

RECOMENDACIÓN UIT-R BR.1375*

GRABACIÓN DE TELEVISIÓN DE ALTA DEFINICIÓN (TVAD)

(Cuestión UIT-R 108/11)

(1998)

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) que el formato de imagen común de $1\,080 \times 1\,920$ píxels cuadrados se recomienda actualmente como el formato de captación de imagen que ha de utilizarse en el futuro para la TVAD;
- b) que actualmente funciona en el Japón un servicio de radiodifusión de TVAD por satélite, basado en la Recomendación UIT-R BT.709;
- c) que está prevista para fines de 1998 en los Estados Unidos la puesta en funcionamiento de un servicio de radiodifusión terrenal digital de programas de TVAD, con inclusión de otras opciones de exploración;
- d) que se han ideado diversos formatos analógicos y digitales para la grabación en cinta de TVAD;
- e) que muchos países cuentan con amplios archivos de valiosos e insustituibles programas de TVAD, basados en los formatos de señal definidos en la Recomendación UIT-R BT.709;
- f) que si bien los formatos de grabación de TVAD en bobinas abiertas se consideran hoy obsoletos para su aplicación en la producción de programas, los programas ya grabados en dichos formatos en el pasado suelen conservar su valor;
- g) que la grabación digital de programas de TVAD está hoy muy extendida en la producción y postproducción de TVAD;
- h) que actualmente hay varios tipos de equipos disponibles para la grabación digital de TVAD, pero que difieren en el medio de grabación, el formato de grabación o el modelo de magnetoscopio, ya sean magnetoscopios dotados o no de compresión de la velocidad binaria, magnetoscopios que utilizan cintas de bobina abierta o casetes, magnetoscopios de mesa o portátiles/videocámaras, etc.;
- j) que la técnica de compresión de la velocidad binaria basada en la codificación DCT o VLC permite el empleo de métodos de grabación de programas de TVAD sumamente eficaces, con una velocidad de datos de origen superior a 1 Gbit/s;
- k) que las características de funcionamiento y manejo de los magnetoscopios digitales de TVAD han mejorado hasta el punto de que no sólo pueden utilizarse en los estudios sino también en el terreno, con un grado de comodidad similar al de los magnetoscopios convencionales;
- l) que las cámaras de TVAD que utilizan dispositivos de imagen CCD de dos millones de píxels y tratamiento digital de la señal mediante modernos chips VLSI están en condiciones de proporcionar imágenes de TVAD de gran calidad, ofreciendo al mismo tiempo las características de funcionamiento y las dimensiones reducidas de las cámaras convencionales,

recomienda

- 1** que en el futuro se utilice preferentemente la grabación digital en cinta de TVAD en la creación y producción de programas de TVAD, así como para su almacenamiento con fines de intercambio;
- 2** que las grabaciones analógicas en cinta de TVAD se transformen, de ser posible, a un formato de grabación digital para su procesamiento posterior y archivo;
- 3** que en el futuro se prefiera, para la captación de la imagen, el formato de imagen común de $1\,080 \times 1\,920$ según se define en la Recomendación UIT-R BT.709, sin perjuicio de los otros formatos de imagen especificados en dicha Recomendación, teniendo en cuenta especialmente la necesidad de asegurar la posibilidad de reutilización de los fondos de programas de TVAD conservados en los archivos;

* Esta Recomendación debe señalarse a la atención de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).

4 que los programas de TVAD destinados a un procesamiento posterior amplio y complejo se graben preferentemente en formato de cinta digital que no utilice compresión con pérdidas, mientras que los programas de TVAD sin procesamiento posterior o con un procesamiento limitado se graben preferentemente en formato digital con menores exigencias de compresión.

NOTA – En el apéndice 1 a esta Recomendación, se encuentra una información sobre el estado presente de la tecnología de grabación de la TVAD y en el apéndice 2, se encuentra la bibliografía.

APÉNDICE 1

ÍNDICE

1	Introducción
2	Descripción general de la grabación de TVAD
2.1	Magnetoscopios analógicos de TVAD
2.2	Magnetoscopio digital de TVAD de velocidad binaria completa
2.3	Magnetoscopios de TVAD de compresión digital
2.4	Grabación de TVAD en disco
3	La tecnología TVAD y su entorno
3.1	Recomendaciones de la UIT relacionadas con la TVAD
3.1.1	Formato de imagen común
3.1.2	Intercambio internacional de programas en forma electrónica
3.2	Innovaciones tecnológicas relacionadas con la TVAD
3.2.1	MPEG-2 MP@HL
3.2.2	Tecnologías actuales de VLSI
3.3	Tendencias de la tecnología hacia la radiodifusión de TVAD
3.3.1	Dispositivos de imagen CCD y videocámaras
3.3.2	Interfaz digital en serie
3.3.3	Interfaz en serie óptica
3.3.4	Pantallas domésticas de visualización de TVAD
4	Magnetoscopios para la producción y postproducción de TVAD
4.1	Magnetoscopios de producción en estudio
4.2	Producción en el terreno con videocámaras y magnetoscopios portátiles
5	Aplicación en estudio de los equipos actuales de TVAD
6	Resumen
7	Referencias

Lista de anexos

Cuadro 1	– Cinta 1125/60 (59.94) Descripción general
Cuadro 2	– Disco 1125/60 (59.94) Descripción general
Cuadro 3	– Magnetoscopio digital de TVAD (1125/60) Detalles
Cuadro 4	– Cinta 1250/50 Descripción general
Cuadro 5	– Disco 1250/50 Descripción general
Cuadro 6	– Magnetoscopio digital de TVAD (1250/50) Detalles
Cuadro 7	– magnetoscopio de TVAD (1125/60),(1250/50) Detalles

1 Introducción

Las técnicas de TVAD se han venido estudiando en muchos países y fueron objeto de debates prolongados entre los organismos competentes, con el objeto de establecer una norma mundial única. En los últimos tiempos han vuelto a presentarse como uno de los aspectos tecnológicos más importantes para la industria de la televisión y actualmente el concepto de «formato de imagen común» ya aparece definido en la Recomendación UIT-R BT.709.

Con el advenimiento de la «era digital», las técnicas de tratamiento digital de la señal, en particular la tecnología de reducción de la velocidad binaria (generalmente designada como MPEG-2), han alcanzado un alto grado de desarrollo para su aplicación en la televisión. Las tecnologías basadas en semiconductores han madurado también de manera suficiente como para ofrecer dispositivos de alta velocidad destinados a las aplicaciones de TVAD.

Aplicando infraestructuras tecnológicas de este tipo, ya funciona en Japón un sistema de radiodifusión de televisión de alta definición a través de un satélite de radiodifusión. En América del Norte, quizás en 1998 comience a funcionar un sistema de radiodifusión terrenal digital de programas de TVAD con inclusión de diversas variantes optativas, tales como programas multicanal de televisión convencional y programas de exploración progresiva de 525 líneas. En los Estados Unidos, la «Norma DTV» comporta diversas variantes de señal pero muy probablemente la TVAD de «1 920 × 1 080» se aplicará para la elaboración de los programas y tal vez también para un amplio porcentaje de tiempo de emisión. Sendos servicios de TVAD digital están también previstos para su difusión por satélite hacia el año 2000 en el Japón.

