

[Análisis comparativo entre normas, sistemas y formatos]

Hipólito Vivar

INTRODUCCIÓN

En los mundos de la radiodifusión televisiva y de la producción audiovisual estamos asistiendo a un proceso tecnológico que está empezando a hacer borrón y cuenta nueva de las técnicas que se han venido utilizando tradicionalmente. El proceso no es de ruptura, no es una revolución rápida, sino una progresiva evolución en la que de forma constante e inexorable se están introduciendo instrumentos técnicos de trabajo que están transformando los soportes y los métodos.

Dentro de unos pocos años, las formas de hacer televisión se separarán de las actuales mucho más que ahora estamos separados del trabajo que se hacía hace 20 años en el campo televisivo. La aplicación masiva de los registros de información en discos magnéticos y ópticos y memorias de estado sólido de gran capacidad, la utilización de técnicas de generación de imágenes animadas por ordenador para la creación de decorados virtuales en los programas, la normalización del uso de células de generación gráfica de imágenes, células de edición y montaje y archivos de continuidad de emisión, compartiendo una misma base de datos visuales y sonoros en archivos centrales o distribuidos, la

automatización del proceso de continuidad de las emisiones, y tantos otros avances, harán que la televisión del muy próximo futuro sea diferente a la actual. En no mucho tiempo, la presencia de los magnetoscopios en un centro de producción será tan escasa como es hoy la de los platos giradiscos de audio.

El contexto tecnológico se mueve en dos grandes campos: las normas de codificación de las señales y las máquinas que van a tratarlas. El segundo campo sigue obviamente al primero, pero es el que más directamente se relaciona con el usuario, ya que éste debe comprar equipos y en su decisión lleva implícita la elección de la norma que soporte la máquina. El usuario se encuentra en estos momentos ante un panorama complejo. Coexisten en el mercado ofertas tan diversas para hacer el mismo tipo de cosas que es preciso reflexionar seriamente qué es lo que realmente interesa, en función de la intersección entre las necesidades reales, las posibilidades inversoras y la maraña de ofertas técnicas existentes. Es evidente que los factores señalados van a conducir a diferentes decisiones en función de la situación concreta. Aun siendo ambas entidades de radiodifusión, existe una diferencia abismal entre una futura Televisión Local española y el sistema americano Direct TV de Huges con 100 programas de televisión emitidos simultáneamente por satélite.

La necesidad de elevar la calidad de los productos, junto con la exigencia de poder manipular técnicamente las señales sin que se degraden, ha conducido a la paulatina generalización de la aplicación de las técnicas digitales en el tratamiento de las señales de vídeo y audio. Por su parte, el tratamiento digital exige, en condiciones normales, transportar una cantidad tan elevada de información binaria, que la ocupación del espectro radioeléctrico (limitado intrínsecamente), se ve seriamente afectada y se ha tenido que recurrir a técnicas de compresión de la información para que en un mismo ancho de banda puedan coexistir muchas señales simultáneamente. Ello ha sido posible aprovechando la escasa capacidad discriminadora que tiene el ojo humano ante la información que se le presenta. La vista humana es un sentido poco sensible y fácilmente engañable. De esta forma, aplicando técnicas de eliminación de redundancia y de aproximación matemática, se ha conseguido que el ojo acepte como bastante cercana a la realidad, una imagen que, en pureza, contiene menos de una centésima de la información que existía cuando se captó.

Las técnicas de compresión digital, imprescindibles en los campos de difusión al usuario final, el telespectador, condicionan la norma de transmisión de las señales, pero no tienen por qué afectar necesariamente a la norma de trabajo en su producción. Éste es debate en el que existen puntos de vista muy diferentes, en general puntos de vista interesados en función de a qué sector representa el que los manifiesta.

