

UIT-R

Sector de Radiocomunicaciones de la UIT

Recomendación UIT-R BT.2020-2
(10/2015)

**Valores de los parámetros de los sistemas
de TVUAD para la producción y
el intercambio internacional de programas**

Serie BT
Servicio de radiodifusión
(televisión)



Prólogo

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

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

Política sobre Derechos de Propiedad Intelectual (IPR)

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

Series de las Recomendaciones UIT-R

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

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

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

Publicación electrónica
Ginebra, 2017

© UIT 2017

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

RECOMENDACIÓN UIT-R BT.2020-2

**Valores de los parámetros de los sistemas de TVUAD
para la producción y el intercambio internacional
de programas**

(2012-2014-2015)

Cometido

La televisión de ultra alta definición (TVUAD) ofrecerá a los espectadores una mejor experiencia visual debida principalmente a un ancho campo de visión, tanto en horizontal como en vertical, en pantallas de tamaño adecuado para su utilización en hogares y lugares públicos. Las aplicaciones de TVUAD exigen parámetros de sistema que superan los de la TVAD. En esta Recomendación se especifican los parámetros de los sistemas de imagen TVUAD para la producción y el intercambio internacional de programas.

Palabras clave

Ancho campo de visión, intercambio internacional de programas, parámetros de sistema de imagen, sistema de televisión, TVUAD

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a)* que, desde 1997, algunas administraciones utilizan el servicio de radiodifusión de televisión digital terrenal (DTTB) y pueden ofrecer programas de televisión de alta calidad con sistemas de TVAD;
- b)* que los espectadores esperan que los futuros sistemas de televisión posteriores a TVAD ofrezcan características mejores que los actuales sistemas TVAD en términos de sensación más realista, mayor transparencia en el mundo real e información visual más precisa;
- c)* que se prevé que la televisión de ultra alta definición (TVUAD) esté disponible en un futuro próximo con, entre otras cosas, pantallas más grandes, mayor resolución espacial/temporal, mayor gama cromática, mayor gama dinámica, etc., habida cuenta de la evolución de la tecnología de las pantallas;
- d)* que el UIT-R ha estudiado las imágenes de muy alta resolución (EHRI) y ha ampliado la jerarquía de formatos de imágenes digitales en pantalla grande (LSDI), y ha elaborado Recomendaciones UIT-R, como la Recomendación UIT-R BT.1201-1 donde se definen las características de las imágenes de muy alta resolución, y la Recomendación UIT-R BT.1769 con los valores de los parámetros de una jerarquía ampliada de formatos de imágenes LSDI;
- e)* que LSDI es un sistema de visualización en pantallas muy grandes, generalmente para pases públicos, que puede utilizarse en muy diversas aplicaciones, incluida la presentación de programas, como películas, obras, acontecimientos deportivos, conciertos, etc.;
- f)* que EHRI es un sistema que ofrece una resolución más alta que la TVAD y puede utilizarse para aplicaciones tanto de radiodifusión como distintas de la radiodifusión (por ejemplo, gráficos informáticos, impresión y aplicaciones médicas);

- g) que la TVUAD ofrece a los espectadores una mejor experiencia visual debida principalmente a un ancho campo de visión, que abarca una parte considerable del campo visual humano natural, en pantallas de tamaño adecuado para su utilización en hogares y lugares públicos;
- h) que para los sistemas TVUAD se prefieren formatos de señal que contribuyen a incrementar la eficacia de la compresión, pues tienen un número de píxeles mayor que los sistemas TVAD,

observando

que en el Informe UIT-R BT.2246 se describe la situación actual de la televisión de ultra alta definición,

recomienda

que para la producción y el intercambio internacional de programas TVUAD se utilicen las especificaciones de la presente Recomendación¹,

recomienda además

que, si se demuestra que una función de transferencia electroóptica (EOTF) alternativa puede ofrecer ventajas notables sin imponer al mismo tiempo limitaciones importantes, esta Recomendación se amplíe para permitir la utilización de una EOTF mejorada.

NOTA 1 – En el futuro se estudiará la posibilidad de ampliar esta Recomendación con complementos para incluir los parámetros de imagen ampliada.

¹ Los sistemas de TVUAD $3\,840 \times 2\,160$ y $7\,680 \times 4\,320$ servirán principalmente para la entrega de programas de televisión en los hogares, donde ofrecerán a los espectadores una mayor sensación de «presencia» y de realidad gracias a pantallas de unos 1,5 metros de diagonal, o incluso mayores, y a pantallas muy grandes (LSDI) en teatros, salas, estadios o parques temáticos.

La presentación en tabletas con resolución muy alta también será atractiva para los usuarios.

El sistema $7\,680 \times 4\,320$ ofrecerá una experiencia visual mejor que el sistema $3\,840 \times 2\,160$ en muy diversos entornos de visualización.