Considerando las tendencias actuales hacia un reconocimiento general de la aplicabilidad de las tecnologías de TVAD, parece probable la necesidad de realizar una investigación minuciosa de los procedimientos de grabación de TVAD, mecanismo esencial para la producción de programas.

2 Descripción general de la grabación de TVAD

En comparación con la televisión convencional, la TVAD presenta una resolución de imagen superior; aproximadamente cinco veces mayor. Si bien varios tipos de magnetoscopios se utilizan habitualmente en la televisión convencional sin encontrar dificultades de funcionamiento, la grabación de señales de TVAD mediante las técnicas modernas actuales merece especial consideración, si se quiere responder a mayores velocidades de señal. Idealmente, incluso para el funcionamiento de la TVAD, deben satisfacerse ciertos requisitos de usuario tales como el tiempo de grabación, las características de funcionamiento y unas capacidades de funcionamiento similares a las que se aplican en la televisión convencional.

Algunos estudios han demostrado (véase el apéndice 2) que si bien las técnicas más modernas de grabación en cinta y disco se acercan al objetivo de densidad de empaquetamiento que requiere la TVAD, serán necesarios nuevos avances o nuevas tecnologías para que esta condición se satisfaga completamente. Las innovaciones tecnológicas del tipo de la grabación perpendicular, el empleo más eficaz de la técnica de reproducción PRML (probabilidad máxima de respuesta parcial) y los nuevos dispositivos tales como GMR (*giant magneto resistive*), son posibles opciones. Algunas de estas nuevas técnicas se encuentran en estado experimental y todavía no están disponibles, pero otras ya se han utilizado en cierto grado en algunos modelos actuales.

2.1 Magnetoscopios analógicos de TVAD

Puesto que la densidad de empaquetamiento esperada es casi idéntica para la grabación de televisión convencional o de TVAD, se requiere para esta última una pista aproximadamente cinco veces más larga que para la televisión convencional. En el diseño práctico de magnetoscopios suele emplearse una combinación de varias pistas más cortas, en lugar de una pista única más larga. Cada trama de imagen de televisión se divide en varios segmentos, grabados a su vez en pistas separadas. Por lo tanto, la grabación en varias pistas se requiere para cada trama, lo cual se obtiene utilizando múltiples cabezales de registro para cada exploración y/o una mayor velocidad de rotación del cilindro, en otros términos una exploración con múltiples cabezales dentro del periodo de tiempo de la trama. En todo caso, se requiere cierto grado de tratamiento de la señal, por ejemplo expansión o compresión, retardo, etc., que se ejecuta en modo digital.

El magnetoscopio de TVAD de tipo casete, conocido generalmente en el Japón como UNIHI, emplea 6 pistas para grabar una trama de imagen. En el modo de grabación TCI se emplean dos canales. El cilindro gira a 90 revoluciones por segundo y el ángulo de encintado en el cilindro es de 216 grados. Al ser mayor de 180 grados pero bastante menor de 360, se emplean para la grabación dos pares de cabezales combinados (cuatro cabezales en total con pares situados a 180 grados en la superficie del cilindro).

Las señales TCI se obtienen a partir de la señal original de TVAD como resultado del tratamiento de la señal en el dominio digital. La señal de luminancia, de anchura de banda mayor que la señal de crominancia, se expande en el dominio del tiempo para crear una señal de anchura de banda inferior. El tratamiento de la señal de crominancia tiene lugar en el sentido opuesto. Seguidamente, las partes de luminancia y crominancia se combinan en una sola señal, que

constituye una nueva forma de señal con anchura de banda inferior pero conservando los mismos detalles de imagen. Se generan dos canales de señales TCI, que se graban en paralelo en la cinta. Con el fin de obtener una mayor calidad de imagen en el modo de búsqueda rápida del arrastre de cinta, cada trama de imagen se imbrica en secuencias lineales formando tres segmentos. En consecuencia, cada trama de la señal de TVAD se subdivide en seis pistas de patrones grabados.

2.2 Magnetoscopio digital de TVAD de velocidad binaria completa

El cuadro ilustra las especificaciones correspondientes a un magnetoscopio de bobina abierta de 1 pulgada y de un magnetoscopio D-6 de tipo casete. Los magnetoscopios de velocidad binaria completa deben ser capaces de manejar un tren de bits de más de 1 Gbit/s. El arrastre de cinta del magnetoscopio D-6 se diseñó sobre la base del magnetoscopio D-2, que es un magnetoscopio digital compuesto para televisión convencional. A fin de grabar una velocidad de señal 9,5 veces mayor ($D-6/D-2 = 1\ 212\ \text{Mbit/s}/127\ \text{Mbit/s} \approx 9,5$), el cilindro del magnetoscopio digital D-6 está dotado de 16 cabezales de grabación, otros 16 cabezales de reproducción y 2 cabezales de borrado. El cilindro gira a 150 rps. De acuerdo con esta configuración, cada trama de señal de TVAD se distribuye y se graba en 40 pistas. El número de pistas del sistema D-6 es unas 6,7 veces ($40/6$) mayor que el correspondiente al formato D-2. La densidad de empaquetamiento lineal de D-6 es aproximadamente 1,4 veces ($9,5/6,7$) mayor que en el caso de D-2. Como la longitud de onda mínima es similar para ambos formatos, puede lograrse una densidad de empaquetamiento suplementaria a partir de la codificación de los canales 8 a 12 y gracias a la longitud de pista ligeramente mayor que presenta el formato D-6. En función del paso de pista y del número de pistas por trama, puede calcularse que el consumo de cinta en el sistema D-6 es 3,75 veces mayor que en el caso de D-2. Teniendo presente la velocidad de datos de las señales de TVAD, que es 9,5 veces mayor que en la televisión convencional, este hecho puede considerarse una mejora notable en materia de tecnología de la grabación. Han contribuido a este progreso diversos factores de perfeccionamiento en los distintos aspectos de la tecnología, como la cinta, el cabezal y el mecanismo de exploración. El casete de tipo L, cuyas dimensiones son 366x206x35 mm, puede almacenar 64 minutos de programas de TVAD, frente a los 208 minutos de programas de televisión compuesta que permite el sistema D-2.

2.3 Magnetoscopios de TVAD de compresión digital

Existen en el mercado dos tipos diferentes de magnetoscopios de TVAD de compresión digital para la Norma 1125/60. El Tipo A, descrito en los cuadros 1 y 3, se ha diseñado en base al sistema «Digital Betacam», mientras que el otro tipo, el Tipo B que aparece en los cuadros 1 y 3, utiliza el formato D-5 de componente digital 4:2:2. Ambos tipos emplean los formatos y mecanismos de magnetoscopio ya disponibles o al menos se basan en ellos. El Tipo A es capaz de registrar un tren de datos de unos 140 Mbit/s. El tipo B, en cambio, puede almacenar un tren de 235 Mbit/s. Para poder registrar una velocidad mayor de datos de TVAD, cercana a 1 Gbit/s, es imprescindible reducir la velocidad, para que ésta pueda corresponder a cada capacidad de grabación de los mencionados magnetoscopios convencionales o sus modificaciones.

