

Tecnología multimedia

VÍDEO DIGITAL

Profesor Coordinador:

Manuel Alonso Castro Gil, UNED

Profesor de la asignatura:

Antonio Colmenar Santos, UNED

INDICE

1.- Introducción a la asignatura.....	5
2.- Objetivos	7
3.- Fundamentos del vídeo analógico y digital	8
3.1.- Vídeo analógico	8
3.1.1.- Proceso de exploración de la imagen	9
3.1.2.- Frecuencias de exploración horizontal y vertical.	10
3.1.3.- Las señales de color	11
3.2.- Vídeo digital	12
3.2.1.- Muestreo.....	13
3.2.2.- Cuantificación	16
3.2.3.- Codificación.....	17
4.- La transmisión de vídeo.....	19
4.1.- Streaming	20
4.2.- Vídeo en Internet	21
4.3.- Videoconferencia	22
5.- La compresión de vídeo digital	23
6.- Técnicas de compresión	25
6.1.- Codificación intra o espacial	27
6.2.- Codificación inter o temporal.....	28
6.3.- Codificación bidireccional	29
7.- Formatos de Vídeo Digital (CODECS).....	31
7.1.- Conceptos Básicos de Compresión.....	31
7.1.1.- RGB.....	31
7.1.2.- YUV	32
7.1.3.- Subsampling.....	32
7.1.4.- Formatos YUV más comunes.....	33
7.1.5.- Compresión con pérdida (lossy) o sin pérdida (lossless)	34
7.1.6.- Compresión en Tiempo Real o en Diferido	34
7.1.7.- Keyframes	34
7.2.- Códecs de Compresión	35
7.2.1.- ¿Qué son los Códecs?.....	35
7.2.2.- ¿Qué son las Arquitecturas?.....	36
7.2.3.- ¿Qué son los Estándares?.....	36
7.2.4.- Huffyuv	36
7.2.5.- LEAD.....	37
7.2.6.- Motion JPEG.....	39
7.2.7.- Ligos Indeo 5.11	40
7.2.8.- Cinepak	42
7.2.9.- PICVídeo	43
7.2.10.- DivX	44
7.2.11.- Xvid	45
7.3.- Tabla de resumen de CODECS.....	45
7.4.- Eligiendo Códec	50
7.5.- Guía de Bitrate y Resolución	51

8.- Formatos estándar de Exportación de Vídeo Digital	54
8.1.- VCD	54
8.2.- CVCD	55
8.3.- SVCD.....	56
8.3.1.- CVD	57
8.3.2.- XVCD	58
8.4.- DVD	59
8.5.- miniDVD.....	59
8.6.- DV.....	60
8.7.- DivX	60
9.- Tecnología de Compresión (MPG)	61
9.1.- Modelo General MPEG	61
9.2.- MPEG - 1	63
9.3.- MPEG - 2	64
9.3.1.- Códigos de Extensiones no escalables para MPEG-2	65
9.4.- MPEG-4.....	65
9.5.- Datos técnicos MPEG-4	66
9.5.1.- Las Ventajas de MPEG-4.....	68
9.6.- MPEG-7.....	69
9.6.1.- Áreas de interés	71
9.7.- MPEG-21	71
10.- El Formato DV	73
10.1.- Conceptos preeliminares	73
10.2.- ¿Cómo es internamente el formato DV?.....	74
10.2.1.-¿Qué diferencias hay de una tarjeta a otra?	74
10.2.2.- Diferencias entre DV tipo-1 y DV tipo-2.....	75
Resumen	77
Ejercicios	79
Ejercicio 1	79
Soluciones	80
Solución al ejercicio 1	80
Glosario	81
ANEXO I - Vídeo digital	92
A-1 Introducción	92
La cámara de vídeo natural	92
Digitalización de una señal de video	92
La situación del mercado	93
A-2 Componentes esenciales.....	93
A-3 Almacenamiento	94
A-4 La importancia de la conectividad.....	95
A-5 Estabilizadores de imagen.....	95
A-6 Compresión de vídeo	96
A-7 La óptica	96
A-8 La Resolución	102
A-9 Entradas, salidas, baterías	111

Referencias.....	114
Bibliografía.....	114
Recursos en la Web.....	114

1.- INTRODUCCIÓN A LA ASIGNATURA

Con la llegada de las capacidades gráficas a los ordenadores personales, también llegó la posibilidad de ver imágenes en movimiento. Los primeros sistemas que cumplían este propósito eran normalmente lentos, de baja calidad, y además, las imágenes almacenadas ocupaban muchísimo espacio.

En los años setenta (1.976) Philips de Holanda, desarrolla el disco compacto digital cuya aplicación era el almacenamiento de audio, pero no es hasta diez años después que logra establecerse como estándar en el mercado. En los años ochenta se busca extender la aplicación de estos discos para el almacenamiento de datos pero la digitalización de vídeo requería de gran cantidad de espacio y de equipamiento costoso y potente para su decodificación en tiempo real.

Un CD de audio normal permite almacenar hasta 75 minutos de música en 650 MB de almacenamiento digital. Una digitalización lineal de vídeo permitiría el almacenamiento de aproximadamente veinticinco segundos de película con su audio correspondiente (1 MB por cuadro de vídeo y 24 cuadros por segundo), una hora de película requeriría cerca de 145 discos compactos. Por ello, se utiliza una técnica de compresión digital que permite almacenar información, audio y vídeo en un formato comprimido. La compresión es, por tanto, uno de los elementos de software más importantes a la hora de trabajar con vídeo. También es cierto que no se va a precisar la misma calidad ni tamaño de archivo para todas las aplicaciones.

Otro de los factores que hace necesaria la compresión de vídeo es que su transmisión sobre redes de telecomunicaciones está llegando al punto de convertirse en un sistema habitual de comunicación debido al crecimiento masivo que ha supuesto Internet en estos últimos años. Lo estamos utilizando para ver películas o comunicarnos con conocidos, pero también se usa para dar clases remotas, para hacer diagnósticos en medicina, videoconferencia, distribución de TV, vídeo bajo demanda, para distribuir multimedia en Internet...

Debido a la necesidad de su uso que se plantea en el presente y futuro, se han proporcionado distintas soluciones y sucesivos formatos para mejorar su transmisión.

El primer sistema de lo que podríamos denominar Vídeo para PC fue el formato FLI de Autodesk. Este formato, en sus orígenes, era una secuencia de imágenes GIF a 320x200 y 256 colores sin sonido. El sistema de compresión usado era muy simple y consistía en, a partir de la primera imagen (fotograma), almacenar sólo las variaciones que existían en las siguientes. Con esto, se conseguía un ratio de compresión de 1:2 aproximadamente. Este formato posteriormente evolucionó admitiendo distintas resoluciones y más profundidad de color, manteniendo el mismo sistema de compresión sin pérdida.

Compresión es el proceso de eliminación o reestructuración de los datos para disminuir el tamaño de un archivo. Este proceso se hace necesario para los archivos de vídeo digital debido a su gran tamaño, y al requerimiento de gran velocidad de transferencia de datos para su lectura y reproducción.

Pasó el tiempo y APPLE desarrolló un nuevo sistema de vídeo para ordenador con sonido al que llamó QuickTime. Poco después, Microsoft copia este sistema y lo llama "Vídeo para Windows"; por este motivo, APPLE y Microsoft se enfrentaron en los tribunales.

Aclaremos esto, un CODEC es un CODificador-DECodificador, es decir, un programa que es capaz de comprimir y codificar vídeo en su propio formato y también lo decodifica y descomprime, permitiéndonos verlo. Los Codecs pueden ser software o hardware, siendo la compresión hardware más efectiva y rápida que la de software.

El funcionamiento de Vídeo para Windows (VFW) es, más o menos, el siguiente: Al arrancar un AVI el reproductor multimedia o el reproductor ActiveMovie lee el principio del fichero donde está almacenada la información sobre el CODEC necesario para reproducir ese vídeo. Si el CODEC que se necesita está instalado, el sistema lo ejecuta y empezamos a ver y escuchar el vídeo. Hay varios algoritmos de compresión/descompresión disponibles para comprimir VFW. El CODEC elegido afectará a la calidad visual del Vídeo y a la velocidad de reproducción.

En algunas aplicaciones del procesamiento digital de señales es necesario entender los sistemas visual y auditivo humanos. El comprender las características y las limitaciones de estos sistemas puede ayudar a maximizar la efectividad de las operaciones de la compresión digital.

La técnica de compresión para vídeo fijo se conoce como JPEG (Joint Photographic Experts Group o Grupo de Expertos Fotográficos Unidos, también conocido como JPG), mientras que la utilizada para el vídeo en movimiento se conoce como MPEG (Moving Picture Experts Group o Grupo de expertos en imágenes en movimiento).

En ambas técnicas, el material original debe ser codificado para su reproducción. La cantidad de compresión aplicada dependerá de la codificación de la señal; cada método tiene disponible una amplia gama de relaciones de compresión. Cuanto mayor es la relación de compresión, menor es el espacio que ocupan los datos; sin embargo, esto se logra con sacrificio de la calidad de la imagen, por lo que la compresión digital conlleva un compromiso de calidad/espacio.

La compresión de vídeo ha permitido, en definitiva, acercar al público las ventajas del vídeo digital. Desde el mpeg1 usado en los Video-CDs hasta el DV de las videocámaras digitales, estos métodos de compresión hacen posible el almacenamiento de vídeo en un espacio relativamente pequeño.

2.- OBJETIVOS

- Conocer los diferentes elementos físicos que participan en la elaboración del vídeo digital.
- Mostrar los elementos a tener en cuenta para obtener una buena toma con una cámara de vídeo digital.
- Analizar los diferentes codecs que se pueden utilizar en el tratamiento del vídeo digital.
- Trabajar con un programa de SW libre de edición de vídeo digital.
- Trabajar con un programa de edición de vídeo digital.
- Preparar el vídeo digital para su difusión en la Web.

3.- FUNDAMENTOS DEL VÍDEO ANALÓGICO Y DIGITAL

Para grabar las señales de vídeo se emplea la denominada cinta magnética, consistente en un soporte de poliéster recubierto por partículas de compuestos férricos dispersos en un adhesivo. Las de óxido de cobalto de alta energía son las de mayor nivel de calidad.

El vídeo es un sistema dedicado al almacenamiento de imágenes en movimiento y sonidos sincronizados para su posterior reproducción. La edición de vídeo digital no es otra cosa que el paso de las señales de vídeo analógicas a señales digitales.

3.1.- Vídeo analógico

En un sistema analógico, la información se transmite mediante alguna variación infinita de un parámetro continuo como puede ser la tensión en un hilo o la intensidad de flujo de una cinta (véase la Figura 1). Cada fotograma se representa por una señal fluctuante de voltaje (una señal de forma de onda analógica). En el vídeo compuesto, toda la información va incluida en la misma señal, por lo que la calidad es menor y las pérdidas generacionales mayores. En el vídeo por componentes se reduce este problema, al transmitir los distintos componentes de la señal de vídeo por separado.

En un equipo de grabación, la distancia a lo largo del soporte físico es un elemento analógico continuo; no importa en que punto se examine una grabación, a lo largo de toda su extensión se encontrará un valor para la señal grabada. Dicho valor puede variar con una resolución infinita dentro de los límites físicos del sistema.

Estas características suponen la debilidad principal de las señales analógicas. Dentro del ancho de banda permisible, cualquier forma de onda es válida. Si la velocidad del soporte no es constante, una forma de onda que sea válida pasará a ser otra forma de onda también válida; no es posible, por tanto, detectar un error de base de tiempos en un sistema analógico.

Además, el ruido no puede detectarse en un sistema analógico. Se puede tener la sospecha de que existe ruido, pero no se sabe qué proporción de la señal recibida corresponde al ruido y cual es la señal original. Si la función de transferencia de un sistema no es lineal, se producirán distorsiones, pero las formas de onda distorsionadas aún serán válidas; un sistema analógico es incapaz de detectar distorsiones.

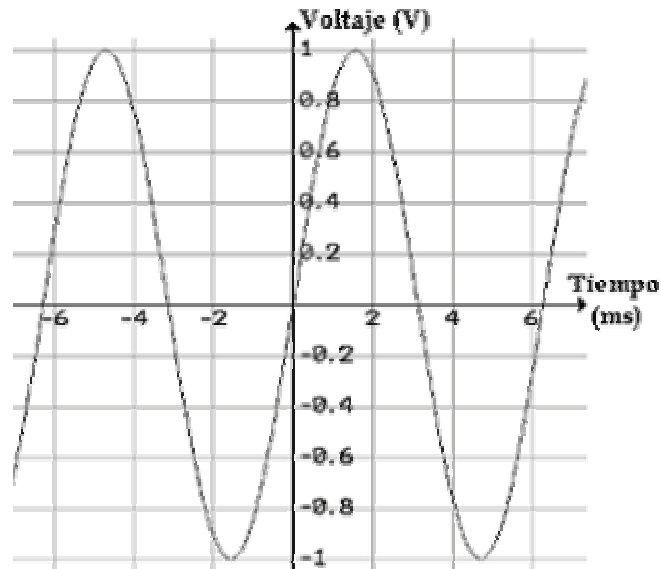


Figura 1. Variación infinita de un parámetro continuo en función del tiempo

Es característico de los sistemas analógicos el hecho de que las degradaciones no pueden separarse de la señal original, por lo que nada puede hacerse al respecto. Al final de un sistema determinado la señal estará formada por la suma de todas las degradaciones introducidas en cada etapa por las que haya pasado. Esto limita el número de etapas por las que una señal puede pasar sin que quede inutilizable.

3.1.1.- Proceso de exploración de la imagen

Se debe recordar que todas las normas vigentes de televisión en la actualidad, NTSC (National Television Systems Comitee), PAL (Phase Alternation Line) y SECAM (Système Electronique Color Avec Memoire) se derivan, directa o indirectamente, de los estándares en blanco y negro definidos en los años 40 y 50.

Estas primeras emisiones utilizaban un barrido progresivo (vídeo no entrelazado): todas las líneas de la imagen se barren consecutivamente, como se puede ver en la Figura 2.

Por razones de orden práctico (radiaciones debidas a fugas magnéticas de los transformadores de alimentación, filtrados imperfectos, ...), fue indispensable utilizar una frecuencia de imagen que estuviera relacionada con la frecuencia de la red (60 Hz en EE.UU., 50 Hz en Europa) para minimizar el efecto visual de estas imperfecciones; la frecuencia de exploración fue, por tanto, de 30 imágenes/segundo en EE.UU. y de 25 imágenes/segundo en Europa. Estas primeras imágenes presentaban un parpadeo bastante molesto (también llamado flicker de campo).

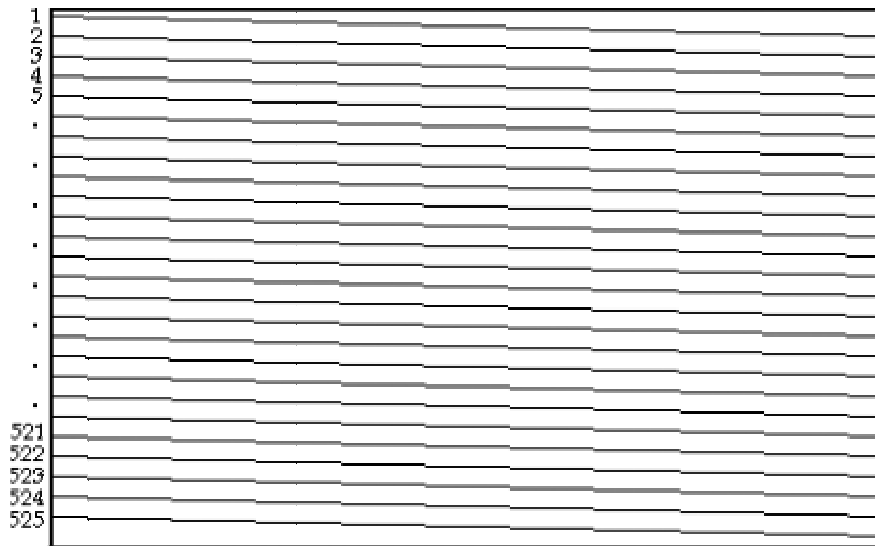


Figura .2. Representación simplificada del barrido progresivo

Tiempo después la captación de la imagen se hizo electrónica, haciendo que las definiciones alcanzaran un mayor número de líneas gracias al barrido entrelazado, que consiste en la transmisión de un primer campo compuesto por las líneas impares de la imagen y a continuación un segundo campo formado por las líneas pares, como se ve en la Figura 3.

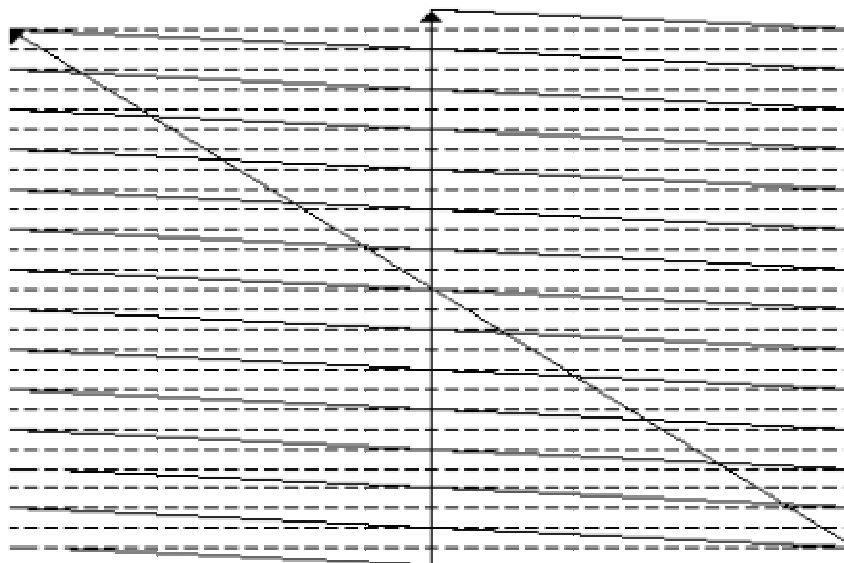


Figura 3. Barrido entrelazado 2:1

3.1.2.- Frecuencias de exploración horizontal y vertical.

La velocidad de campo de 60 Hz es la frecuencia de exploración vertical. Este es el ritmo con que el haz electrónico completa su ciclo de movimiento

vertical, desde la parte superior hasta la parte inferior de la pantalla para volver nuevamente a la parte superior.

El número de líneas de exploración horizontal de un campo es la mitad del total de las 525 líneas de un cuadro completo (en el sistema NTSC), ya que un campo contiene la mitad de las líneas. Esto da por resultado 262.5 líneas horizontales para cada campo.

Como el tiempo que corresponde a un campo es 1/60s y cada campo contiene 262.5 líneas, el número de líneas por segundo es:

$$262.5 \times 60 = 15750 \text{ líneas/segundo}$$

Esta frecuencia de 15750 Hz es la velocidad con que el haz electrónico completa su ciclo de movimiento horizontal de izquierda a derecha y regresa nuevamente a la izquierda.

Tiempo de línea horizontal. El tiempo durante el cual se realiza la exploración de una línea horizontal es:

$$1/15750 \approx 63.5\text{ms}$$

3.1.3.- Las señales de color

El sistema para la televisión en color es el mismo que para la televisión monocromática excepto que también se utiliza la información de color. Esto se realiza considerando la información de imágenes en términos de rojo, verde y azul (RGB: Red-Green-Blue). Cuando es explorada la imagen en la cámara, se producen señales de vídeo separadas para la información de rojo, verde y azul de la imagen. Filtros de color separan los colores para la cámara. Sin embargo, para el canal estándar de 6 MHz de televisión, las señales de vídeo de rojo, verde y azul son combinadas de modo que se forman dos señales equivalentes, una correspondiente al brillo y otra para el color. Específicamente las dos señales transmitidas son las siguientes:

- **Señal de luminancia:** Contiene solo variaciones de brillo de la información de la imagen, incluyendo los detalles finos, lo mismo que en una señal monocromática. La señal de luminancia se utiliza para reproducir la imagen en blanco y negro, o monocroma. La señal de luminancia o Y se forma combinando 30% de la señal de vídeo roja (R), 59% de la señal de vídeo verde (G) y 11% de la señal de vídeo azul (B), y su expresión es:

$$Y = 0.30R + 0.59G + 0.11B$$

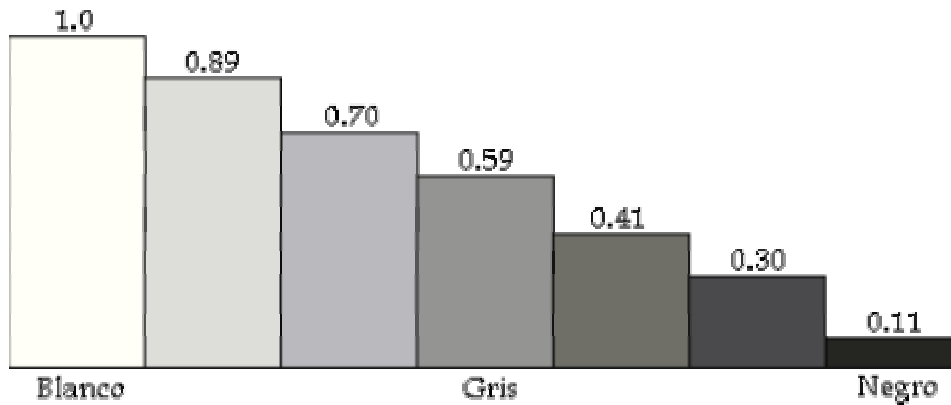


Figura 4. Valores de luminancia relativa

- **Señal de crominancia:** La señal de crominancia es una combinación de las señales de color I y Q. La señal I o señal de color en fase se genera combinando el 60% de la señal de vídeo en rojo (R), 28% de la señal de vídeo en verde (G) invertida y 32% de la señal de vídeo en azul (B) invertida, y se expresa como:

$$I = 0.60R - 0.28G - 0.32B$$

La señal Q o señal de color en cuadratura se genera combinando el 21% de la señal de vídeo en rojo (R), 52% de la señal de vídeo en verde (G) invertido y 31% de la señal de vídeo en azul (B), y su expresión es:

$$Q = 0.21R - 0.52G + 0.31B$$

Las señales I y Q se combinan para producir la señal C y debido a que las señales I y Q están en cuadratura, la señal C o crominancia es la suma vectorial de estas.

Las amplitudes de las señales I y Q son, en cambio, proporcionales a las señales de vídeo R, G y B.

3.2.- Vídeo digital

Es una representación digital (la información se representa en forma de bits) de la señal analógica. La calidad de reproducción de un sistema digital de vídeo bien diseñado es independiente del medio y depende únicamente de la calidad de los procesos de conversión. Cuando se copia una grabación digital, aparecen los mismos números en la copia: no se trata de un duplicado, sino de una clonación. Si no es posible distinguir la copia del original, no se habrá producido ninguna pérdida en la generación. Las grabaciones digitales pueden copiarse indefinidamente sin que haya pérdida en la calidad.

