Figure 3.45 Details of 525/60 scanning standard line and field repetitive 4:2:2 orthogonal sampling structure showing position of cosited  $Y/C_B/C_R$  samples and isolated  $Y$  samples.

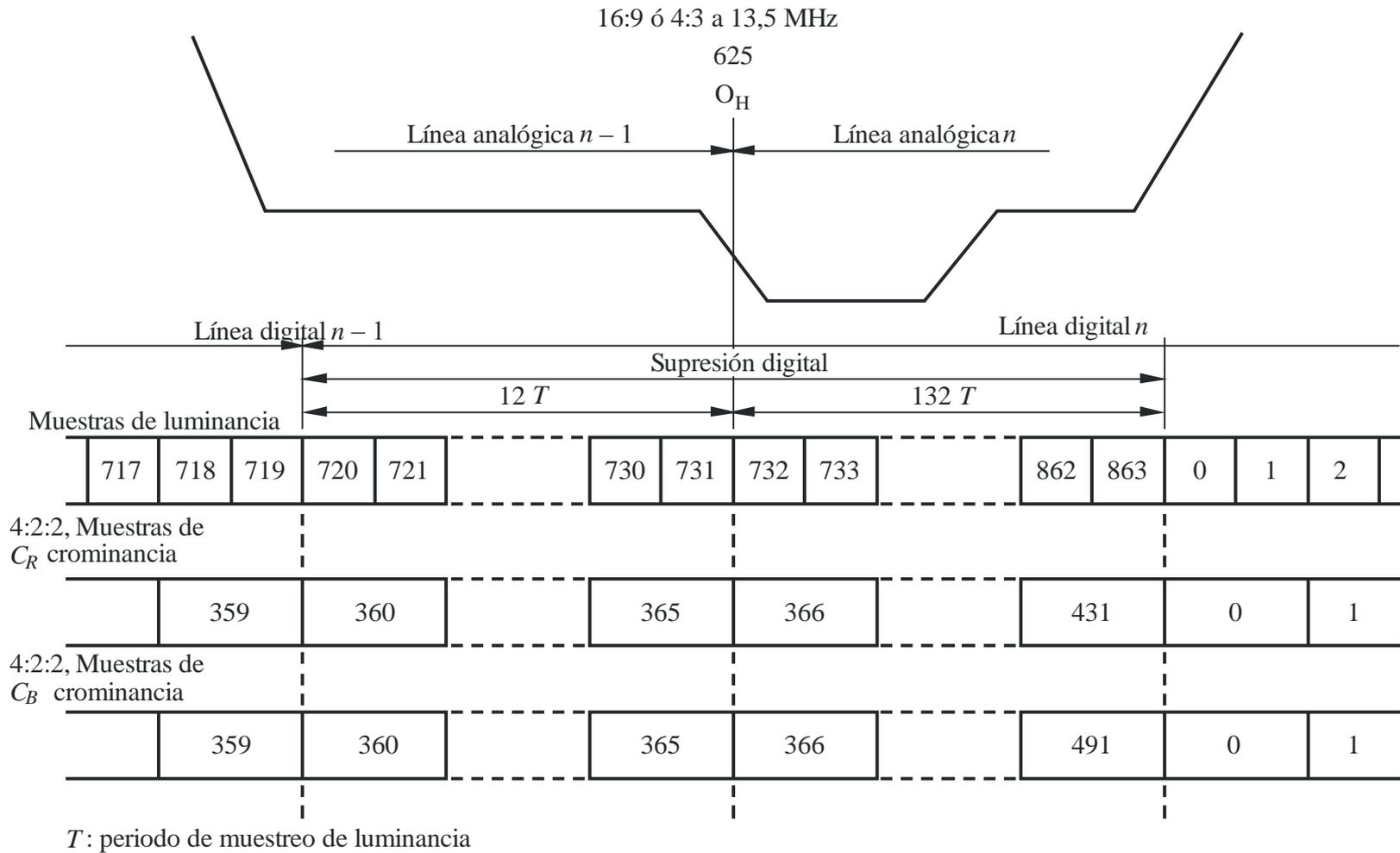
# La estructura de muestreo 4:2:2



**Figure 3.45** Details of 525/60 scanning standard line and field repetitive 4:2:2 orthogonal sampling structure showing position of cosited  $Y/C_B/C_R$  samples and isolated  $Y$  samples.



$T$  : periodo de muestreo de luminancia



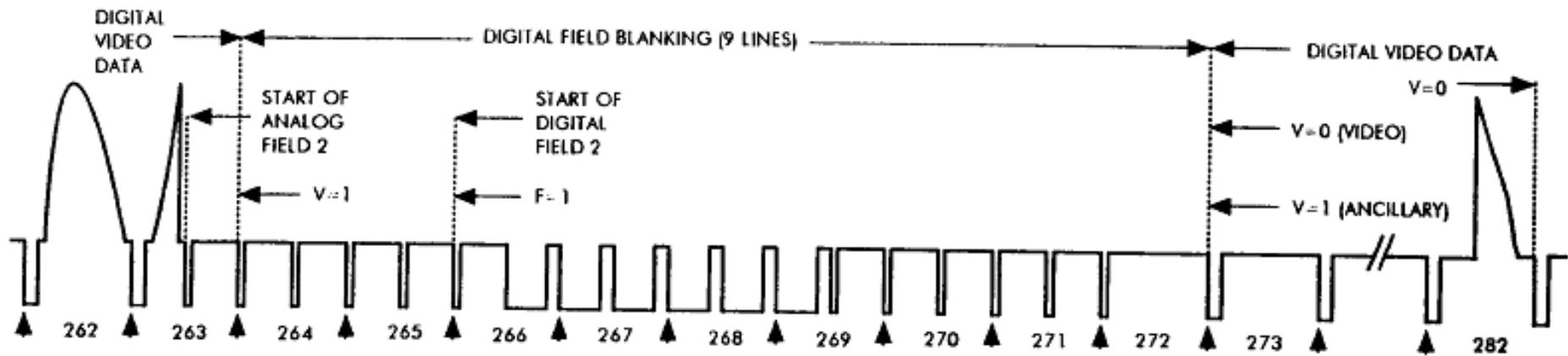
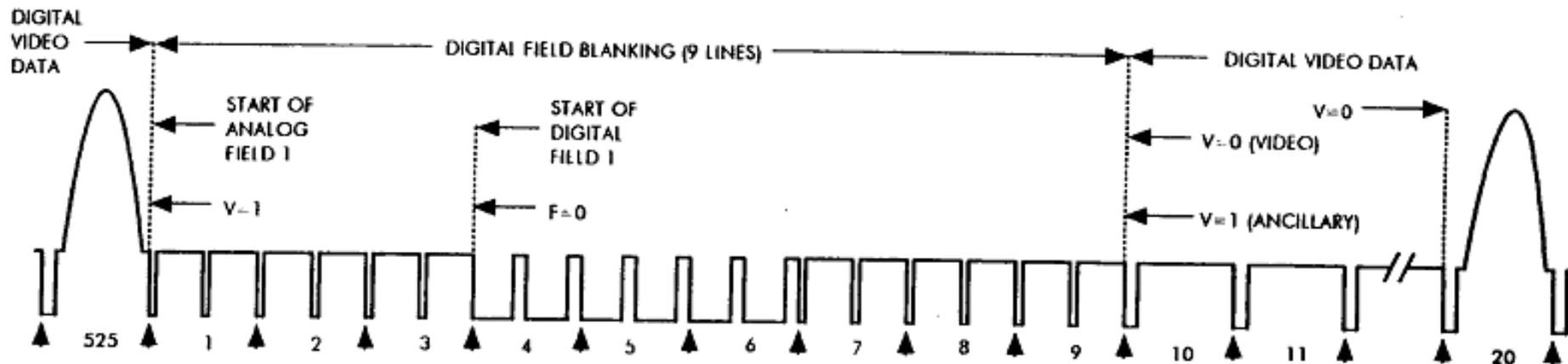
# Definiciones de los intervalos de trama

		625	525
V-supresión de trama digital			
Trama 1	Comienzo (V = 1)	Línea 624	Línea 1
	Final (V = 0)	Línea 23	Línea 20
Trama 2	Comienzo (V = 1)	Línea 311	Línea 264
	Final (V = 0)	Línea 336	Línea 283
F-identificación de trama digital			
Trama 1	F = 0	Línea 1	Línea 4
Trama 2	F = 1	Línea 313	Línea 266

NOTA 1 - Las señales F y V cambian de estado en sincronismo con el código de referencia de temporización EAV (End of Active Video - fin del vídeo activo) al comienzo de la línea digital.