El Tipo A requiere una relación de compresión de aproximadamente 1/7. Se ha señalado que una cuidadosa investigación de la calidad de imagen habría permitido concluir que semejante reducción directa de la velocidad binaria DCT es difícil y no constituiría el camino adecuado. En lugar de una reducción directa DCT, en el Tipo A se han adoptado dos etapas consecutivas de procesamiento. La primera consiste en un prefiltrado de una limitación de banda horizontal de 5/8. Este proceso produce 1 440 muestras de un total de 1 920 y la velocidad de datos neta se comprime a 622 Mbit/s. En la segunda etapa se reducen los 622 Mbit/s a 140 Mbit/s. Este volumen de reducción es posible mediante una técnica DCT adaptable intratrama/cuadro, sin dar lugar a degradaciones aparentes de la imagen. Aun empleando la técnica DCT intratrama/cuadro, queda asegurada la precisión de edición de la trama.

El Tipo B requiere una relación de reducción de velocidad binaria de aproximadamente entre 1/4 y 1/5. Una relación de reducción de tal magnitud puede lograrse mediante codificación DCT intratrama. Para la luminancia se emplea una matriz DCT de 8x4 (8 píxels horizontalmente y 4 líneas verticalmente) en la codificación de compresión; para las dos señales de crominancia, se aplica la conocida matriz DCT 8x8. En cada codificación DCT se adopta una única técnica especial de superposición. Dicha técnica consiste en que los bloques DCT se sitúan superpuestos unos con otros. Este arreglo especial permite un formato bastante resistente a los errores de ráfaga de gran magnitud.

2.4 Grabación de TVAD en disco

Existen en el mercado dos tipos diferentes de unidades de disco analógicas. La de sólo reproducción (tipo ROM) y la de disco no borrrable. No existe hasta ahora ninguna unidad de disco analógica que permita la grabación, a excepción del tipo no borrrable. Las especificaciones de ambos tipos de unidades de disco aparecen en el cuadro 2. Al igual que el magnetoscopio de alta definición UNIH1, la señal de TVAD de banda ancha se subdivide en dos señales de banda estrecha. Ambos canales de señal se almacenan seguidamente en el disco mediante modulación de frecuencia. Ambos tipos, ROM y no borrrable, emplean el mismo tratamiento de la señal y los mismos esquemas de radiofrecuencia. La diferencia entre ambos tipos consiste en la manera adoptada para generar haces de láser dobles. En la unidad de

tipo ROM, los haces dobles se generan o más bien se separan a partir de un haz único, mediante una retícula óptica. En la unidad de tipo no borrrable, debido a la temperatura necesaria para fundir la aleación en la superficie del disco, se ha ideado un nuevo diodo monolítico de haz de láser doble.

En lo que se refiere a las unidades de discos digitales grabables, en julio de 1997 se anunció un tipo de unidad de medios recambiables con compresión de la velocidad binaria. Se trata de un sistema de unidad de disco magneto-óptico de 300 mm de diámetro. Originariamente, la unidad se había diseñado para magnetoscopios compuestos de televisión convencional cuya velocidad binaria de grabación se fijó en 94 Mbit/s. Las especificaciones de esta unidad se enumeran en el cuadro 2. La velocidad binaria de origen en la entrada es de 594 Mbit/s. La señal de luminancia se muestrea a 44,55 MHz y ambas señales de crominancia se muestrean a 14,85 MHz. Para comprimir el haz de datos a 94 Mbit/s se emplea una codificación DCT intratrama.

Puede lograrse otro tipo de magnetoscopio digital mediante el empleo de unidades de disco duro. Actualmente estas unidades de disco duro tienen una amplia aplicación, no sólo en informática sino también en dispositivos de vídeo y audio. El precio de las citadas unidades de disco duro tiende a disminuir mientras aumenta su capacidad de almacenamiento. Un aspecto interesante de estos dispositivos es que pueden utilizarse fácilmente conectando un gran número de ellos en paralelo, debido a sus reducidas dimensiones y a su precio. Si los discos deben organizarse de manera que constituyan un sistema, éste puede establecerse como RAID. La capacidad y la velocidad de transferencia de un sistema RAID puede ser lo suficientemente flexible como para pasar de la televisión convencional a la TVAD, en función del número de discos utilizados en el sistema RAID. A continuación se presenta una breve explicación del sistema RAID.

El RAID es una tecnología presentada por D. Patterson, R. Katz y G. Gibson, autores del estudio «A Case for Redundant Arrays of Inexpensive Disks (RAID)» («Estudio de sistemas redundantes de discos de bajo coste»). El objetivo propuesto para esta tecnología era un sistema de discos de gran fiabilidad y rendimiento, construido a partir de componentes de bajo coste aunque más lentos y menos fiables.

El RAID 0 no es redundante y se limita a presentar un modelo de desmontaje de discos. El RAID 1 es un sistema de reflejo del disco, por lo que su redundancia es del 100%. Por encima del nivel 1, es decir los niveles 2, 3, 4 y 5 o superiores, deben incluirse determinados dispositivos de corrección de errores. El nivel 2 (RAID 2) utiliza el código Hamming. El nivel 3 es el primero de efectos prácticos. En esta configuración, la grabación de datos de bits u octetos entrelazados se utiliza para detectar los datos a través de múltiples discos y a continuación se registran los datos de paridad en una unidad de disco separada. En el RAID 4, en lugar de entrelazar bits u octetos se entrelazan los sectores y la paridad también se registra sector por sector. El nivel 5 hace girar los sectores de paridad a través de todos los discos del conjunto, de modo que cada disco contiene tanto los datos como la paridad. Distribuyendo los sectores de paridad a través del conjunto, son posibles dos accesos simultáneos de registro al conjunto. Este acceso de registro simultáneo no es posible en el caso de la configuración RAID 4, ya que el disco de paridad no puede aceptar accesos dobles simultáneos para restaurar la paridad.

Hoy en día, los precios de los discos duros son cada vez más bajos. En consecuencia, es posible disponer a un bajo coste de un sistema de almacenamiento de gran capacidad y flexibilidad para el registro de imágenes de alta resolución.

3 La tecnología TVAD y su entorno

3.1 Recomendaciones de la UIT relacionadas con la TVAD

3.1.1 Formato de imagen común

El formato de imagen común, que contiene un total de 1920 píxels horizontalmente y 1080 píxels verticalmente, aparece confirmado en la Recomendación UIT-R BT.709. El concepto de imagen común se ha integrado en la Recomendación UIT-R BT.709, «Valores de los parámetros de la norma de TVAD para la producción y el intercambio internacional de programas». Lo que es común es el número de píxels en cada trama de imagen, independientemente del sistema de exploración utilizado en las normas de televisión. La TVAD tiene un formato de imagen 16:9. Este formato de imagen constituye un notorio acuerdo mundial sobre la futura norma de imagen. Con la adopción del número de píxels del formato de imagen común y la conocida relación 16:9 para la imagen, cada elemento de imagen tiene como formato un cuadrado perfecto. El formato de imagen común es de particular importancia para dispositivos futuros, como los CCD (dispositivos acoplados por carga) y los monitores de pantalla plana.

El formato de imagen de los píxels de los actuales equipos de TVAD se aparta levemente del cuadrado, ya que fue diseñado de acuerdo con las normas actuales de TVAD. Esta pequeña desviación con respecto al píxel cuadrado puede ajustarse fácilmente mediante un apropiado tratamiento de la señal. El problema puede resolverse en un futuro próximo con nuevos dispositivos de imagen CCD, una vez adoptado el acuerdo mundial sobre dimensiones de la imagen.

