

Recomendación UIT-R BT.1662-1

(02/2025)

Serie BT: Servicio de radiodifusión (televisión)

Cadena de referencia general y gestión del margen de tratamiento ulterior de la esencia del programa en aplicaciones de 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 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 <https://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 <https://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, 2025

© UIT 2025

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.1662-1

Cadena de referencia general y gestión del margen de tratamiento ulterior de la esencia del programa en aplicaciones de televisión

(2003-2025)

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) que la UIT ha estado estudiando las aplicaciones del servicio de radiodifusión;
- b) que se han identificado varias aplicaciones de televisión que incluyen la televisión de definición convencional (TVDC), la televisión de alta definición (TVAD), la televisión de definición ultra alta (TVUAD) y la televisión de elevada gama dinámica (TV-EGD);
- c) que sería útil especificar una cadena de referencia general para aplicaciones típicas de televisión a fin de disponer de un marco único en el que éstas puedan estudiarse con una metodología uniforme,

recomienda

- 1 que para el estudio de la gestión del margen de tratamiento ulterior en aplicaciones típicas de televisión que estén basadas en la utilización de una cadena de señal completamente digital para la esencia del programa, se utilice la cadena de referencia general descrita en el Anexo 1;
- 2 que en el diseño del trayecto de señal y de la gestión del margen de tratamiento ulterior de la esencia del programa en aplicaciones de televisión se apliquen las directrices de implementación generales que se detallan en el Anexo 1 para los diversos bloques de la cadena de referencia. Se recomienda lo siguiente:
 - que la cadena del programa sea digital desde la adquisición a la presentación, pudiendo realizarse la adquisición por medio de:
 - una cámara digital que produzca una señal conforme a la especificación deseada, o
 - una película, seguidamente explorada mediante telecine y convertida a un formato digital conforme a la especificación de televisión deseada;
 - que para la esencia del programa se utilice a través de toda la cadena, si ello es posible, un único formato origen que sea función del nivel de calidad;
 - que si ello no fuera posible debido a los requisitos del tratamiento ulterior, se utilice un número mínimo de formatos origen a lo largo de la cadena, cuyos parámetros tengan valores que guarden una relación sencilla entre ellos.

Anexo 1

Cadena de referencia y directrices para la gestión del margen de tratamiento ulterior de la esencia del programa en aplicaciones de televisión

1 La cadena de referencia

La cadena general de referencia que se especifica a continuación se considera una herramienta útil en el diseño y análisis del trayecto de la señal y para la gestión del margen de tratamiento ulterior de la esencia del programa en aplicaciones típicas de televisión.

Tal como se muestra en la Fig. 1, la cadena general de referencia está formada por los bloques que se identifican a continuación. Se supone que cada bloque de la cadena es digital.

- *Adquisición* – en el que las imágenes y los sonidos se transforman en su representación digital. La entrada a este bloque son estímulos de luz y sonido, y sus salidas son las señales esencia de audio y vídeo digitales.
- *Postproducción* – en el que las señales esencia de audio y vídeo digitales se procesan para producir una copia maestra del programa («*master*») que responde al deseo creativo del productor. Las entradas a este bloque son las señales digitales de audio y vídeo adquiridas, y su salida es la copia maestra terminada del programa.
- *Distribución* – en el que las señales del programa se codifican, multiplexan y modulan para poder distribuir las a los usuarios finales. Las entradas a este bloque son las señales digitales esencia del programa procedentes de la copia maestra terminada, y sus salidas son las señales demoduladas, demultiplexadas y decodificadas que alimentan al bloque de presentación.
- *Presentación* – en el que las señales digitales esencia del programa se transforman en estímulos de luz y sonido que se presentan a la audiencia. Las entradas a este bloque son las señales esencia del programa recibidas del bloque de distribución, y sus salidas son los estímulos de imagen y sonido que se presentan a la audiencia.