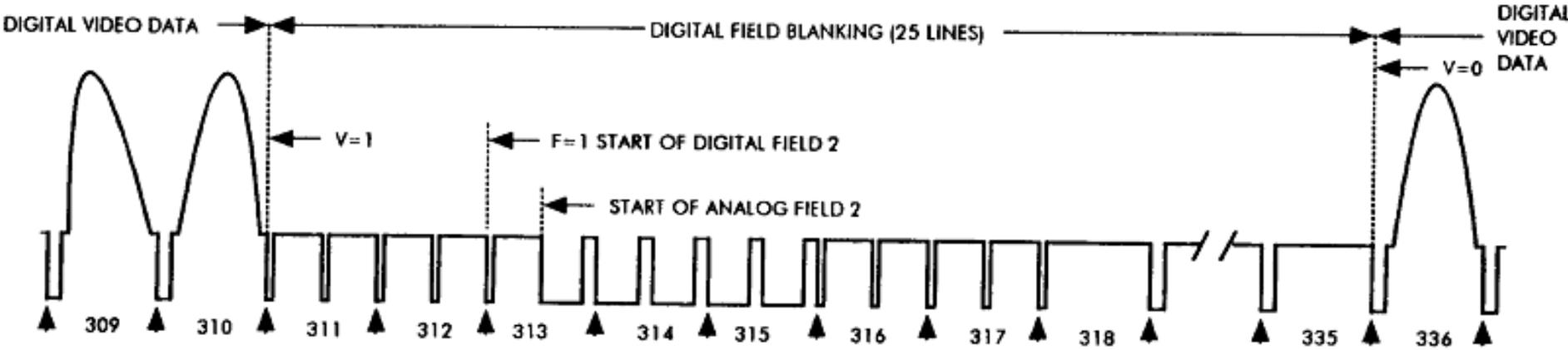
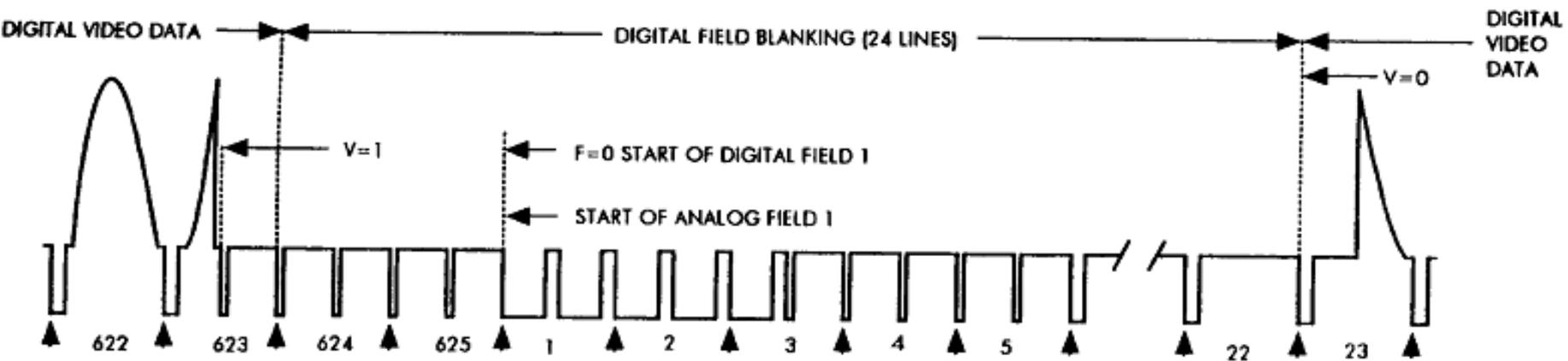
NOTA 2 - La definición de los números de línea figura en la Recomendación UIT-R BT.1700. Obsérvese que el número de línea digital cambia de estado antes de OH, como se describe en la Recomendación UIT-R BT.601.

NOTA 3 - Los diseñadores deben saber que la transición de «1» a «0» del bit V puede no producirse necesariamente en la línea 20 (283) en algunos equipos que correspondan a las anteriores versiones de la presente Recomendación para señales de 525 líneas.



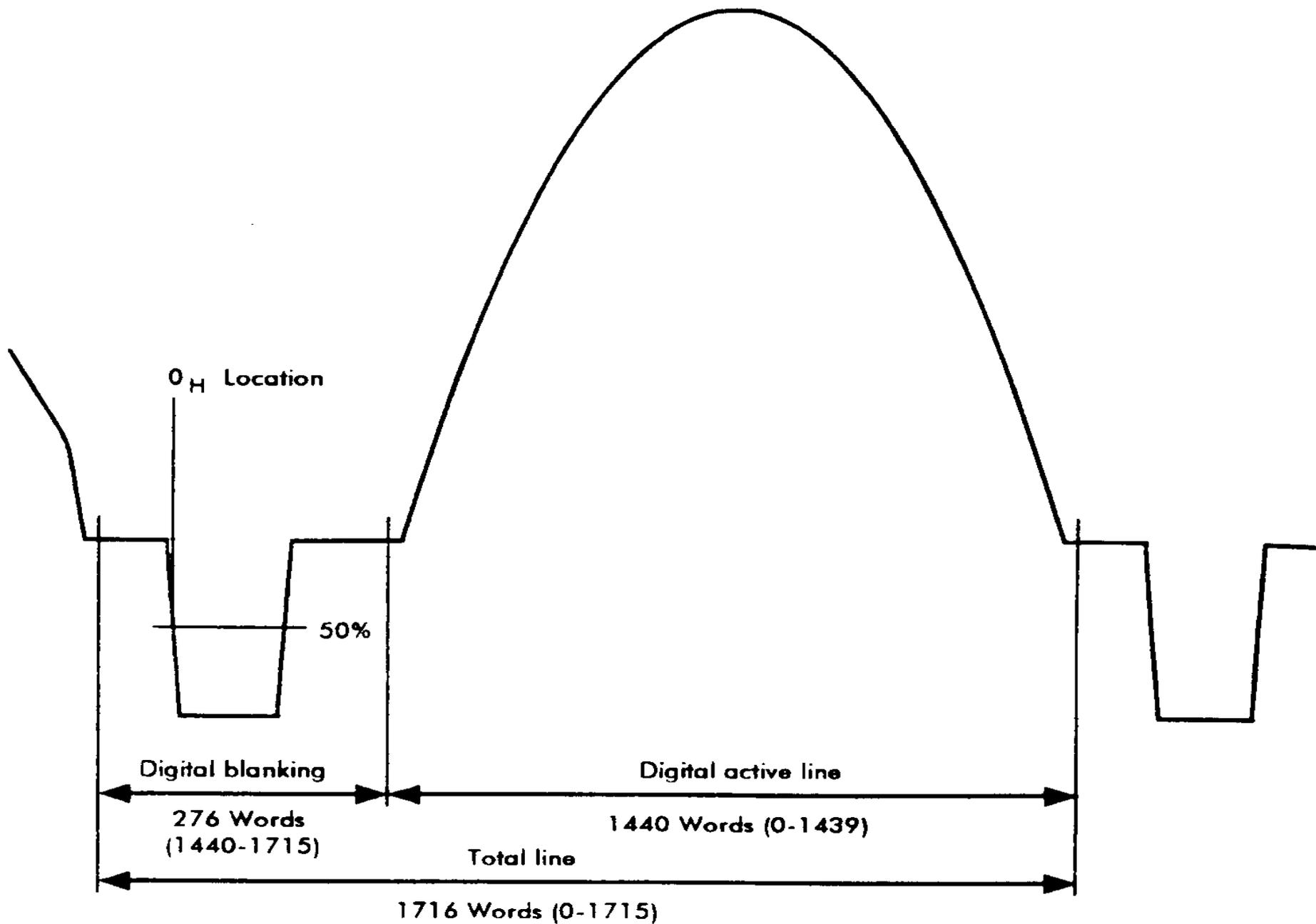
NOTE: DIGITAL FIELD 1 HAS 262 LINES  
 DIGITAL FIELD 2 HAS 263 LINES

Figure 3.48 Relationship between 4:2:2 digital and 525/60 analog fields.