3.1.2 Intercambio internacional de programas en forma electrónica

La Recomendación UIT-R BR.714, «Intercambio internacional de programas producidos electrónicamente por medio de televisión de alta definición», recomienda que «el intercambio entre organismos radiodifusores de programas producidos en televisión de alta definición se efectúe en vídeo (por ejemplo, en transmisión directa o en cinta magnética) a fin de mantener al máximo el nivel de calidad».

Las conclusiones del anexo 1 de dicha Recomendación establecen:

«Para el intercambio internacional de programas producidos en TVAD y entre organismos de radiodifusión, las consideraciones técnicas indican que se debe dar preferencia a procesos totalmente electrónicos, es decir, al intercambio de copias en cintas magnéticas de la cinta maestra editada de TVAD, con conversión de normas o sin ella, según las circunstancias lo exijan.»

De conformidad con la citada Recomendación UIT-R BR.714, la grabación en cinta o en disco de programas de TVAD parece ser sumamente importante para el intercambio de programas.

3.2 Innovaciones tecnológicas relacionadas con la TVAD

Desde hace muchos años se ha venido utilizando la TVAD como un instrumento de captación de imagen y su sucesiva manipulación para la proyección de películas por medios electrónicos y con fines industriales y educativos. Los recientes progresos alcanzados en muchas esferas de la tecnología, como los algoritmos de tratamiento de la señal, el diseño a base de semiconductores y las innovaciones en el tratamiento, han generalizado aún más la TVAD, convirtiéndola en un medio práctico de producción de programas y abriendo nuevas perspectivas para muchas otras aplicaciones. La transmisión a los hogares de programas de TVAD abre sin duda un futuro brillante en el campo de la TVAD. La presente sección 3.2 abarca diversas esferas de la tecnología donde han surgido las innovaciones relacionadas con la TVAD. Esto permitirá tener una idea clara sobre las aplicaciones actuales y futuras de la TVAD.

3.2.1 MPEG-2 MP@HL

MPEG-2 es una tecnología muy conocida y utilizada habitualmente para compresión de vídeo. La amplia aceptación de este sistema de compresión en muchas esferas de aplicación se debe a sus métodos de definición de las aplicaciones, los llamados «perfiles y niveles». El MPEG-2 es particularmente eficaz, de ahí su importancia para las aplicaciones que requieran un alto grado de compresión. Se trata de una tecnología muy extendida y bastante corriente para distribuciones secundarias con el fin de responder a trenes de datos de alta velocidad cuando los recursos de espectro atribuidos a la televisión son de anchura de banda limitada.

Al respecto, la transmisión radioeléctrica de señales de TVAD, cuyo inicio está previsto en América del Norte hacia fines de 1998, es un buen ejemplo de este tipo de aplicaciones. La Norma de Televisión Digital de los Estados Unidos utiliza para MPEG-2 el perfil MP y el nivel HL. La velocidad inicial de la señal de TVAD se cifra en cerca de 1 Gbit/s. Para adaptarla a un canal de televisión típico de 6 MHz, es decir, para comprimirla hasta cerca de 20 Mbit/s, se requiere un grado de compresión de aproximadamente 1:50 o mayor. La siguiente explicación de la adopción del perfil y nivel para la Norma de Televisión Digital figura en la «Guide to use of the ATSC Digital Television Standard».

«La Norma de Televisión Digital se basa en el perfil básico (MP, *main profile*) de MPEG-2. Este perfil básico abarca tres tipos de tramas para la predicción (tramas I, tramas P, tramas B) y una organización de muestras de luminancia y crominancia (designada como 4:2:0) dentro de la trama. El perfil básico no incluye un algoritmo de ajuste por escalón, que permita modificar un conjunto de datos comprimidos sin decodificar todo el tren de datos. El nivel superior (HL, *high level*) incluye formatos de hasta 1 152 líneas activas y hasta 1 920 muestras por línea activa y, en el caso del nivel básico, se limita a una velocidad de datos comprimida de no más de 80 Mbit/s. Los parámetros especificados por la Norma de Televisión Digital representan opciones específicas dentro de dichas limitaciones.»

3.2.2 Tecnologías actuales de VLSI

Como se ha visto en la § 2 «Descripción general de la grabación de TVAD», cada vez es más importante el papel de los dispositivos a base de semiconductores aplicados a los magnetoscopios de TVAD.

Esto es especialmente válido para los magnetoscopios digitales. La conversión de señales analógicas de TVAD en señales digitales requiere un conjunto de convertidores A/D de gran anchura de banda para cada señal componente, es decir, la luminancia y dos señales de diferencia de color.

En la videocámara de TVAD HDW-700 de Sony, se utilizan tres convertidores A/D de alto rendimiento para digitalizar las tres señales primarias RGB de banda ancha directamente de sus subsistemas de imagen CCD. El convertidor A/D posee una precisión de 10 bits y se muestrea a velocidades de reloj de 74,25 MHz. Se ha realizado con el empleo de circuitos CMOS de alta velocidad con una tecnología de semiconductores de 0,3 µm y puede funcionar a 3,3 voltios. Todo el tratamiento de la cámara tras la conversión A/D tiene lugar en un solo chip VLSI. Está diseñado para aplicar una tecnología de semiconductores de 0,35 µm y funciona a 2,5 voltios.

El algoritmo de compresión para magnetoscopios de TVAD se aplicó mediante la tecnología contemporánea ASIC de 0,35 μm . En estos diseños de ASIC se han logrado los objetivos de dimensiones, peso, consumo de energía y bajo coste. Al aumentar la complejidad del tratamiento de la señal, adquieren mayor importancia el empleo de la tecnología digital y las modalidades de su aplicación.

3.3 Tendencias de la tecnología hacia la radiodifusión de TVAD

3.3.1 Dispositivos de imagen CCD y videocámaras

Se considera muy importante el papel desempeñado por la cámara en la producción de programas de TVAD. La sensibilidad y la resolución de los dispositivos de imagen siguen siendo objetivos de los esfuerzos de perfeccionamiento. La relación señal/ruido de las cámaras de TVAD ha mejorado gracias a los dispositivos CCD. Se ha logrado una relación señal/ruido de 54 dB bajo 2000 lux y F8,0 con un CCD de 2/3 de pulgada y dos millones de píxeles. Este nivel de calidad de funcionamiento, por primera vez alcanzado con un CCD de una pulgada y 2 millones de elementos en 1992, puede considerarse de efectos prácticos similares al nivel de las cámaras de televisión convencionales.

Para mejorar la portabilidad de las cámaras y lograr una mayor facilidad de manejo y un coste menor, era obligado obtener un dispositivo CCD de reducidas dimensiones. Pero un CCD más pequeño significa por lo general una disminución de la sensibilidad. Este problema inherente a las dimensiones y la sensibilidad se resolvió gracias a diversos esfuerzos tecnológicos de diseño. Existen ahora en el mercado CCD de 2/3 de pulgada. Puede verse en el cuadro en bajo que ya se han obtenido valores de especificación casi iguales o en algunos casos mejores, por ejemplo en lo que respecta a la borrosidad.