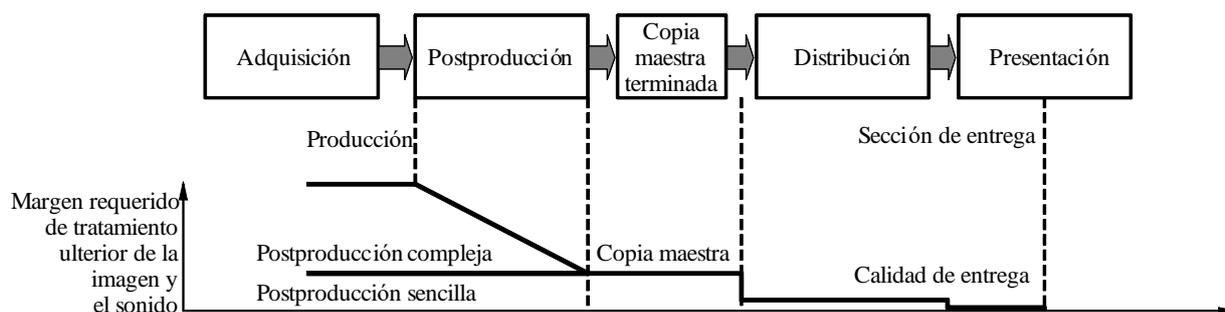
Los bloques de adquisición y postproducción constituyen la sección de producción de la cadena, que finaliza con la copia maestra terminada.

Los bloques de distribución y presentación constituyen la sección de entrega de la cadena, que se inicia a partir de la copia maestra terminada.

Por tanto, la copia maestra es el elemento alrededor del que pivotan la sección de producción y la sección de entrega.

FIGURA 1

Cadena de referencia para aplicaciones típicas de televisión y evolución del margen de tratamiento ulterior de la imagen y el sonido a lo largo de la cadena



BT.1662-01

2 Algunas reglas generales sobre la calidad de la imagen y el sonido y sobre la transmisión de las degradaciones

Las reglas generales que se detallan a continuación afectan a la calidad de la imagen y el sonido en una cadena de señal digital de la esencia del programa, como es la cadena de referencia, así como a la forma en que se transmiten las degradaciones a lo largo de ella.

Regla 1 – Conforme la imagen y el sonido se transfieren a lo largo de la cadena, su calidad puede disminuir, pero nunca aumentar. En otras palabras, cualquier pérdida de calidad que se produzca a lo largo de la cadena será para siempre.

Regla 2 – Cualquier transformación de las representaciones de la imagen y el sonido de analógico a digital, y viceversa, introduce una cierta degradación. Ello se debe a que cada vez que una representación analógica de la imagen o del sonido se transforma en digital, se produce un muestreo y el correspondiente filtrado.

Regla 3 – Cualquier transformación de representaciones de la imagen y el sonido de un formato origen a cualquier otro, introduce una cierta degradación. Ello se debe a que cada vez que se modifica el formato origen se produce una cierta interpolación de muestras y el correspondiente filtrado.

Regla 4 – Cualquier transformación de las representaciones de la imagen y el sonido de un método de codificación fuente a otro de menor velocidad binaria, introduce una cierta degradación. Ello se debe a que cada vez que se disminuye la velocidad binaria de codificación origen se descartan algunas componentes adicionales de la codificación fuente de orden elevado que contribuyen a la calidad de la imagen y del sonido.

Estas reglas fundamentales permiten establecer directrices generales para evitar degradaciones innecesarias de imagen y sonido a lo largo de la cadena. Estas directrices se presentan a continuación para cada uno de los bloques de la cadena de referencia. Para mayor claridad, los bloques se presentan en orden inverso, es decir, desde el de presentación hasta el de adquisición.

3 Análisis de la cadena de referencia digital

3.1 El bloque de presentación

La calidad de la imagen y el sonido que requiere la presentación en las aplicaciones de televisión viene determinada por los objetivos de presentación de las mismas.

En el diagrama de calidad de imagen y sonido de la Fig. 1 dicha calidad se denomina «calidad de entrega».

Por tanto, la calidad a la entrada del bloque de presentación debe proporcionar dicha calidad de funcionamiento, no siendo necesaria una calidad superior.

El bloque de presentación degradará ligeramente la señal recibida.

3.2 El bloque de distribución

Se supone que la sección de entrega de la cadena digital de referencia no necesita ningún margen de calidad de imagen/sonido para compensar pérdidas debidas al flujo descendente de postproducción a partir de la copia maestra terminada, ya que todos los procesos de postproducción deben haber finalizado con la copia maestra terminada.