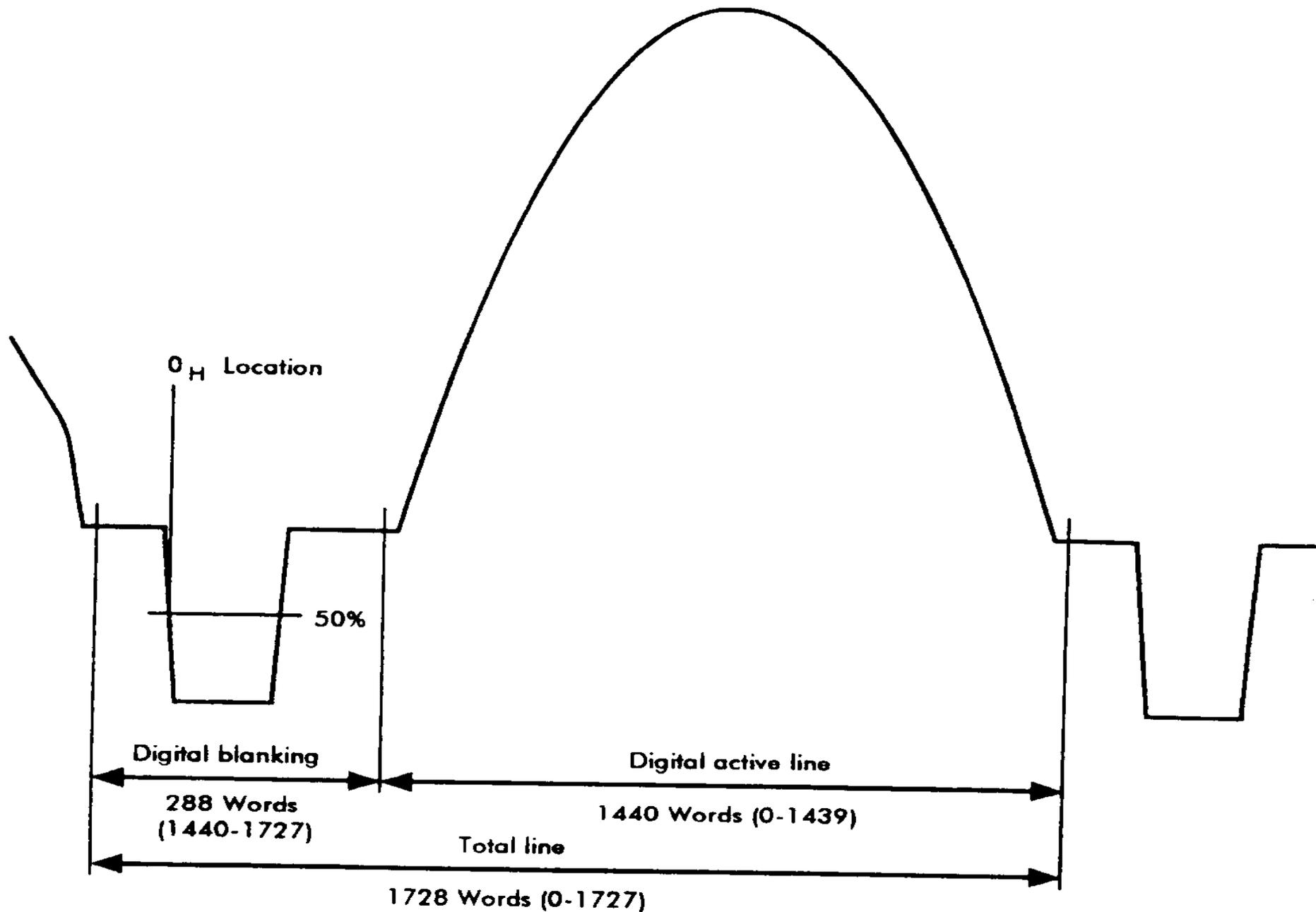


NOTE: BOTH DIGITAL FIELDS HAVE 288 ACTIVE LINES  
 DIGITAL FIELD BLANKING IS 24 LINES PRECEDING ACTIVE PART OF FIELD 1 AND 25 LINES PRECEDING THAT OF FIELD 2

Figure 3.49 Relationship between 4:2:2 digital and 625/50 analog fields.



**Figure 3.50** Simplified view of 525/60 scanning line showing location of video words during the active interval and the horizontal blanking interval.



**Figure 3.51** Simplified view of 625/50 scanning line showing location of video words during the active interval and the horizontal blanking interval.

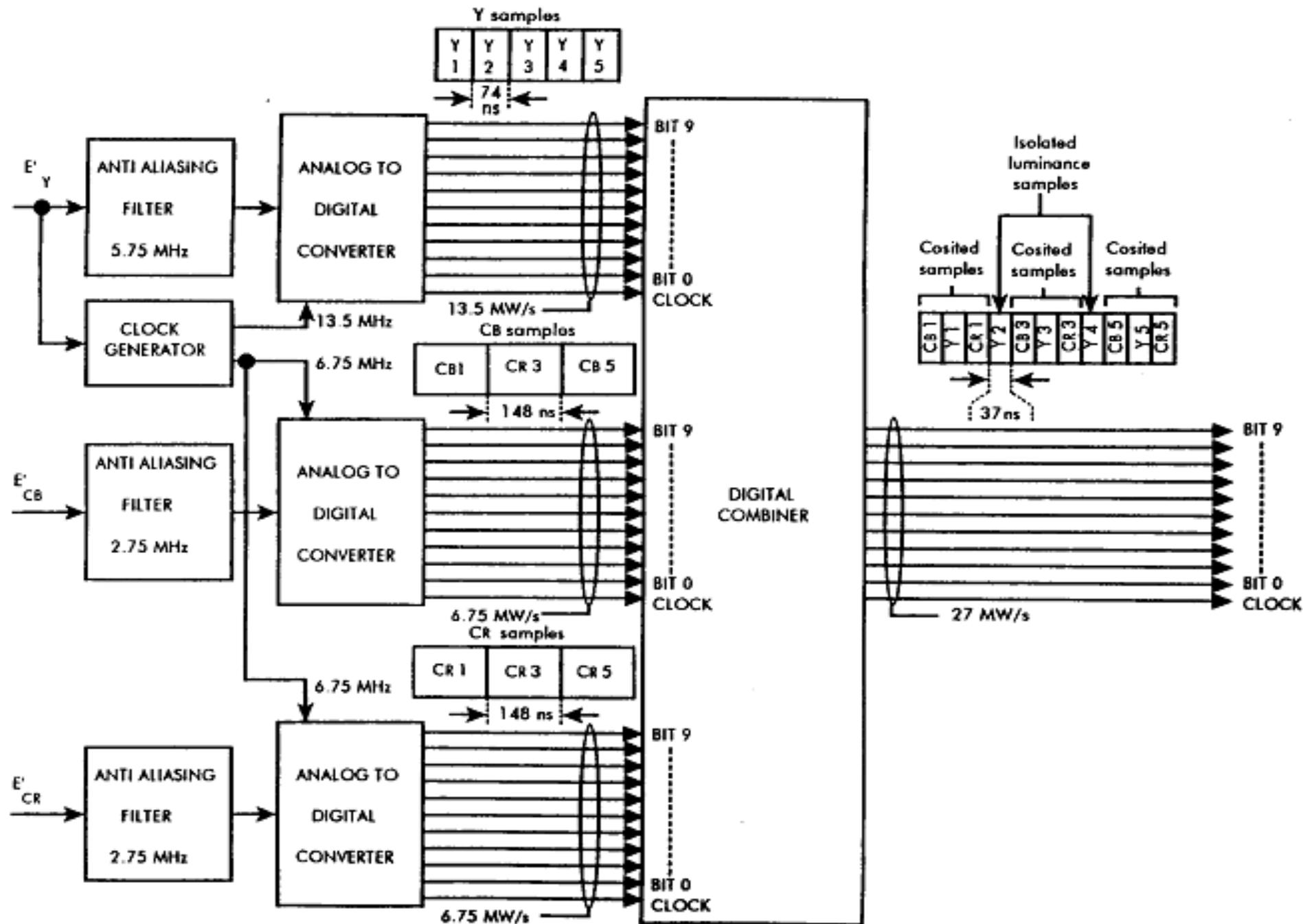
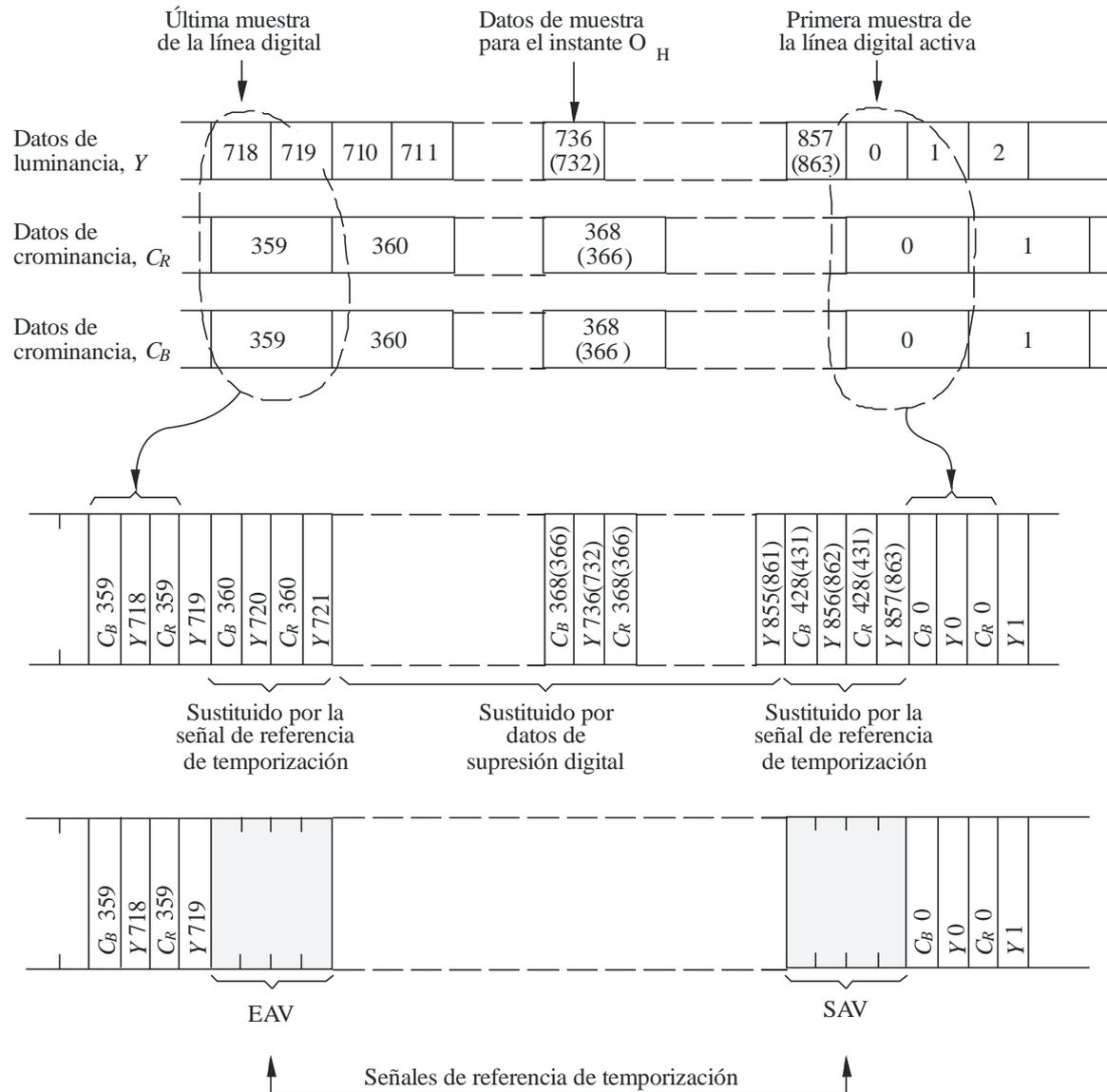