CRITERIOS TÉCNICOS INICIALES

En los Centros de Producción y Emisión de televisión actuales (incluidos aquellos de reciente instalación) no ha sido necesario, en términos generales, hacer distinciones entre las normas de producción y emisión aplicadas a la señal de televisión. La razón ha obedecido básicamente a que, hasta ahora, la difusión se ha realizado en la norma analógica codificada PAL y la producción (o la mayor parte de ella) también se ha realizado en esa misma norma. El estado actual de la tecnología aplicada al desarrollo de la televisión plantea en estos momentos la necesidad de una diferenciación entre esas normas y, por ello, es conveniente realizar un análisis de las posibles soluciones actuales, tanto para emisión como para producción y su aplicación a las demandas tanto actuales como futuras.

NORMA DE PRODUCCIÓN

Hasta ahora la mayor parte de la producción de programas de televisión ha utilizado la norma de codificación PAL. Esta norma, en su origen, constituyó un desarrollo técnico muy meritorio, al posibilitar la generación de una única señal a partir de tres fuentes primarias, reduciendo enormemente las dificultades y costes en las instalaciones de los Centros de Producción.

Con el devenir de los tiempos, y a medida que el equipamiento de los Centros de Producción ha mejorado en calidad, la norma de codificación PAL comienza a presentar limitaciones técnicas importantes (ancho de banda muy reducido para las señales diferencia de color, intermodulación, crominancia/luminancia y viceversa, etc.). Tanto es así que, ciertas áreas de los Centros, como las Postproducciones y el Grafismo, ya hace tiempo que han optado por la codificación en componentes como norma de trabajo.

Los beneficios derivados de la codificación en componentes analógicos han sido superados con la aplicación de un tratamiento digital a la información. En términos generales, las razones que hacen posible tal mejora son las siguientes: El mantenimiento de la calidad proporcionada por los formatos digitales, frente al proceso degenerativo que sufre en los analógicos. Las posibilidades derivadas del almacenamiento y procesamiento de la información digital.

NORMA DE EMISIÓN

Es obvio que entre la norma de difusión y el receptor de televisión hay una relación biunívoca, de la que se desprende que,

el parque de televisores existente en la actualidad, utiliza el formato analógico codificado PAL.

Por otra parte, a través del grupo DVB (Digital Video Broadcasting) se está desarrollando una norma de difusión digital. Aunque los resultados son esperanzadores, la adopción de esa norma conllevaría la desaparición del parque de receptores actual, lo cual económicamente es inviable a corto plazo.

La industria europea y los radiodifusores están previendo como período de transición que, una vez definida la norma de difusión digital definitiva, se emita la misma información en ambas normas, la analógica actual y la digital futura, lo que, aunque en principio implique doblar el número de canales, permitirá la sustitución paulatina del parque de receptores actual por el nuevo.

Estas consideraciones sobre difusión habrán de ser tenidas en cuenta por las cadenas de TV, de tal forma que en un futuro próximo la información que haya de ser emitida desde las mismas esté disponible en ambos tipos de normas (analógica y digital) a la salida de los Centros y en la conexión con los enlaces de salida gestionados por RETEVISIÓN.

A continuación, se hace una evaluación de las distintas normas para determinar las más idóneas a utilizar en un Centro con proyección de futuro.

NORMAS Y ÁREAS DE APLICACIÓN

Los sistemas de televisión posibilitan la distribución de imágenes ópticas a distancia, para lo que básicamente es preciso realizar las tres operaciones siguientes:

Aplicar una imagen óptica a un sensor transductor óptico-electrónico para obtener una señal eléctrica analógica equivalente.

Transmitir la señal eléctrica anterior desde el punto de generación al de observación. Aplicar la señal recibida a un sensor transductor eléctrico-óptico para obtener una imagen óptica, réplica de la del punto de partida. De acuerdo con este planteamiento y teniendo en cuenta que los sensores relacionan imágenes con señales eléctricas analógicas, parece obvio que la norma de codificación aplicada a la señal de vídeo debiera ser asimismo analógica. Así ha sido hasta hace relativamente poco tiempo, pero el desarrollo de la tecnología ha permitido el establecimiento de distintas normas de codificación de señal, unas analógicas y otras digitales. Entre ellas, cabe distinguir las siguientes:

Norma analógica compuesta PAL.