Por lo tanto, y si el canal de distribución utiliza, tal como debe hacerse, una codificación fuente subjetivamente transparente y una protección adecuada contra los errores del canal, el bloque de entrega no introducirá pérdidas de calidad, no teniendo por qué ser la calidad de la imagen y el sonido requerida a la entrada del bloque de distribución de la cadena superior a la existente en su salida, es decir, a la entrada del bloque de presentación. Ello significa que no es necesario que la calidad de la imagen y el sonido a lo largo de toda la sección de entrega sea superior a la «calidad de entrega» de la Fig. 1.

Eso sólo es cierto si no existen pérdidas de calidad de imagen y sonido debidas a la compleja transcodificación de la señal en la interfaz entre el bloque de distribución y el bloque de presentación. Esta condición se cumple cuando los bloques de distribución y de presentación utilizan el mismo formato de señal origen (por ejemplo, muestreo digital y estructura de cuantificación) y el mismo método de codificación de la fuente, o cuando utilizan dos formatos de señal origen y/o dos métodos de codificación de la fuente diferentes pero relacionados entre sí de forma simple y directa, de modo que pueda realizarse la transcodificación de uno a otro de forma transparente.

3.3 La copia maestra terminada

La sección de producción de la cadena de referencia culmina con la copia maestra terminada, que materializa el deseo creativo del productor del programa. Por tanto, la copia maestra es el elemento alrededor del que pivotan la sección de producción y la sección de distribución. Normalmente, no se requerirá ninguna postproducción más allá en la cadena a partir de la copia maestra terminada. Sin embargo, es una buena práctica dejar un cierto margen de calidad de imagen y sonido en la copia maestra terminada para permitir que puedan introducirse posibles desarrollos ulteriores de postproducción sencillos cuando éstos sean ocasionalmente necesarios.

De esta forma, incluso en ese caso la copia maestra terminada podrá suministrar a la sección de entrega la calidad de imagen y sonido que ésta requiere, es decir, la que debe entregarse a la audiencia durante la presentación del programa. El margen de calidad que exista en la copia maestra terminada se suprime en la interfaz entre ésta y la sección de entrega (véase la Fig. 1). Generalmente, esto se hace reduciendo la velocidad binaria del programa de la copia maestra a la más baja que sea necesaria para la entrega del programa, por ejemplo, descomprimiendo la señal esencia que en la copia maestra terminada está presente en modo comprimido sin pérdidas o casi sin pérdidas, según proceda, y volviéndola a comprimir con un nivel de pérdidas adecuado a las condiciones de entrega del programa, con una velocidad binaria menor pero que proporcione una calidad de funcionamiento que subjetivamente casi no suponga pérdidas para el sistema de visión humano a la distancia de visualización objetivo.

Esta operación se realiza de la forma más patente cuando la copia maestra terminada y la sección de entrega utilizan el mismo formato de señal origen y el mismo método de codificación de la fuente, o bien, dos formatos de señales origen y/o dos métodos de codificación de la fuente diferentes, pero directamente relacionados entre sí.

3.4 Copias maestras terminadas para múltiples aplicaciones

Debe señalarse que si la copia maestra se ha producido para ser utilizada en aplicaciones de televisión con distintos requisitos de calidad de imagen y sonido, debe suministrar a la sección de entrega una calidad de imagen y de sonido que satisfaga los requisitos de las aplicaciones más exigentes en términos de calidad que la copia maestra terminada deba atender. Las aplicaciones que tengan unas exigencias de calidad menores recibirán señales que hayan sido intencionadamente convertidas a formatos de señales origen adecuados de menor nivel. En función de lo que interese desde un punto de vista operacional, puede ser deseable producir copias submaestras de calidad intencionadamente degradada a partir de la copia maestra terminada.

3.5 El bloque de postproducción

En el bloque de postproducción se procesan las señales de audio y vídeo generadas en el bloque de adquisición a fin de producir la copia maestra terminada del programa que responde al deseo creativo del productor. Los procesos de postproducción requeridos pueden ser los siguientes:

- procesos simples, tales como cortes o transiciones con desvanecimiento progresivo, supresiones o subtítulos, mezclas sencillas de audio, o
- procesos complejos, tales como variaciones importantes en la tonalidad de los colores o inserción de tonalidades mate en el vídeo, o filtrado y mezcla importantes de la señal de audio.