Figure 3.52 Simplified block diagram of 4:2:2 encoder with time division multiplexed 27 MW/s bit-parallel output.

# La señal de referencia temporal

- ▶ Dos señales de referencia temporal se multiplexan en el “stream” de datos.
- ▶ Inmediatamente antes y después de la línea digital activa (SAV y EAV)
- ▶ Cada señal son 4 palabras.
  - 3FF 000 000 XYZ
  - Las primeras 3 palabras son fijas, reservadas para identificación temporal. Identifican el comienzo de la información de sincronismo SAV y EAV.

Composición del tren de datos en la interfaz



Nota 1 – Los números de identificación de muestra entre paréntesis corresponden al sistema de 625 líneas cuando difieren de los sistemas de 525 líneas (véase también la Recomendación UIT-R BT.803).

- ▶ XYZ es una palabra variable
  - 1 F V H P<sub>3</sub> P<sub>2</sub> P<sub>1</sub> P<sub>0</sub> 1 0
- ▶ F identificación de campo
  - F=0 campo 1      F=1 campo 2
- ▶ V identificación de borrado vertical
  - V=0 video activo      V=1 borrado vertical
- ▶ H identificación de borrado horizontal
  - H=0 para SAVH=1 para EAV
- ▶ P<sub>3</sub> P<sub>2</sub> P<sub>1</sub> P<sub>0</sub> son para corrección de errores simples y detección de errores dobles en

FVH

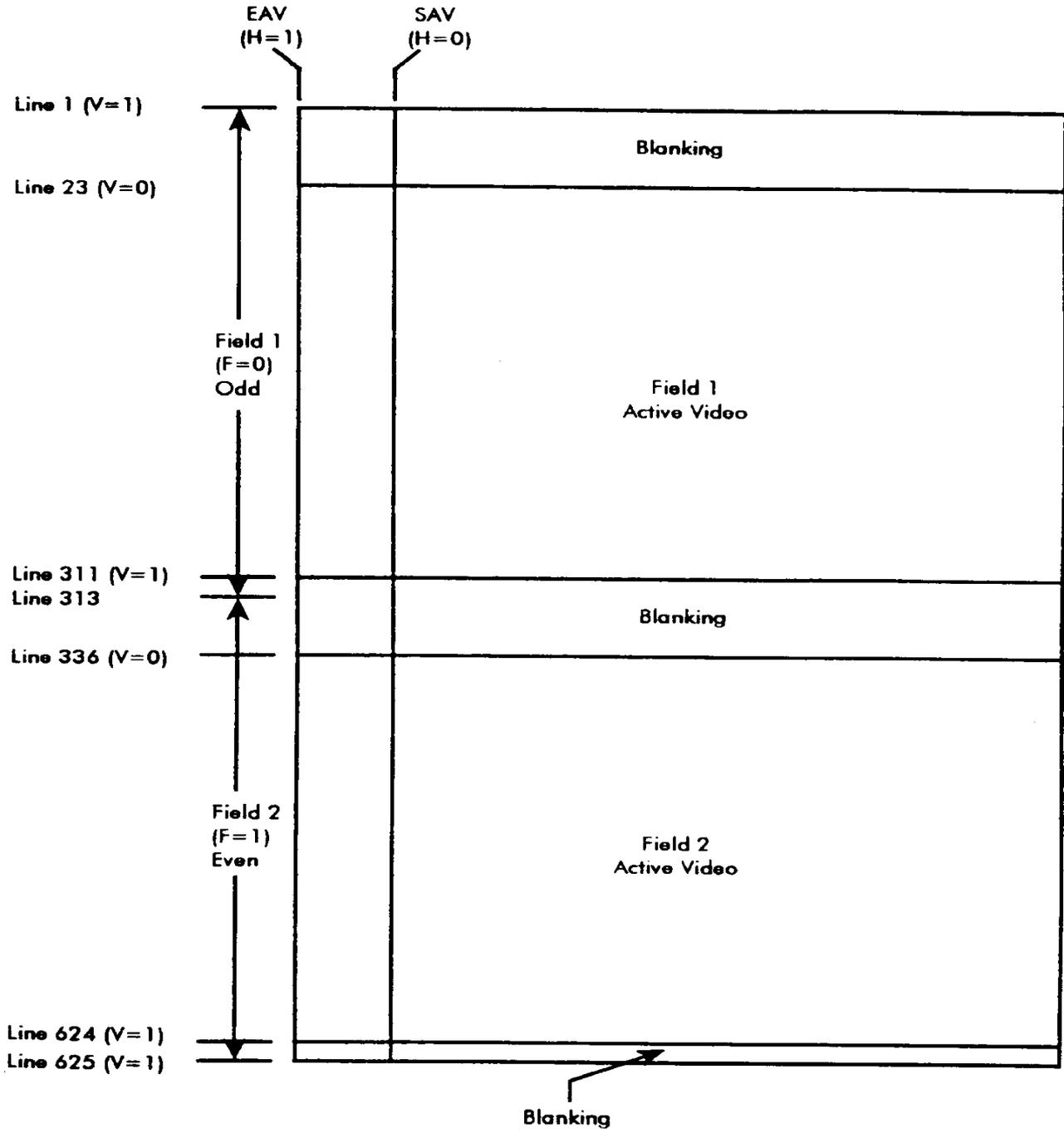
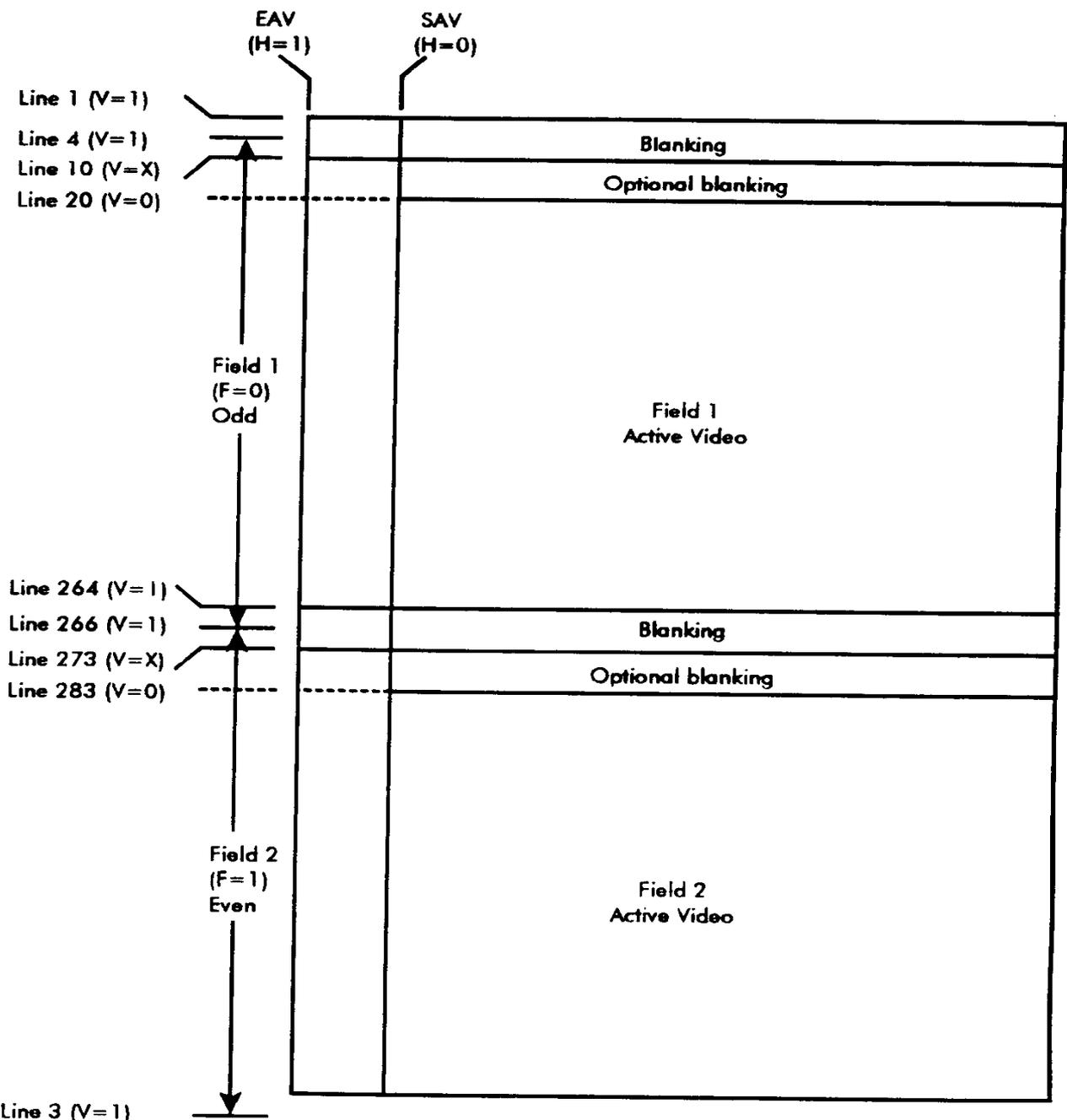


Figure 3.56 625/60 scanning standard digital timing reference signal locations.