La mayor eficiencia de la codificación de fuente de vídeo y/o de la capacidad de los canales de transmisión, en comparación con las que se utilizan hoy en día, probablemente necesitará que esos programas lleguen a los hogares por radiodifusión terrenal o de satélite. Se están realizando los estudios pertinentes para alcanzar ese objetivo. La entrega de esos programas podrá efectuarse inicialmente por cable o fibra.

La elección de la frecuencia de trama puede estar influida por la frecuencia de la alimentación eléctrica y el tipo de iluminación utilizada, así como por consideraciones relacionadas con la conversión de programas de una velocidad de trama más alta a una velocidad de trama más baja (véase el Informe UIT-R BT.2246).

CUADRO 1

Características espaciales de la imagen

| Parámetro | Valores | |
|--|---|---------------|
| Formato de imagen | 16:9 | |
| Recuento de píxeles Horizontal × vertical | 7 680 × 4 320 | 3 840 × 2 160 |
| Muestreo reticular | Ortogonal | |
| Formato de imagen de píxel | 1:1 (píxeles cuadrados) | |
| Orden de píxeles | Los píxeles se ordenan de izquierda a derecha en cada fila y las filas se ordenan de arriba a abajo | |

CUADRO 2

Características temporales de la imagen

| Parámetro | Valores |
|--------------------------|---|
| Frecuencia de trama (Hz) | 120, 120/1,001, 100, 60, 60/1,001, 50, 30, 30/1,001, 25, 24, 24/1,001 |
| Estructura de la imagen | Progresiva |

CUADRO 3

Colorimetría del sistema

| Parámetro | Valores | | |
|--|---|--------|--------|
| Características de transferencia optoelectrónica antes de la precorrección no lineal | Supuesto lineal ⁽¹⁾ | | |
| Colores primarios y blanco de referencia ⁽²⁾ | Coordenadas de cromaticidad (CIE, 1931) | x | y |
| | Rojo primario (R) | 0,708 | 0,292 |
| | Verde primario (G) | 0,170 | 0,797 |
| | Azul primario (B) | 0,131 | 0,046 |
| | Blanco de referencia (D65) | 0,3127 | 0,3290 |

⁽¹⁾ la información de la imagen puede indicarse linealmente con los valores tricromáticos RGB en la gama 0-1.

⁽²⁾ Los valores colorimétricos de la información de la imagen pueden determinarse a partir de los RGB primarios de referencia y el blanco de referencia.

CUADRO 4

Formato de la señal

| Parámetro | Valores | |
|---|---|---|
| Formato de la señal | $R'G'B'^{(1)}$ | |
| | Luminancia constante $Y'_C C'_{BC} C'_{RC}{}^{(2)}$ | Luminancia no constante $Y' C'_B C'_R{}^{(3)}$ |
| Función de transferencia no lineal ⁽⁴⁾ | $E' = \begin{cases} 4,5E, & 0 \leq E < \beta \\ \alpha E^{0,45} - (\alpha - 1), & \beta \leq E \leq 1 \end{cases}$ <p>donde E es la tensión normalizada por el nivel blanco de referencia y proporcional a la intensidad luminosa implícita que se detectará con un canal de cámara color de referencia R, G, B; E' es la señal no lineal resultante.</p> <p>α y β son las soluciones a las siguientes ecuaciones simultáneas:</p> $\begin{cases} 4,5\beta = \alpha\beta^{0,45} - \alpha + 1 & (1) \\ 4,5 = 0,45\alpha\beta^{-0,55} & (2) \end{cases}$ <p>Las ecuaciones simultáneas ofrecen la condición necesaria para conectar los dos segmentos de curva sin solución de continuidad y su resultado es $\alpha = 1,09929682680944\dots$ y $\beta = 0,018053968510807\dots$. A efectos prácticos pueden utilizarse los siguientes valores:</p> <p>$\alpha = 1,099$ y $\beta = 0,018$ para sistemas de 10 bits $\alpha = 1,0993$ y $\beta = 0,0181$ para sistemas de 12 bits</p> | |
| Derivación de Y'_C e Y' | $Y'_C = (0,2627R + 0,6780G + 0,0593B)'$ | $Y' = 0,2627R' + 0,6780G' + 0,0593B'$ |
| Derivación de las señales de diferencia de color | $C'_{BC} = \begin{cases} \frac{B' - Y'_C}{-2N_B}, & N_B \leq B' - Y'_C \leq 0 \\ \frac{B' - Y'_C}{2P_B}, & 0 < B' - Y'_C \leq P_B \end{cases}$ $C'_{RC} = \begin{cases} \frac{R' - Y'_C}{-2N_R}, & N_R \leq R' - Y'_C \leq 0 \\ \frac{R' - Y'_C}{2P_R}, & 0 < R' - Y'_C \leq P_R \end{cases}$ <p>donde:</p> $P_B = \alpha(1 - 0,0593^{0,45}) = 0,7909854\dots$ $N_B = \alpha(1 - 0,9407^{0,45}) - 1 = -0,9701716\dots$ $P_R = \alpha(1 - 0,2627^{0,45}) = 0,4969147\dots$ $N_R = \alpha(1 - 0,7373^{0,45}) - 1 = -0,8591209\dots$ <p>A efectos prácticos pueden utilizarse los siguientes valores:</p> $P_B = 0,7910, N_B = -0,9702$ $P_R = 0,4969, N_R = -0,8591$ | $C'_B = \frac{B' - Y'}{1,8814}$ $C'_R = \frac{R' - Y'}{1,4746}$ |