Una de las mayores ventajas que presenta la tecnología digital es su bajo coste. Si la realización de copias no ocasiona pérdidas de calidad, los

equipos de grabación no tienen por qué ser mejor de lo necesario. No hay necesidad del consumo de cinta tan grande y excesivo que tienen los equipos de grabación analógicos. Cuando la información que se ha de grabar adopta la forma de números discretos, estos pueden empaquetarse densamente en un soporte sin pérdida de la calidad.

De darse el caso que algunos bits estén defectuosos por causa del ruido o de pérdidas de señal, el sistema de corrección de errores puede restituir el valor original.

Las redes de comunicaciones desarrolladas para manejar datos pueden llevar perfectamente vídeo digital acompañado también de audio a distancias indefinidas sin pérdidas de calidad. La difusión de televisión digital emplea estas técnicas para eliminar las interferencias, así como los problemas de atenuación de señales y de recepción de camino múltiple propio de las emisiones analógicas. Al mismo tiempo, se hace un uso más eficaz del ancho de banda disponible.

Otras ventajas del vídeo digital son que los equipos digitales pueden llevar incorporados equipos de autodiagnóstico y que el coste de mantenimiento se reduce.

Son diversos los factores que contribuyen a deteriorar la calidad de la película de vídeo durante el proceso de digitalización:

- El **reproductor** que se utilice como fuente de señal analógica. Si las cabezas lectoras no están limpias, se obtendrá una digitalización con ruido.
- La calidad de las **conexiones** entre la fuente de señal de vídeo analógica y la tarjeta de vídeo también puede introducir ruido en la señal.
- Las aplicaciones de edición de vídeo digital incorporan opciones para el **ajuste** de los diferentes valores que modifican el aspecto del vídeo a digitalizar. Un mal ajuste en cualquiera de estas opciones puede llevar igualmente a la aparición de ruido en la señal de la imagen.

La digitalización de una señal de vídeo tiene lugar en tres pasos:

3.2.1.- Muestreo

Sea una señal analógica $e(t)$ como la representada en el Figura 3.5. Se toman muestras breves de $e(t)$ cada 15 a partir de $t = 0$. En 360 se habrán explorado 24 muestras. El resultado será una serie de impulsos cortos cuyas amplitudes siguen a la señal analógica. A este tren de impulsos modulados en amplitud por la señal analógica se le denomina señal PAM (Pulse Amplitude Modulation o Modulación por Amplitud de Pulsos).

Este muestreo puede representarse por la multiplicación de la señal analógica $e(t)$ por un tren de impulsos $u(t)$, dando por resultado la señal de la parte inferior de la Figura 5.

Ahora bien, una señal de vídeo está compuesta por un gran número de frecuencias formando un espectro continuo que va desde 0 a unos 5 MHz. Al muestrear esta señal, cada frecuencia de vídeo aparecerá en las bandas laterales superiores e inferiores de cada armónico de la frecuencia de muestreo, incluyendo naturalmente la banda base, esto es, el armónico cero.

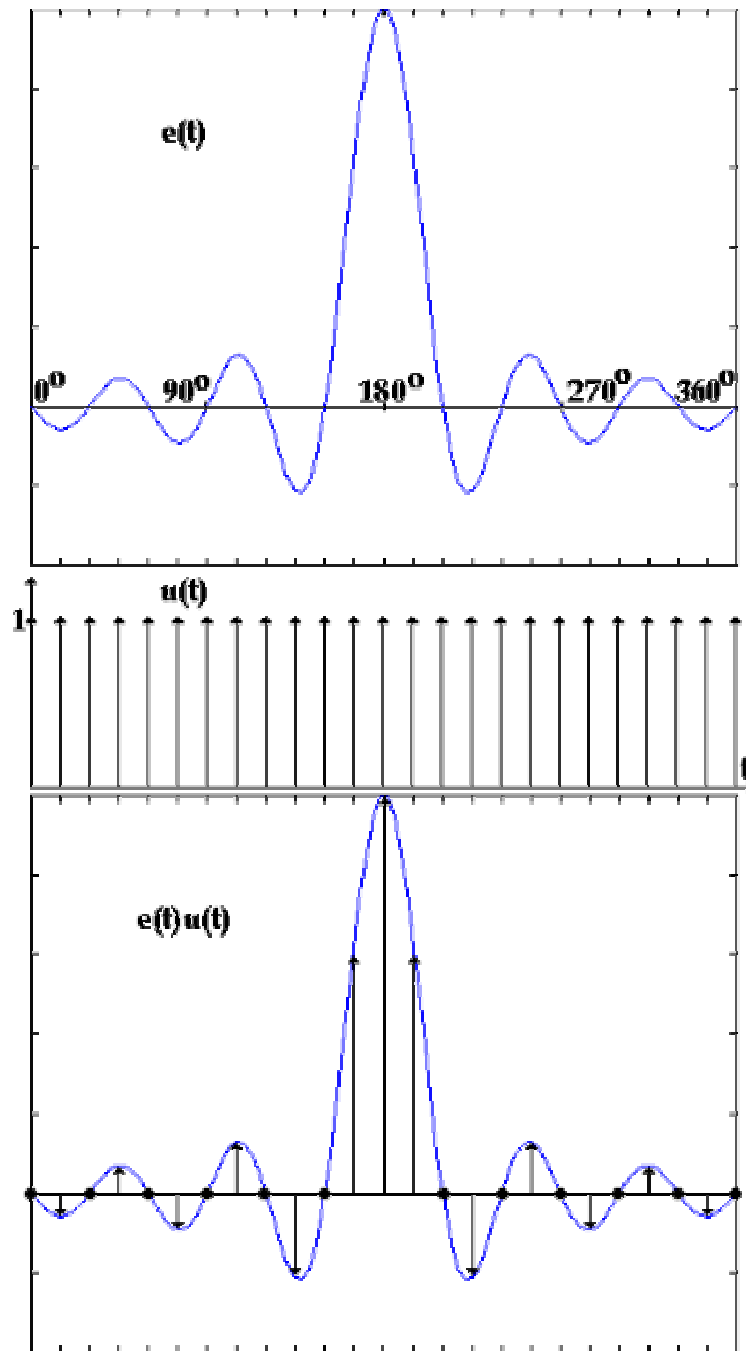


Figura 5. Muestreo de una señal analógica $e(t)$ por un tren de impulsos $u(t)$

El espectro de la señal muestreada se presentará por tanto, como se ve en la Figura 6. De esta misma figura se deduce una condición elemental que debe cumplirse: que $f_o > 2f_s$ para que la banda lateral inferior de la frecuencia de muestreo y la banda base no se superpongan.

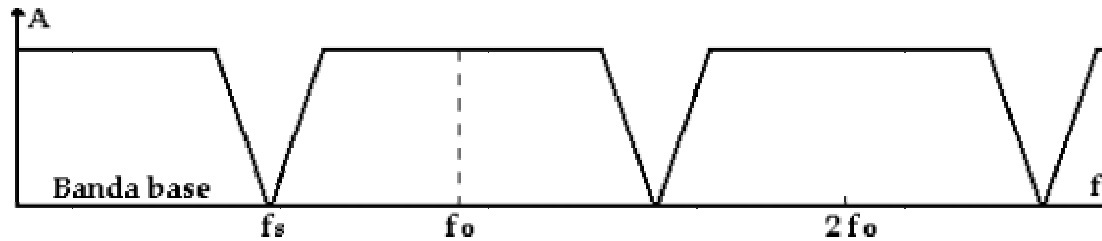


Figura 6. Espectro de una señal de vídeo muestreada a la frecuencia f_o .

"Aliasing". Este razonamiento fue deducido por Nyquist-Shannon, al establecer que para conseguir un muestreo-recuperación sin distorsión, se requiere que la frecuencia de muestreo f_o sea al menos dos veces más elevada que la frecuencia máxima presente en la señal analógica muestreada.

La recuperación de la banda base se realizaría con un filtro pasa bajo que corte todas las frecuencias superiores a $f_o/2$. De no cumplirse el teorema del muestreo de Nyquist, el filtro dejaría pasar frecuencias pertenecientes a la banda lateral inferior contaminantes de la banda base, que producirían solapamientos con las frecuencias más altas de la misma. Este efecto se denomina "aliasing" (ver la Figura 7).

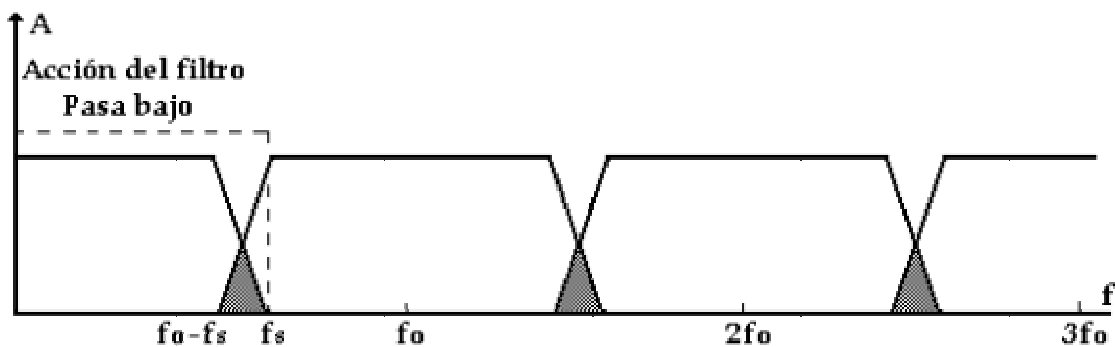


Figura 7. Cuando la frecuencia de muestreo es $f_o < 2f_s$

Otro motivo de "aliasing" se produce cuando el filtro no está bien calculado y permite el paso de frecuencias de la banda lateral inferior, aunque no estén solapadas con la banda base (ver la Figura 8).

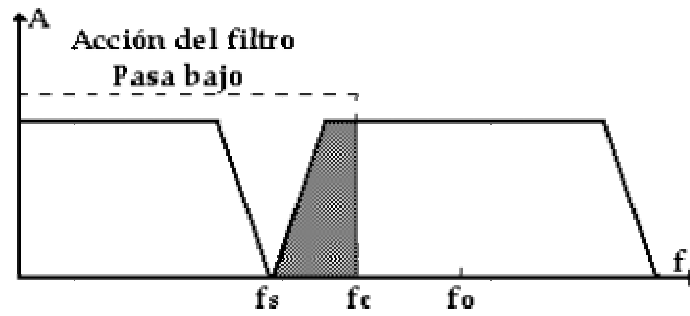


Figura.8. Cuando la frecuencia de corte del filtro PB es superior a $f_o - f_s$

3.2.2.- Cuantificación

Así se denomina al proceso mediante el cual se atribuye a cada muestra un valor de amplitud dentro de un margen de niveles previamente fijado. Este valor se representa por un número que será convertido a un código de ceros y unos en el proceso de codificación.

Por razones de facilidad en los cálculos, el número de niveles se hace coincidir con una potencia de dos y los impulsos de la señal PAM se redondean al valor superior o inferior según sobrepasen o no la mitad del ancho del nivel en que se encuentran.

El error que se produjo con estas aproximaciones equivale a sumar una señal errónea a los valores exactos de las muestras, como se ve en la Figura 9.

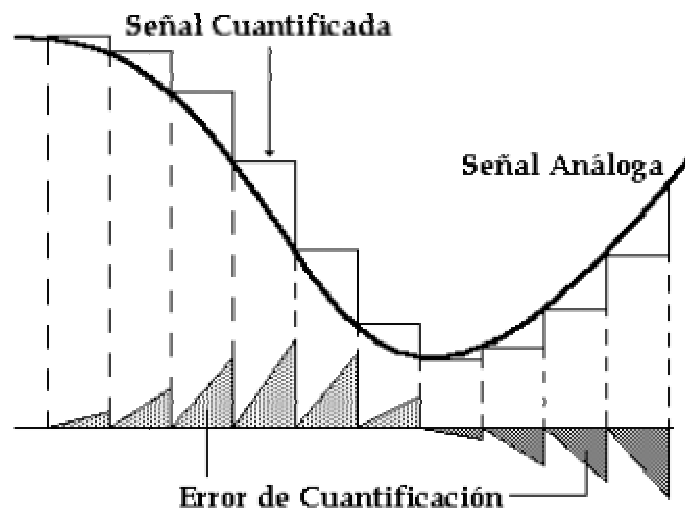


Figura 9. Error de cuantificación

Esta señal errónea aparecerá en el proceso de recuperación después de la decodificación digital-analógica, en forma de ruido visible. Se habla así de "ruido de cuantificación" que dependerá obviamente del número N de niveles

empleados en el proceso. Cuantos más niveles existan menor será el ruido generado. La relación señal / ruido de cuantificación es:

$$\frac{S}{C} = (20 \log N + 10.8) dB$$

El sumando constante de 10.8 dB tiene su origen en la misma definición de señal / ruido en televisión, donde se toma para la señal el valor pico a pico y para el ruido su valor eficaz.

Es evidente que usando codificación binaria resulta $N = 2^m$ (con $m =$ número de bits), por tanto:

$$\frac{S}{C} = (6m + 10.8) dB$$

La anterior ecuación es válida para la digitalización de una señal monocroma o para cada componente de color.

Se adoptaron 8bits para la digitalización de la señal de vídeo, por lo que la relación señal / ruido de cuantificación queda como:

$$\frac{S}{C} = 6 \cdot 8 + 10.8 = 58.8 dB$$

3.2.3.- Codificación

La codificación final de la señal de salida de un equipo depende de su aplicación. Puede usarse por ejemplo un código binario puro o un código de complemento a dos para aplicaciones locales. Pero cuando se trata de aplicaciones específicas, la codificación se convierte en un tema trascendente.

Dos planteamientos aparentemente contradictorios se mantienen aún hoy día acerca de la digitalización de la señal de televisión en color:

- *La codificación de señales compuestas:* consiste en digitalizar directamente las señales compuestas existentes. Con ello persiste el problema de la incompatibilidad de las distintas normas internacionales, aun manteniendo la misma frecuencia de muestreo y codificación. La ventaja fundamental de digitalizar la señal compuesta radica en que el equipo puede incluirse como una unidad más en los estudios analógicos actualmente en servicio.
- *La codificación de componentes:* en este método se digitalizan las tres señales Y, $K_1(R-Y)$, $K_2(B-Y)$ donde K_1 y K_2 son factores de ponderación que imponen el sistema digital. Estos factores no tienen los mismos

valores que los coeficientes ponderados de NTSC, PAL o SECAM. La primera y gran ventaja que se deriva de esta codificación es que siendo estas tres señales comunes a todos los sistemas, la compatibilidad puede alcanzarse por regulación internacional de los parámetros de muestreo, cuantificación y codificación. En tal sentido el CCIR (Comité Consultatif International des Radiocommunications o Comité Consultivo Internacional de Radio Comunicaciones) emitió en 1982 la norma 4:2:2 CCIR 601 de televisión digital en componentes. La segunda ventaja de esta codificación es que una vez alcanzada la digitalización plena de la producción, sólo se requiere un paso final de conversión D/A y una codificación NTSC, PAL o SECAM según el sistema adoptado de transmisión. Además, el tratamiento digital en componentes elimina los efectos perturbadores mutuos de luminancia y crominancia a la vez que en edición electrónica desaparecen los problemas derivados de la estructura de 4 y 8 campos NTSC y PAL respectivamente. Sólo habría que tener en cuenta la estructura de dos campos entrelazados como en televisión en blanco y negro.

4.- LA TRANSMISIÓN DE VÍDEO

La transmisión digital y la distribución de información audiovisual permite la comunicación multimedia sobre las redes que soportan la comunicación de datos, brindando la posibilidad de enviar imágenes en movimiento a lugares remotos. Pero no es todo tan bonito a la hora de transmitirlo por red, debido a que nos encontramos con sucesos como lentitud entre la reproducción de imágenes, errores de transmisión, o pérdidas de datos...

Existen dos formas de transmisión de datos, analógica y digital. Una de las características del vídeo es que está compuesto por señales analógicas, con lo que se pueden dar las dos formas de transmisión (previa digitalización de la señal analógica en el caso de desear una transmisión digital).

En los últimos años la transmisión de datos se ha volcado hacia el mundo digital ya que supone una serie de ventajas frente a la transmisión analógica. Al verse la información reducida a un flujo de bits, se consigue una mayor protección contra posibles fallos ya que se pueden introducir mecanismos de detección de errores, se elimina el problema de las interferencias, podemos disminuir el efecto del ruido en los canales de comunicación, conseguir codificaciones más óptimas, realizar encriptado de los datos, mezclar con otros tipos de información a través de un mismo canal y poder manipular los datos con ordenadores para comprimirlos, por ejemplo.

Si queremos difundir el vídeo por vías digitales tendremos que digitalizarlo, con lo que debe ser capturado en su formato analógico y almacenado digitalmente logrando así que sea menos propenso a degradarse durante la transmisión.

Existen dos tipos de redes de comunicación, las redes de conmutación de circuitos y las de conmutación de paquetes. En la conmutación de circuitos, donde la comunicación está permanentemente establecida durante toda la sesión, un determinado ancho de banda es asignado para la conexión, y el tiempo de descarga del vídeo puede predecirse, pero tienen la desventaja de que las sesiones son punto a punto y limitan la capacidad de usuarios.

En la conmutación de paquetes pueden acomodarse más fácilmente las conferencias multipunto. Aquí el ancho de banda está compartido pero es variable, lo que supone una importante mejora puesto que, si el bit rate (o número de bits por segundo) es fijo, la calidad de la imagen variará dependiendo del contenido de los fotogramas. Debe cumplirse que el ancho de banda, la resolución, y la compresión de audio sean idénticos para cada cliente que recibe el vídeo, lo que dificulta la configuración del sistema.

El vídeo es muy sensible al retardo de la red, ya que puede provocar cortes en las secuencias. La pérdida de alguna información en el vídeo sin comprimir no es muy relevante, ya que al perderse un fotograma, el siguiente

fotograma proporciona la suficiente información para poder interpretar la secuencia. En cambio, el vídeo comprimido es mucho más sensible a errores de transmisión, ya que las técnicas de compresión que se valen de la redundancia espacial y temporal (que veremos más adelante) pueden perder la información de esta redundancia y los efectos de la falta de datos pueden propagarse en los próximos fotogramas. Es por eso que actualmente la comunicación con vídeo vía Internet no promete una elevada fiabilidad de transmisión.

Algunas técnicas de compresión compensan esta sensibilidad a la pérdida de datos enviando la información completa sobre un fotograma cada cierto tiempo, incluso si los datos del fotograma no han cambiado. Esta técnica también es útil para los sistemas de múltiples clientes, para que los usuarios que acaban de conectarse, reciban las imágenes completas.

Nos podemos preguntar cuál es la tecnología de red adecuada para las aplicaciones de vídeo, pero siempre dependeremos del entorno en el que trabajemos. Por ejemplo, si disponemos de una alto ancho de banda el tipo de red adecuada sería ATM; para un entorno de red de área local podríamos usar Fast Ethernet, y actualmente para el usuario de Internet, ADSL.

Pero la solución para resolver el cuello de botella del ancho de banda del vídeo no está en un solo tipo de red, sino en una infraestructura de red flexible que pueda manejar e integrar diferentes redes y que deje paso también a futuras redes sin cambiar el hardware. También debe ser capaz de negociar las variables de ancho de banda, resolución, número de fotogramas por segundo y algoritmo de compresión de audio. Así que se necesita un nodo que permita la interconectividad entre todas las redes. Es el MCU (unidad de control multipunto). Cada red- RDSI, IP, ATM- usa protocolos específicos que definen la naturaleza de las ráfagas de vídeo. Las combinaciones de protocolos y estándares son muchas y, en una conferencia múltiple, por ejemplo, puede saturar el MCU. Muchos MCU no son capaces de negociar todas estas variables, forzando a los terminales de los clientes a reducir sus protocolos al más bajo común denominador de todos los participantes, bajando así la calidad del vídeo.

4.1.- Streaming

El vídeo puede servirse como un fichero, o en tiempo real. A este última forma de enviar el vídeo se le conoce como streaming.

Streaming vídeo, o vídeo en tiempo real, es la tecnología que permite la transmisión y recepción de imágenes y sonidos de manera continua a través de una red. A diferencia de otros formatos de audio y vídeo, en los que es necesario esperar que el archivo sea cargado en el equipo para su visualización, esta tecnología permite apreciar el contenido conforme se va teniendo acceso a la información del archivo.

El servidor de streaming permite visionar el vídeo de forma continua porque hace uso de un buffer, donde van cargándose algunos segundos de la secuencia antes de que sean mostrados. Entonces cuando se detecta un periodo de congestión de red, se visualizarán los datos que tenemos ya almacenados en el buffer. De esta forma el cliente obtiene los datos tan rápido como el servidor y la red le permitan. Hay pocos formatos hoy en día que soporten este tipo de visualización progresiva, probablemente en el futuro próximo, el estándar para el streaming vídeo será el Advanced streaming format (ASF).

El streaming puede decirse que funciona de forma inteligente ya que asegura al usuario que recibirá la más alta calidad posible dependiendo de la velocidad de conexión o de los problemas de conexión de la red. Tradicionalmente la congestión de la red forzaba al usuario a detener la visualización del vídeo almacenando en un buffer la información para posteriormente continuar mostrando la secuencia. Con los nuevos formatos de streaming como el MPEG-4, el cliente y el servidor pueden degradar la calidad de forma inteligente para asegurar una reproducción continua del vídeo.

Si se dan problemas de congestión de red, primeramente el servidor de vídeo disminuye el número de fotogramas que está enviando para mantener la calidad del audio e ir llenando el buffer mínimamente. Si las condiciones empeoran, el servidor deja de mandar frames de vídeo, pero mantiene la calidad del audio. Finalmente, si la calidad del audio empieza a degradarse, el cliente reconstruye de manera inteligente las secuencias que tiene almacenadas para no perder calidad.

4.2.- Vídeo en Internet

Existen dos métodos para la distribución de contenido con audio y vídeo sobre la Web. El primer método usa un Servidor Web estándar para repartir los datos a un medio visualizador. El segundo método usa un servidor de streaming.

En el primer método, el servidor Web, pondrá a disposición del cliente el fichero de vídeo previamente digitalizado y codificado o comprimido. El protocolo usado es el HTTP (Hypertext Transport Protocol), que opera en la parte alta del TCP el cual maneja la transferencia de datos. Este protocolo no está optimizado para aplicaciones en tiempo real, con lo que el objetivo es maximizar el ratio de transferencia, para lograrlo usa un algoritmo llamado "comienzo lento": TCP manda primero datos con un bajo ratio, y gradualmente va incrementando el ratio hasta que el destinatario comunica una pérdida de paquetes. Entonces el TCP asume que ha llegado al límite del ancho de banda y vuelve a enviar datos a baja velocidad, y a volverá a incrementar la velocidad repitiendo el proceso anterior. TCP se asegura una fiable transmisión de datos con la retransmisión de los paquetes perdidos. Sin embargo, lo que no puede asegurar es que todos los paquetes recientes llegarán al cliente para ser visualizados a tiempo, con lo que podremos experimentar pérdida de imágenes en las secuencias de vídeo (por lo que no es recomendable utilizarlo para transmisión en tiempo real).