Line 3 (V=1)

Figure 3.55 525/60 scanning standard digital timing reference signal locations.

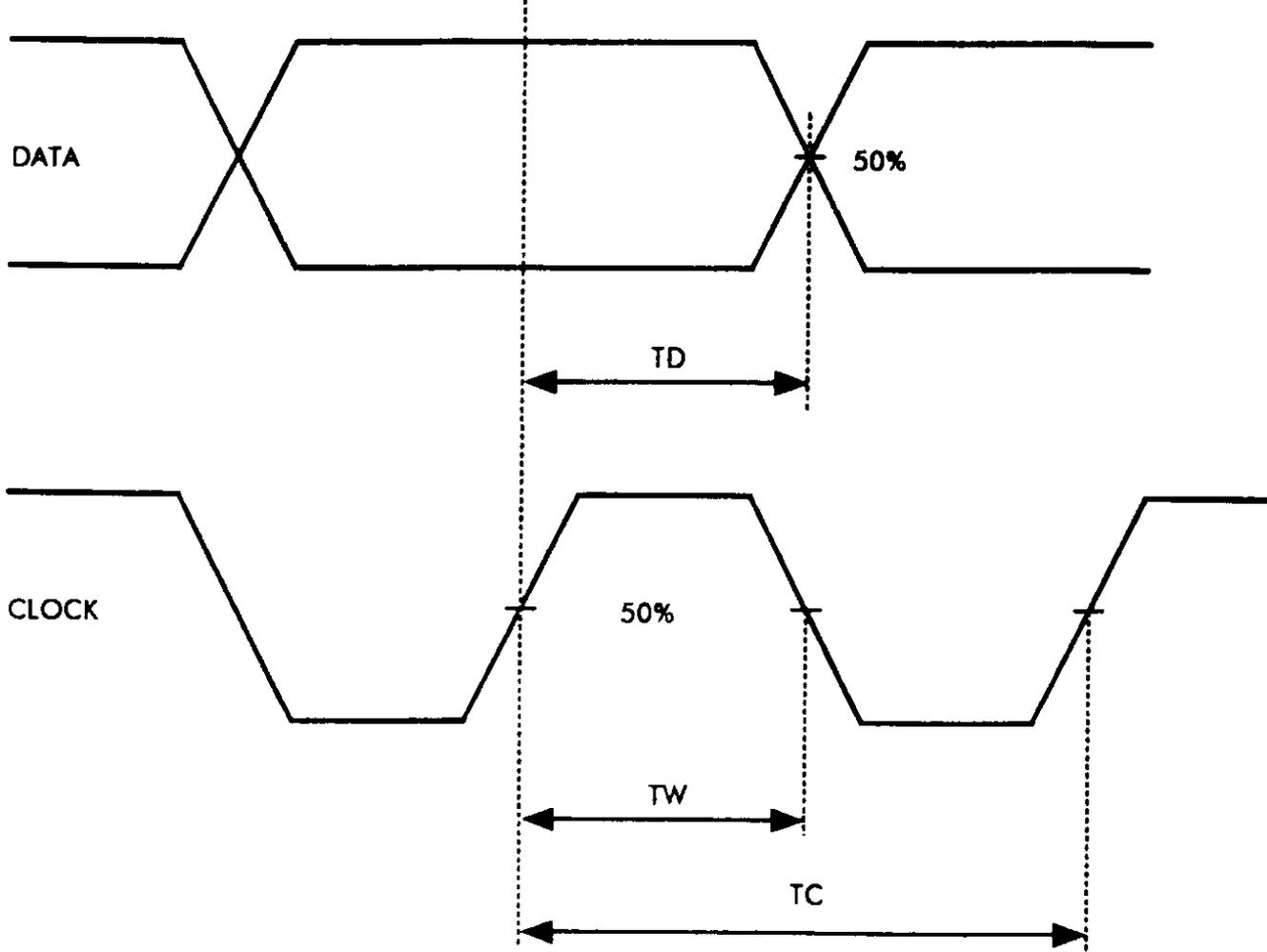
# Ancillary data

- ▶ Se pueden poner en cualquier lugar en que no haya datos de video o de referencia temporal.
- ▶ Horizontal ancillary data (HANC) - en borrado horizontal. Header: 000 3FF 3FF
- ▶ Vertical ancillary data (VANC) - en borrado vertical. Header: 000 3FF 3FF.

Permitido en líneas 1 a 19 y 264 a 282  
MENOS líneas 14 y 277 que se usan para  
time code de intervalo vertical (DVITC).

**TABLE 3.14 4:2:2 Bit-Parallel Interface Electrical Characteristics**

General	Video data, timing reference, and ancillary signals are time-multiplexed and are carried on 10 (8 for 8 bits) wire pairs in NRZ form. An eleventh (ninth) pair carries a synchronous 27-MHz clock
Transmitter characteristics	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Balanced output</li><li>▪ Source impedance: 110 ohms max</li><li>▪ Driver output common mode voltage: <math>-1.3\text{ V} \pm 15\%</math> with respect to ground terminal</li><li>▪ Signal amplitude: 0.8 to 2.0 <math>V_{p-p}</math> across 110 ohms</li><li>▪ Rise and fall times: <math>&lt;5\text{ ns}</math> and differ by no more than 2 ns, as measured between the 20% and 80% amplitude points across a 110-ohm resistor connected directly across the output terminals</li><li>▪ Clock signal jitter: <math>&lt;3\text{ ns}</math> of average time of rising edges computed over at least one television field</li><li>▪ Clock signal positive (+) transition nominally occurs between data transitions</li></ul>
Receiver characteristics	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Input impedance: <math>110 \pm 10\text{ ohms}</math></li><li>▪ Input sensitivity: <math>\geq 185\text{ mV}</math> for proper operation</li><li>▪ Maximum input signal: <math>2\text{ V}_{p-p}</math></li><li>▪ Common mode rejection: Common mode noise with a <math>\pm 0.5\text{ V}</math> amplitude should not affect operation</li><li>▪ Accepted clock/data differential delay: <math>&lt;11\text{ ns}</math></li></ul>