Cuadro comparativo de las especificaciones correspondientes a CCD de 1 pulgada y de 2/3 de pulgada.

	2/3 de pulgada	1 pulgada
Zona ópticamente sensible	9,7(H)x5,4 mm(V)	14,0(H)x7,9 mm(V)
Dimensiones de la célula unitaria	5,0(H)x5,2 μm (V)	7,3(H)x7,6 μm (V)
Sensibilidad	75 mV/lx	80 mV/lx
Saturación	500 mV	500 mV
Gama dinámica	70 dB	72 dB
Borrosidad (V/10)	-120 dB	-100 dB

3.3.2 Interfaz digital en serie

La interfaz digital en serie (*Serial digital Interface*, (SDI)) para la TVAD se ha normalizado basándose en la interfaz SDI correspondiente a la televisión convencional. Entre ambas SDI hay una diferencia fundamental de velocidad binaria. La velocidad binaria de la SDI de TVAD es de 1 485 Gbit/s, en caso de adoptarse 10 bits/muestra. Los dispositivos actualmente disponibles para esta interfaz se han dotado de chips semiconductores mucho más rápidos que los dispositivos convencionales de silicio. Para las conexiones entre los equipos suelen preferirse las fibras ópticas. En tal caso, se requiere también la conversión entre señales luminosas y señales electrónicas.

3.3.3 Interfaz en serie óptica

Para las estaciones de radiodifusión en un futuro próximo, y en cierto modo también para las estaciones de radiodifusión actuales, se requiere una adaptación flexible a múltiples formatos de señal tales como televisión convencional, de definición ampliada y TVAD, en función del proceso de producción y del modo de radiodifusión. Teniendo en cuenta que los sistemas de distribución y transmisión de las estaciones de radiodifusión conforman una infraestructura importante que no puede reemplazarse fácilmente, deben ser lo suficientemente flexibles para responder a los diferentes tipos de señal de televisión.

El nuevo centro de radiodifusión de la Fuji Television Network Inc. en el Japón utiliza una nueva «red óptica multiplexada híbrida de división de longitud de onda y división de tiempo (WD/TD)» para la distribución y transmisión de señales vídeo y audio en sus nuevas instalaciones.

Para alcanzar el objetivo perseguido, los primeros requisitos esenciales establecidos para la red son:

- Formatos de radiodifusión: TVAD, TV de definición ampliada y televisión convencional.
- Formatos de transmisión: serie digital (compuesto/componente).
- Número de señales de distribución/transmisión: más de 150 (en el futuro, más de 200).
- Número de estudios y locales conexos: más de 20 (en el futuro, más de 50).

La respuesta a estos requisitos es el empleo de redes ópticas WD/TD. Una breve especificación de dichas redes consiste en:

Longitud de onda: 1 545 – 1 560 nm.

Separación de las longitudes de onda: 1 nm.

Número de canales: 16.

Velocidad binaria por canal: 2,48 Gbit/s.

3.3.4 Pantallas domésticas de visualización de TVAD

El número de monitores de visualización de TVAD de uso doméstico con alto grado de perfeccionamiento ha comenzado a aumentar en el Japón. El precio de estos monitores está disminuyendo ya considerablemente en relación con el pasado. En el mercado interno de artículos electrónicos domésticos, los monitores de TVAD se consideran un modelo perfeccionado de los monitores de visualización de televisión de 16:9 y cuentan hoy en día con una amplia aceptación entre los consumidores japoneses.

Los estudios sobre paneles de visualización a base de plasma (PDP, *plasma display panels*) han llevado mucho tiempo y tras un periodo de investigación considerablemente prolongado se han podido realizar finalmente paneles a base de plasma de 40 pulgadas para toda la gama de colores, con resolución conforme a la TVAD (1 920x1 035). Varios fabricantes de dispositivos de visualización están anunciando actualmente sus nuevos modelos en el mercado. El precio de los PDP es aún relativamente elevado pero irá disminuyendo a medida que aumente su grado de penetración en los hogares.

4 Magnetoscopios para la producción y postproducción de TVAD

Existen varios formatos de magnetoscopios de TVAD, analógicos o digitales, de bobina abierta o de casete. Los magnetoscopios analógicos de bobina abierta, cuyos parámetros se cuantifican en los cuadros 1, 4 y 7, están actualmente algo anticuados. El formato analógico UNIH sigue utilizándose ampliamente y se le considera especialmente útil para la producción en el terreno. El uso en el terreno requiere portabilidad y capacidad de aceptar alimentación en corriente continua. En lo que se refiere a los magnetoscopios digitales para TVAD, se ofrecen varios formatos y los valores de los parámetros de dichos magnetoscopios figuran en los cuadros 1, 3, 4 y 6. Los valores detallados de los parámetros aparecen en los cuadros 3 y 6, respectivamente, para sistemas de exploración de formatos 1125/60 y 1250/50. Cabe reconocer al respecto que hay dos tipos muy distintos de magnetoscopios. Uno es el tipo de grabación directa sin compresión y el otro es el tipo con compresión de la velocidad binaria. Los magnetoscopios sin compresión suelen preferirse en aplicaciones de alta gama en cuanto a la calidad de la imagen. Por otro lado, los tipos con compresión se prefieren en aplicaciones de producción amplia, dada su portabilidad y sencillez de manejo. En el estado actual de la tecnología no parece posible en un futuro próximo lograr producciones de TVAD comparables a las que permite el entorno de la televisión convencional sin recurrir al tipo de magnetoscopios con compresión.

4.1 Magnetoscopios de producción en estudio

A continuación se enumeran algunas de las características fundamentales de los magnetoscopios destinados a la producción en estudio: 1) capacidad de doblaje múltiple, 2) editabilidad con precisión de trama de televisión, y 3) capacidad de reproducción en varios modos de velocidad de encintado, tales como cámara lenta, velocidad variable y vaivén.

Los magnetoscopios de tipo sin compresión para grabación binaria completa tienen un excelente comportamiento en lo que respecta a la calidad de la imagen y la editabilidad, pero tienden a ser de grandes dimensiones y peso y exigentes en consumo de cinta. Para lograr un mejor rendimiento funcional, se ha concebido el tipo de magnetoscopio dotado de compresión. El HD D5 es un ejemplo de esta categoría de productos y se ha diseñado en base al componente D5. Responde a las aplicaciones en la producción en estudio, así como a los fines de alimentación de la señal para la transmisión. El formato de grabación del HD D5 es exactamente igual al del magnetoscopio digital D5. La imagen de TVAD se comprime a 1/4 para dar lugar a un tren de datos de 235 Mbit/s. Dos horas de programa pueden almacenarse en un solo casete de tipo L, de 296x167x25 mm. El algoritmo de compresión se basa en el conocido sistema DCT. En el caso del HD D5, cada bloque DCT está formado dentro de una trama de televisión. Este procedimiento, llamado codificación DCT intratrama, permite editar con precisión de trama. Puede también reproducir señales en una amplia gama de velocidades de encintado. La gama de velocidades puede ir de -1 a +2 veces la velocidad normal en el modo variable y hasta ± 50 veces en el modo de vaivén. Este nivel de calidad de funcionamiento puede considerarse comparable al de los magnetoscopios digitales convencionales.