Internet no puede considerarse un medio adecuado para la transmisión de vídeo en tiempo real. La calidad de los vídeos transmitidos en tiempo real es bastante pobre con lo que se debe elegir poca velocidad y mucha calidad o ganar velocidad y perder calidad en imagen. Pese a todo esto, existen soluciones desarrolladas que con las mejoras de las técnicas y de la velocidad de los módems han ido evolucionando. Para poder distribuir vídeo sobre Internet, y, especialmente, un sistema de stream vídeo, los componentes que necesitamos son un codificador para digitalizar el vídeo y comprimirlo, un software de servidor web, que puede ser una máquina distinta o la misma que el codificador, y una conexión a la red con suficiente ancho de banda, dependiendo del número de usuarios a los que queremos dar servicio. El usuario final necesitará solamente el programa cliente para descargar y visualizar los flujos de vídeo.

4.3.- Videoconferencia

Entendemos por videoconferencia a los sistemas que permiten transmitir y recibir vídeo y audio en los 2 sentidos. El sistema permite todas las opciones de presentación e intercambio de información que son posibles en las reuniones presenciales.

En cuanto a la conexión existen básicamente 2 modelos:

- Videoconferencia Punto a Punto: se realiza entre 2 únicos terminales de videoconferencia. Previamente se establece la llamada telefónica mediante el número RDSI. Es decir, un equipo de videoconferencia hace la llamada a través del número RDSI al otro equipo y se inicia la comunicación.
- Videoconferencia Multipunto: en este modelo la videoconferencia va a ser entre más de 2 terminales. Se hace necesario pues, un equipo que sea capaz de hacer de unión entre todos los terminales que participarán en la Multivideoconferencia (equipo conmutador de Vídeo de puertos RDSI). Este equipo, el puente de videoconferencia, se encargará de recibir la señal de todos los equipos de videoconferencia y de distribuir todas estas señales a todos los equipos, con el fin de que todos puedan participar al mismo tiempo en dicho evento. Este puente de videoconferencia se suele contratar a empresas de telecomunicaciones, dado su alto coste.

Como dijimos, el problema básico del vídeo es el gran ancho de banda que requiere. En videoconferencia suele trabajarse con ventanas de 300x200 píxeles. El vídeo estándar utiliza 30 imágenes (frames) por segundo, por tanto, 30 imágenes de 60 KB dan la friolera de 1,8 millones de bytes por segundo. La mayoría de los fabricantes se orienta hacia la adopción de la RDSI.

5.- LA COMPRESIÓN DE VÍDEO DIGITAL

Existen tres estrategias para reducir la cantidad de datos de un vídeo: comprimir los datos, reducir las dimensiones de imagen del vídeo o reducir la velocidad de fotogramas del vídeo capturado.

La compresión es el proceso de eliminar o reestructurar datos para reducir el tamaño de un archivo. Los archivos de vídeo digital son muy grandes y requieren velocidades de transferencia de datos muy altos para la captura y la proyección. La compresión se realiza al compilar el archivo de vídeo; la descompresión se realiza al proyectar la película.

La técnica de compresión de vídeo consta fundamentalmente de tres pasos. El primero es el preprocesamiento de la fuente de vídeo de entrada, paso en el cual se realiza el filtrado de la señal de entrada para remover componentes no útiles y el ruido que pudiera haber en esta. El segundo paso es la conversión de la señal a un formato intermedio común (CIF), y, por último, el tercer paso es la compresión. Las imágenes comprimidas son transmitidas a través de la línea de transmisión digital y se hacen llegar al receptor donde son reconvertidas al formato común CIF y son desplegadas después de haber pasado por la etapa de post-procesamiento. Mediante la compresión de la imagen se elimina información redundante.

El proceso de decodificación es básicamente el inverso del proceso de codificación.

La compresión del audio está descrita por tres parámetros: ratio de muestreo (numero de muestras por segundo), bits por muestra (numero de bits para representar cada valor), y número de canales (mono o estéreo).

Los estándares de vídeo digital más conocidos son: MPEG, Quicktime, AVI, MOV, real vídeo, ASF... y para vídeo analógico: NTSC, PAL, SECAM.

Los codecs pueden estar basados en software o en hardware. La compresión mediante hardware es bastante más rápida y eficaz que la software.

Por otro lado, existen codecs optimizados para la calidad de la imagen y otros orientados a la velocidad.

Varias tarjetas de vídeo ofrecen compresión de hardware basada en el formato JPEG de movimiento (Motion JPEG), que permite visualizar imágenes de fotograma completo a 30 fotogramas por segundo (algunas a 60 campos por segundo).

Una imagen de vídeo esta descrita por un mapa de bits y, dependiendo del número de bits pueden tener una cantidad máxima de colores: 8 bits tendrán 256 colores, 16 bits miles de colores, 24 bits millones de colores y 32 bits millones de colores más un canal alfa para conservar una selección o un canal transparencia.

Si nuestra imagen posee un formato de 320 x 240 de tamaño de ventana, con 24 bits para el color y 15 frames/sg, el vídeo ocupará unos 1,2 MB por cada segundo.

Según el tipo de compresión que se utilice, se perderá más o menos calidad, algo que se notará en la imagen cuando se comience a apreciar unas pequeñas "motitas" de píxeles en pantalla.

6.- TÉCNICAS DE COMPRESIÓN

Las técnicas de compresión de vídeo recurren a los procedimientos generales de compresión de datos, aprovechando además la redundancia espacial de una imagen (áreas uniformes), la correlación entre puntos cercanos y la menor sensibilidad del ojo a los detalles finos de las imágenes fijas (JPEG) y, para imágenes animadas (MPEG) se saca provecho también de la redundancia temporal entre imágenes sucesivas.

En todo material real ya sea de audio o vídeo, hay dos tipos de componentes de señal: aquellos componentes que son nuevos o impredecibles y aquellos que pueden ser anticipados.

Los componentes nuevos son llamados entrópicos y corresponden a la verdadera información en la señal. Los restantes son llamados redundancia ya que no son esenciales. La redundancia puede ser espacial tal como un área plana de una imagen, donde los píxeles cercanos tienen todos el mismo valor, o temporal, donde se explota la similitud de imágenes sucesivas.

Las técnicas de compresión se basan en una serie de algoritmos que permiten reducir la cantidad de información sin que el resultado se vea afectado (o al menos es lo que intentan).

Primero se decodifica la imagen en sus componentes originales, RGB (Red, Green, Blue), YUV (Luminancia, Chroma) o cualquier método de almacenamiento de vídeo digital. Tras esto se le aplican los algoritmos que permiten la compresión.

Algunas de estas técnicas son las siguientes:

- Truncamiento: reducción del número de bits por cada componente, pixel, o resolución. Esta técnica es la más simple de todas, y su ventaja es que la complejidad de procesamiento es mínima.
- CLUT: Colour Lookup Table, se trata de una tabla que almacena la información de color de los píxeles o regiones.
- Run Length Coding: regiones que no cambian de una escena a otra, se almacenan y se les da un número, en la siguiente escena, si la región no cambia, se almacena el número de región y no sus píxeles constituyentes.
- Interpolación de regiones: similar al anterior, pero permite que la región tenga cambios, así se almacena la región la primera vez, y mediante técnicas de interpolación, se reconstruye la siguiente con ciertos cambios que también se almacenan.
- Predicción de valores: DPCM (Differential Pulse Code Modulation) y ADPCM (Adaptive DPCM) se usan para almacenar píxeles o regiones y reducir los posibles cambios que pueda haber a un rango menor.

- Transformación de regiones: básicamente, se cambia la información de una región por otra que nos devuelva un resultado visual similar. Algunos de los algoritmos usados para esta transformación son el Discrete Cosine Transform (usado por ejemplo en imágenes JPG).
- Motion Compensation: usa varias de las técnicas anteriores, decidiendo qué partes sufren cambios menores, divide la imagen en bloques y realiza cambios en los posibles valores obtenidos. Si los cambios entre regiones son mínimos, trata de no hacer cambio ninguno o predecir los valores.

Algunos de los problemas que ocasionan estas técnicas son la pérdida apreciable de información del color, contraste/brillo erróneo (overloading) o degradación de la señal que se da por errores en los codecs teniendo como resultado cuadros corruptos.

Otro de los típicos problemas es el efecto Gibbs, que se da en recuadros con alto contraste o cambio brusco de color o textura. Se da por el error relativo en la transformación trigonométrica de la información de color/luminancia.

Pero el fallo más característico y apreciable es el "Blockiness", haciendo que los cuadros o regiones en que se ha dividido la imagen aparezcan perfectamente visibles debido a la gran diferencia de calidad con respecto a la imagen original. Se debe al bajo bitrate para esa secuencia.

Dentro de los distintos sistemas que utilizan los CODECs para comprimir el vídeo, podemos distinguir básicamente dos tipos:

- CODECs sin pérdida, es decir, los que conservan los datos originales y aseguran que las imágenes sean las mismas después de la compresión y posterior descompresión. En estos sistemas, se intenta que el codificador extraiga la redundancia de la señal y envíe solo la entropía al decodificador. Estos CODECs usan normalmente el sistema RLE (Run Length Encoding), consistente en descartar regiones o bloques de similares colores entre imagen e imagen. Esta técnica funciona bien con imágenes generadas por ordenador, donde existen áreas de color uniforme. Sin embargo, las técnicas de compresión sin pérdida no son, en general, muy efectivas con el Vídeo digital, ya que éste tiene pocas áreas de color continuo y está formado por numerosas variaciones de color. El ratio típico de estos CODECs es de 1:2.
- CODECs con pérdidas: intentan eliminar información de las imágenes de forma que sea lo más inapreciable posible para el espectador. Se intenta eliminar la información irrelevante o no tan crítica para el observador antes de analizar los componentes importantes en la señal. Solo la entropía es almacenada o transmitida y el decodificador calcula la redundancia con la señal recibida. Esa información eliminada no puede ser recuperada. La cantidad de información perdida depende del grado de compresión y es proporcional a la disminución de calidad.

Dentro de los algoritmos de compresión con pérdida podemos distinguir, a su vez, dos tipos básicos:

1. Algoritmos de compresión espacial: comprimen cada imagen independiente del vídeo.

2. Algoritmos de compresión temporal: aprovechan la ventaja que existe cuando las imágenes sucesivas son similares.

Hay que mencionar también la llamada simetría del CODEC; decimos que un CODEC es simétrico cuando las velocidades de codificación y decodificación son iguales. De la misma manera, decimos que un CODEC es altamente asimétrico cuando estas velocidades son muy distintas. Por ejemplo, existen CODECs que tardan mucho en comprimir / codificar, pero que son muy rápidos decodificando, esto sería un codec muy asimétrico.

También hay que tener en cuenta que existen algunos CODECs especialmente diseñados para no producir muchas pérdidas al recomprimir (esto es sólo aplicable a los de compresión con pérdida).

Un codificador ideal debería transmitir solo la entropía y un decodificador ideal debería reconstruir la señal completa con esa información. En la práctica, sin embargo, no se puede alcanzar este objetivo. Un codificador ideal requeriría de un retardo muy grande para poder extraer sólo la redundancia de la señal, retardo que es inconcebible, sobre todo para determinadas aplicaciones en tiempo real. En otros casos, un codificador ideal sería muy caro. Por todo esto, puede afirmarse que no hay un codificador ideal.

En la práctica se necesita de un rango de codificadores con diferentes grados de retardo y complejidad. Es importante conocer los diferentes tipos de codecs que existen y las principales características de cada uno de ellos para elegir el más adecuado a nuestras necesidades. Siempre habrá que tener en cuenta la compatibilidad entre las distintas plataformas y sus ratios de compresión. Es preciso saber dónde va a ser decodificado el archivo y de que tipos de recursos dispone el potencial destinatario de la película digitalizada, ya que muchos de los compresores permiten indicar la tasa de transferencia de datos para optimizar la compresión en función del medio desde el cual se reproducirá la película.

La entropía en señales de vídeo varía. En el proceso de codificación, algunas imágenes tendrán mas entropía que otras y, por lo tanto, requerirán de mas datos para ser representadas si queremos mantener constante la calidad de codificación. Bajo este esquema de codificación, tendríamos calidad constante pero bit rate variable; por ello, se introduce un buffer a la salida del codificador que absorba dichas variaciones de entropía y produzca un bit rate constante a la salida.

6.1.- Codificación intra o espacial

Cuando las imágenes individuales son comprimidas sin referencia a las demás, el eje del tiempo no entra en el proceso de compresión, esto, por lo tanto, se denomina codificación intra (intra = dentro) o codificación espacial.

A medida que la codificación espacial trata cada imagen independientemente, esta puede emplear ciertas técnicas de compresión desarrolladas para las imágenes fijas. El estándar de compresión ISO (International Standards Organization) JPEG, está en esta categoría. Puede codificarse vídeo mediante una sucesión de imágenes codificadas en JPEG; ésto se conoce como "JPEG en movimiento".

La compresión espacial se vale de las similitudes entre píxeles adyacentes en zonas de la imagen lisas, y de las frecuencias espaciales dominantes en zonas de color muy variado.

La codificación espacial puede dividirse en codificación por predicción y codificación de la transformada, usando la transformada del coseno.

La transformada del coseno o DCT es una implementación específica de la transformada de Fourier donde la imagen es transformada de su representación espacial a su frecuencial equivalente. Cada elemento de la imagen se representa por ciertos coeficientes de frecuencia. Las zonas con colores similares se representan con coeficientes de baja frecuencia y las imágenes con mucho detalle con coeficientes de alta frecuencia. La información resultante son 64 coeficientes DCT. El DCT reordena toda la información y la prepara para la cuantización.

El proceso de cuantización es la parte del algoritmo que causa pérdidas. La cuantización asigna un número de bits específico a cada coeficiente de frecuencias y entonces comprime los datos asignando unos cuantos bits a los coeficientes de alta frecuencia. sin que lo note el observador.

Los parámetros de la cuantización son optimizados, pero el proceso aún deteriora la calidad del vídeo. Generalmente se acepta que, con un factor de compresión de 2:1 (aproximadamente 10Mb/seg), se pueden apreciar visualmente algunas pérdidas en la integridad del vídeo.

Un análisis de las imágenes de televisión revela que existe un alto contenido de frecuencias espaciales debido al detalle en algunas áreas de la imagen, generando una cantidad pequeña de energía en tales frecuencias. A menudo, las imágenes contienen considerables áreas en donde existen píxeles con un mismo valor espacial. El promedio de brillo de la imagen se caracteriza por componentes de frecuencia de valor cero. Simplemente omitiendo los componentes de alta frecuencia de la imagen, esta se vuelve inaceptable debido a la pérdida de definición de la imagen.

Una disminución en la codificación se puede obtener, tomando como ventaja que la amplitud de los componentes espaciales disminuye con la frecuencia. Si el espectro de frecuencia espacial es dividido en subbandas de frecuencia, las bandas de alta frecuencia se pueden describir en pocos bits, no solamente porque sus amplitudes son pequeñas sino porque puede ser tolerado más ruido.

6.2.- Codificación inter o temporal

La codificación inter aprovecha la ventaja que existe cuando las imágenes sucesivas son similares. En lugar de enviar la información de cada imagen por separado, el codificador inter envía la diferencia existente entre la imagen previa y la actual en forma de codificación diferencial. De esta forma, se elimina la redundancia temporal, usando información de las imágenes ya enviadas y enviando únicamente las zonas de la imagen que han cambiado de un fotograma a otro. El codificador necesita de una imagen, la cual fue almacenada con anterioridad (*key frame*) para luego ser comparada con imágenes sucesivas y, de forma similar, se requiere de una imagen previamente almacenada para que el decodificador desarrolle las imágenes siguientes.

MPEG es el principal ejemplo de este tipo de compresores y se caracteriza porque puede mantener una alta calidad en la imagen a pesar de utilizar ratios de compresión mayores que la compresión intra.

Los datos que se generan al hacer la diferencia entre dos imágenes también se pueden tratar como una nueva imagen (la cual se puede someter al mismo tratamiento de transformación utilizado en la compresión espacial).

El compresor retiene toda la información de la secuencia cada cierta cantidad de fotogramas y servirá de referencia a la hora de saber qué tipo de información debe desechar el compresor en las secuencias posteriores hasta encontrar un nuevo fotograma de referencia. Como hemos dicho, a esta imagen de referencia se le conoce como *key frame*.

A las imágenes obtenidas como diferencia de la imagen no comprimida y la imagen de referencia se las conoce como *delta frames*.

Desafortunadamente existe la posibilidad de transmitir errores, si se utiliza una secuencia ilimitada de key frames. Por esto es mejor utilizar un número limitado de imágenes previstas para de este modo garantizar una mejor transmisión de los datos. Ésto ocasiona que el flujo de transmisión de datos sea variable hasta cuando llegan a la memoria intermedia, la cual genera a su salida una transmisión de datos de forma constante. También se puede observar que el predictor necesita almacenar datos de menor proporción puesto que su factor de compresión no cambia de una imagen a otra.

Una secuencia de imágenes que está constituida por una imagen inicial (*key frame*) "I" y las siguientes imágenes "P" (*delta frames*) hasta el comienzo de otra imagen "I", se denomina GOP o grupo de imágenes (Group Of Pictures). Para factores de compresión altos se utiliza un número grande de *delta frames*, haciendo que las GOPs aumenten de tamaño considerablemente; sin embargo un GOP grande evita recuperar eficazmente una transmisión que ha llegado con errores.

En el caso de objetos en movimiento, puede que su apariencia no cambie mucho entre imágenes, pero la representación de los bordes si cambia considerablemente. Esto es de gran ventaja si el efecto de movimiento se representa por la diferencia entre imágenes, generando una reducción en la codificación de datos. Este es el objetivo de los métodos de compensación de movimiento, que utilizan una estimación del movimiento para realizar la compensación del mismo.

6.3.- Codificación bidireccional

Cuando un objeto se mueve, éste oculta lo que hay detrás de él, pero esto va cambiando a medida que se va moviendo, permitiendo observar el fondo. El revelado del fondo exige nuevos datos a ser transmitidos, ya que el área del fondo había sido ocultada anteriormente y la información no pudo ser obtenida desde una imagen previa.

Un problema similar ocurre si se hace una toma panorámica con una cámara de vídeo; aparecen nuevas áreas al observador y nada se sabe acerca de ellas. La codificación bidireccional deja información para ser tomada de imágenes anteriores y

posteriores a la imagen observada. Si el fondo ya ha sido revelado, y este será presentado en una imagen posterior, la información puede ser movida hacia atrás en el tiempo, creando parte de la imagen con anticipación.

7.- FORMATOS DE VÍDEO DIGITAL (CODECS)

Los primeros equipos que fueron capaces de reproducir video digital eran lentos, de poca capacidad y de mala calidad, y además, las imágenes almacenadas ocupaban mucha memoria.

Un primer formato fue el FLI de Autodesk, que consistía en un flujo de imágenes de formato GIF a una resolución muy baja (320 x 200 píxeles), con una profundidad de 256 colores y sin sonido.

Pero por más primitivo que nos parezca, este primer formato ya nos introduce al concepto de compresión. Para que la reproducción pueda tener fluidez, y para que el archivo ocupe menos espacio en el disco rígido, se utilizó un sistema de compresión temporal, que consistía en una secuencia formada por un primer fotograma clave (keyframe) que se graba sin compresión, y en lugar de los fotogramas siguientes se graban sólo las variaciones que hay entre el fotograma y su adyacente (deltaframes). Este sistema proporcionaba un ratio de compresión de 2:1 aproximadamente (la mitad de tamaño).

Con el tiempo, se alcanzaron medidas más estandarizadas, que proporcionaban una resolución y profundidad de color aceptables, y se solucionó el problema del sonido. Pero estos parámetros nos resultan en un archivo de una medida inabordable, para lo que se tuvo que intensificar el desarrollo de la compresión. Distintas empresas desarrollaron sus propios Códecs.

De tal forma que si se tiene en cuenta que para poder registrar toda la información de un vídeo PAL a pantalla completa (720x576) se necesita un CBR (Flujo de Datos Constante) de 32.768 kB/s se entiende pronto el porqué de la compresión a la hora de trabajar con vídeo. Una hora de vídeo a pantalla completa sin comprimir son 115.200 MB.

Incluso aunque se capture a una resolución 352x288 se necesitan 8 MB/sg., una cantidad considerable teniendo en cuenta que nos harían falta 28 GB por cada hora de captura, más el espacio necesario para realizar la edición del vídeo capturado. Así pues, se hace necesaria la intervención de formatos de compresión.

Antes de entrar en más detalle en los diferentes formatos existentes (codecs), se van a comentar algunos aspectos fundamentales en los que se basan las diferentes técnicas de compresión.

7.1.- Conceptos Básicos de Compresión

7.1.1.- RGB

Este formato es el equivalente a un .wav en audio o un .bmp en fotografía, es decir, se captura con el 100% de calidad y sin compresión alguna. Las siglas RGB provienen del inglés, Red (rojo), Green (verde) y Blue (azul) haciendo referencia a la característica del ojo humano de percibir tan sólo estos tres colores básicos y, el resto de la gama de color, se crea a partir de la combinación de estos tres.

Aunque con este formato se obtiene la máxima calidad, los altos requerimientos de espacio y de ancho de banda, para no perder cuadros (frames) en la captura harán que se desestime en la mayor parte de las ocasiones.

Cuando se hace referencia al formato RGB se suele especificar también la profundidad de color, que se expresa en bits. Así, al decir RGB24 se está indicando que el vídeo tiene una profundidad de color de 24 bits (16.777.216 colores) Los valores posibles son RGB32, RGB24, RGB16 y RGB15

7.1.2.- YUV

Otra característica del ojo humano, es que es más sensible a la luminosidad (cantidad de luz por pixel) que al color. Si se centra la compresión en el color preservando la luminosidad, se consigue un primer paso en la reducción del tamaño de la captura sin afectar demasiado a la calidad. La "Y" hace referencia a la luminosidad, mientras que "U" y "V" a la crominancia, o color.

Este sistema de compresión suele venir por defecto en un buen número de tarjetas capturadoras sin necesidad de instalar ningún códec y la mayor parte de los códecs de compresión también lo utilizan como base para compresiones mayores.

Hay una gran variedad de formatos YUV, algunos presentan diferencias muy sutiles y otras más importantes. El principal aspecto a tener en cuenta cuando se comprime en YUV es el "subsampling".

7.1.3.- Subsampling

El "Subsampling" (submuestreo) consiste en reducir la información de color preservando intacta la luminosidad. Eso se expresa de la siguiente manera:

- 4:4:4 mantiene intacta tanto la información de la luminosidad (primer "4") como la del color (los otros dos "4"s).
- 4:2:2 reduce el muestreo del color a la mitad.
- 4:1:1 reduce el muestreo de color a la cuarta parte.
- 4:2:0 elimina uno de los valores de color dejando el otro valor en la mitad.