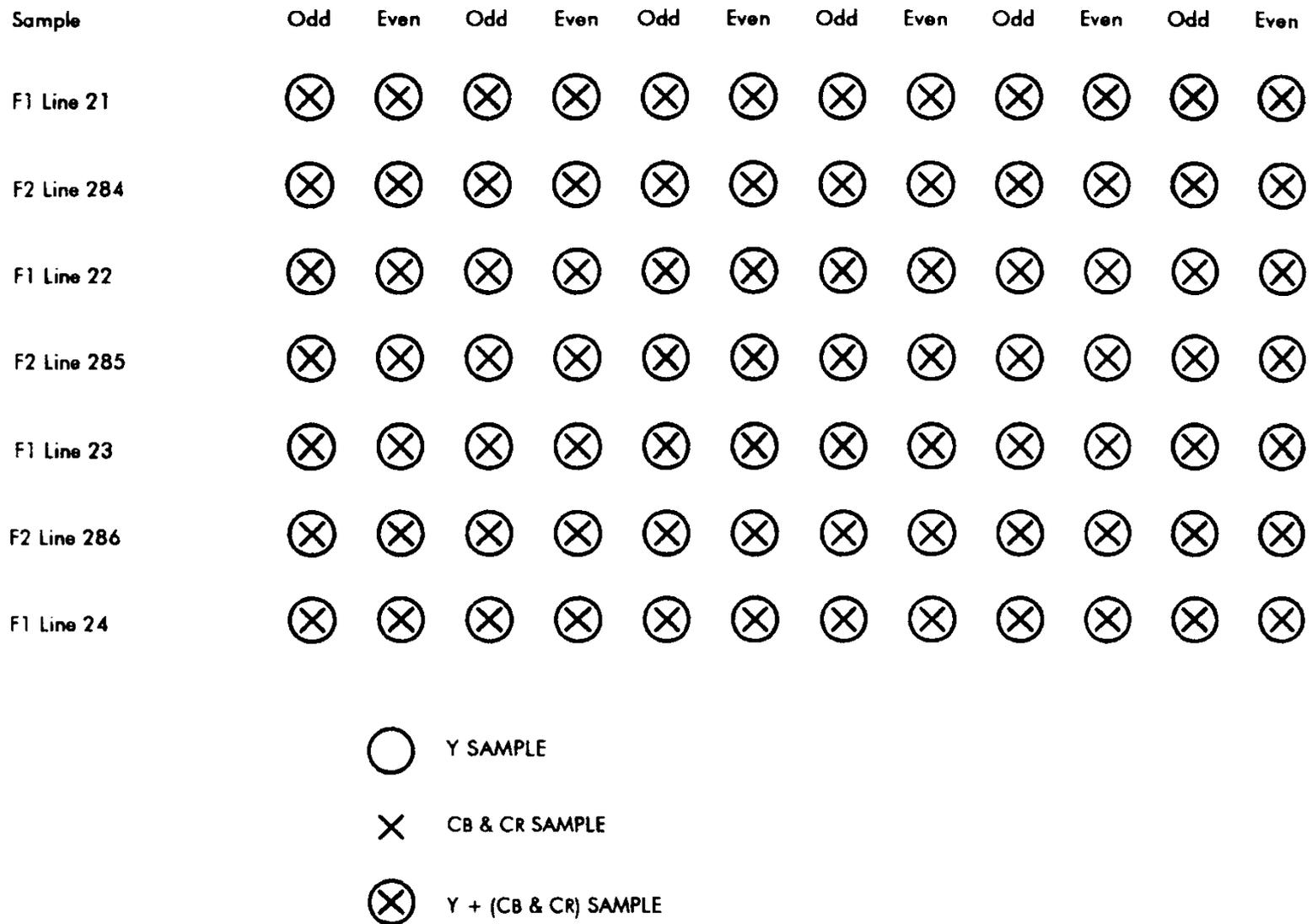
$$TW = 18.5 \text{ ns} \pm 3 \text{ ns}$$

$$TC = 37 \text{ ns (nominal)}$$

$$TD = 18.5 \text{ ns} \pm 3 \text{ ns}$$

**Figure 3.57** 4:2:2 clock and data relationship at transmitter output.

# La estructura de muestreo 4:4:4



**Figure 3.59** Details of 525/60 scanning standard line and field repetitive 4:4:4 orthogonal sampling structure showing position of cosited Y,  $C_B$ ,  $C_R$  samples.

# El muestreo 4:1:1

Sample	Odd	Even										
F1 Line 21	⊗	○	○	○	⊗	○	○	○	⊗	○	○	○
F2 Line 284	⊗	○	○	○	⊗	○	○	○	⊗	○	○	○
F1 Line 22	⊗	○	○	○	⊗	○	○	○	⊗	○	○	○
F2 Line 285	⊗	○	○	○	⊗	○	○	○	⊗	○	○	○
F1 Line 23	⊗	○	○	○	⊗	○	○	○	⊗	○	○	○
F2 Line 286	⊗	○	○	○	⊗	○	○	○	⊗	○	○	○
F1 Line 24	⊗	○	○	○	⊗	○	○	○	⊗	○	○	○

○ Y SAMPLE

⊗ CB & CR SAMPLE

⊗ Y + (CB & CR) SAMPLE

**Figure 3.58** Details of 525/60 scanning standard line and field repetitive 4:1:1 orthogonal sampling structure showing position of cosited Y,  $C_R$ ,  $C_R$  samples and isolated Y samples.

# Muestreo 4:1:1

- ▶ NTSC
  - Y  $\rightarrow$  720 X 480
  - R-Y, B-Y  $\rightarrow$  180 X 480
- ▶ PAL
  - Y  $\rightarrow$  720 X 576
  - R-Y, B-Y  $\rightarrow$  180 X 576

# La estructura de muestreo 4:2:0

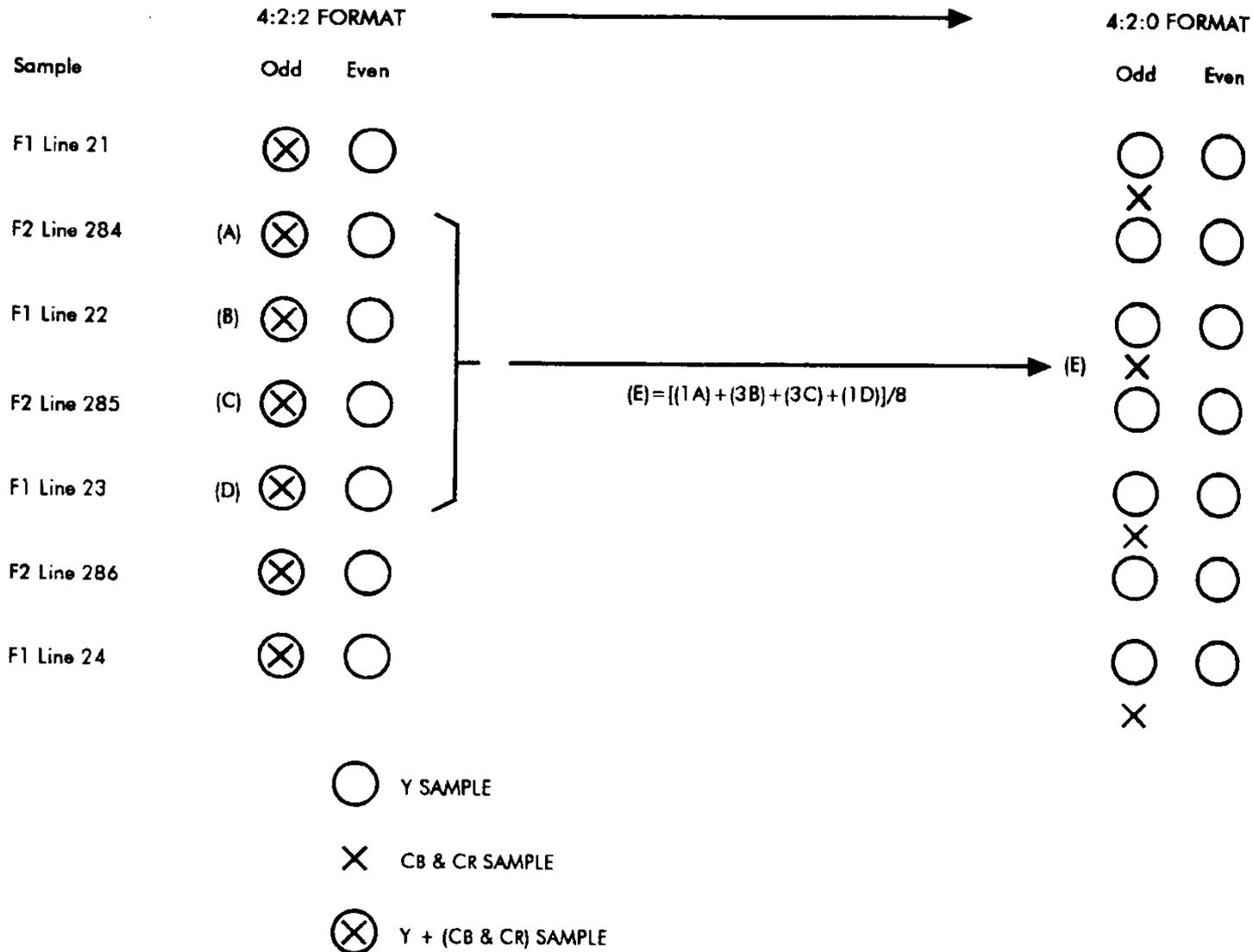


Figure 3.61 Details of 525/60 scanning standard vertically subsampled 4:2:0 structure derived from a 4:2:2 sampling structure by vertical interpolation of four line and field sequential cosited  $C_u$  and  $C_v$  samples