Norma digital compuesta 4 x fsc.

Norma analógica en componentes EBU/SMPTE.

Norma digital serie CCIR 601 4:2:2, 8/10 bits.

Norma digital paralelo CCIR 601 4:2:2, 8/10 bits.

Norma digital serie EBU/SMPTE 270 Mbps

A continuación se analizan las ventajas o inconvenientes derivados de utilizar cada una de estas normas en un Centro de Producción.

GENERACIÓN

La cámara es el único dispositivo generador de señales de vídeo a partir de una imagen óptica. Los captadores de estado sólido actuales (CCD's), convierten dicha imagen en tres señales eléctricas analógicas, correspondientes a las señales de rojo, verde y azul. Hasta ahora, todo el procesamiento de señal dentro de la cámara era analógico, siendo analógica asimismo, la señal a la salida de ésta, incorporando un codificador para convertir las tres informaciones mencionadas anteriormente, en una única señal analógica PAL. Actualmente, en el mercado coexisten tres tipos de cámaras atendiendo al tipo de proceso aplicado a la señal generada:

CÁMARAS ANALÓGICAS

Cámaras analógicas que incorporen un conversor analógico-digital como un elemento interno más de los mismos, los cuales podrán ser consideradas como "cámaras digitales", ya que entregan una señal digital a su salida.

CÁMARAS DIGITALES.

Así pues, en la generación de señales de vídeo a partir de imágenes ópticas coexisten actualmente las normas siguientes:

Norma de generación analógica RGB/componentes.

Norma de pseudogeneración analógica compuesta PAL.

Norma de pseudogeneración en componentes digitales serie.

Norma de generación en componenetes digitales serie.

TRANSMISIÓN Y DISTRIBUCIÓN

La norma de codificación mayoritariamente empleada en los Centros de Producción actuales para la distribución de la información de imagen de un punto a otro, es la compuesta analógi-





procesamiento de la información. Estas salas estaban dotadas con mezcladores muy potentes para evitar pérdidas por multigeneración que provenían, por una parte, de las sucesivas reproducciones-grabaciones-reproducciones en los magnetoscopios y, por otra, de las múltiples conversiones PAL-componentes-PAL en los dispositivos generadores de efectos, generadores de gráficos, etc.

Con la llegada del BETACAM y con objeto de mejorar la calidad del producto final, se optó por considerar a estas salas como áreas autónomas definiéndose para ellas el formato de trabajo en componentes analógicas. Se dice que son "islas de componentes" en un entorno compuesto.

Finalmente, con la llegada de los magnetoscopios digitales D1, en la mayor parte de estas salas (sobre todo las consideradas de nivel alto) se ha decidido incorporar la norma en componentes digitales serie.

La consecuencia inmediata de la aplicación de multigeneración sin ningún tipo de restricción es, además de la mejora de calidad, una menor exigencia en la potencia de proceso del equipamiento de la sala.

Las normas utilizadas en postproducción y grafismo son pues:

Norma en componentes analógicos.

Norma en componentes digitales serie.

EMISIÓN

En la actualidad, los grandes Centros de Producción y Emisión se han dotado de librerías-multicartucheras para facilitar y abaratar la gestión de la continuidad de las emisiones de la cadena.

Solamente en casos muy concretos, las multicartucheras trabajan en tiempo real. Lo habitual es que, para evitar problemas de gestión de información de muy corta duración, las multicartucheras compilen con antelación los programas que van a emitirse.

La compilación de programas precisa reproducir y grabar informaciones de forma continuada, con magnetoscopios integrados o controlados por la librería-multicartuchera.