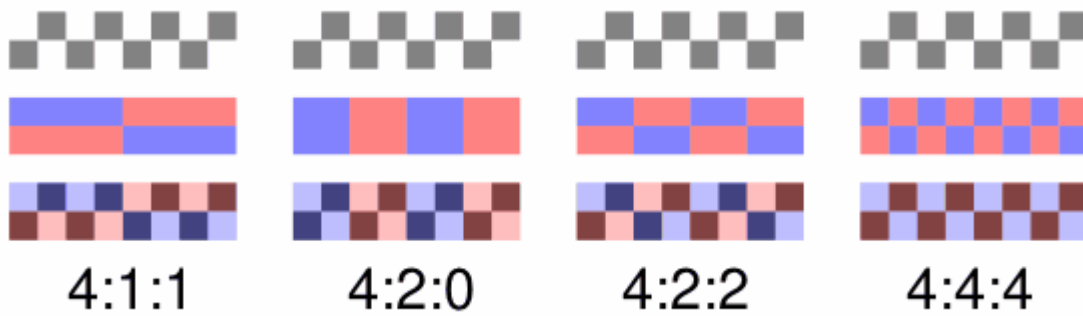


Figura 1. Ejemplo de los distintos niveles de subsampling

Los valores empleados en la compresión JPG y MPEG son 4:1:1 y 4:2:0. Para saber el porqué se le llama "sub-muestreo" hay que recordar que en un televisor la imagen se forma de forma entrelazada entre 625 líneas horizontales (525 para NTSC). Por tanto, el "submuestreo" hace referencia a que para comprimir la imagen, tan sólo se utiliza el muestreo vertical, puesto que las líneas son horizontales y se cuentan de "arriba a abajo".



Figura 2. Imagen sin subsampling



Figura 3. Imagen con Subsampling aplicado

7.1.4.- Formatos YUV más comunes

- YUV2: Es el más utilizado y equivale al 4:2:2. Se obtiene la luminosidad de cada píxel y el color de cada dos. Se obtiene una calidad muy cercana al RGB24 con una compresión bastante buena.
- YUV8: Se elimina por completo la información de color dejando tan sólo la luminosidad. Es la famosa escala de grises de 8 bits por píxel y 256 tonos.
- YUV9: La luminosidad se toma de cada píxel, mientras que para el color se obtiene un valor medio de un matriz de 3x3 píxeles

- **BTYUV**: Es equivalente a 4:1:1. La luminosidad de cada píxel se conserva. Para el color, se agrupan 4 píxeles por cada línea y se obtiene la media.
- **YUV12**: Este formato es muy empleado en compresión MPEG y explica el porqué de la frecuente pixelación con flujos de datos bajos, ya que se obtiene un valor medio de luminosidad y color por cada matriz de 2x2 píxeles.

Hay muchas más variedades y en numerosas ocasiones un mismo tipo de YUV recibe nombres distintos. De hecho, la compresión YUV puede llamarse YCC, YCbCr, YPbPr o YIQ atendiendo a diversas consideraciones en el tratamiento del color.

7.1.5.- Compresión con pérdida (lossy) o sin pérdida (lossless)

Este concepto ya lo he comentado anteriormente, pero no su uso. Es evidente que si se quiere preservar el 100% de la calidad del original debe elegirse un códec sin pérdida, pero no se le pueden pedir peras al olmo: o se tiene una cosa o tiene otra. Es decir que, con los códecs sin pérdida se obtienen valores de compresión muy discretos, aunque eso sí, la calidad es exactamente la misma que si no se hubiera comprimido el vídeo, así que no hay razón para capturar en RGB pudiendo conservar la calidad y reducir un poco el espacio necesario.

7.1.6.- Compresión en Tiempo Real o en Diferido

Pasar el vídeo de una cinta al ordenador requiere, como ya he comentado, un flujo de datos bastante elevado que en la inmensa mayoría de las ocasiones nos interesa reducir. El problema principal es: el tiempo. Puesto que el flujo de datos es constante, el ordenador apenas sí tiene tiempo de comprimir (0,04 segundos por fotograma) y ahí se presenta el eterno dilema ¿calidad o tamaño?

Como cualquier códec que se utilice para capturar en tiempo real podrá ser usado posteriormente para la post-producción, habrá que tener en cuenta las opciones de configuración para sacar el máximo partido posible al códec y obtener los mejores resultados tanto en la captura como en la edición final. Ya que en la post-producción prima la calidad antes que el tiempo y, con más tiempo para el códec, se obtienen compresiones de menor tamaño y más calidad.

Hay programas específicos para la compresión en tiempo no-real como TMGPEnc, Panasonic MPEG1 Encoder o LSX-MPEG que ofrecen unos resultados excelentes partiendo de vídeo NO comprimido RGB.

7.1.7.- Keyframes

La palabra "Keyframe" (cuadro clave) se emplea para designar a un cuadro (fotograma) que ha sido tomado como referencia para analizar los cambios posteriores que se producen en una secuencia de imágenes.

Para mejorar la calidad de la captura, si la secuencia que se está capturando no tiene mucho movimiento, el códec podrá centrar su atención en lo que cambia entre la imagen elegida como "keyframe" y un número "x" de cuadros posteriores al cuadro clave, pudiendo comprimir lo que cambia con mejor calidad, ya que lo que no cambia se mantiene constante y el códec se centra en guardar tan sólo las diferencias entre keyframe y keyframe.

Los keyframes sirven, además, como puntos de referencia en la reproducción de vídeo. Si se realiza una captura de larga duración (toda una película, por ejemplo) y no se usan cuadros clave, si se quiere empezar a ver la captura desde un punto concreto, el ordenador tendrá que leer el archivo de vídeo desde el principio, cuadro a cuadro, hasta llegar al punto seleccionado, empleando un tiempo bastante considerable.

Esto no sucede si se usan cuadros clave, puesto que el ordenador no lee cuadro a cuadro, sino de keyframe a keyframe.

Muchos códecs de captura permiten elegir cada cuantos fotogramas se quiere que haya un keyframe. Normalmente se suele usar un cuadro clave cada 15-50 fotogramas.

7.2.- Códecs de Compresión

Las arquitecturas de vídeo, estándares y codecs, hacen que Windows Media, QuickTime y MPEG nos permitan visualizar imágenes de vídeo en nuestro ordenador. Se pincha sobre un fichero y el sistema se hace cargo de todos los detalles. Decide qué software trabajará acorde al esquema de compresión usado y lo mostrará. Sin embargo, no siempre se está satisfecho con los resultados de esos programas.

7.2.1.- ¿Qué son los Códecs?

Como su nombre indica, corresponde al acrónimo de codificador / decodificador. Conocido como "lossy", el esquema de compresión elimina datos para salvar espacio en disco.

Tal como se comentó en el capítulo de introducción, existen dos tipos principales de compresión:

- el conocido como "compresión temporal", en el que la compresión de datos de vídeo se realiza ahorrando espacio, analizando cada cuadro (frame) y almacenando o muestreando sólo la diferencia con el cuadro precedente.
- y el otro método de compresión de vídeo, que elimina los datos de los píxel que no cambian y es conocido como "compresión espacial".

7.2.2.- ¿Qué son las Arquitecturas?

Una arquitectura de vídeo define la forma en que se manejan y sincronizan los datos de vídeo. Cada arquitectura está optimizada para una plataforma específica. Por ejemplo, Windows Media está optimizado para el PC, QuickTime para Apple y Real Systems para la Web.

Todas las arquitecturas de vídeo son similares en funciones, pero difieren ampliamente en los detalles. Todas definen los formatos de los archivos y sus extensiones, pero no necesariamente especifican el formato actual de los datos de vídeo almacenado en el archivo.

La arquitectura puede restringir el formato de vídeo, pero no siempre se da el caso. Por ejemplo, Windows Media y QuickTime manejan una amplia variedad de formatos de vídeo. Esto es porque la arquitectura de vídeo sólo define el entorno. Este entorno maneja los datos de vídeo con la información necesaria para reproducirse. Por consiguiente, cuando se abre un fichero con las extensiones .avi o .mov, lo que realmente se está abriendo es el entorno. El ordenador lee la información del entorno y llama al software apropiado para que se reproduzca ese fichero correctamente.

No todas las arquitecturas son flexibles. Real Systems sólo soporta vídeo comprimido con su propio codec propietario, así la información del entorno no tiene el codec específico para poder descodificar el video comprimido.

Esto es lo más importante de esta información técnica. No es la extensión del fichero que se ve en el PC la que define el codec que fue usado para crear el vídeo. Eso está definido por la arquitectura. Las extensiones .avi y .mov identifican la arquitectura de vídeo. El resto se encuentra dentro del entorno .avi o .mov.

7.2.3.- ¿Qué son los Estándares?

En un esfuerzo para encontrar un fondo común, el Motion Picture Expert Group (MPEG) desarrolla formatos de archivos estándar y algoritmos de compresión que la industria puede licenciar para aplicaciones particulares de audio y vídeo.

Se trabaja constantemente en nuevas características de MPEG para solucionar las demandas de explotación de video digital. Con el MPEG-4, se hace un intento para tratar el tema del vídeo en Internet (Web), y están en desarrollo el MPEG-7 (Multimedia Content Description Interface) que está enfocado principalmente para los metadatos, indexación y organización.

También está el MPEG-21 (Multimedia Framework), proyecto a muy largo plazo, donde se establecen arquitecturas de manejo de derechos para sistemas de pago y visión de contenidos (pago por visión, vídeo bajo demanda, etc.). Tal vez el MPEG-7 y el MPEG-21 converjan en un solo protocolo. El tiempo lo dirá.

7.2.4.- Huffiyuv

<http://www.math.berkeley.edu/~benrg/huffyuv.html>

Este códec es realmente sencillo y efectivo, de gran calidad y proporciona una buena compresión. Ofrece dos tipos de compresión, sin pérdida (RGB) o con una mínima pérdida de color (YUV2). En cada uno de los apartados se presentan tres opciones:

- Best ofrece la mejor compresión.
- Fast una compresión más rápida para equipos menos potentes.
- La opción restante se queda a medio camino entre rapidez y compresión.

Para poder usar la compresión YUV2 se debe seleccionar "Convert to YUV2" (convertir a YUV2) en el menú RGB.

Capturando con RGB en la opción Best, se pueden capturar unos 50 minutos de vídeo, mientras que con YUV2, también en la opción Best se pueden capturar unos 65 minutos.

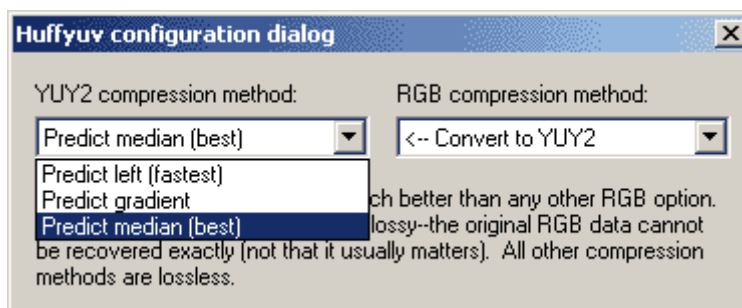


Figura 4. Diálogo de configuración del Codec

7.2.5.- LEAD

<http://www.leadtools.com/codec.htm>

Ofrece compresión sin pérdida (Lossless JPEG y JPEG 4:4:4) y 4:1:1. También ofrece una compresión exclusiva de LEAD Technologies, que ofrece una calidad de imagen y una tasa de compresión excelentes, pero los archivos resultantes son imposibles de ver a pantalla completa ya que tanto en el Reproductor de Windows Media 6.4 como en Adobe Premiere el sistema se cuelga al tratar de ver el vídeo a pantalla completa.

Dejando aparte ese problema, lo que sí ofrece a las mil maravillas es una gran variedad de opciones de calidad, así que si el equipo no es muy potente o se quiere apurar al máximo el disco duro se puede ir jugando con el ratio de compresión hasta encontrar un término medio entre rapidez y calidad. Es posible elegir entre una serie de calidades predeterminadas, o es posible también seleccionarla de forma manual mediante la opción *Custom Quality*.

Si se acerca la selección a *Better Quality* se tendrá mejor calidad, mientras que con *Smaller Size* se tendrá un menor tamaño. Si se elige una de las opciones

predeterminadas ha de tenerse en cuenta que la calidad va de *arriba a abajo*, es decir, las opciones más arriba en la lista ofrecen más calidad, mientras que las últimas de abajo ofrecen un menor tamaño.

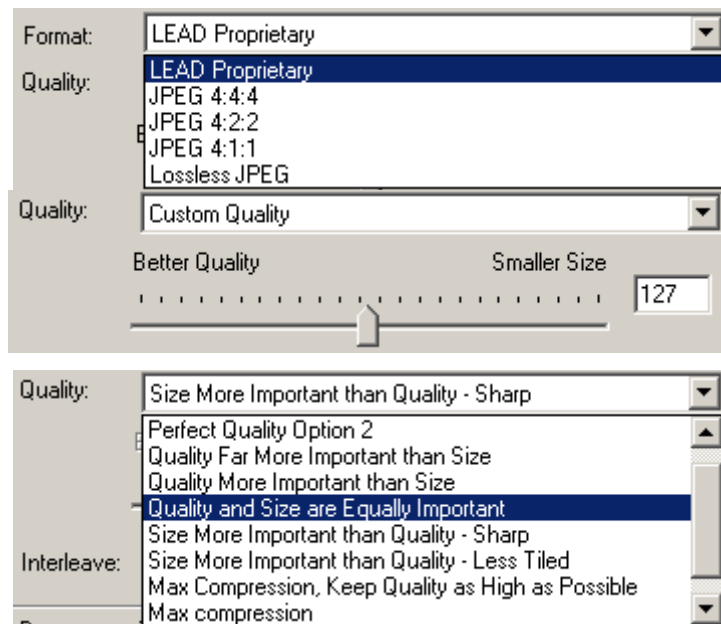


Figura 5. Pantallas de configuración del Codec

Si se captura con una resolución vertical mayor o igual a 288 se deberá dejar seleccionada la opción "Interleave" (entrelazado) que viene por defecto, aunque también se puede seleccionar "Always" (siempre) o "Never" (nunca). ¡Ojo! No desactivar la casilla "Enable" (habilitada) en el apartado "Decompression" (descompresión) o no se podrán reproducir las capturas.

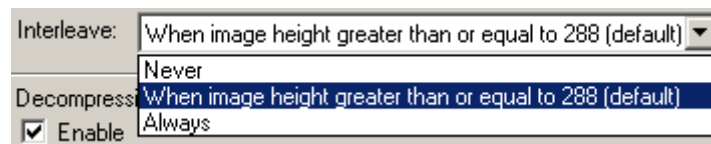


Figura 6. Selección del modo de Entrelazado

Aunque la peor calidad se consigue con 255, es difícil que alguien quiera usar una calidad superior a 75, dónde se obtendrán valores muy altos de compresión y una calidad, mala, pero todavía aceptable si la calidad no es su prioridad.

Dependiendo de la opción utilizada se puede capturar:

- Lossless JPEG: 30 minutos
- 4:1:1, Custom Quality (2): 1 hora, 40 minutos
- 4:1:1, Custom Quality (75): 7 horas, 30 minutos
- 4:2:2, Custom Quality (2): 1 hora, 15 minutos
- 4:2:2, Custom Quality (75): 7 horas,
- 4:4:4, Custom Quality (2): 70 minutos

- 4:4:4, Custom Quality (75): 6 horas, 45 minutos
- LEAD Proprietary, Custom Quality (2): 2 horas
- LEAD Proprietary, Custom Quality (75): 8 horas, 30 minutos

7.2.6.- Motion JPEG

Este tipo de códecs suelen estar presentes intergrados como códecboards en las propias placas de captura y edición de video (ej: miroVideo MJPEG Códec es el compresor de la placa miroVideo DC30 y similares).

Existen también códecs motion jpeg por software, que se emplean para descomprimir archivos creados con estas placas cuando no se dispone del hardware necesario, o bien para crear archivos que puedan ser descomprimidos por dichas placas.

Se utilizan también para comprimir al capturar video en tiempo real cuando se dispone de suficiente espacio, ya que produce archivos de gran tamaño. Uno de los códecs más conocidos que funcionan con el sistema motion jpeg por software es el códec Morgan Multimedia.

MPEG

Las iniciales MPEG significan "Motion Picture Experts Group" o "Grupo de Expertos de Imágenes en Movimiento" y es el nombre de un grupo de estándares empleados para la codificación de información audiovisual, incluyendo video y audio en formato digital comprimido. El sistema MPEG surgió como una respuesta a las necesidades de transmitir señales de televisión y vídeo por redes digitales y está pensado para funcionar con aparatos diseñados específicamente para esta misión que permitan comprimir y descomprimir las imágenes a gran velocidad. Un factor de confusión es que MPEG no es un estándar, sino varios, y en muchas ocasiones no queda claro de cuál se habla. En un capítulo posterior se comentará más en profundidad toda la familia MPEG y las características de sus técnicas de compresión, debido a que es la familia de estándar más utilizada actualmente tanto profesional como semi-profesionalmente a la hora de edición de vídeo digital.

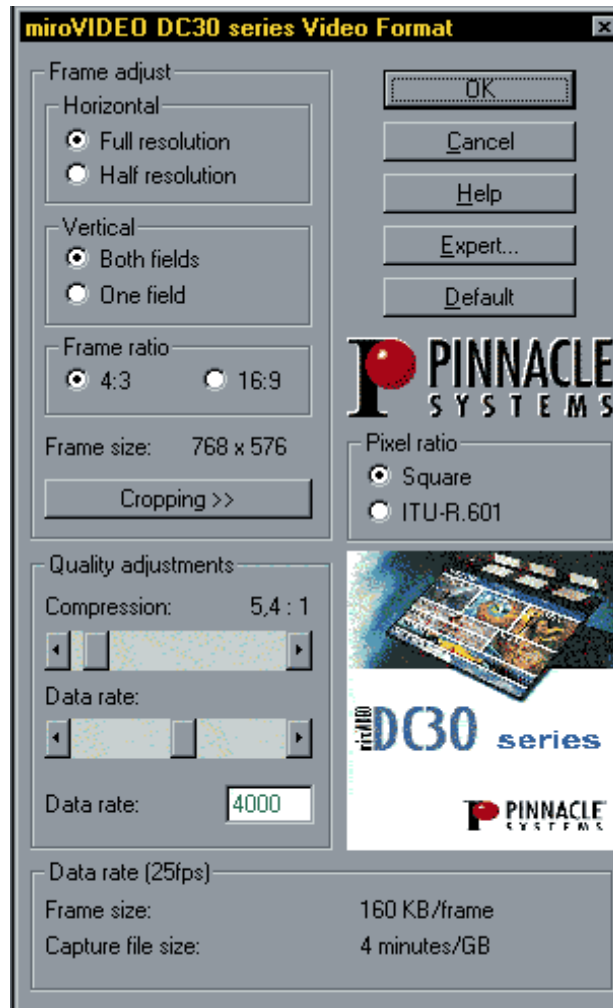


Figura 7. Pantalla de selección de propiedades de un codec MPEG

MPEG-1: Se trata de un estándar pensado para proporcionar la misma calidad que un video doméstico y ofrece una resolución de 352 x 288 píxeles en formato PAL. Posteriormente se presentó una evolución de este estándar.

MPEG-2: Su cometido era responder a la demanda del mercado sobre una mayor calidad, ya que proporciona 720 x 576 puntos de resolución en modo PAL. Recientemente se ha estandarizado un nuevo formato, MPEG-4 Pensado para almacenar además de video y audio otros contenidos multimedia. Falta ver si acaba siendo un estándar de la televisión interactiva y en el DVD (por ejemplo, los receptores de televisión digital por satélite son descompresores MPEG-2).

7.2.7.- Ligos Indeo 5.11

[\(http://www.ligos.com/indeo/\)](http://www.ligos.com/indeo/)

En el archivo de instalación del códec de Ligos lo normal es encontrar, además del códec Indeo 5.11, códecs anteriores (4 y 3.2) así como el formato Video Raw R1.2 basado en la compresión YUV9.

Para instalar estos códecs adicionales se ha de seleccionar, o bien la opción *Developer* (desarrollador) con la que se instalan todos, o bien la opción *Custom* (personalizada) y seleccionar los que se quieran.

Muy usado para distribuir vídeo por Internet. Este codec emplea un sistema progresivo de descarga que se adapta al ancho de banda y flujos de señal. Su tecnología está basada en un compresor/descompresor en forma de controlador de software que comprime los datos de vídeo digital para almacenarlos y los descomprime para su reproducción en un PC multimedia.

No comprime los datos de audio y permite bajo bitrate y baja resolución.

Existen varios motivos para recomendar este codec en muchos de los casos. En primer lugar, ofrece una compresión rápida (*Quick Compress*) muy adecuada para la captura. Pero si se necesita comprimir la captura para dejar hueco se deselecciona esa casilla y, aunque se toma su tiempo, se obtendrá un archivo con una calidad tan cercana al 100% que no se notará la diferencia. Todo esto se puede ver claramente en la figura 34 y explicación siguiente.

Si se va a comprimir a AVI como formato final éste es con diferencia, el mejor códec de todos. El resto de opciones no son especialmente interesantes aunque vienen muy bien explicadas (en inglés) en la ayuda.

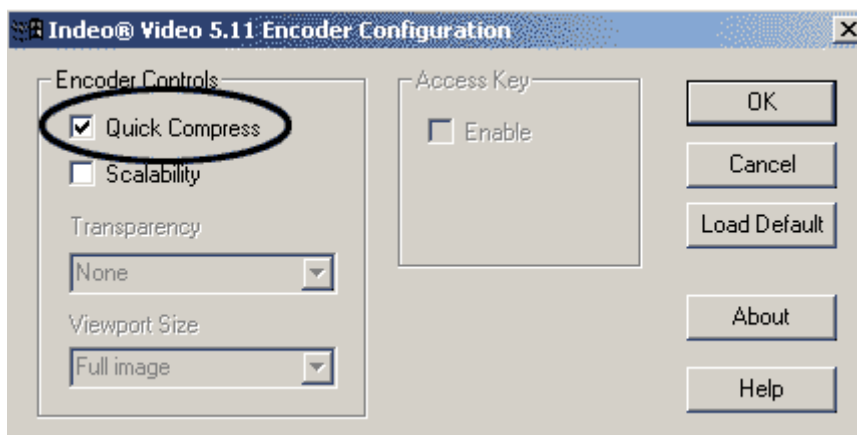


Figura 8. Pantalla de configuración del codec

Las opciones que sí se tienen en cuenta son las que aparecen al seleccionar el códec en cualquier aplicación. Son las referentes a la calidad, el flujo de datos y los keyframes.

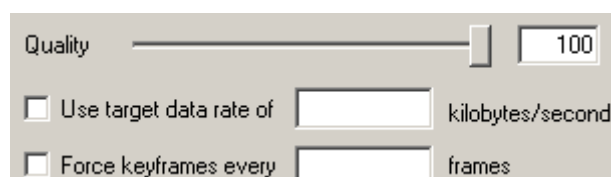


Figura 9. Selección de la calidad de la compresión

- Con calidad 100 y keyframe cada 50 cuadros se puede capturar 2 horas, 30 minutos
- Con calidad 75 (todavía buena) y keyframe cada 50 cuadros, 4 horas, 30 minutos.
- Con el Ligos Indeo Video Raw R1.2 (sin parámetros de configuración) se pueden capturar unos 55 minutos.

Los tiempos de captura se han tomado con la opción *Quick compress* puesto que sin ella en muchos equipos se pierden cuadros. No obstante, para la compresión en tiempo no-real el Ligos Indeo es, una buena opción.