# Muestreo 4:2:0

## ■ NTSC

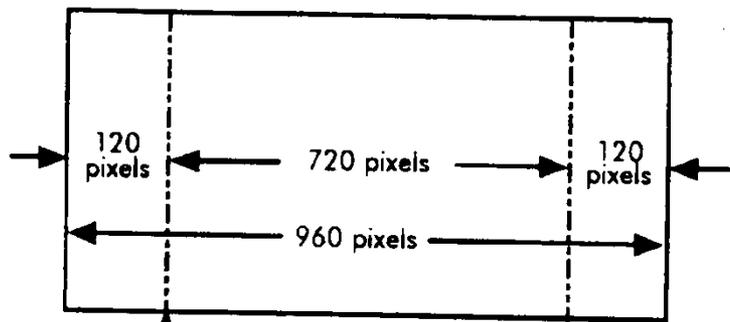
-Y → 720 X 480

-R-Y, B-Y → 360 X 240

## ■ PAL

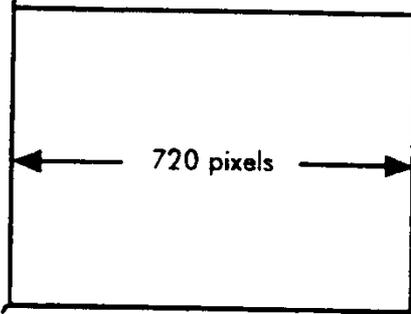
-Y → 720 X 576

-R-Y, B-Y → 360 X 288

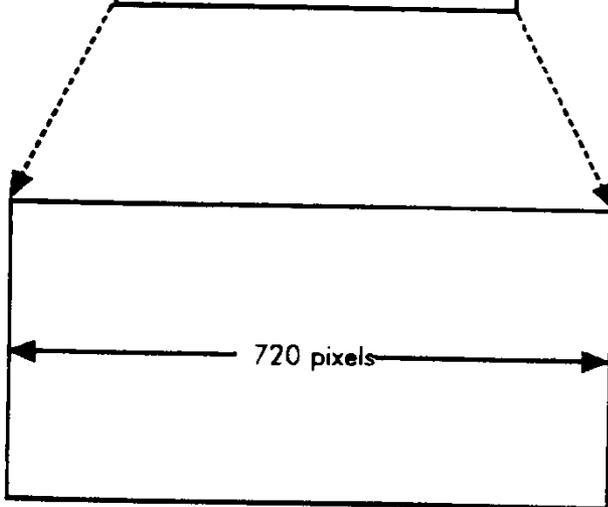


16:9 ASPECT RATIO  
18 MHz SAMPLING

4/3 y 16/9



4:3 ASPECT RATIO  
13.5 MHz SAMPLING



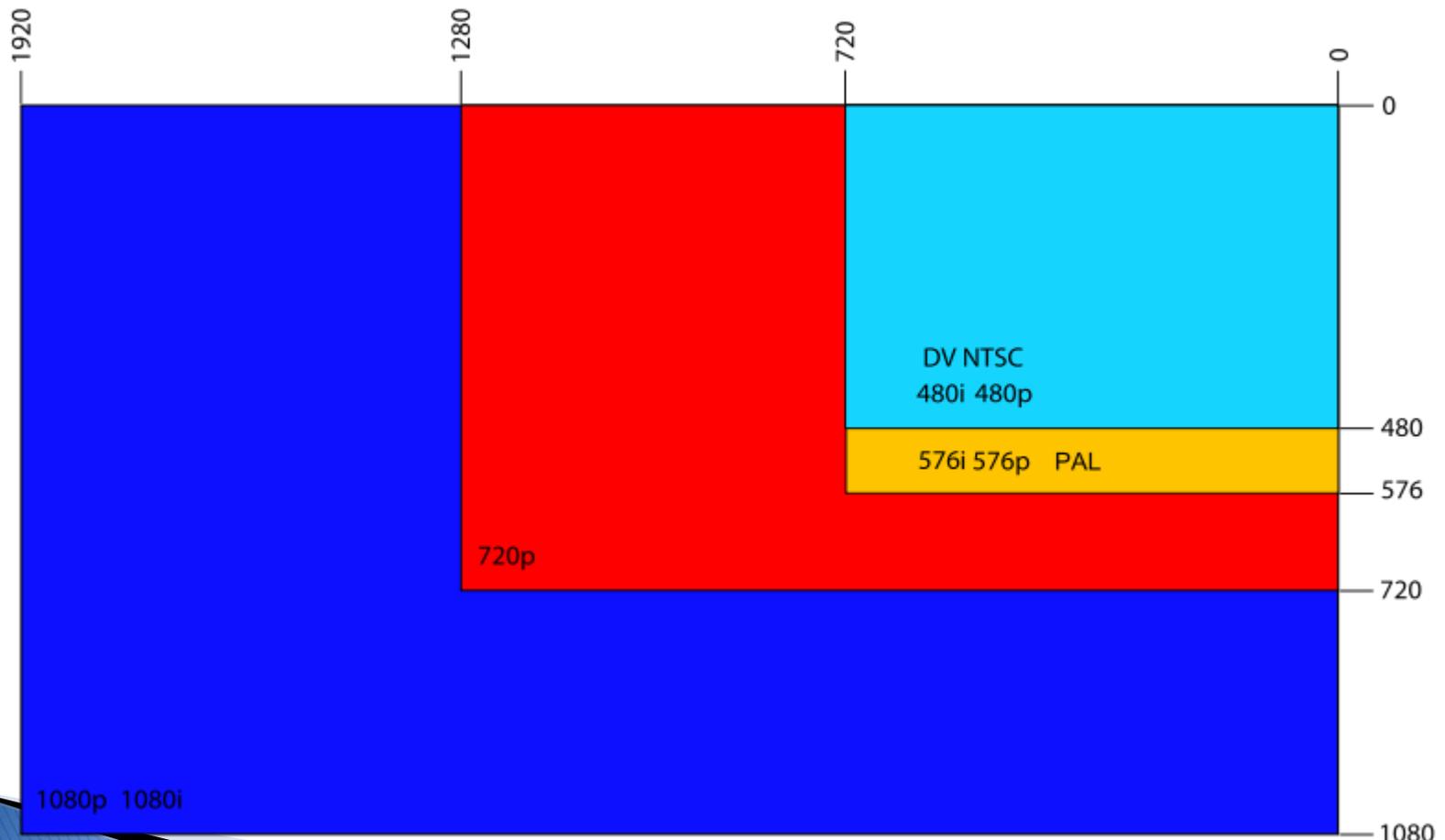
16:9 ASPECT RATIO  
13.5 MHz SAMPLING

**Figure 3.60** Graphic comparison between two 16/9 aspect ratio formats and the 4:2:2 4/3 format emphasizing the number of samples per active line.

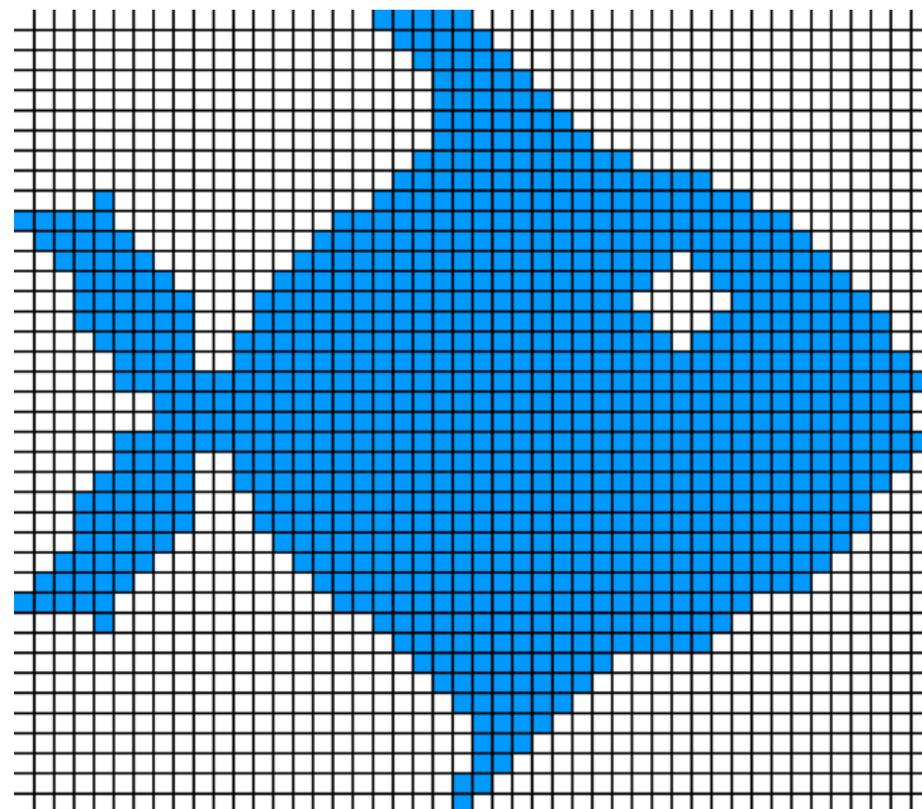
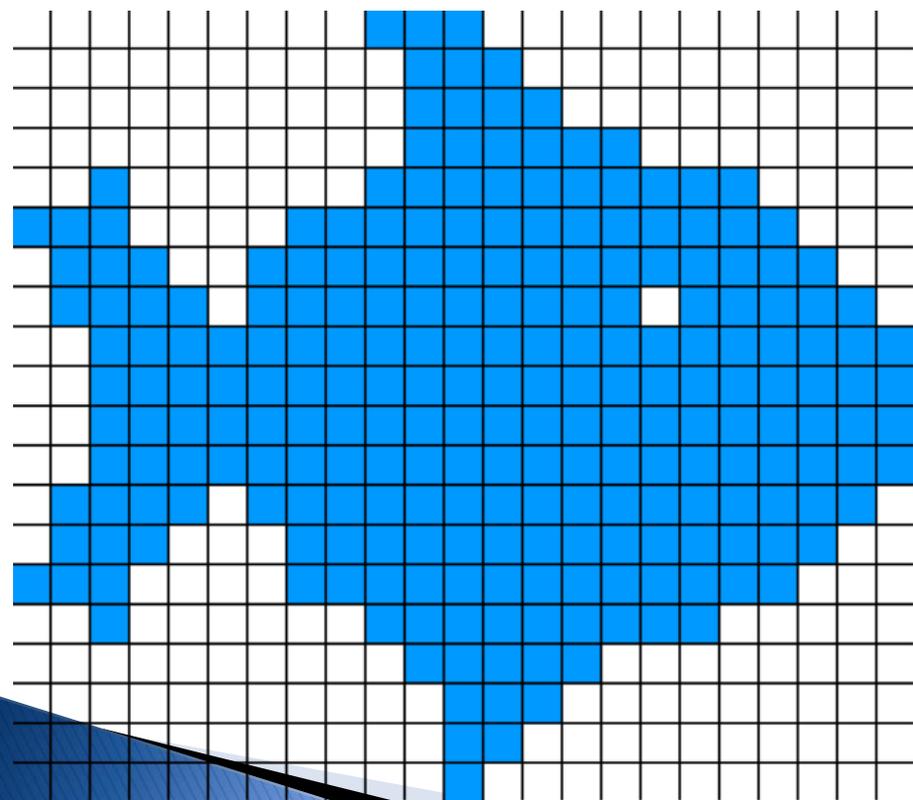
# Alta definición