Las especificaciones de entrada/salida satisfacen la Recomendación UIT-R BT.709. Cuando se evalúa subjetivamente la imagen conforme a la Recomendación UIT-R BT.500, puede preverse una degradación de la imagen de menos del 4% después de 10 operaciones de doblaje multigeneración, a condición de que no se produzca ningún desplazamiento de la imagen en los doblajes siguientes. Incluso si los bloques DCT se apartan cada vez del proceso de codificación

precedente, la 5ª generación de la imagen original es capaz de conservar la calidad dentro de un margen de degradación máxima del 12%. Este nivel de calidad de funcionamiento puede considerarse suficiente para la mayoría de las producciones en estudio.

4.2 Producción en el terreno con videocámaras y magnetoscopios portátiles

La producción en el terreno es importante e incluso indispensable para producir programas de televisión. Actualmente existen dos métodos al respecto. Uno de ellos es el uso de un tipo portátil de magnetoscopio UNIH1. Partiendo del tipo de consola de estudio del magnetoscopio UNIH1, se ha diseñado un tipo portátil de magnetoscopio UNIH1 eliminando algunas características menos prioritarias, como la existencia de cuatro canales de capacidad de audio MIC en lugar de dos, o la capacidad de reproducción. Este sistema de magnetoscopio portátil UNIH1 está dotado de una cámara CCD separada y se utilizó por primera vez en los Juegos Olímpicos de 1992. El sistema se ha utilizado no solamente para cubrir acontecimientos deportivos sino también algunos otros acontecimientos de gran notoriedad como la boda de la familia real del Japón. Se utiliza también durante importantes ceremonias nacionales, programas documentales e informativos de trascendencia, como en el caso de grandes desastres naturales ocurridos en el Japón.

Como se mencionó en el § 2.3, «Magnetoscopios de TVAD de compresión digital», ya puede adquirirse en el mercado una videocámara, término con el que comúnmente se designa la combinación de cámara CCD, y un magnetoscopio en un solo aparato. Como en el caso de Betacam para la televisión convencional, esta videocámara para TVAD aumentará sin duda las posibilidades en materia de producción de programas. También existe un modelo de mesa de la misma videocámara para utilizar en estudio. Si bien las características de grabación en cinta de ambos modelos son las mismas, el modo de aplicación del formato es en cada caso diferente. El diseño de un magnetoscopio de reducidas dimensiones requiere ciertas medidas para disminuir el consumo de energía, el ruido acústico, etc. La magnitud del diámetro de los cilindros es prácticamente la misma pero el número de cabezales de grabación es diferente y se ha fijado en ocho para la videocámara. Este número es el doble de los cabezales utilizados en el modelo de consola para estudio. La duplicación del número de cabezales contribuye a reducir la velocidad de rotación del cilindro a la mitad, en comparación con el modelo de consola para estudio. Los parámetros correspondientes figuran en los cuadros 3 y 6. El criterio utilizado permite reducir en la videocámara el ruido acústico y los efectos giroscópicos. Se ha reducido a la mitad el número de canales disponibles de audio. Quizá dos canales de audio no sean suficientes para algunas aplicaciones, pero representan un compromiso práctico para la aplicación de videocámara.

5 Aplicación en estudio de los equipos actuales de TVAD

Como se ha indicado anteriormente, diversos tipos de equipos de TVAD, como cámaras, magnetoscopios e interfaces digitales en serie, ya pueden usarse para crear un estudio de producción de TVAD. Conviene confirmar los resultados de esta investigación presentando algunos ejemplos de aplicación práctica de estudios de TVAD.

En el Japón, el servicio de radiodifusión de TVAD «MUSE» emite actualmente más de diecisiete horas por día. El servicio está explotado por un organismo conjunto compuesto por NHK y siete empresas comerciales de radiodifusión del Japón. Hasta el momento, NHK ha instalado cinco estudios preparados para TVAD. Cuatro de ellos son estudios mixtos o más bien ambivalentes, que pueden funcionar tanto para TVAD como para televisión convencional. Cada estudio cuenta con sus propios objetivos de utilización. Junto con CT-510, un estudio exclusivamente especializado en TVAD, puede producirse una amplia gama de programas de TVAD, tales como programas de noticias, obras de teatro, programas de entretenimiento y programas educativos.

En estos estudios, la TVAD constituye el formato de señal básico y fundamental. Un conmutador vídeo-digital TVAD desempeña un papel esencial en el flujo de señales del estudio. También se emplean muchas veces convertidores elevadores de frecuencia, de modo que los programas de televisión convencional procedentes de otros estudios puedan utilizarse en los programas difundidos por TVAD.

Para la selección de magnetoscopios se utiliza un conmutador local especial, en aras de un funcionamiento eficaz. Un magnetoscopio analógico UNIH1 y/o magnetoscopios digitales TVAD están conectados al conmutador. También se conectan magnetoscopios convencionales, como el Betacam y el magnetoscopio compuesto D-3 después de la elevación de frecuencia como parte integrante de la radiodifusión de un programa de TVAD.

En la explotación actual de estos estudios, se utilizan de manera combinada los formatos de imagen 16:9 y 4:3. Las señales NTSC se transmiten como la salida de un convertidor reductor de frecuencia en la etapa final del flujo de señales del estudio para la radiodifusión de televisión convencional. Para la interconexión entre los equipos del estudio, las actuales conexiones de componentes analógicos se sustituirán en el futuro por interfaces digitales en serie.

El estudio CT-510 de la NHK se ha concebido inicialmente para noticias y transmisiones en directo. El conmutador principal de vídeo cuenta con 27 entradas y 4 intermoduladores. Posee también dos canales integrados de generación vídeo-digital de efectos tridimensionales. En el futuro, se prevé el perfeccionamiento de las actuales entradas analógicas como interfaces digitales en serie. El estudio está dotado de diversos equipos, como cuatro cámaras CCD de 2/3 de

pulgada y 2 millones de píxels, tres aparatos D-5 de alta definición (magnetoscopios digitales de compresión de base D-5) y un magnetoscopio analógico UNIHI, un sistema de ficheros de imágenes fijas de TVAD, así como un sistema de apoyo para las previsiones meteorológicas. El sistema de transmisión óptica y el sincronizador de trama de entrada suministran la capacidad de interfaz con el exterior del estudio.

Existe ya la posibilidad de transmitir programas de TVAD por satélites de comunicación. Las técnicas de modulación reticular MPEG-2 MP@HL y MDP-8 se utilizan para comprimir la señal a 45 ó 60 Mbit/s y transmitirla a través de transpondedores de 27 ó 36 MHz. La posibilidad de transmisión inalámbrica proporciona un alto grado de flexibilidad en la producción de programas. Las videocámaras de TVAD para la transmisión de acontecimientos deportivos significan también un nuevo paso en el camino hacia la producción y radiodifusión de TVAD.

6 Resumen

Tras un prolongado periodo de experimentación y debates sobre normalización, finalmente la TVAD ha comenzado a tener una forma clara. Varios requisitos tecnológicos necesarios para la realización práctica de equipos de TVAD ya están casi resueltos. El presente estudio demuestra que ya se dispone de una serie de tecnologías clave para avanzar hacia un nuevo mundo de TVAD.

Junto con estos requisitos tecnológicos fundamentales, aumenta también la demanda de radiodifusión de TVAD. Pronto, la radiodifusión digital de TVAD a través de diversos medios de transmisión estará en el aire en varias regiones del mundo.