7.2.8.- Cinepak

(<http://www.cinepak.com>)

Su fabricante es Radius Corp. Aunque es un codecs algo antiguo todavía proporciona video de buena calidad a pantalla completa alta velocidad de muestreo y profundidad de muestra. Los datos de audio no se comprimen y consigue en resumen mejor calidad de color que el indeo, así como un bajo bitrate, lo que le hace que tenga buenas características de reproducción.

Es un compresor altamente compatible, porque además de venir en el paquete de códecs de Windows, es compatible con el Quicktime de Apple. Trabaja comprimiendo temporalmente con un ratio ajustable, que proporciona una calidad muy alta, pero con archivos de un tamaño bastante elevado. Se utiliza con ratios de compresión alta para lograr archivos de calidad media para presentaciones multimedia o de CD interactivos.

La compresión es algo lenta pero es totalmente asimétrica respecto a la decodificación. Al reproducir desde CD-ROM, se obtienen muy buenos resultados trabajando a 320x240 píxeles de tamaño de cuadro y con una velocidad de reproducción de 15 a 25 imágenes por segundo. Este codec adapta la calidad en función de los ajustes que se hayan realizado para la compresión.

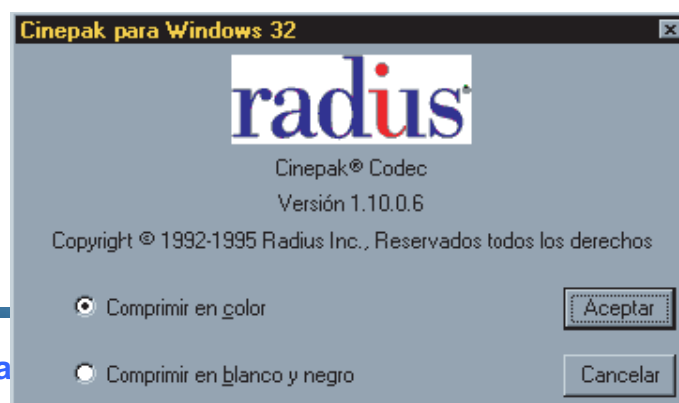


Figura 10. Pantalla de selección de las pocas propiedades de este driver

7.2.9.- PICVideo

<http://www.jpg.com/video/index.html>

El PICVideo es también un códec fantástico que ofrece multitud de opciones de configuración y calidad. Hay tres versiones, una sin pérdida de calidad (lossless), una con pérdida (lossy) y otra especial para Web.

- El PICVideo Lossless JPEG codec tan sólo cuenta con una ventana de configuración en la que seleccionar el tratamiento de color como YUV o como pseudo YCbCr y la cantidad de bits de baja resolución a descartar (0-7)

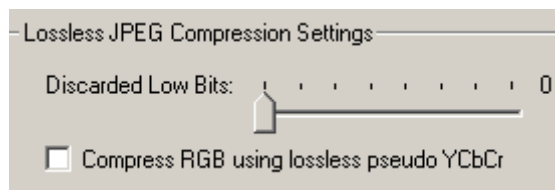


Figura 11. Ventana de selección del tratamiento del color

Se use la opción que se use, la diferencia en los resultados es imperceptible, pudiendo capturar unos 25 minutos (sin pérdida de calidad). Si se desea el 100% de calidad, es preferible usar el huffyuv RGB que ofrece mejor tasa de compresión.

- El PICVideo MJPEG por el contrario, captura con pérdida, pero ofrece una relación compresión/calidad realmente buena. Es posible modificar la calidad de 0 (mínima) a 20 (máxima) de manera automática desde el menú básico, pero si se entra en las opciones avanzadas es posible elegir los niveles de calidad de luminosidad y crominancia (color) de manera individual, así como el submuestreo. Como sucedía con el códec de LEAD, deberá dejarse marcada la casilla *Codec Enabled* para no tener problemas de reproducción.

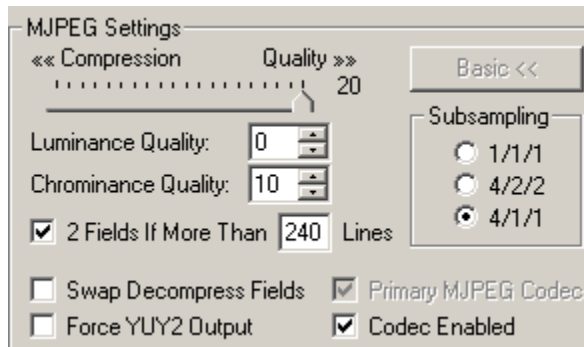


Figura 12. Ventana de configuración del driver

La cantidad de vídeo que es posible capturar con una calidad EXCELENTE en todos los casos es:

- Calidad 20 y submuestreo 1:1:1 -> 45 minutos
- Calidad 20 y submuestreo 4:2:2 -> 60 minutos
- Calidad 20 y submuestreo 4:1:1 -> 70 minutos
- Calidad 20, Luminancia 0, Crominancia 10, Submuestreo 4:1:1: 1 hora, 20 minutos

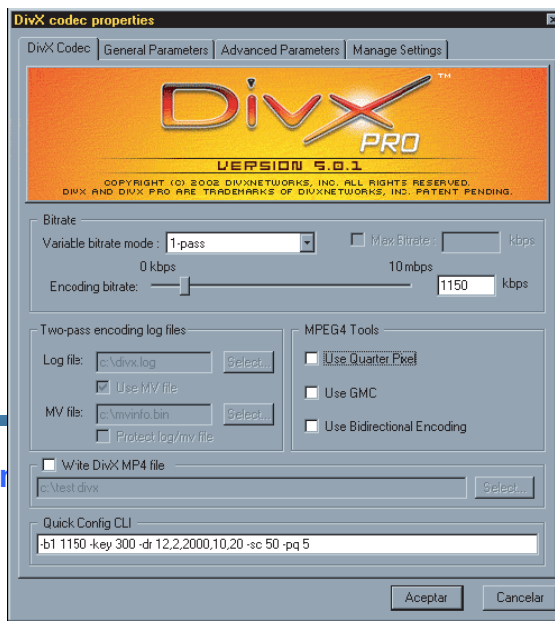
7.2.10.- DivX

(www.divx.com) (gratis hasta el momento)

Aunque puede usarse para comprimir en tiempo real (captura) con MUY BUENOS resultados de calidad y compresión es un formato muy utilizado para comprimir películas en un sólo CD y para transportar vídeos por internet. Por su amplia repercusión junto con todos los formatos MPEG se detallaran más en profundidad en el siguiente capítulo.

El uso más común es la distribución pirata de películas comprimidas a un solo CD, con calidad "similar" a la de un DVD (con una compresión muchísimo mayor, y sin disponibilidad de material extra ni títulos interactivos). Puede realizarse para capturar video en tiempo real con resultados bastante aceptables a un nivel no-profesional, pero es un formato asimétrico, lento en la decodificación.

La tarea de edición se torna engorrosa, y esto se ve más complicado aún por comprimir temporalmente con el sistema de keyframes. No es para nada recomendable trabajar en edición un material en divx, a no ser para exportar el



material ya editado (aunque hay códecs mucho mejores para esta tarea también).

Figura 13. Pantalla de configuración del Driver

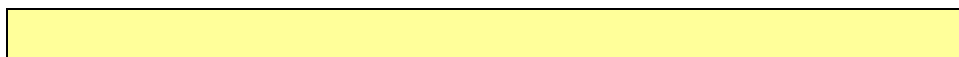
7.2.11.- Xvid

Es un compresor muy similar al divx, pero con un panel de control mucho mas avanzado. Este códec está desplazando poco a poco al divx, pero su utilidad finalmente termina siendo la misma: intentar editar con xvid sólo complica las cosas, y funciona bien para exportar el material terminado si se quiere calidad aceptable a un pequeño tamaño de archivo.

Es útil para transportar archivos en soportes pequeños (cds o zips), y para la distribución ilegal de películas en CDs a través de las redes P2P.

7.3.- Tabla de resumen de CODECS

DirectShow
Uso primario: <ul style="list-style-type: none">- Reproductor de medios CD, DVD, Web y disco duro.- DirectShow (antes ActiveMovie) es una arquitectura multimedia desarrollada por Microsoft. Es parte de Windows 98, Internet Explorer versiones 3 y 4 y Windows 95 OSR2.
Comentarios: <ul style="list-style-type: none">- Sustituyó al Video for Windows y ActiveMovie.- Soporta MPEG-1, MPEG-2, Advanced Streaming Format (.asf), Video on Demand (VOD), Real Media (.rm), .avi, .mov, Indeo 5 y otros.



Digital Video (DV)

Uso primario:

- Captura y grabación de vídeo.
- Formato de vídeo de alta calidad.
- Usado en cámaras digitales y tarjetas capturadoras.

Método de compresión:

- El miniDV es un formato DV25 (25 Mb/s).
- Frecuencia de muestreo de 13,6 MHz.
- Formato de vídeo 4:2:0 o 4:1:1, NTSC o PAL.
- Compresión fija 5:1.

Comentarios:

- El DV tiene un flujo de datos fijo.
- Es un estándar para cámaras, tarjetas capturadoras en DV nativo y sistemas de edición.
- Es un formato aceptado universalmente con una excelente calidad de imagen.
- El volumen de datos es demasiado elevado para la distribución de video por Internet.

MPEG-1

Uso primario:

- CD-ROM video.
- Video-CD.
- Web.
- Optimizado para lectura en reproductores CD-R de x1 y x2.

Método de compresión:

- Similar al JPEG, pero usa un flujo de datos fijo y no es escalable.

Comentarios:

- Es un estándar aceptado internacionalmente.
- Buena calidad de imagen en ventanas pequeñas.
- Los codificadores por hardware permiten la compresión en tiempo real.
- La compresión por software es lenta.

MPEG-2

Uso primario:

- Televisión por satélite.
- DVD y aplicaciones de video de alta calidad y flujo elevado de datos.
- Teledifusión.

Método de compresión:

- El MPEG-2 está basado en el MPEG-1, pero está optimizado para flujos elevados de datos y calidad de imagen escalable.

Comentarios:

- Muy elevada calidad de imagen.
- El MPEG-2 es el estándar utilizado en el DVD-Vídeo y proporciona una calidad teledifusiva de audio y video elevada.
- Lo utilizan la mayoría de los distribuidores de cable y satélite.
- Está soportado por DirectShow bajo Windows.
- Soporta alta definición HDTV hasta 1920x1080

MPEG-4

Uso primario:

- Web video.

Método de compresión:

- Proyecto europeo conocido como ACTS-MOMUSYS que, junto con Microsoft, están trabajando para consolidar el estándar del algoritmo MPEG-4.

Comentarios:

- Con calidad escalable.
- Soportado por Microsoft Windows Media es la refundación del formato DivX, que está ganando popularidad rápidamente.

MP3

Uso primario:

- Codificación de archivos de audio para

difusión por Internet.

Método de compresión:

- El MP3 es la abreviación de la compresión de audio estándar MPEG-1, capa 3.

QuickTime

Uso primario:

- La baja compresión (2:1) es ideal para el almacenamiento durante la edición de video.
- Utilizado para capturar video en los equipos Mac sin hardware MJPEG.

Método de compresión:

- Compresión 4:2:2 YUV video en componentes.

Comentarios:

- No requiere hardware y mantiene la compresión sin pérdidas.
- Su baja compresión requiere mucho espacio en disco duro y de elevada transferencia de datos.
- Es utilizable sobre la Web.

RealSystem

Uso primario:

- Web.

Método de compresión:

- Propietario, basado en MPEG.

Comentarios:

- RealVideo y RealAudio están optimizados para flujos de datos de Internet.

Sorenson Video

Uso primario:

- Web.

- Video basado en CD para reproducir desde ordenadores Pentium o PowerMac.

Método de compresión:

- Advanced Vector Quantization (VQ).

Comentarios:

- Codec primario QuickTime.
- Video en CD-ROM se reproduce bien en Pentium mayores de 120 MHz.
- Basado en QuickTime para MacOS y Windows.
- Es posible la codificación con un flujo de datos variable (VBR)
- Requiere un ordenador rápido con el codec Cinepak.
- Reproducción suave con resoluciones de 320 x 240 pixels.
- Permite flujo de datos mayores de 100 Kb/s
- Algunos colores, especialmente el rojo, tienden a sobresaturarse.

TrueMotion

Uso Primario:

- Web.
- Todas las plataformas.

Método de compresión:

- Wavelet TrueMotion-S.
- Compresión intracuadro.

Comentarios:

- Escalable.
- Soporte vídeo de alta calidad.
- Almacenamiento con flujo de datos elevado.

Video for Windows

Uso primario:

- Usado para reproducir desde CD, Web y disco duro.

Comentarios:

- Actualmente no está soportado, sino que

forma parte de Microsoft DirectShow.

VP3 (On2)

Uso primario:

- Anunciado para RealSystems.
- Reproducción desde disco duro, CD, Web y DVD.
- Se integra con QuickTime 5.

Método de compresión:

- Wavelet

Comentarios:

- VP3 está disponible para todas las aplicaciones.
- Vídeo de alta calidad en la Web.
- Elevado flujo de datos.
- Buena reproducción en ordenadores modestos.
- No está muy difundido.

Windows Media

Uso primario:

- Web.
- Edición de vídeo por ordenador.

Método de compresión:

- Cumple con el estándar MPEG-4.

Comentarios:

- Arquitectura ideal para la Web.
- Ampliamente difundido.
- Reproductor gratuito.

7.4.- Eligiendo Códec

Todo el mundo quiere un coche que sea barato, rápido, potente, que gaste poco y que no se rompa, ¿verdad? Pues bien, en el mundo de la edición de vídeo no-línea lo normal es querer lo mismo, un códec que sea barato (gratis, mejor), que comprima mucho, que no pierda calidad y que consuma pocos recursos del ordenador (que sea rápido). Además por supuesto que sea fácil de configurar, porque todos llevan un

montón de opciones que en general no se entienden y por mucho que se trastea con ellas sale siempre una calidad horrible.

Si se dispone de un buen montón de horas libres, uno puede empezar a buscar códecs en Internet, bajarlos, y luego meter las zarpas en las opciones de configuración para hacer mil capturas de prueba, guardando los resultados para compararlos posteriormente con los resultados de otras configuraciones y otros códecs, y así poder elegir el "códec y la configuración perfectas".

No existe una fórmula mágica magistral que nos permita comprimir con todos los parámetros adecuados y para todas las situaciones. Dependen de muchos factores, como por ejemplo, para que se quiere realizar la compresión. Si es para ver una película en un CD sin que nos importe mucho la calidad, si se quiere almacenar una escena o un vídeo para su posterior edición a alta calidad, etc. Uno de los aspectos más fundamentales a la hora de obtener una buena compresión con buena calidad es el cálculo del Bitrate y de la resolución final del video deseado.

7.5.- Guía de Bitrate y Resolución

Como en el caso de los codecs no hay un bitrate o resolución ideales. Estos parámetros dependen de lo que se esté buscando: alta resolución, buena calidad de imagen, tamaño, etc.

Por ejemplo no se debe usar DivX 3 simple para codificar las películas propias. La calidad no es muy buena, y la predicción de tamaño del archivo es extremadamente mala, por lo que es muy fácil que no se obtenga el tamaño que se quería.

Si se usa un buen programa MM4 (Mixed MPEG-4) como FairUse o Nandub / Gordian Knot se pueden obtener buenos resultados y un tamaño predecible. En el caso de Nandub se tiene que codificar dos veces pero los resultados lo merecen. Para DivX 4 o DivX 5 se aplica lo mismo: se deben usar 2 pasadas (aunque la calidad en una pasada puede ser mejor el tamaño del archivo será inmenso para que esto ocurra).

Además hay que tener muy en cuenta que películas diferentes se comprimen de forma diferente. Si se toma por ejemplo Matrix. Se comprime increíblemente bien y su calidad será buena en un solo CD. Sin embargo, hay películas de solo 1h 30 min de duración que se verán bastante mal usando los mismos parámetros que los usados con Matrix en un solo CD. Esta es la razón de ser de herramientas como "compressability check" en GordianKnot, que ayuda a seleccionar la resolución más óptima para cada película.

El bitrate se da en bits/s, que significa bits por segundo. Para determinar cuantos bits tiene un fotograma hacen falta unas matemáticas básicas: Hay varios fotogramas por segundo, la velocidad de la película viene dada por FPS.

Para NTSC se usan normalmente 29.970 fps y para PAL (Europa) 25 fps. Como la película en PAL es una versión más rápida que la película original (que es de 24 fps, lo normal en el cine) será más corta que su homóloga en NTSC.

Ahora, al decir que se tiene un bitrate de X bits/sg, significa que se trata de X/23.976 o X/25 bits por fotograma respectivamente. Cuanto mayor número de fotogramas por segundo, menos bits por fotograma, a no ser que se cambie el bitrate. En definitiva, el número de bits por fotograma es esencialmente lo que determina la calidad.

De todos modos un fotograma tiene un número de pixels de altura y anchura, y a mayor resolución, aumenta el número de pixels. Así, si se usa un bitrate dado, al incrementar la resolución, se tendrá menos bits por pixel lo que significa de nuevo menos calidad. Ahora si se piensa que se pueden reducir los FPS, eso no funciona. Si se quiere codificar, por ejemplo a 20 fps en vez de a 25 fps se ralentizará la película al reproducirla a 20 fps en vez de a 25 fps, y la película será más larga, además se tendrá que cambiar la banda de audio (manualmente usando un editor de ondas y todo irá más despacio).

La otra posibilidad es descartar algún fotograma. Por supuesto esto hará que se tengan mas bits por segundo, pero ¿qué fotogramas se descartan? Al menos que descartes fotogramas alternos se notarán saltos repentinos en la película. Así que es mejor dejar el framerate como está, siempre.

Ahora se van a ver algunas reglas de cálculo generales. Primero se dará un vistazo a la salida redimensionada en mpeg2avi o los valores que se tienen que usar en FlaskMpeg cuando se decide no recortar las bandas negras - recordar: UNA MUY MALA IDEA:

Películas en 16:9. Elegir una resolución horizontal (X) para el video de salida por ejemplo 640. Seguidamente calcular la disminución de Y como sigue:

$$640 \cdot 9 / 16 = 360.$$

Si no es múltiplo de 8 se redondea al entero más próximo que lo sea. Esto creará un pequeño error de aspecto pero nada trágico.

Películas en 4:3. Elegir la resolución horizontal para el video de salida, por ejemplo 512. Calcular la disminución de Y como antes respecto a la relación de aspecto del video que es:

$$512 \cdot 3 / 4 = 384.$$

Definiéndolo de forma más científica sería:

$$\text{mod}8(\text{round}(\text{desired_horizontal_resolution}/\text{aspect_ratio_flags_of_the_source}))=0$$

Para FlaskMpeg solo se pueden usar resoluciones múltiplos de 16 así $\text{mod}16(..)=0$.

Recordar que "enhanced for 16:9 TVs", "enhanced for widescreen TVs", "anamorphic widescreen" significa 16:9, "full screen", 1:1.33, "pan&scan" o "standard edition" significa 4:3, así como "letterboxed widescreen".

Si no se está seguro siempre se puede probar en el catálogo de títulos de DVD de Amazon DVD, normalmente te dicen la relación de aspecto y el formato.

Otro tema a tener en cuenta es el cropping (recorte):

Películas con 1:2.35. Asumiendo que se quiere una resolución horizontal de salida de 640, se puede calcular el tamaño final de salida como sigue:

$$640/2.35=272.34.$$

Redondeando al múltiplo más cercano a 8 (16 para FlaskMpeg) resultará 640x272.

Películas con 1:1.85. Si se toma una salida horizontal de 512. Esto da una longitud vertical de:

$$512/1.85=276.75$$

o redondeando 512x272.

O de nuevo la fórmula:

$$\text{mod}8(\text{round}(\text{desired_horizontal_resolution}/\text{aspect_ratio_of_the_movie}))=0.$$

Otra vez, para FlaskMpeg esta regla se cambia por $\text{mod}16(..)=0$.

Nótese la diferencia entre la relación de aspecto de una película y el formato de la TV.

Hay un grupo de perfiles que se pueden usar en el GUI de mpeg2avi. Si se tiene una fuente PAL, simplemente se marca PAL en vez de NTSC por defecto (El recuadro al la derecha del logo de DVD video).

Resoluciones sugeridas (Siguen la regla de x16 para mayor compatibilidad)

Películas con 1:2.35.

720x304, 640x272, 576x240, 512x224, 480x208, 400x176

Películas con 1:1.85.

720x384, 640x352, 576x304, 512x272, 480x256, 400x224

Películas con 1:1.33.

720x544, 640x480, 576x432, 512x384, 480x368, 400x304

8.- FORMATOS ESTÁNDAR DE EXPORTACIÓN DE VÍDEO DIGITAL

Frente a un CD de música que contiene audio en un formato muy concreto: 44.100 Hz (número de tomas por segundo), estéreo (dos pistas de audio) y 16 bits (calidad de procesado) y sin compresión. El gran problema del vídeo digital es la inmensa cantidad de espacio que se necesita para trabajar con él sin compresión, de modo que cuando se trabaja con vídeo digital SIEMPRE se le aplica una compresión (en el caso de la captura puede que no se aplique al capturar, pero sí que se comprimirá terminada la edición).

En el mundo del vídeo digital, solamente hay dos estándares tan claros y definidos como el CD de audio, uno es el VideoCD, más conocido como VCD y otro es el MiniDV. El formato MiniDV se estudiará aparte en otro capítulo, primero porque las cámaras DV ya graban en formato DV sin hacer nada, y segundo porque normalmente nos interesa más exportar el resultado de nuestra edición a un formato compatible con un reproductor de DVD de salón, que a una cinta DV tan sólo reproducible desde una videocámara.

El formato VCD, al ser un estándar muy rígido es el más compatible con todos los reproductores de DVD de salón, con los reproductores de VCD de salón (muy raros en Europa y América, pero extendidísimos en Asia) y, por supuesto, con cualquier Ordenador Personal.

8.1.- VCD

El formato VCD puede ser reproducido en la inmensa mayoría de los reproductores de DVD de salón (aunque no en todos, siempre debe consultarse el manual del DVD) y tiene unas características muy concretas.

Permite almacenar en un CD-R(W) de 650 MB hasta 74 minutos de vídeo en formato MPEG-1 CBR. La CBR, tal como se ha visto anteriormente, quiere decir Constant BitRate o flujo de datos constante, esto es, en cada segundo el VCD proporciona la misma cantidad de información. En concreto 1.150 kbit/s para el vídeo y 224 kbit/s para el audio, lo que da un total de 1.374 kbit/s, tanto para PAL como para NTSC.

NOTA: No es lo mismo kbyte que kbit. Un Kbyte equivale a 8 Kbits, de modo que 1.150 kbits/ serían aproximadamente 144 kB/s

Como se verá en el apartado en el que se hablará del vídeo MPEG, la secuencia GOP ha de ser de 15 cuadros logrados con 1 cuadro-I (I-frame) 4 cuadros P (P-frame) y 2 cuadros-B (B-frame).