Los formatos de grabación en estas máquinas deben tener relación directa con las normas de señal en la que el Centro trabaja. En los Centros actuales con distribución en norma analógica en señal compuesta PAL, las multicartucheras deben trabajar en señal compuesta PAL, siendo deseable por calidad que sea en norma digital compuesta. Si se pretende trabajar en distribución de componentes digitales serie, las multicartucheras de emisión deben de trabajar en esa norma.

Así pues, las normas posibles a usar en el área de emisión son:
 Formato digital compuesto.
 Formato en componentes digitales serie.

CONSIDERACIONES EN LA APLICACIÓN DE NORMAS. VENTAJAS E INCONVENIENTES

CALIDAD

Una señal analógica que ha sido procesada pierde calidad. Una señal generada y codificada en norma PAL, pierde calidad en cualquiera de las distintas fases de la producción: distribución, grabación, reproducción, mezcla, postproducción, emisión, etc.

La señal digital pierde calidad únicamente una vez durante el proceso de conversión analógico-digital, debido al ruido de cuantificación, el cual depende del número de bits utilizados en la codificación. Una vez en el plano digital, la señal puede ser regenerada tantas veces como se considere oportuno. Con cada regeneración, la señal recupera la calidad original.

Así pues, mientras la degradación de la señal analógica es continua y creciente, la de la señal digital se mantiene constante.

PROCESAMIENTO

La señal analógica puede ser sometida a todos aquellos procesos de señal que impliquen tratamiento de información a nivel de cuadro/campo (mezclas, cortinas y keys).

La aplicación de determinados algoritmos implican procesos de señal a nivel de pixel de información (generación de efectos digitales). Estos casos exigen que la información esté previamente codificada a nivel de pixel, es decir, en formato digital.

Estos procesamientos han de ser aplicados por igual a los distintos tipos de información que intervienen en la elaboración de la señal (RGB ó Y,CR, CB), lo que determina necesariamente el formato digital en componentes.

ENFASAMIENTO

La fase de una señal analógica varía a medida que va siendo procesada. La combinación de dos señales analógicas precisa del enfasamiento previo de ambas señales, que es preciso corregir manualmente cada cierto tiempo.

Dos señales digitales que se combinan necesitan igualmente estar enfasadas. Las señales de entrada a un combinador digital son previamente grabadas en memorias de línea. A continuación son leídas con una misma referencia para posteriormente ser combinadas.

Así pues, mientras el enfasamiento de señales analógicas es manual, el de las señales digitales es automático. La posibilidad de autoenfasamiento en las combinadores digitales simplifica la instalación y facilita la operación.

ALMACENAMIENTO ALEATORIO, ACCESO NO LINEAL

El acceso aleatorio a la información en sistemas de almacenamiento de estado sólido o discos, posibilita el manipulado de la información casi sin ningún tipo de restricción. La única limitación a tener en cuenta en este tipo de procesos es la velocidad necesaria para tratar la información. Tres son los casos que es posible diferenciar:

Procesos con resultado en tiempo real y velocidad de procesamiento standard: todos aquellos que implican tratamiento simple de la información, tal como lectura, escritura, mezcla, etc.

Procesos con resultado en tiempo real y velocidad de procesamiento superior a la standard: todos aquellos que implican tratamiento de información pseudosimultánea, tal como mezcla a partir de dos informaciones leídas por el mismo dispositivo con velocidad doble a la standard.

Procesos en los que el tiempo no es una variable a tener en cuenta, tales como los desarrollados habitualmente en grafismo y en los que es relativamente sencillo aplicar compresión de información.

COMPRESIÓN

Sin aludir a la compresión/expansión en el tiempo, operación que analógicamente no es posible hacer, y que digitalmente sin embargo es muy sencilla, nos referimos a la compresión de la información, la cual redundando en la velocidad de distribución de los datos.

Indudablemente, una señal analógica puede ser comprimida. Basta hacerla pasar por un filtro con un determinado ancho de banda para reducir su información. Ahora bien, una vez hecha esta operación, es imposible recuperar la información original.