## Common resolutions (by pixel count)

1:1 PAR

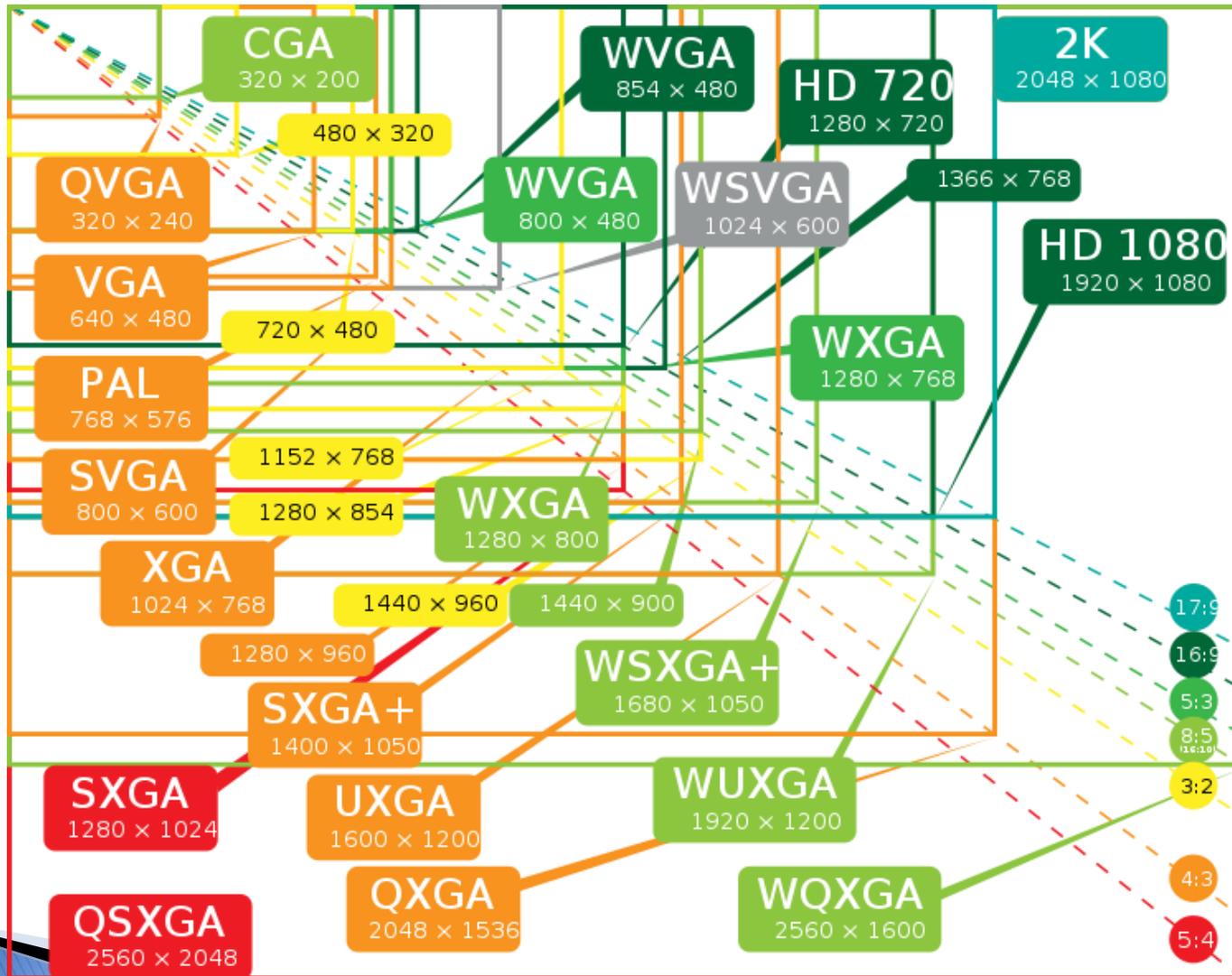


# SD vs HD

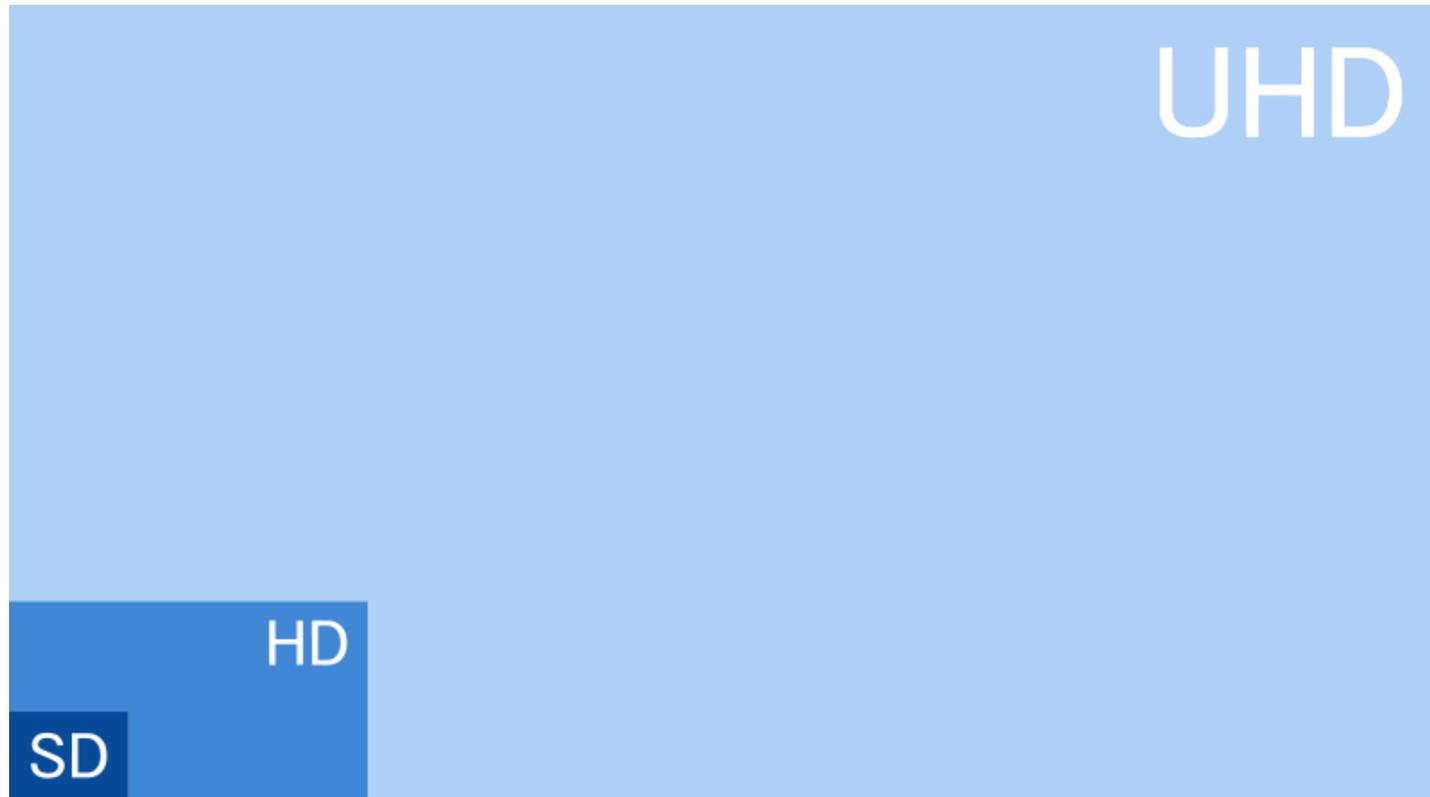


# ITU-R BT.709

- ▶ Estandariza alta definición (HD)
- ▶ Relación de aspecto: 16:9
- ▶ Número de líneas: 1080i o 1080p
- ▶ Tasa de cuadros: 60 Hz, 50 Hz, 30 Hz, 25 Hz y 24 Hz (también se permiten valores divididos por 1.001)



# Ultra High Definition Television



**Número de pixels:**  $7,680 \times 4,320$

**Relación de aspecto:** 16:9

**Distancia de visionado:**  $0.75H$

**Tasa de cuadros:** 60 Hz barrido  
progresivo