En función de su naturaleza, un tratamiento ulterior complejo de vídeo/audio puede reducir de forma perceptible la calidad del vídeo/audio del programa. Si es previsible que tenga que realizarse dicho proceso, es necesario proporcionar el margen de calidad de vídeo/audio necesario a la entrada del bloque de postproceso. El margen de calidad proporcionado debe ser suficiente para asegurar que la calidad de vídeo/audio de la copia maestra terminada al final del bloque de tratamiento ulterior sea la que se requiera a la salida de la sección de producción.

Los parámetros para los que es necesario proporcionar un cierto margen dependen de la operación específica de tratamiento ulterior. A continuación se presentan algunos ejemplos de vídeo.

- Cuando esté previsto realizar técnicas de incrustación de alta calidad, un formato origen con señales rojo, verde, azul (RGB) primarias de resolución completa puede proporcionar el margen necesario de la resolución de color.
- Cuando esté previsto realizar una corrección masiva de color o de nivel, un formato origen con una granularidad de cuantificación más fina que la requerida para la copia maestra puede proporcionar el margen de discriminación de nivel necesario.
- Cuando esté prevista una recomposición masiva de los cuadros de imagen, un formato origen con una rejilla de muestreo más fina que la requerida para la copia maestra terminada puede proporcionar el margen espacial necesario.
- Cuando esté prevista una gran cantidad de movimiento lento, un formato origen con una frecuencia de imagen superior que la requerida para la copia maestra terminada puede proporcionar el margen temporal necesario.

3.6 El bloque de adquisición

El bloque de adquisición debe utilizar normalmente el mismo formato origen de vídeo y audio que esté previsto utilizar en la copia maestra terminada. Sin embargo, cuando sea necesario un margen de calidad para compensar pérdidas de calidad previsibles por operaciones planificadas de postproceso, el margen requerido de los parámetros afectados debe incluirse en el bloque de adquisición. No es posible introducir un margen de postproceso adicional que pueda ser requerido en la postproducción si éste no está ya presente a la salida del bloque de adquisición.

Cuando sea necesario disponer de un margen de postproceso a la salida del bloque de adquisición, pueden utilizarse diversos formatos de señales origen con una cuantificación más fina o un muestreo más fino (temporal o espacial) que el previsto para la copia maestra terminada.

Para poder aprovechar todas las ventajas de la utilización de un muestreo o cuantificación más finos, los formatos más finos deben estar directamente relacionados con el formato deseado de la copia maestra terminada, de forma que cuando se complete el postproceso, los segmentos del programa afectado puedan volver a ser muestreados o cuantificados para adaptarse al formato de la copia maestra terminada, sin que ello introduzca degradaciones adicionales indebidas.

4 Directrices sobre la transformación de señales esencia del programa

El análisis anterior implica que en el diseño de la cadena de programa se respeten las reglas fundamentales que se exponen a continuación.

4.1 Transformaciones de representación analógica a digital a lo largo de la cadena

Cuando la cadena es completamente digital, las únicas representaciones analógicas a lo largo de la misma están en el bloque de adquisición, en el que los estímulos de luz y de sonido deben ser necesariamente analógicos cuando alcanzan los correspondientes sensores, y en el bloque de presentación, en el que la señal digital de vídeo y audio genera estímulos analógicos durante la presentación del programa a la audiencia.

Estas condiciones sugieren que es preferible utilizar una cadena de señal completamente digital para la esencia del programa desde la adquisición a la presentación.

No existe ningún punto a lo largo de la cadena, salvo al principio y al final, en el que la imagen y el sonido deban tener una representación analógica, salvo en las pantallas que recogen imágenes y sonidos a lo largo de la cadena para la supervisión del programa. Deben tomarse medidas que hagan innecesaria cualquier transformación de digital a analógico de la señal a lo largo de la cadena.

4.2 Cambios del formato de la señal origen a lo largo de la cadena

El análisis de la cadena de referencia muestra que puede evitarse tener que modificar el formato digital origen de las señales de vídeo y de audio a lo largo de la sección de entrega de la cadena de referencia.