Muchos espectadores ya se están acostumbrando al formato 16:9 para la visualización tanto de televisión convencional como de televisión de definición ampliada. Hoy en día es posible adquirir a precios razonables en el mercado de consumo monitores CRT con resolución TVAD. Los estudios sobre monitores de pantalla plana efectuados en muchos laboratorios han demostrado que estos dispositivos para TVAD a nivel comercial no constituyen un sueño sino que en pocos años se convertirán en una realidad en los hogares.

Este estudio trata de demostrar que el mundo está avanzando hacia la era de la TVAD. Gracias al progreso constante de la tecnología, es de esperar que la producción de TVAD alcance en un periodo de tiempo razonable las mismas ventajas que presenta la producción de televisión convencional.

APÉNDICE 2

BIBLIOGRAFÍA

- Y. Oba, «Trends of Hi-Vision Camera & VTR», The Journal of the Institute of Television Engineers of Japan, -Special Edition, Hi-Vision Camera & VTR-, Vol. 50, No. 2, Feb. 1996.
- L. J. Thorpe, F. Nagumo, and K. Ike, «HDTV Camcorder – and the March to Marketplace Reality», SMPTE Conference.
- K. Kamijo, «Standards of VTR», The Journal of the Institute of Television Engineers of Japan, -Special Issue, Storage Systems for Image Information Media, Vol. 50, No. 11, Nov. 1996, pp. 1734-1741.
- H. Ohshima, H. Okuda, K. Enami, y H. Tokumaru, «Tapeless and Tape Recording Technologies for Desktop Program Production», SMPTE Journal, mayo de 1996.
- C. Kamise, S. Ando, T. Shiozawa, y M. Fujiwara, «Practical Implementation of an Optical Network in Broadcast Stations» SMPTE Journal, febrero de 1997.
- The Journal of the Institute of Television Engineers of Japan, -Special Edition, Hi-Vision Camera & VTR-, Vol. 50, No. 2, Feb. 1996.
- Y. Morioka, y otros, «Hi-Vision Camera with 3 Chip CCD (1)».
 - S. Sasaki, «Hi-Vision VTR---UNIHI».
 - Y. Yoshinaka, «Hi-Vision VTR---1-inch Digital VTR».
 - M. Nakashika, «Hi-Vision VTR---D-6».
 - T. Uehara, y otros, «A Digital VTR Incorporating Bit Rate Reduction Technology».
- Hohsoh Gijutsu, No. 10 Vol. 49 1996.
- M. Iizuka, T. Chisaka, H. Kouchi, y K. Matsumoto, «CT-113 studio modification---accommodation of HDTV and SDTV signals in one studio».
 - Y. Ohkawa, Y. Iwasa, K. Terada, S. Goushi, y H. Tanaka, «Hi-Vision CS Transmission System».
- ATSC Digital Television Standard ---- Document A/53 Sep 1995.
- Denpa Times, 15 de agosto de 1997, «CT-500 Studio in NHK».

Cuadro 1 Cinta 1125/60 (59.94) Descripción general							
Digital/análogo		Digital				Análogo	
Comp./sin comp.		Compresión		Sin compresión		Casete	<OBSOLETO> Bobina abierta
Tipo de empaquetado		Casete		Casete	Bobina abierta		
Formato o tipo		Tipo A	Tipo B	D6	Tipo de 1'-C(mod)	UNIHI	Tipo de 1'-C(mod)
Denominación convencional*		HDCAM*	HD D5	GBR, DCR	HDD/HDDP	HDV, AU-HD	HDV,
Tiempo de grabación/reprod. (máx.)		124 min	123 min	64 min	96 min	63 min	63 min
Especificación del vídeo	Luminancia	23 MHz	1 920 s/línea	1 920 s/línea	1 920 s/línea	20 MHz	20 MHz, 41 dB
	Crominancia	7 MHz	960 s/línea	960 s/línea	960 s/línea	7 MHz	10 MHz, 45 dB
	Nº de líneas	1 035(1 080)*	1 080			1 036 líneas	1 045 líneas
Especificación del audio	Digital o analógico	MIC	MIC	MIC	MIC	MIC	Analógico
	Nº de canales	4 c.	4 c.	5 pares estéreo	8(Dig)+1(Ana)	4 c.	2 c.
		48 kHz, 20 bit	48 kHz, 20 bit	48 kHz, 20/24 bit	48 kHz, 16 bit	48 kHz, 16 bit	S/N 54 dB
Metadatos					5 líneas VBI		
Medios	Tamaño	254x145	296x167	366x206	Bocina de 14'	205x121,5	(HD-1-63) pulgadas
	Sustancia	Partíc. metálicas	Partíc. metálicas	Partíc. metálicas	Partíc. metálicas	Partíc. metálicas	CofÁ- Oxide
Ejemplo de aplicación		Videocámara	Portátil	Consola de estudio	Consola de estudio	Consola de estudio Portátil	Consola de estudio
Notas		1/2 pulgada Intra Fi/Fr Trama editable DTC (1/7)	1/2 pulgada (D5) Intratrama DCT (1/4)	Cinta de 3/4 de pulgada		Cinta de 1/2 pulgada	

* Cada formato o tipo se conoce generalmente con la denominación que aquí figura.

* HDCAM es un magnetoscopio manual de tipo combinado cámara-grabación. También existe un magnetoscopio digital de alta definición de mesa.

* Una cámara CCD actualmente utilizada para HDCAM tiene una resolución de 1 920x1 035.

Cuadro 2 Disco 1125/60 (59.94) Descripción general								
Digital/analógico		Digital				Analógico		
Comp./sin comp.		Compresión		Sin compresión		Recambiable		
Tratamiento		Recambiable	(No recambiable)	(Recambiable)	No recambiable			
Grab. y/o rep.		Grab. y rep.			Grab. y rep.	Sólo rep.	No borrrable	Grab. y rep.
Formato o tipo		MO*			HDD(RAID)*	Óptico	Oscilación	MO
Denominación convencional*						HDL-2000	HDL-5800	
Tiempo de grab./rep.		32 min				15min(CLV)	20min(CLV)	
Especificación del vídeo	Luminancia	44,55 MHz, 8 bit				20 MHz	20 MHz	
	Crominancia	14,85 MHz, 8 bit				6 MHz	6 MHz	
	Nº de líneas	1088						
Especificación del audio	Digital o analógico	MIC				MIC	MIC	
	Nº de canales	4 c.				2 c.	2 c.	
		48 kHz, 20 bit				48 kHz, 16 bit	48 kHz, 16 bit	
Metadatos		256 Kbytes/trama						
Medios	Tamaño	300 mm				300 mm	300 mm	
	Sustancia	Revestimiento magnético				Revestimiento de aluminio	Revestimiento de aleación	
Notas		Intr trama Unidad de 94 Mbit/s Doble cara				Una sola cara	Una sola cara	

MO: Magneto-óptico.

HDD(RAID): Unidad de disco duro (conjunto redundante de discos de bajo coste).

* Cada formato o tipo se conoce generalmente con la denominación que aquí figura.