En las señales digitales es posible aprovechar la redundancia de la información. La redundancia se puede eliminar utilizando

determinados algoritmos, recuperando la señal original mediante la aplicación de un algoritmo inverso al primero.

Aunque actualmente hay tendencia a considerar como idóneos aquellos sistemas que son transparentes a la información, frente a aquellos otros que la comprimen, no hay que olvidar que en un futuro no muy lejano no quedará más remedio que utilizar compresión, debido a los enormes volúmenes de información que será preciso manejar. La única duda que se plantea es cuál o cuáles algoritmos serán universalmente aceptados.

CORRECCIÓN DE ERRORES

Como se ha dicho, la degradación de la señal analógica es continua. La señal digital por el contrario puede ser regenerada tantas veces como se desee, siempre que la degradación no alcance el punto crítico.

El tratamiento de la información digital permite utilizar códigos de corrección de errores. En caso de error o pérdida de información, tales códigos son utilizados para restituir la información original.

En transmisión suelen ser usados los códigos de redundancia cíclica (CRC), los cuales se basan en añadir a la información primaria una información pseudoaleatoria redundante, resultado de dividir la primera por un determinado polinomio (EBU/SMPTE 270 Mbps usa el polinomio $x^9 + x^4 + 1$).

Dividir por una potencia es sumamente fácil en un sistema de numeración binario: basta desplazar (retardar) la información tantas veces como indique el exponente. Mediante esta información redundante es posible determinar cuál es el bit erróneo transmitido dentro de la palabra, si es que se ha producido error.

En grabación, primero se dispersa la información adyacente y a continuación se aplica un código Reed Salomon. Este código se caracteriza por sumar a la información primaria dos palabras de redundancia obtenidas como resultado de multiplicar dicha información por dos polinomios tales que en caso de error éste se detecta definiendo la columna y la fila en la que se encuentra. A diferencia del CRC, que únicamente puede detectar un error dentro de la palabra, el Reed Salomon puede detectar múltiples errores dentro de ésta.

La dispersión de información adyacente es utilizada para que si se destruye información ésta no pertenezca a un único entorno, pudiendo recuperarse por interpolación de la inmediatamente contigua.

CONCLUSIONES

El análisis realizado justifica la decisión de adoptar un formato digital en componentes para la señal de vídeo en cadenas de TV con proyección de futuro.

Las ventajas derivadas de esta decisión son, entre otras:

- Distribución serie. Distribución de la señal por un cable coaxial único de tipo convencional.
- Señales diferencia de color transmitidas con mayor ancho de banda. Mejoras notables en la generación de cromakeys.
- Inexistencia de intermodulación luminancia/crominancia.
- Mantenimiento de la calidad de la señal al no existir procesos de decodificación.
- Inexistencia de pérdidas por multigeneración. Mejora de la calidad de la información en los procesos de reproducción (copiados, repi-ca-dos) y edición (postproducción, grafismo).
- Regeneración de la señal tantas veces como sea necesario, siempre que no se alcance el punto crítico de degradación.
- Posibilidad de autoenfasamiento.
- Posibilidad de reducción de velocidad de datos. Distinción entre señales con calidad de contribución y calidad de difusión.
- Posibilidad de utilizar códigos de corrección de errores

Anexo

A continuación se analiza la normativa técnica existente sobre señales de vídeo digitales, distinguiéndose entre digitalización, distribución y grabación.

CUANTIFICACIÓN CON 8/10 BITS

Actualmente, se ha demostrado muy conveniente digitalizar con 10 bits (en lugar de 8). Dada la gran aceptación que ha tenido por parte de los usuarios la utilización de 10 bits, es habitual encontrar términos como CCIR 601 8 bits y CCIR 601 10 bits. Por lo tanto, los 10 bits/muestra son aplicables a todos los estándares de 8 bits, aun cuando la normativa fuera en principio definida únicamente para 8 bits.

Como norma general, cuando un sistema que utiliza 10 bits se conecta a otro que transmite 8 bits, lo que hace es poner un cero en sus dos bits menos significativos.