En algunos compresores esta misma secuencia GOP de 15 cuadros se logra con parámetros distintos, ajustando $M=3$ y $N/M=5$

Las diferencias entre un VCD PAL y un VCD NTSC son:

- VCD PAL -> 352x288 y 25 fps (cuadros por segundo)
- VCD NTSC -> 320x240 y 29,97 fps (cuadros por segundo)

El audio por su parte, ha de ir, sin excepción, comprimido en formato MPEG Layer-II (también conocido como MP2) con 44.100 Hz, estéreo y 16 bits. El mejor compresor MP2 actualmente es TooLame. Partiendo de un buen original y usando un buen compresor (para VCD se recomienda, el uso de TMPGEnc) el formato VCD logra una calidad aproximada a la de un VHS. Pero el VCD presenta dos problemas:

- Si el original no es de buena calidad es muy frecuente que el vídeo resultante esté pixelado. No obstante conviene ser un poco precavido y no dar un veredicto final sobre la calidad hasta haberlo examinado en el televisor. Está 100% garantizado que un VCD se verá mal en un monitor de ordenador puesto que ofrecen infinitamente más resolución que un televisor y, por tanto, se aprecian mucho más los fallos de compresión. Además, no se ve la tele a la misma distancia que un monitor. Al estar más lejos en el caso de la tele algunos fallos quedarán fuera del alcance de la vista.
- Si tan sólo caben 74 minutos, para un largometraje de mayor duración se tendrán que emplear 2 discos, que hoy día más que un gasto, supone una molestia.

Por último, decir que los VCD's pueden hacerse de ejecución automática o crear sencillos menús para acceder a los diferentes clips que se quiera incluir (que necesariamente han de ser de corta duración). Se pueden crear menús simples pero efectivos con Nero, o un poco más vistosos con Ulead DVDWorkShop (cómo hacerlo se verá en otro capítulo, del final de este documento).

8.2.- CVCD

Se le llama CVCD (Compressed VideoCD, o Video-CD comprimido) a una variante del VCD. Se utilizan los mismos tamaños de pantalla y también se comprime con MPEG-1. La única diferencia está en que NO se usa flujo de datos constante (CBR) sino flujo de datos variable (VBR o Variable BitRate).

¿Qué quiere esto decir? Pues que se puede reservar un mayor flujo de datos o lo que es lo mismo, más información, para las escenas más complejas y menos para las más simples. Eso da lugar a un mejor aprovechamiento del espacio disponible de modo que se puede meter toda una película en un sólo disco.

El utilizar flujo de datos variable aparte de ser un formato NO estándar, lleva un problema añadido. Puesto que la cantidad de información varía en función de la complejidad del vídeo a comprimir no se puede predecir el tamaño final del vídeo. Este problema es bastante evidente si se quiere aprovechar al máximo la capacidad de un CD para que el vídeo tenga tanta calidad como sea posible.

Este problema se soluciona comprimiendo a "doble pasada". Casi todos los compresores de vídeo MPEG tienen la opción de comprimir a doble pasada. En una primera pasada analizan el vídeo pero NO comprimen. Al finalizar la primera pasada guardan esa información en un archivo y aplican lo que han "estudiado" del vídeo en la segunda pasada o compresión real.

Cuando se comprime a doble pasada es posible especificar cuál es el máximo bitrate que se desea que tenga el vídeo (hasta 2.500 no suelen haber problemas) el mínimo

(se recomienda algún valor en torno a los 500 kbit/s, y en ningún caso por debajo de 300) y, lo que más interesa, un valor medio (Average).

Mientras el compresor analiza el vídeo en la primera pasada tratará de ajustar los valores de compresión al valor medio que se le ha indicado obteniendo, con muy poco margen de error, un vídeo del tamaño deseado.

Eso está muy bien pero ¿cómo se puede saber el flujo de datos medio (average bitrate) que debe tener nuestro vídeo para aprovechar al máximo un CD de 700 MB? (o de 650, da lo mismo).

En otro capítulo posterior se comentará cuales son los métodos que se utilizan para calcular correctamente este valor, aunque resultan de mucha ayuda unas herramientas llamadas calculadoras de bitrate. Para vídeos CVCD, SVCD y XVCD, se recomienda [FitCD](#).

La calidad media que se obtiene de los CVCD's es bastante aceptable, pero en algunas escenas aparecerá inevitablemente el pixelado, que será bastante evidente en un monitor de ordenador, pero que con un buen compresor queda bastante disimulado en un televisor.

De todos modos, la calidad final está íntimamente relacionada con la duración de la película. Si se quiere que una película de 2 horas se vea bien en un sólo CD, se tendrá que usar un bitrate medio de unos 600 kbit/s, aproximadamente la mitad de un VCD estándar. No se puede pedir peras al olmo. Si se quiere calidad DVD, lo apropiado entonces es comprarse una grabadora de DVD's o grabar al menos en 2 CD's.

Finalmente, hay que tener en cuenta además, que el CVCD es un formato **NO**-estándar, lo que quiere decir que **NO** todos los DVD's de salón lo aceptan.

8.3.- SVCD

Con el SVCD se consigue más calidad que con el VCD o con el CVCD gracias a una mayor resolución y flujo de datos (bitrate). Es decir, que el tamaño de las imágenes es mayor, con lo que el vídeo gana en definición (a medio camino entre el VHS y el DVD/DV) y también la cantidad de información por segundo.

El tamaño para SVCD PAL es de 480x576 y de 480x480 para NTSC. El tamaño del SVCD supera los 288 puntos verticales, de modo que se ha de respetar siempre el entrelazado.

El flujo de datos máximo (cantidad de kbit/s) sube hasta los 2.450 kbit/s. Este notable incremento en la calidad va irremediamente unido a una reducción del tiempo disponible para el vídeo, quedando limitado a 37 minutos en el caso de usar la máxima calidad.

Aparte del tamaño, la principal diferencia del SVCD con respecto al VCD es que además del MPEG-1 CBR, admite el uso de MPEG-1/2 VBR (Variable BitRate, o flujo de datos variable) dentro de su estándar, lo que presenta **los mismos problemas** que acabo de comentar en el apartado CVCD en lo referente al flujo de datos variable y el ajuste de un vídeo al tamaño del disco.

NOTA: Si se usa TMPGEnc u otro compresor que permita seleccionar el tipo de flujo de datos ha de asegurarse que sea MPEG-2 SVCD, ya que si se hace simplemente MPEG-2 VBR el disco no será reconocido como SVCD en muchos reproductores y/o programas de grabación.

La secuencia GOP que se recomienda utilizar con los SVCD's es la misma que para los VCD's: GOP de 15 cuadros logrados con 1 cuadro-I (I-frame) 4 cuadros P (P-frame) y 2 cuadros-B (B-frame).

En algunos compresores esta misma secuencia GOP de 15 cuadros se logra con parámetros distintos, ajustando $M=3$ y $N/M=5$

La cantidad de imágenes por segundo sigue siendo la misma de siempre, 25 fps para PAL y 29,97 par NTSC.

Los SVCD's también puede visualizarse en la mayoría de DVD's de salón, aunque está menos extendido que el VCD, sobre todo en los reproductores más antiguos. Otra característica del estándar SVCD, aparte del aumento de calidad del vídeo, es la posibilidad de incluir:

- DOS pistas de audio MPEG Layer II (MP2, 44.100 Hz o 48.000 Hz, 16 bits, estéreo), para dos idiomas, por ejemplo.
- Audio en formato Dolby 5.1 (reduciendo considerablemente el tiempo disponible de reproducción).
- Subtítulos.
- Vídeo en formato 16:9.
- Listas de reproducción.
- Menús jerárquicos (esto es, menús y submenús) y capítulos.

Aunque el SVCD también es un "estándar" con sus normas recogidas, ofrece, como se acaba de ver, muchas posibilidades, lo que hace que sea más fácil "meter la pata". El VCD da menos libertad, pero también es más sencillo al tener unas normas mucho más rígidas. A eso se hacía referencia anteriormente cuando se decía que el único estándar "claro" es el VCD.

8.3.1.- CVD

Seguro que más de uno no estará de acuerdo en que haya metido este formato "dentro" del apartado SVCD y no se haya dejado como un formato independiente. Aunque en origen son cosas distintas, lo cierto es que la única diferencia es la resolución horizontal, que se usa la misma que para VCD. Es decir, el tamaño del CVD es 352x576 para PAL 320x480 para NTSC. Por lo demás se comprime y se graba exactamente igual que un SVCD.

- ¿Cuándo es mejor usar CVD?: La inmensa mayoría de televisores están compuestos por líneas horizontales, 525 líneas para NTSC y 625 líneas para PAL, por lo tanto, la resolución vertical es más importante para un televisor que la resolución horizontal.

Si se usa una resolución alta se tendrá más nitidez de imagen, más detalles, pero también habrá que repartir el flujo de datos disponible (bitrate) entre más puntos, luego habrá menos precisión para cada punto que con una resolución más baja.

Con flujos de datos altos no es un problema, pero cuando se usan flujos bajos (menos de 1.500) se puede tener peor calidad con un tamaño mayor que con uno menor.

Por otro lado, una resolución más baja tendrá más definidos sus puntos (más información para cada punto) pero, a la vez, al haber menos también se tendrá menos resolución. Ahora bien, puesto que ya se sabe que un televisor normal aprecia más los puntos verticales que los horizontales se puede reducir la resolución horizontal sin que apenas se aprecie el cambio. Al tener ahora menos píxeles totales se ganará en definición vertical que es la que más aprecia un televisor. Es decir se habrá conseguido más definición (calidad) para un mismo flujo de datos.

Una última ventaja del CVD es que el tamaño 352x565 o 320x480 es tratado como 1/2 D1 (formato DVD con la mitad de resolución) de modo que se podrán usar los vídeos MPEG en formato CVD para hacer una autoría de DVD. Podrá usarse el mismo vídeo para hacer CVD o DVD. Si se hace primero CVD se podrán pasar en un futuro esos vídeos a DVD. Si se graban esos vídeos primero en formato SVCD y luego se quiere hacer DVD habría que recomprimirlos para ajustar el tamaño con la consiguiente pérdida de calidad.

- ¿Cuándo es mejor usar SVCD?: Aunque casi todos los lectores que reproducen SVCD no tienen problemas con CVD, se pueden presentar problemas de incompatibilidad. Es evidente que se deberá usar SVCD en esos casos. También hay que usar SVCD cuando se quiera que el CD contenga un menú. De momento no hay programas de grabación de CVD, sólo de SVCD, y por lo tanto crean los menús con resolución 480x576 PAL o 480x480 para NTSC y no con la resolución del CVD, 352x576 PAL o 320x480 NTSC. algunos reproductores de DVD no son capaces de leer CVD's con menús y tampoco permiten incluir subtítulos o dos pistas de audio con I-Author (lo que sí es posible para SVCD)

Por último, se ha comentado que la mayoría de televisores muestran la imagen a partir de líneas y "aprecian" más la resolución vertical que la horizontal. Si se tiene un televisor de alta resolución surgirá el conflicto de siempre y no se apreciarán grandes diferencias entre uno y otro formato.

8.3.2.- XVCD

Se le llama XVCD a todo SVCD que se sale del estándar, pero puesto que el SVCD admite en sus especificaciones MPEG-1, MPEG-2, CBR, VBR, subtítulos, audio 5.1, menús y formato panorámico 16:9 lo único "no estándar" que se puede hacer, es aumentar el bitrate por encima de los 2.500 kbit/s. No muchos reproductores admiten esta posibilidad y el límite cambia mucho de un reproductor a otro

8.4.- DVD

Si alguien todavía piensa que las grabadoras de DVD y los DVD's grabables están caros, es posible que si le echa un vistazo a los precios actuales se lleve una agradable sorpresa. El problema actual, más que en precios, radica en formatos. DVD-R es, de momento, el más compatible, pero sólo tiene a Pioneer que lo respalde. Por otro lado, el DVD+RW (no confundir con DVD-RW el regrabable de Pioneer) ya ha dado paso al DVD+R (no confundir con DVD-R, el de Pioneer) que por lo que parece, aunque no queda recogido en el estándar DVD, tiene la misma compatibilidad que los DVD-R (o al menos muy parecida) Pioneer se encuentra luchando, literalmente, con todos los demás. Sin embargo, ahora están muy extendidas las grabadoras que graban y leen en cualquiera de los dos formatos, por lo que no es tan farragoso escoger un estándar determinado.

Para crear un DVD la cosa se complica. No basta con comprimir y usar un programa de grabación cualquiera de CD's (en este caso de DVD's además). Se necesitará una herramienta de Autor como [DVDMaestro](#), Ulead DVD Workshop o DVDit. Aunque cada uno de estos programas admite distintos tipos de archivos de entrada, el estándar DVD, y por tanto todos estos programas lo admiten, define los archivos de un DVD de la siguiente manera:

- Tipo de vídeo: MPEG 1 o MPEG 2.
- Tamaño: 352x288 ó 720x576 PAL 352x240 o 720x480 NTSC (muchos también admitirán formato 1/2 D1, 352x576 para PAL, 352x480 para NTSC)
- Flujo de datos: Constante o variable de un máximo de 9.000 kbit/s (para evitar saltos en la reproducción)
 - o GOP: Máximo de 15 cuadros: Recomendable 4 cuadros-I y 2 cuadros-B entre cuadros-I (M=3 N/M)15 y con encabezado de la secuencia GOP antes de cada secuencia. A esta característica también se le conoce como secuencia GOP cerrada y NO todos los compresores MPEG-2 la seleccionan por defecto, por lo que debe de comprobar uno mismo si dicha opción está seleccionada.
- Audio: 48.000 Hz, 16 bits estéreo. Si el audio no va multiplexado con el vídeo (va en un archivo aparte) deberá estar el MPEG-1 layer II o AC3.

8.5.- miniDVD

El miniDVD, en cuanto formato, es el mismo que el DVD. La única diferencia está en el soporte. Un disco versátil digital (DVD) en un caso, un disco compacto (CD) en otro. Los dos inconvenientes de este formato son, por un lado el escaso tiempo de grabación por disco del que se dispone (30 minutos como máximo y con audio en MP2) y por otro que son muy pocos los reproductores de DVD que leen este formato. Es sin lugar a dudas (al menos de momento) el formato menos compatible con los DVD's de salón.

8.6.- DV

Aunque ocupa más tamaño que el formato DVD ofrece una calidad inigualable por lo que no es una mala idea en términos de calidad. Si se pasa de DV al disco duro, se hace la edición en formato DV y se devuelve el vídeo a DV se tendrá casi la misma calidad que en origen. No se pierde calidad en el traspaso de la cámara al disco duro, pero sí tras la edición, ya que el resultado se codifica como DV, de modo que se tendrá una compresión DV entre el mundo real y la cinta DV (compresión que realiza la videocámara) y otra compresión DV entre el disco duro y la cinta DV (compresión que realiza el software de edición).

Este método de trabajo tiene tres problemas principales:

- Por un lado no todas las videocámaras DV admiten entrada de vídeo (conocida como DV-in), aunque es posible activarla en la mayoría, aunque no la tengan activa de fábrica.
- Por otro lado, el soporte de las cintas DV es magnético, con la consecuente degradación del material a medio plazo.
- Por último, pero no menos importante, trabajar con cintas DV supone reproducirlas desde la cámara por lo que se necesitará la videocámara siempre que se quiera ver la cinta.

8.7.- DivX

Si va a reproducirlo en un PC el formato da prácticamente da lo mismo (avi, mov, MPEG, DivX). Para meter una película en UN SOLO CD lo recomendable sería DivX. Aunque habrá escenas que ofrezcan pixelado o poca resolución, la calidad media es superior a la lograda con MPEG-1 o 2. MPEG-4, el usado en DivX fue especialmente diseñado para transmitir vídeo en Internet y por tanto, bajo un flujo de datos extremadamente reducido.

9.- TECNOLOGÍA DE COMPRESIÓN (MPG)

El MPEG (Moving Picture Experts Group) es uno de los estándares que más se usan hoy en día. Además se puede considerar de actualidad, ya que se está utilizando el MPEG-4 en muchas implementaciones diferentes. Es uno de los formatos más utilizados porque los videos que son compactados en este estándar no son muy pesados en tamaño. Por eso muchas personas que utilizan el MPEG, debido a que les ahorra espacio en disco y en el caso de que se quiera transmitir, debido a su tamaño nos resulta mucho más rápida la transmisión obteniendo una buena calidad final.

El MPEG se estableció en la Junta de Comité Técnico de la ISO/IEC (International Organization of Standardization / International Electrotechnical Commission) con el objetivo de crear estándares de codificación para la representación de imágenes en movimiento, audio asociado y la combinación de los dos. Así como para ser guardados y recuperados en un medio de almacenamiento digital con una tasa de transmisión mayor a 1,5 Mbit/seg. Este estándar se llamó MPEG-1 y fue lanzado en 1992.

El MPEG-2 fue lanzado en 1994, con el fin de proveer una calidad no menor a los estándares NTSC/PAL y mayor al CCIR 601, obteniendo tasas de transmisión entre los 2 y 10 Mbit/seg. Aplicaciones como distribución digital de TV por cable, servicios de bases de datos en red por medio de ATM (Asynchronous Transfer Mode), reproductores digitales de video y distribución de radiodifusión digital vía satélite o terrestre se vieron beneficiadas del lanzamiento de este estándar.

El MPEG-4 fue lanzado más tarde y tiene como objetivo el estandarizar algoritmos y aplicaciones para una flexible codificación y representación de datos audiovisuales, para afrontar los cambios de las futuras aplicaciones de multimedia.

Particularmente debe tener una alta interacción y funcionalidad, así como una gran eficiencia en la compresión. La velocidad de transmisión para MPEG-4 está entre los 5-54 kbits/seg para aplicaciones de video redes telefónicas móviles o públicas y por encima de 4 Mbit/seg para aplicaciones de TV y películas.

9.1.- Modelo General MPEG

Un modelo general, MPEG consta de:

- Un **algoritmo de compresión**, en donde se establece como se van a eliminar las redundancias de la señal de video. Existen básicamente dos tipos de algoritmo para realizar la compresión de imágenes, siguiendo los conceptos que ya se han visto en anteriores apartados, los cuales son:
 - Sin pérdidas: Consiste en reducir el tamaño de la imagen para no perder sus características y calidad originales. La imagen codificada y la original deben de ser iguales antes que se empieza el proceso de decodificación
 - Con pérdidas: Es en este tipo de compresión en el que se basa MPEG y sus derivaciones (1, 2 y 4), el cual consiste en limitar o reducir la cantidad de bits, esto se debe a que la mayoría de las aplicaciones en transmisión de video tienen un ancho de banda limitado o restringido. Es obvio que

mientras más pequeña sea la cantidad de bits, se vuelve más complicado el proceso de compresión de la señal.

- Un modelo del Codificador del Vídeo, en el cual se deben de eliminar las redundancias de las señales, tanto espaciales como frecuenciales, con técnicas como interpolación y correlación. Esto se realiza con técnicas de interpolación intertramas y de codificación entre estas manipulando los pixels de las mismas, esto lo realiza a través de DPCM/DCT (Diferencial Pulse Code Modulation / Discrete Cosine Transform).



Figura 14. Ejemplo de diferentes codificaciones DCT

- **Submuestreo e Interpolación:** El principio del submuestreo es reducir el tamaño de la imagen, tanto verticalmente como horizontalmente; y por consiguiente el de los pixels que se codificarán. En el receptor, las imágenes son interpoladas antes de que se decodifiquen.
- **Predicción Compensada de Movimiento:** Es un proceso muy útil usado en MPEG para eliminar redundancias; se basa en la estimación del movimiento entre dos tramas de video; estas predicciones y el posible error son transmitidos al receptor.

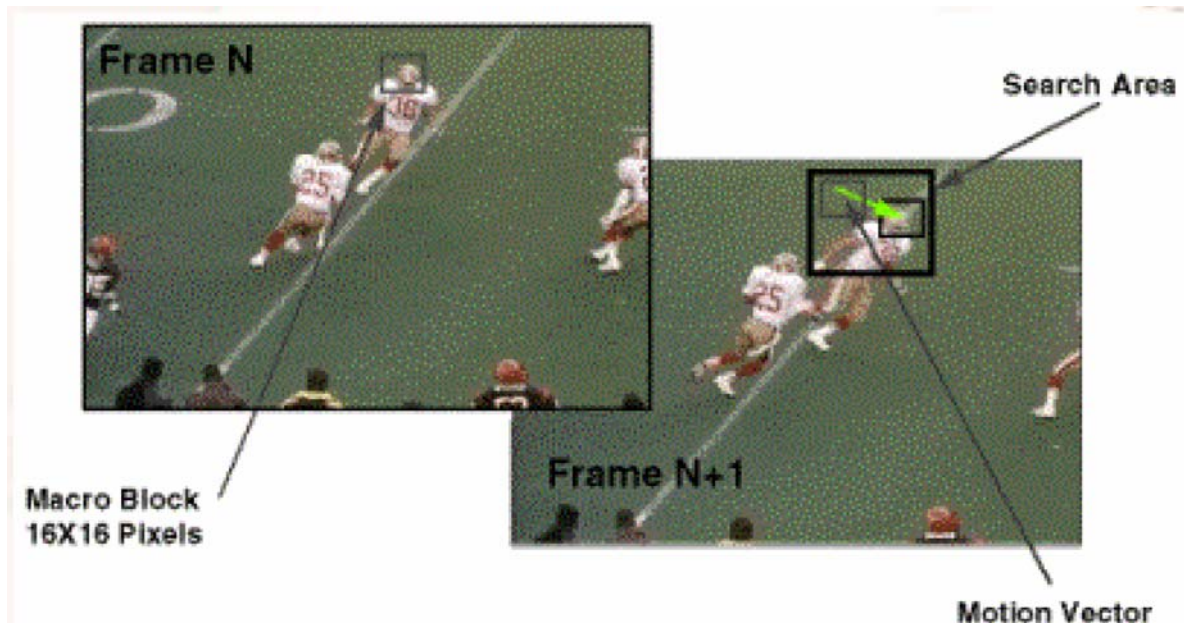


Figura 15. Ejemplo de la compresión basada en la compensación del movimiento

- **Codificación de Transformación del Dominio:** El propósito de la codificación de transformación es de correlacionar el contenido de las inter o intra tramas de imagen de error y codificarlos coeficientes de transformación en vez de los pixels originales de las imágenes.

9.2.- MPEG - 1

Ahora se hablará un poco más a fondo del estándar MPEG-1, el cual cubre muchas aplicaciones que van desde sistemas interactivos en CD-ROM, hasta la entrega de videos en una red.

El soporte de un gran número de aplicaciones y una gran diversidad de parámetros de entradas, tales como el tamaño de la imagen o la cantidad de bits puede ser especificado por el usuario. MPEG recomienda un conjunto de parámetros que son: que las fuentes de video deben aceptar al menos parámetros mayores a los de TV, incluyendo un mínimo de 720 pixels por línea, 576 líneas por imagen, 30 tramas por segundo y una velocidad mínima de 1,86 Mbits/seg.

Su algoritmo ha sido diseñado en base a las actividades JPEG y el estándar CCITT H:261 (International Telephone Consultive Committee). Sin embargo MPEG-1 fue primordialmente diseñado para aplicaciones multimedia de CD-ROM que requieren una funcionalidad soportada por encoders y decoders.