En cambio, es previsible que ocasionalmente se produzcan cambios en el formato de la señal origen en la sección de producción de la cadena de referencia, cuando sea necesario el postproceso masivo de la esencia del programa. En este caso, se pueden tomar las medidas adecuadas en la planificación y organización de la producción para limitar el número de cambios e, igualmente, las medidas técnicas antes señaladas pueden ayudar a minimizar las degradaciones de señal conexas.

4.3 Cambios en la codificación de la fuente a lo largo de la cadena

La codificación de la fuente se utiliza de forma extensiva en la televisión digital para reducir la velocidad binaria necesaria para transportar la esencia del programa, sin introducir degradaciones apreciables en la imagen y el sonido. Para una determinada familia de codificación de la fuente, cuanto más baja sea la velocidad binaria, más bajo será el margen residual de la calidad de imagen y sonido que puede consumirse para compensar las degradaciones introducidas a lo largo de la cadena.

En la Fig. 1 se incluye una representación de la evolución del nivel de calidad de la imagen y el sonido a lo largo de la cadena. Cada nivel se corresponde con un margen de calidad específico de la imagen y el sonido, que, a su vez, se corresponde con una velocidad máxima específica, necesaria para transportar la esencia del programa.

La Figura 1 muestra que el margen de calidad de la sección de entrega de la cadena es bastante modesto y prácticamente no cambia a lo largo de la misma. Se pretende que sea suficiente para compensar las pequeñas degradaciones que ocasionalmente introduce el canal de entrega, y utiliza la velocidad binaria mínima requerida para conseguir dicho objetivo, puesto que la velocidad de transmisión es un producto básico caro.

El margen de calidad de la copia maestra terminada es algo superior al necesario en la cadena de entrega, puesto que debe disponerse de un cierto margen de calidad en dicha copia maestra terminada para prever que, por motivos creativos, pueda ser necesario volver a procesar la esencia del programa terminado.

La Figura 1 también muestra que el margen de calidad de imagen y sonido que debe estar disponible en el bloque de adquisición depende del nivel de postproducción previsto para cada secuencia del programa. El margen de calidad necesario en la adquisición puede cambiar de una secuencia a otra y debe ser suficiente para compensar las degradaciones de la imagen y del sonido que introduzcan los procesos de postproducción específicos de cada secuencia de programa.

En cualquier caso, para minimizar las degradaciones de imagen y sonido debidas a cambios en la codificación de la fuente a lo largo de la cadena, es deseable que los sistemas de codificación fuente utilizados en la cadena pertenezcan a la misma familia de sistemas de compresión, aunque utilicen velocidades binarias diferentes.

5 Conclusiones

El principal objetivo de las actividades de la UIT en relación con la televisión es garantizar que los programas de televisión puedan ser entregados, visualizados e intercambiados con una calidad óptima previsible.

Para conseguir este objetivo, ha de especificarse un formato único de señal origen y un único método de codificación de la fuente de las señales de imagen y sonido de la copia maestra terminada para cada aplicación de televisión. Asimismo, es conveniente especificar un único sistema de multiplexación, codificación de canal y modulación para cada modo de entrega (terrenal, satélite, televisión por cable, fibra óptica, etc.) de cada aplicación de televisión.

En relación con la producción de programas para televisión, deben proporcionarse directrices sobre la utilización de métodos, sistemas y formatos, a fin de que los programas de televisión puedan producirse con la máxima calidad de imagen y sonido y con la mínima complicación. Sin embargo, será el productor del programa quien finalmente, y caso a caso, decida los métodos de producción de cada secuencia individual de un programa para televisión.

Dado que la velocidad binaria de la esencia del programa es un producto básico valioso, el objetivo técnico de la producción y distribución de programas para televisión es proporcionar la calidad de imagen y sonido necesarias para la presentación del programa a la audiencia, utilizando el margen de calidad mínimo posible en la producción del programa para conseguir el efecto creativo deseado.

La clave para conseguir este objetivo es una comprensión cabal de los métodos y limitaciones de la adquisición, postproducción, distribución y presentación de los programas para televisión, así como una planificación cuidadosa de las soluciones técnicas a utilizar en la producción de cada secuencia individual del programa.