Notas relativas al Cuadro 4:

- (1) $R'G'B'$ puede utilizarse para el intercambio de programas cuando la producción de programas de calidad óptima es de importancia capital.
- (2) La luminancia constante $Y'_C C'_{BC} C'_{RC}$ puede utilizarse cuando lo más importante es la retención exacta de la información de luminancia o cuando se prevé mejorar la eficacia del código de entrega (véase el Informe UIT-R BT.2246).
- (3) La luminancia no constante convencional $Y'_C C'_B C'_R$ puede utilizarse cuando lo más importante es utilizar en la cadena de radiodifusión las mismas prácticas operativas que en los entornos SDTV y TVAD (véase el Informe UIT-R BT.2246).
- (4) En la producción típica real, la función de codificación de las fuentes de imagen se ajusta para que la imagen final tenga la apariencia deseada, vista en un monitor de referencia con la función de descodificación de referencia de la Recomendación UIT-R BT.1886, en el entorno de visualización de referencia definido en la Recomendación UIT-R BT.2035.

CUADRO 5

Representación digital

| Parámetro | Valores | | |
|--|--|---|--|
| Señal codificada | R', G', B' o Y', C'_B, C'_R o Y'_C, C'_{BC}, C'_{RC} , | | |
| Muestreo reticular – R', G', B', Y', Y'_C | Ortogonal con repetición por línea y por imagen en la misma posición | | |
| Muestreo reticular – C'_B, C'_R o C'_{BC}, C'_{RC} | Ortogonal con repetición por línea y por imagen en la misma posición respectiva. La primera (arriba a la izquierda) muestra está en la misma posición que las primeras muestras Y' | | |
| | Sistema 4:4:4 | Sistema 4:2:2 | Sistema 4:2:0 |
| | Cada una tiene el mismo número de muestras horizontales que el componente $Y'(Y'_C)$ | Submuestreo horizontal por factor dos con respecto al componente $Y'(Y'_C)$ | Submuestreo horizontal y vertical por factor dos con respecto al componente $Y'(Y'_C)$ |
| Formato de codificación | 10 ó 12 bits por componente | | |
| Cuantización de $R', G', B', Y', Y'_C, C'_B, C'_R, C'_{BC}, C'_{RC}$ | $DR' = INT \left[(219 \times R' + 16) \times 2^{n-8} \right]$ $DG' = INT \left[(219 \times G' + 16) \times 2^{n-8} \right]$ $DB' = INT \left[(219 \times B' + 16) \times 2^{n-8} \right]$ $DY'(DY'_C) = INT \left[(219 \times Y'(Y'_C) + 16) \times 2^{n-8} \right]$ $DC'_B(DC'_{BC}) = INT \left[(224 \times C'_B(C'_{BC}) + 128) \times 2^{n-8} \right]$ $DC'_R(DC'_{RC}) = INT \left[(224 \times C'_R(C'_{RC}) + 128) \times 2^{n-8} \right]$ | | |

CUADRO 5 (*Fin*)

| Parámetro | Valores | |
|---|-------------------------|-------------------------|
| Niveles de cuantización – Nivel de negro $DR', DG', DB', DY', DY'_C$ – Acromático $DC'_B, DC'_R, DC'_{BC}, DC'_{RC}$ – Cresta nominal $DR', DG', DB', DY', DY'_C$ $DC'_B, DC'_R, DC'_{BC}, DC'_{RC}$ | Codificación de 10 bits | Codificación de 12 bits |
| | 64 | 256 |
| | 512 | 2 048 |
| | 940 | 3 760 |
| | 64 y 960 | 256 y 3 840 |
| Asignación de nivel de cuantización | Codificación de 10 bits | Codificación de 12 bits |
| – Datos de vídeo | 4 a 1 019 | 16 a 4 079 |
| – Referencia de temporización | 0-3 y 1 020-1 023 | 0-15 y 4 080-4 095 |