Una función importante de MPEG-1 es el **reabastecimiento condicional**, el cual indica que el algoritmo de codificación tiene la posibilidad de actualizar la información de los macrobloques en el decodificador, sólo si es necesario. Esto es, si

la información del macrobloque ha cambiado en comparación al contenido del mismo macrobloque de la imagen anterior, hay tres formas de llevar a cabo el reabastecimiento condicional:

- Salteamiento de macrobloques
- Inter macrobloques
- Intra macrobloques

Una posibilidad que tienen los algoritmos de MPEG-1 es la de ajustar la tasa de bits por segundo, esto se obtiene al variar el tamaño de los pasos de cuantización; pero el algoritmo para el control de esta tasa no es parte del estándar de MPEG-1 y queda a juicio de los implementadores las estrategias eficientes para lograr este control. Además es importante recalcar que, de la eficiencia del algoritmo de control de la tasa depende en gran medida la calidad de la imagen reconstruida.

Medi	Resolució de vídeo (col x línies x frames/s)	Bitrate sense compressió	Bitrate amb compressió
Film (EUA & Japó)	(720 x 480 x 24 Hz)	133 Mbits/s	3 to 6 Mbits/s
NTSC vídeo	(720 x 480 x 29.97 Hz)	168 Mbits/s	4 to 8 Mbits/s
PAL vídeo	(720 x 576 x 25 Hz)	199 Mbits/s	4 to 9 Mbits/s
HDTV vídeo	(1920 x 1080 x 30 Hz)	1493 Mbits/s	18 to 30 Mbits/s
HDTV vídeo	(1280 x 720 x 60 Hz)	1327 Mbits/s	18 to 30 Mbits/s
XDSI videotelèfon (CIF)	(352 x 288 x 29.97 Hz)	73 Mbits/s	64 to 1920 kbits/s
XCP videotelèfon (QCIF)	(176 x 144 x 29.97 Hz)	18 Mbits/s	10 to 30 kbits/s

Figura 16. *Tabla de Compresiones medias y bitrate obtenidas en los diferentes formatos*

9.3.- MPEG - 2

Uno de los factores que aseguró el éxito mundial de MPEG-1 fue su estructura genérica, la cual soporta una gran variedad de aplicaciones, además de posibles parámetros específicos de estas. Pero como todo evoluciona y siempre hay un proceso de mejora continua, en 1991 se inicia la estandarización MPEG-2, la cual se mencionó brevemente en otro apartado del presente documento pero aquí se abundará más sobre este estándar, el cual fue lanzado en 1994. Fue desarrollado en conjunto con un grupo de expertos en codificación de video en ATM el ITU-T SG 15, de hecho MPEG-2 es idéntico a la recomendación ITU-T H.262.

Básicamente MPEG-2 puede ser visto como un gran conjunto de MPEG-1. Por ello, como resulta obvio, cada decodificador del primero puede decodificar una imagen del segundo.

Se le agregaron nuevas cualidades para lograr un buen nivel de funcionalidad y calidad; además de se agregaron nuevos métodos de predicción para la codificación de video entrelazado. También se incluyeron extensiones de codificación para escalar video, para proveer más funcionalidad, como es el caso de la codificación de TV digital y HDTV (High Definition Television).

El MPEG-2 introduce los conceptos de Profile y Level. El primero define la adición de varios conjuntos de algoritmos como un super conjunto de algoritmos en el Profile de abajo. El level indica el número de parámetros que se puede soportar para la implementación.

9.3.1.- Códigos de Extensiones no escalables para MPEG-2

El MPEG-2 se basa en DPCM/DCT al igual que MPEG-1. Incluye una estructura de macrobloques, compensación por movimiento y modos de codificación para reabastecimiento condicional de macrobloques.

MPEG-2 introduce los conceptos de trama de imagen, campo de imagen junto con sus formas de acomodar la codificación de video progresivo y entrelazado, que son predicción de trama y campo.

En las predicciones de campo, estas son hechas independientemente para cada campo usando datos de uno o más campos decodificados previamente.

La predicción de trama, crea una predicción para una trama de imágenes, basada en tramas previamente decodificadas. Ya sea en un campo o una trama de imágenes, las predicciones se pueden usar y el modo de predicción preferido puede ser seleccionado de un macrobloque o una base de macrobloques.

MPEG-2 ha introducido compensación por movimiento para hacer más eficiente la exploración de redundancias temporales entre campos.

Además, MPEG-2 cuenta con formatos de radio de submuestreo de luminancia y crominancia, para aplicaciones con altos requerimientos de calidad de video.

Las aplicaciones escalables de MPEG-2, soportan aplicaciones por encima de los que se han establecido en el código del algoritmo del Profile principal. Esto provee la característica de interoperabilidad entre diferentes servicios y la de soportar receptores con diferentes capacidades de desplegado. Otro propósito es proveer video en capas que pueda ser priorizado para su transmisión.

9.4.- MPEG-4

El estándar MPEG-4 esta diseñado para admitir el transporte, la sincronización, la codificación y el procesamiento de contenidos multimedia audiovisuales para aplicaciones de Internet e inalámbricas.

MPEG-4 es un estándar ISO/IEC desarrollado en 1998 por MPEG, el mismo comité que desarrolló los estándares MPEG-1 y MPEG-2 galardonados con el premio Emmy, los cuales han hecho posible el vídeo interactivo en la televisión digital y el CD-ROM.

El estándar MPEG-4 es aceptado y ampliamente utilizado por los desarrolladores de aplicaciones, proveedores de servicios, creadores de contenido y usuarios finales de todo el mundo.

El estándar MPEG-4 ha sido diseñado para ser el próximo y principal estándar del mundo multimedia. A diferencia de MPEG-1 y MPEG-2, diseñados para una mejor eficiencia en la compresión, la característica principal de MPEG-4 son sus nuevas funciones. Tanto los terminales de usuarios inalámbricos como los estáticos, el acceso a bases de datos, las comunicaciones y los nuevos tipos de servicios interactivos serán las principales aplicaciones de MPEG-4.

El nuevo estándar MPEG-4 facilita la creciente interacción y coincidencia (convergencia) de los anteriormente separados de las telecomunicaciones, informática y medios de comunicación (TV y radio). MPEG-4 se ejecuta en el formato de archivo MP4. Se trata de la próxima generación, más allá de MP3. Al igual que MP3, MPEG-4 llegará a ser el estándar aceptado debido a que supera el éxito de MP3 en dos características importantes:

1. MPEG-4 permite vídeo, incluso a velocidades en bits tan bajas como 9,6 kbps.
2. MPEG-4 permite la administración de los derechos digitales para proteger la valiosa propiedad intelectual de los proveedores de contenido.

MPEG-4 no es una simple norma de codificación digital de audio y vídeo. MPEG-4 trata de facilitar la manipulación digital interactiva de información audio visual desde el punto de vista de:

- Creadores de Contenido
- Proveedores de Servicios y Redes
- Usuarios finales

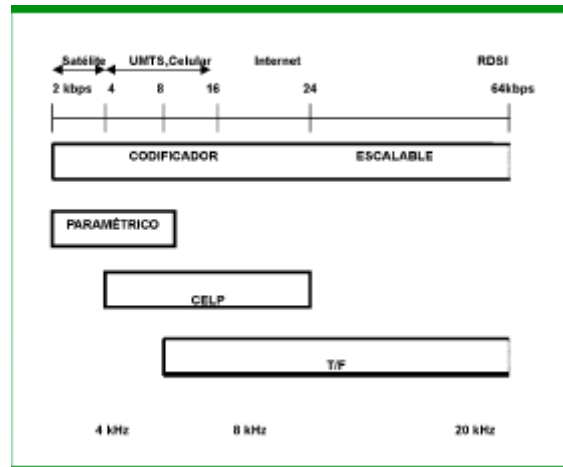


Figura 17. Estructuras de Codificación usadas por MPEG-4 en cada margen de frecuencias

9.5.- Datos técnicos MPEG-4

- Su ancho de banda va desde 5 kbit/s a 10 Mbit/s
- Resolución vídeo desde sub-QCIF a TV Alta Definición.

- Pausa, rebobinado rápido hacia delante y hacia atrás con todos los objetos sincronizados.
- Escalabilidad espacial y temporal de todos los objetos (imágenes, textos, gráficos animados, etc.)
- Tratamiento similar de objetos naturales o sintéticos (voz sintética, imágenes creadas en ordenador, etc.)
- Calidad de audio desde telefonía (4 kHz) a calidad CD estéreo (20 kHz)

El estándar de codificación de audio MPEG-4 integra diversos tipos de codificación de audio: sonidos sintéticos y reales, música y voz, un amplio margen de capacidad de transferencia de datos, entre otras características. Por tanto, permite acomodar un número de aplicaciones mucho mayor que sus predecesores y otros estándares existentes en el mercado. Por ejemplo, el estándar anterior MP3 está especializado en música de alta calidad, G.711 en codificación de voz para telefonía, etc.

La versión 2 de MPEG-4, aprobada en diciembre de 1999, incorpora nuevos perfiles, manteniendo las herramientas y perfiles existentes en la primera versión. Por tanto, es retrocompatible con la versión 1. Entre las características incorporadas cabe destacar la interacción multiusuario y el soporte Java (MPEG-J), que especifica el API (Application Programmers Interface) para establecer la interoperabilidad entre reproductores MPEG-4 con código Java. Además, especifica un formato de fichero para almacenar la información. MPEG-4 video soporta imágenes rectangulares convencionales así como imágenes y video de formas arbitrarias. Este ejemplo se muestra en la figura siguiente:

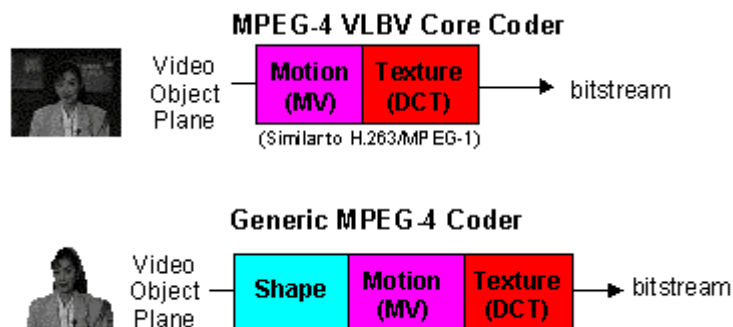


Figura 18. El VLBV core y el codificador genérico MPEG-4

Las nuevas funcionalidades que incorpora la versión 2 respecto a la 1 son:

- **Robustez frente a errores.** Mejora las prestaciones en entornos de canales de transmisión con errores. Para conseguir la reducción del deterioro percibido en la señal decodificada, se usan nuevas herramientas, como el codebook virtual (VCB o Virtual Codebook Tool), la codificación de longitud variable reversible (RVLC o Reversible Variable Length Coding Tool, consistente en usar códigos simétricos que permiten la decodificación hacia delante "forward" y hacia atrás "backward") y la reordenación de los códigos de

Huffman (HCR o Huffman Codeword Reordering Tool, basada en encontrar los códigos prioritarios PCW o Priority Codewords).

Un segundo grupo de herramientas para mejorar la robustez frente a errores se basa en proteger mejor aquellos bits más sensibles (UEP o Unequal Error Protection), aplicando códigos de corrección de errores (FEC o Forward Error Correction Codes) y/o códigos de redundancia cíclica (CRC o Cyclic Redundancy Codes).

- **Codificación de audio de bajo retardo.** El retardo del esquema general de codificación es del orden de varios centenares de milisegundos, lo cual es inadecuado para transmisiones bidireccionales en tiempo real.

Para reducir el retardo, la segunda versión de MPEG-4 especifica la posibilidad de trabajar con frecuencias de muestreo hasta 48 kHz con tamaños de trama de 512 ó 480 muestras, y un retardo inferior a 20 ms.

- **Ajuste fino de la escalabilidad.** La versión 2 permite un ajuste de la transferencia a incrementos de 1 kbit/s por canal, a partir del esquema de codificación BSAC (Bit-Sliced Arithmetic Coding). En el esquema de la versión uno, a partir de una configuración típica a 24 kbit/s (monofónica), son posibles 2 capas de mejora de 16 kbit/s cada una.
- **Codificación paramétrica de audio.** La versión 2 establece herramientas de clasificación automática voz/música, así como la variación del pitch y la velocidad de reproducción.
- **Compresión de silencios en la codificación CELP.** La versión 2 incorpora un descriptor de inserción de silencios (SID o Silence Insertion Descriptor) que permite reducir la velocidad de transferencia usando un mecanismo de compresión de los instantes de silencio.

Para ello, especifica el algoritmo de un detector voz/silenció (VAD o Voice Activity Detector). Durante los instantes de actividad normal de voz se utiliza el mismo esquema de la versión 1 y, durante los silencios, el SID activa un generador de ruido de confort (GNC), para evitar que la ausencia de señal cause la sensación de que se ha cortado la comunicación.

- **Extensión HXVC.** El modo de funcionamiento de transferencia variable extiende el máximo de 2 a 4 kbit/s. En dicho caso se obtiene una transferencia media de aproximadamente 3 kbit/s. Fuera del modo de transferencia variable a un máximo de 4 kbit/s, el funcionamiento es el mismo de la versión 1.

9.5.1.- Las Ventajas de MPEG-4

1. MPEG-4 es el primer estándar que combina vídeo de una y de dos vías en un único estándar.

2. MPEG-4 permite una fácil manipulación de los datos. Por ejemplo, se pueden combinar varias fuentes de MPEG-4 y editarlas al instante.
3. MPEG-4 permite a los proveedores de contenido codificar una sola vez y distribuir en cualquier lugar. Un único flujo puede admitir cable, satélite y tecnología inalámbrica, y se puede distribuir a distintas velocidades en bits. Esta solución rentable es posible debido a dos características de MPEG-4 que MPEG-2 no posee:
 - Gama de velocidades en bits más flexible: 9,6 kb/s a 6 Mb/s para MPEG-4 en comparación con 1,5 Mb/s a 12 Mb/s para MPEG-2.
 - Flexibilidad ante los errores (por encima de la capacidad de MPEG-2), la cual ayuda a asegurar la calidad incluso a través de enlaces no fiables con un alto índice de errores de bits (BER).
4. Con MPEG-4, el portador puede modificar la frecuencia de la imagen del vídeo para adaptarse al número variable de clientes de una red, nivelando, de este modo, la carga del sistema.

9.6.- MPEG-7

MPEG-7 es al multimedia lo que PostScript es al papel. Este último describe a un programa de textos el formato que debe tener la página; MPEG-7 hace lo mismo, pero sobre el contenido audiovisual. El MPEG-7 se basa en el popular lenguaje de metadatos XML.

MPEG-7 es una representación estándar de la información audiovisual. Permite la descripción de contenidos por palabras clave y por significado semántico (quién, qué, cuándo, dónde) y estructural (formas, colores, texturas, movimientos, sonidos). El formato MPEG-7 se asocia de forma natural a los contenidos audiovisuales comprimidos por los codificadores MPEG-1 (almacena y descarga archivos audiovisuales), MPEG-2 (televisión digital) y MPEG-4 (codifica audio y vídeo en forma de objetos), pero se ha diseñado para que sea independiente del formato del contenido.

El nuevo estándar ayuda a las herramientas de indexación a crear grandes bases de material audiovisual (imágenes fijas, gráficos, modelos tridimensionales, audio, discursos, vídeo e información sobre cómo esos elementos están combinados en una presentación multimedia) y buscar en estas bases de materiales manual o automáticamente.

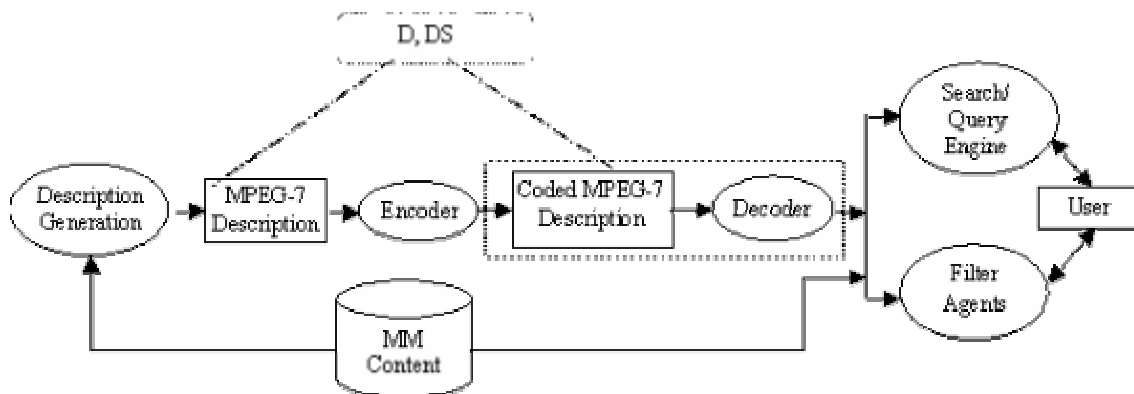
Mpeg-7, como otros miembros de la familia MPEG, es una representación standard de información audiovisual satisfaciendo requisitos particulares. El standard MPEG-7 se construye sobre otras representaciones estándar tales como, PCM, MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4. Una de las funciones del estándar es proporcionar referencias para porciones ideales de ellos. Por ejemplo, tal vez una forma de descriptor utilizada en MPEG-4 es útil en un contexto MPEG-7

también, y lo mismo se puede aplicar a los campos de vectores móviles usados en MPEG-1 y 2.

Los descriptores de MPEG-7, sin embargo, no dependen de la manera en que el contenido descrito es codificado o almacenado. Es posible pegar una descripción MPEG-7 a una película analógica a una imagen impresa en papel. Aunque la descripción MPEG-7 no depende de la representación (codificada) del material, el estándar de alguna manera se construye sobre MPEG-4, el cual proporciona el medio para codificar material audio visual como un objeto teniendo ciertas relaciones en el tiempo (sincronización) y espacio (en la pantalla para vídeo, o en una habitación de audio). Usando una codificación MPEG-4, será posible pegar descripciones a elementos (objetos) *dentro* de la escena, tales como objetos audio y visuales. MPEG-7 permitirá diferentes granulosos en sus descripciones, ofreciendo la posibilidad de tener diferentes niveles de discriminación.

Los datos MPEG-7 han de ser físicamente localizados con el material AV asociado, en el mismo chorro de datos o sobre el mismo sistema de almacenamiento, pero las descripciones también podrían estar en cualquier otra parte del globo. Cuando el contenido y su descripción no están co-localizados, es útil un mecanismo que enlace sus descripciones MPEG-7; estos enlaces no deberían trabajar en ambas direcciones.

En la siguiente figura se explica cómo trabajaría MPEG-7 en la práctica. Pueden existir otras tramas desde el contenido al usuario; éstas no están aquí representadas. Además, el uso para el codificador y decodificador es opcional.



El énfasis de MPEG-7 será la aportación de soluciones nuevas para descripciones de contenido audiovisual. Por tanto, el direccionamiento de sólo texto no estará entre los objetivos de MPEG-7. Sin embargo, el contenido audio visual debe incluir o referirse a texto amén de su información audiovisual.

MPEG-7, por lo tanto, considerará soluciones ya existentes y desarrolladas por otras organizaciones de estandarización para documentos de sólo texto y los mantendrá como deba.

Aparte de los descriptores mismos, la estructura de la base de datos juega un papel crucial en la final ejecución de recuperación. Para permitir el deseado juicio rápido acerca de si el material es de interés, la información indexada tendrá que ser estructurada, pe. de una forma jerárquica o asociativa.

9.6.1.- Áreas de interés

Hay muchas aplicaciones y dominios de aplicaciones los cuales se beneficiarán del estándar MPEG-7. Algunos pocos ejemplos son:

- Librerías digitales (catálogo de imagen, diccionario musical...)
- Servicios de guía telefónica multimedia (pe. páginas amarillas)
- Selección de medios de radiodifusión (canal de radio, canal de televisión...)
- Edición multimedia (servicio personalizado de noticias electrónicas)

La forma de datos MPEG-7 será utilizada para responder a las peticiones de usuario fuera del alcance del estándar. En principio, cualquier tipo de material AV puede ser almacenado por medio de cualquier tipo de material cuestionado. Esto significa, por ejemplo, que material de vídeo puede ser solicitado usando vídeo, música, voz, etc. Es misión de la máquina de búsqueda el combinar el dato en cuestión y la descripción AV MPEG-7. Algunos pocos ejemplos son:

Música: Tocar unas pocas notas en un teclado y obtener una lista de piezas musicales conteniendo (o casi) la melodía requerida.

Gráficos: Dibujar unas cuantas líneas en una pantalla y obtener como respuesta un grupo de imágenes que contengan gráficos similares, logos, ideogramas...

Imagen: Definir objetos, incluyendo manchas coloridas o texturas y obtener como respuesta ejemplos entre los cuales seleccionemos los objetos de interés para componer la imagen.

Movimiento: Dado un grupo de objetos, describir movimientos y relaciones entre objetos y obtener como respuesta una lista de animaciones completando las relaciones descritas temporales y espaciales.

Escenario: Dado un contenido, describir acciones y obtener una lista de escenarios donde hayan sucedido acciones similares.

Voz: Utilizar un extracto de la voz de Pavarotti, y obtener una lista de grabaciones de Pavarotti, vídeo clips donde aparezca éste cantando o vídeo clips donde esté presentado.

<http://seritel.teleco.ulpgc.es/trabajos/mpeg/mpeg.htm>

9.7.- MPEG-21

El estándar **MPEG-21**, del grupo **MPEG (Moving Picture Experts Group)** tiene por objetivo el definir un marco abierto para aplicaciones multimedia ISO 21000.

Específicamente, **MPEG-21** define un estándar de *Lenguaje de Expresiones sobre Derechos* con medio para compartir derechos o permisos digitales para contenidos almacenados digitalmente transmitidos del creador del contenido a su usuario. Se trata de un sublenguaje de XML que está diseñado para

comunicar información de licencias en un formato utilizable automáticamente de forma *obvia, no ambigua y segura*.

<http://es.wikipedia.org/wiki/MPEG-21>

<http://www.chiariglione.org/mpeg/standards/mpeg-21/mpeg-21.htm>

10.- EL FORMATO DV

10.1.- Conceptos preliminares

A efectos prácticos, una videocámara DV es como un ordenador portátil que se conecta con el ordenador, en vez de por una tarjeta de red, por una tarjeta IEEE 1394, también conocidas como FireWire o i-Link. Se ha formulado esta analogía para dejar claro que una cámara DV graba en formato digital y que por tanto se limita a hacer una transferencia de datos, lo que quiere decir que TODAS LAS TARJETAS DV DEL MUNDO OFRECEN LA MISMA CALIDAD DE "CAPTURA".