Cuadro 3 Magnetoscopio digital de TVAD (1125/60) Detalles*							
Formato o tipo			1 pulgada	D-6	Tipo A	Tipo B	DVC-HD
Denominación convencional**			HDD/HDDP	GBR, DCR	HDCAM	HD D5	
Frecuencia de muestreo	Vídeo	MHz	74,25	74,25	74,25	74,25	40,5
	Audio	kHz	48	48	48	48	48/44,1/32
Cuantificación	Vídeo	bits/muestra	8	8	8	10/8	8
	Audio		20	20/24	20	20	16/12
Canales de audio		Número	8(Dig)+1(Ana)	10	4	4	4/6/8
Compresión (vídeo)			—	—	Intra Fi/Fr DCT 1/7***	Intra Field DCT1/4 1/5	Intra Fi/Fr DCT 1/6
Codificación de canales			8-8 map	8-12 map	S-NRZI	8-14 map	24-25 S-INRZI
Velocidad total		Mb/s	1 188	1 212	185	301	83,7
Velocidad de vídeo		Mb/s	958,5	958,5	140	235	49,896
Canales de grabación de RF		Num.	8	8	2	4	2
ECC	Interior		110, 104	227, 211	231, 219	95, 87	85, 77
	Exterior		64, 60	254, 240	250, 226	128, 120	149, 138
Diámetro del cilindro		mm	134,6	96,5	81,4	76,0	21,7
Rotación del cilindro		Revoluciones por segundo	120	150	45	90	150
Número de pistas		/trama	16	40	6	12	20/trama
Velocidad de la cinta		mm/s	805,2	497	96,8	167,228	37,625
Paso de pista		µm	37	22	21,7	20,0	10
Longitud de onda mínima		µm	0,69	0,81	0,49	0,63	0,49
Anchura de la cinta			25,4	19,01	12,65	12,65	6,35
Sustancia del medio			Partículas metálicas	Partículas metálicas	Partículas metálicas	Partículas metálicas	Metal evaporado
Hc		Oe	1450	1600	1700	1800	1500
Tamaño del casete		mm	11,75/14 inch reel	S 172x109 M 254x150 L 366x206	156x96 254x145	S 161x98 M 212x124 L 296x167	66x48 125x78
Tiempo de grabación		min	63/94	8/28/64	40/124	32/63/124	30/135
Norma SMPTE				277M,278M			
Norma CEI							

* Véase el apéndice 2 «Recording Systems; 7-1 Standards of VTR» por K. Kamijo NHK, Instituto de Ingenieros de Televisión del Japón, Vol. 50, N° 11 PP1738~1741(1996).

** Cada formato o tipo se conoce generalmente por la denominación que aquí figura.

*** Prefiltrado horizontal de 5/8 y DCT de 1/4,4.

Cuadro 4 CINTA 1250/50 Descripción general									
Digital/analógico		Digital						Analógico	
Comp./sin comp.		Compresión		Sin compresión				Casete	<OBSOLETO> Bobina abierta
Tipo de bobinado		Casete		Casete			Bobina abierta		
Formato o tipo		Tipo A	Tipo B	D6	Multi-D1		Tipo C de 1 pulgada (mod)		Tipo C de 1 pulgada (mod)
					Biga	Quadriga			
Denominación convencional*									
Tiempo de grab./rep.				64 min					
Especificación del vídeo	Luminancia								
	Crominancia								
	Número de líneas								
Especificación del audio	Digital o analógico			MIC					
	Número de canales			U pares estéreo					
Metadatos									
Medios	Tamaño								
	Sustancia			Partículas metálicas					
Ejemplo de aplicación				Consola de estudio					
Notas				Cinta de 3/4 de pulgada					

* Cada formato o tipo se conoce generalmente con la denominación que aquí figura.

Cuadro 5 DISCO 1250/50 Descripción general								
Digital/analógico		Digital				Analógico		
Comp./sin comp.		Compresión		Sin compresión		Recambiable		
Tratamiento		Recambiable	(No recambiable)	(Recambiable)	No recambiable			
Grab. y/o rep.		grab. y rep.			Grab. y rep.	Sólo rep.	No borrrable	Grab. y rep.
Formato o tipo		MO*			HDD(RAID)*	Óptico	Oscilación	MO
Denominación convencional*								
Tiempo de grab./rep.								
Especificaciones del vídeo	Luminancia							
	Crominancia							
	Nº de líneas							
Especificaciones del audio	Digital o analógico							
	Nº de canales							
Metadatos								
Medios	Tamaño							
	Sustancia							
Notas								

MO: Magneto-óptico

HDD(RAID): Unidad de disco duro (conjunto redundante de discos de bajo coste).

* Cada formato o tipo se conoce generalmente con la denominación que aquí figura.

Cuadro 6 MAGNETOSCOPIO DIGITAL DE TVAD (1250/50) <i>Detalles</i>							
Formato o tipo			1 pulgada	D-6	Tipo A	Tipo B	DVC-HD
Denominación convencional*							
Frecuencia de muestreo	Vídeo	MHz		74,25			40,5
	Audio	kHz		48			48/44,1/32
Cuantificación	Vídeo	Bits/muestra		8			8
	Audio			20/24			16/12
Canales de audio		Número		12			4/6/8
Compresión (vídeo)							Intra Fi/Fr DCT 1/6
Codificación de canales				8-12 map			24-25 S-INRZI
Velocidad total		Mb/s		1 212			83,7
Velocidad de vídeo		Mb/s		958,5			49,896
Canales de grabación de RF		Num.		8			2
ECC	Exterior			227, 211			85, 77
	Interior			254, 240			149, 138
Diámetro del cilindro		mm		96,5			21,7
Rotación del cilindro		Revoluciones por segundo		150			150
Número de pistas		/trama		48			20/trama
Velocidad de la cinta		mm/s		497			37,625
Paso de pista		µm		22			10
Longitud de onda mínima		µm		0,81			0,49
Anchura de la cinta				19,01			6,35
Sustancia del medio				Partículas metálicas			Partículas metálicas
Hc		Oe		1600			1500
Tamaño del casete		mm		172x109 254x150 366x206			66x48 125x78
Tiempo de grabación		min		8/28/64			30/135
Norma SMPTE				277M,278M			
Norma CEI							

* Cada formato o tipo se conoce generalmente por la denominación que aquí figura.

Cuadro 7 MAGNETOSCOPIO ANALÓGICO DE TVAD (1125/60),(1250/50) <i>Detalles</i>						
Formato o tipo		1125/60	1125/60	1250/50		
		1 pulgada	UNIHI	1 pulgada		
Denominación convencional*						
Vídeo	Luminancia	MHz	20	20		
	Crominancia		10	7		
Muestreo de audio		kHz	—	48		
Canales de audio		Número	2 canales analógicos	4		
Canales RF de grabación		Número	4	2		
Diámetro del cilindro		mm	134,6	76		
Rotación del cilindro		Revoluciones por segundo	60	90		
Número de pistas		/trama	4	6		
Velocidad de la cinta		mm/s	483	119,709		
Paso de pista		µm	89	24,8		
Anchura de la cinta		mm	25,4	12,650		
Sustancia medio				Partículas metálicas		
Intensidad magnética de la cinta		Oe				
Tamaño del casete		mm	—	205x121,5		
Tiempo de grabación		min	63	63		
Norma SMPTE						
Norma CEI						

* Cada formato o tipo se conoce generalmente con la denominación que aquí figura.