No es posible usar ningún códec de compresión porque se está traspasando datos y no haciendo una captura. Es decir, no se puede conectar una cámara DV a un puerto FireWire y comprimir en DivX en tiempo real mientras se está capturando. Para poder hacer eso sería necesario usar la salida RCA/SVideo de la cámara y hacer una captura analógica. La calidad de captura mediante un puerto FireWire es siempre la misma



Figura 19. *Detalle de un conector FireWire*

¿Cómo es posible? Un ejemplo sencillísimo. ¿Cómo es la información de un CD de audio? Digital. Si se captura un CD de audio a WAV (no a mp3) ¿se tiene pérdida de calidad? No, ¿verdad? Digital significa que toda la información se descompone en ceros y unos. Si en el CD original se tiene una secuencia 11100001 y se pasa al disco duro, salvo que el CD esté rayado y haya problemas de lectura, se seguirá teniendo 11100001. Da igual el lector de CD's que se use, al igual el disco duro que use, da igual el programa de extracción de audio que use, un cero será un cero y un uno será un uno. Con las videocámaras DV sucede lo mismo. Una cinta DV, a pesar de su similitud externa con las cintas analógicas, contiene información DIGITAL, de modo que, salvo defectos físicos de la cinta, cuando se traspase la información de dicha cinta se tendrá una copia EXACTA del contenido de la cinta, se use la tarjeta FireWire que use y se use el programa de "captura" que use. De esta característica proviene también su interés a la hora de trabajar con vídeo digital, ya que nos permite "bajar" al ordenador los videos a editar sin pérdida de calidad.

En definitiva el cable Firewire, transfiere tanto el vídeo como el audio, así como las señales para controlar el dispositivo, haciéndolo bidireccionalmente. No hay entrada o salida de video, no hay entrada o salida de audio, no hay audio derecho o izquierdo, solo hay un cable entre la cámara de vídeo DV y la tarjeta de captura.

10.2.- ¿Cómo es internamente el formato DV?

El formato DV es un estándar con unos patrones muy bien definidos:

La compresión se realiza usando DCT (Transformación Directa de Coseno), el mismo tipo de compresión usado en vídeos MJPEG, pero eso no quiere decir que sea únicamente una secuencia de cuadros-I, puesto que se realiza un análisis de los cambios entre los dos campos que son necesarios para un fotograma y, de ser despreciable la diferencia, el compresor "ahorra espacio" repitiendo la información uno de los campos.

Como el DV ofrece un flujo constante de 25 Mbits/s (36 Mbits/s en total, video + audio + sincronismos y corrección de errores) mediante esa repetición se puede dedicar el espacio no utilizado para mejorar la calidad de la imagen, lo que en la práctica resulta en una mejor calidad de imágenes estáticas, o en las que haya pocos cambios, y un ligero empeoramiento en las escenas de movimiento o con cambios, llegando a apreciar algo de pixelación.

Conviene no olvidar que aunque el DCT del DV mejora la compresión JPEG estándar, mediante la optimización de las tablas cuantificadoras, sigue siendo un método de compresión con pérdida. La relación de compresión que se consigue es de 5:1 con un submuestreo 4:2:0 para PAL y 4:1:1 para NTSC. Centrándonos en estos dos formatos (PAL y NTSC) las diferencias son:

PAL: 720x576 (625 líneas), 25 cps

NTSC: 720x480 (525 líneas) 29,97 cps

El audio se mantiene común a ambos formatos y puede ser de dos canales a 48 kHz y 16 bits, o de 4 a 32 kHz y 12 bits. Si se va a usar un reproductor de DVD de salón para ver el resultado de la edición DV, recomiendo encarecidamente grabar siempre el audio a 48 kHz: Tras la edición, el audio quedará intacto para DVD o se reducirá a 44,1 kHz para otros formatos (VCD, SVCD y variaciones de éstos) Aumentar la frecuencia pasando de de 32 kHz a 48 kHz supone una serie de problemas que es mejor evitar grabando siempre a 48 kHz.

Por otro lado, el vídeo miniDV es un formato con entrelazado de vídeo. El vídeo miniDV usa siempre dominancia del campo inferior (lower o B). Hay que tener en cuenta esto a la hora de comprimir a MPEG. Si se le dice al compresor MPEG que aplique dominancia del campo superior (upper o A) en lugar del inferior, en el televisor se verán unas molestas rayas que aparecen sobre todo en escenas de movimiento.

10.2.1.-¿Qué diferencias hay de una tarjeta a otra?

Una tarjeta IEEE 1394 es, en realidad, una tarjeta de red preparada para transmitir y recibir datos, igual que cualquier otra tarjeta de red, pero a una velocidad mucho

mayor, 400 Mbits/s. Las tarjetas más usuales suelen ser internas y pueden disponer de uno o varios puertos como se puede ver en la tarjeta de la figura:

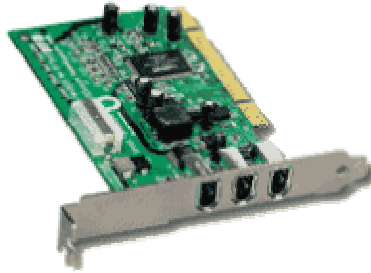


Figura 20. Ejemplo de una tarjeta de puertos FireWire

Las diferencias reales entre una tarjeta FireWire y otra son:

- Aceleración o no por hardware del proceso de edición. La diferencia de precio entre una tarjeta que se limite a transferir datos y una que acelere o haga en tiempo real tareas comunes en la edición de vídeo como transiciones, filtros y/o exportación a MPEG es abismal.
- Software que acompaña a la tarjeta. Por otro lado es totalmente lógico que una tarjeta que viene OEM sin software ninguno no puede costar lo mismo que una tarjeta acompañada del Ulead Media Studio, Premiere, Vegas Vídeo, Pinnacle Studio o cualquier otro programa de edición potente para un usuario doméstico.
- Fabricante. Como en todo, hay productos de los llamados "de marca" que se cotizan más caros. No siempre son los mejores, pero está claro que un fabricante afamado y con prestigio podrá siempre cotizar más caros sus productos
- Tipo de vídeo AVI usado para almacenar la información que les llega. Con respecto al tipo de vídeo AVI, se comentará en el siguiente apartado

10.2.2.- Diferencias entre DV tipo-1 y DV tipo-2

A la hora de usar (de que el ordenador acceda) un vídeo AVI hay dos formas de hacerlo. Una es leyendo la cabecera de los AVI y, de ser necesario, usar algún compresor o códec AVI instalado en el sistema que le indique al programa cómo acceder a ese vídeo, y otra es mediante un filtro Direct Show.

La primera forma, mediante el códec, se realiza tratando al vídeo según las normas Video for Windows (VFW) (mismo formato desde Windows 3.1) Es el modo de trabajar de aplicaciones más antiguas como Premiere 5 y anteriores y algunas otras como Virtual Dub.

Por otro lado se tienen las aplicaciones que hacen uso de los filtros Direct Show para acceder al vídeo, de modo que cuando quieren acceder a un vídeo AVI piden al filtro el acceso y, en caso de ser necesaria alguna transformación es el propio filtro quien la hace y le entrega al programa que hace la solicitud el vídeo en condiciones de ser usado

Hay que tener en cuenta que el formato DV nativo está entrelazado (interleaved). No confundir este entrelazado con el entrelazado de campos comentado anteriormente. Aquí con entrelazado se hace referencia a que el vídeo DV contiene vídeo + audio en una única pista llamada IVAS (interleaved video and audio stream, o pista entrelazada de vídeo y audio).

Aquí es donde entra la diferencia entre los dos sistemas comentados. Los programas que acceden al vídeo como VFW necesitan una pista de vídeo (vids - video stream) y una (o varias) de audio (auds - audio stream). Los programas que usan Direct Show no tienen problemas con el vídeo DV nativo porque Direct Show separa las pistas antes de entregárselas al programa que las pide, de modo que ese programa sigue trabajando como siempre gracias a la transformación previa del filtro Direct Show (ivas -> vids+auds).

Por todo ello, hay dos tipos de tarjetas capturadoras FireWire: las que dejan el vídeo tal cual les llega de la videocámara (entrelazado - ivas) y las que separan las pistas de vídeo y audio (vids+auds) y crean un AVI VFW de los de antaño. Al primer tipo de tarjetas se les llama de **tipo-1** mientras que al segundo se les llama de **tipo-2**.

La diferencia, a raíz de lo explicado, está clara. El vídeo "capturado" por una tarjeta de tipo-1 no podrá ser reproducido ni editado por programas basados única y exclusivamente en VFW, puesto que mantendrá el vídeo entrelazado en una sola pista y estos programas necesitan pistas de vídeo y audio separadas. No obstante, se hará una salvedad. Esto puede solucionarse fácilmente instalando algún códec DV en el sistema que se comporte como un códec VFW, no como un filtro Direct Show. El códec MainConcept, por ejemplo, cumple con esta función.

Una tarjeta de tipo-2 lo que hace es esconder la pista de audio del original (ivas) y añadir una nueva pista de audio copiando la información del audio original. Eso implica una redundancia de datos y el correspondiente aumento en el tamaño del archivo, además de una complejidad añadida al proceso de transferencia del vídeo de la videocámara al ordenador.

La única ventaja de estas capturadoras con respecto a las de tipo-1 es, a priori, que crean vídeos compatibles con todas las aplicaciones. No obstante, los vídeos VFW tienen limitaciones, como las de tamaño máximo de 4 GB, que no tienen las de tipo-2 y, como he comentado, el problema de compatibilidad de las de tipo-1 queda subsanado con la incorporación de un códec DV en formato VFW. Microsoft ha dejado claro, además, que el VFW está muerto y que todos los avances van a ser realizados en Direct Show (incluido en las DirectX).

RESUMEN

Actualmente existe una gran cantidad de códecs con métodos de compresión que usan técnicas muy distintas.

Dependiendo de las propiedades que deseemos obtener en el archivo ya procesado y el medio en el que se pondrá a disposición de los usuarios convendrá usar un codec u otro.

Dada la “moda” actual por el video en formato comprimido se ha dado gran importancia al formato de codificación MPEG-4, estando actualmente muy extendidas diferentes implementaciones de este estándar, como son las de Apple en quicktime y principalmente los códecs usados en la grabación de películas e intercambio de éstas (legal o ilegal) a través de programas peer to peer (P2P), como son los códecs **Divx, 3ivx o Xvid**, todos ellos implementaciones cercanas (libres) a la norma MPEG-4 (presentan mayor o mayor capacidad de compresión y calidad, y algunos de ellos son gratuitos mientras otros de pago)

A continuación se exponen, a modo de ejemplo, comparaciones acerca de las velocidades de compresión y tamaño de archivos generados con diversos códecs, así como una comparativa de características de algunos de ellos. La fiabilidad de estos datos no es concluyente debido a que diferentes implementaciones de un mismo codec, ejecutadas sobre distintos programas que realicen la codificación con éste, pueden proporcionar resultados muy distintos, por lo que hay que interpretarlos como una aproximación.

Por otro lado, en la tabla de características de algunos códecs en algunos casos se muestran valores mínimos para los que fueron diseñados, sin que nada impida que se puedan utilizar otros valores. Por ejemplo, en el caso de la resolución de la imagen ya se ha comentado que el formato Cinepak se usa actualmente para tamaños mucho mayores.

Velocidad y tamaño de los ficheros

Tomando como fuente un video en formato AVI de un clip de la cadena MTV con una resolución de 320x240 pixels y una duración: de 3 minutos 11 segundos se ha convertido a otro fichero AVI usando diferentes compresores de video con diferentes codecs. El audio se redujo a 8Khz mono (8 bits) en formato PCM (no comprimido) para minimizar el impacto de la compresión de audio (que ocupaba 24kb de espacio). Los resultados de velocidad de compresión del archivo y tamaño resultante de éste son los siguientes:

Codec de video	Velocidad	Tamaño
----------------	-----------	--------

Cinepak Codec (Radius)		18:40	44,560 KB
DV Video Encoder	NTSC 720x480@29.97fps	2:50	674,015 KB
	PAL 720x576@25fps	2:28	674.688 KB
DivX® 5.1.1 (Implementación de MPEG4)		00:50	21,296 KB
Indeo® video 5.10		6:01	18,725 KB
Intel Indeo(R) Video R3.2		3:21	27,558 KB
Intel Indeo® Video 4.5		15:04	18,629 KB
MJPEG		1:21	55,515 KB
MainConcept DV Pro Video Encoder	NTSC 720x480@29.97fps	2:41	674,015 KB
	Microsoft RLE	0:50	278,785 KB
Microsoft Video 1		0:56	13,313 KB
Microsoft Windows Media Video 9		4:54	12071 KB

Características de algunos de los codecs más comunes

A continuación se muestran las características más significativas de algunos de los codecs de video más comunes que pueden ayudar a seleccionar el que mejor se ajuste a las necesidades del usuario.

Codec	Ratio Mb/sec	Perdida	Compr. espacial	Compr. temporal	Editable	Tamaño de la imagen	fotogramas /segundo	Hardware especial	Calidad
Cinepak	0.1-4	Si	Si	Si	Si	160x120-640x480	8-30	No	Buena
Indeo 3.2	0.1-4	Si	Si	Si	Si	160x120-320x240	8-30	Opcional	Buena
M-JPEG	0.1-10	Si	Si	No	Si	160x120-640x480	60	Si	Mejor
MPEG-1	1.5	Si	Si	Si	No	352x240	30	Si	Buena
MPEG-2	1.5-100	Si	Si	Si	No	720x480	60	Si	Mejor
Fractal	0.1-4	Si	Si	Si	Si	160x120-640x480	8-30	Si	Buena
Wavelet	0.1-4	Si	Si	Si	Si	160x120-320x240	8-30	No	Buena

EJERCICIOS

Ejercicio 1

Para almacenar un segundo de vídeo sin comprimir de calidad DVD PAL ¿Cuál será la capacidad de memoria necesaria? Comentar el resultado obtenido.

Ejercicio 2

Para la realización de la práctica se deben de seguir los pasos según indica el planteamiento de este guión:

- Primero mediante un pegado consecutivo de los ficheros entregados con el material, se han de obtener dos ficheros independientes. Para ello se multiplicará el primer fichero (AVIÓN1.AVI) por tres veces su tiempo (AVIÓN2.AVI), lo mismo con el segundo fichero CEREZAS1.AVI salvo que el tiempo de duración será multiplicado por cuatro. Llamándolos AVIÓN2.AVI y CEREZAS2.AVI respectivamente.
- Después de obtener los dos ficheros de video se realizará un nuevo proyecto en base a ellos. Se irán obteniendo los diferentes intervalos de tiempo de cada fichero según indica:
 - Primero - Los primeros 5 segundos de AVIÓN2,
 - Segundo - Los 6 primeros segundos de CEREZAS2,
 - Tercero - Los 5 últimos segundos de AVIÓN2,
 - Cuarto - Los 4 últimos segundos de CEREZAS2.
- Se irán introducido entre ellos diferentes transiciones y sonidos de fondo.
- El siguiente paso ha sido el de introducir el título del video al principio del mismo (*La llegada de las cerezas*), concretamente durante los cuatro primeros segundos.
- En cuanto al audio, se ha de suprimir el de los archivos iniciales y sustituir por un archivo .WAV ajustándolo al video final (20 Segundos).

Por último se salvará el proyecto como VIDEO.AVI.

Ver los ficheros a tratar contenidos en la carpeta *Vídeo \ Ficheros de Vídeos \ Ejercicio propuesto \ Planteamiento*

SOLUCIONES

Solución al ejercicio 1

Se facilitara con posterioridad a la resolución por parte del alumno y envío al Equipo Docente.

Solución al ejercicio 2

Ver los ficheros resultantes contenidos en la carpeta *Vídeo \ Ficheros de Vídeos \ Ejercicio propuesto \Solución*

- Para la realización de la práctica se han realizado los pasos según indica el planteamiento del guión.
- Primero mediante un pegado consecutivo de los ficheros entregados con el material, se han obtenido dos ficheros independientes. Para ello he arrastrado el primer fichero (AVIÓN1.AVI) tres veces desde la pantalla monitor hasta la barra de timeline (VÍDEO 1 A), lo mismo con el segundo fichero CEREZAS1.AVI salvo que el tiempo de duración lo he multiplicado por cuatro. Llamándolos AVIÓN2.AVI y CEREZAS2.AVI respectivamente.
- Después de obtener los dos ficheros de video se ha realizado un nuevo proyecto en base a ellos. Mediante la opción marcador timeline se han ido obteniendo los diferentes intervalos de tiempo de cada fichero según indica la práctica.
- Una vez insertados estos intervalos (Primero- Los primeros 5 segundos de AVIÓN2, Segundo- Los 6 primeros segundos de CEREZAS2, Tercero- Los 5 últimos segundos de AVIÓN2, Cuarto- Los 4 últimos segundos de CEREZAS2.) y se han introducido entre ellos diferentes transiciones. Para ello los intervalos de CEREZAS2 se han desplazado hasta VÍDEO 1 B para poder introducirlos. Estas transiciones se han aumentado o disminuido según la misma para que en el cambio de una escena a otra, no sufrieran alteraciones entre ellas.
- El siguiente paso ha sido el de introducir el título del video al principio del mismo (La llegada de las cerezas), concretamente durante los cuatro primeros segundos. Con el comando Archivo- Nuevo-Título se ha diseñado el nombre del título ajustando tanto el nombre como el tamaño de la letra, la fuente etc... Una vez ajustado el título se ha insertado al principio del video, de la misma manera que los demás pasos, arrastrando desde la pantalla monitor hasta la barra timeline.
- En cuanto al audio, se ha suprimido el de los archivos iniciales y se ha importado un archivo .WAV ajustándolo al video final (20 Segundos).

Por último he salvado el proyecto como VIDEO.AVI. Para ello lo he exportado mediante el comando exportar timeline-película hasta ajustarlo para obtener la extensión .AVI

GLOSARIO

ADPCM: Adaptive Differential Pulse Code Modulation.
ASF: Advanced streaming format.
AVI: Audio Video Interleaved.
CBR: Constant Bit Rate.
CCIR: Comité Consultatif International des Radiocommunications.
CLUT: Colour Lookup Table.
CODEC: Codificador-Decodificador.
DPCM: Differential Pulse Code Modulation.
DV: Digital Vídeo.
GOP: Group Of Pictures.
HTTP: Hypertext Transport Protocol.
IP: Internet Protocol.
ISO: International Standards Organization.
IVAS: Interleaved Video/Audio Stream.
JPEG: Joint Photographic Experts Group.
MCI: Media Control Interface.
MPEG: Moving Picture Experts Group.
NTSC: National Television Systems Committee.
PAL: Phase Alternation Line.
PAM: Pulse Amplitude Modulation
RGB: Red - Green - Blue.
RLE: Run Length Encoding.
SECAM: Systeme Electronique Color Avec Memoire.
TCP: Transport Control Protocol.
UDP: User Datagram Protocol.
VBR: Variable Bit Rate.
VFW: Video for Windows.

A/B Roll: Perteneciente al concepto de edición lineal. Con dos fuentes de video, A i B se proporciona el material necesario para generar una imagen C, mezcla de A+B, mediante efectos del tipo fundido, cortinilla y efectos digitales.

Acceso Aleatorio Real: Capacidad para acceder a cualquier fotograma en cualquier orden a una velocidad igual o superior a la de un video. Concepto relacionado con la edición no-lineal y el registro de información en disco a partir de información binaria.

Aliasing: Efecto de "batido" no deseado que aparece cuando la frecuencia de muestreo es demasiado baja para reproducir fielmente los detalles de la imagen. También se conoce como tal, el escalonado de líneas inclinadas no filtradas.

Alienígenos (Aliens): Elementos extraños presentes en las imágenes digitales. Estos elementos, perfectamente visibles en las imágenes, pueden ser de tipo muy diverso: tembleques en determinadas partes de la imagen, arrastres de cola de cometa en imágenes muy dinámicas, dentados o escalados en zonas inclinadas, drástica pérdida de la resolución, sujetos sin volumen, moscas en determinadas zonas, entre otros. Los alienígenos pueden evitarse por medio de un control muy riguroso de la compresión, es decir, es preciso evitar la compresión automática, o bien, por medio de sofisticados sistemas de filtrado o redondeado dinámico.

Artificio: Efectos visibles no deseados, resultado de limitaciones técnicas. Contorneados de la imagen, modificaciones del color, etc.

Ancho de Banda: Magnitud de la vía por la que viaja una cantidad de información determinada que se puede transmitir en un momento dado. Los sistemas de transmisión de imagen, requieren un gran ancho de banda por la gran cantidad de información que transportan.

AVI: (Audio Video Interleave). Formato estándar de video para plataformas Windows, compatible con QuikTime.

Bath Capture: A través de la controladora de nuestra tarjeta de captura de video, determinar cuál es la entrada y la salida para capturar sólo lo previamente seleccionado.

Betacam: Magnetoscopio desarrollado por Sony que utiliza cinta en casete de 12,7mm de ancho. El sistema registra, a través de un multiplexado en el tiempo, vídeo en componentes.

Binario: Representación matemática de un número en base 2, es decir con sólo dos estados, 1 y 0; on y off; alto o bajo. Es la base de las matemáticas aplicadas a sistemas digitales y ordenadores.

Bit: Dígito binario (Binary digIT), Un bit matemático define dos niveles o estados, on/off. Dos bits pueden definir cuatro niveles, tres bits ocho, En términos de imagen, 8 bits pueden definir 256 niveles de gris entre blanco y negro.

Bloques: Áreas rectangulares de la imagen, normalmente de un tamaño de 8x8 píxels, que se someten individualmente a codificación DCT como parte de un proceso de compresión de una imagen digital.

BNC: (Bayonet Neil-Concelman). Es un popular sistema de interconexión utilizado en vídeo profesional. Las conexiones por BNC, que generalmente son adecuadas para impedancias de 75 ohms, se utilizan tanto para vídeo analógico como digital.

Broadcast: Calidad televisiva de video, susceptible de ser emitida. Estándar mínimo de calidad aceptado por las emisoras de televisión de todo el mundo y por sus organismos reguladores.

Capa: Unidad mínima confirmante de un clip multicapa. Las capas pueden ser video de fondo o video en primer plano, con su máscara asociada que determina lo que vemos o no de cada capa.

CCD: Dispositivo de acoplamiento de carga (Charge Couple Device). Matriz lineal o bidimensional de elementos sensibles a la luz, que la convierten en cargas eléctricas proporcionales a ésta. Las células están acopladas a un sistema de barrido que realiza una conversión analógico-digital y presenta la imagen en dígitos binarios.

Chroma-Key: Sobreposición de una capa de video sobre otra mediante una llave de color.

Clip: Secuencia o unidad de video independiente en un sistema digital de tratamiento de imagen.

CODEC: COmpression/DECompression. Algoritmo utilizado en la captura de imagen de video, la cuál se codifica en binario y se graba en el disco duro del ordenador. Para la visualización de ésta se realiza el proceso de decodificado.

Compresión de Video: Proceso consistente en reducir el ancho de banda o la velocidad de la señal de video. Actualmente se utilizan normas de compresión analógica como el PAL/SECAM NTSC. En los sistemas digitales se analizan las imágenes para detectar la redundancia y la repetición y eliminar así los datos innecesarios. Estas técnicas han sido adoptadas para manipular video en ordenadores y reducir las necesidades de almacenamiento en VTRs digitales.

Compuesto (Video): La luminancia y la crominancia se combinan utilizando uno de los sistemas de codificación -NTSC, PAL o SECAM- para generar video compuesto. El proceso limita el ancho de banda de los componentes. Estas señales constituyen un medio sumamente eficiente y económico para transmitir y grabar programas.

Consolidación: Eliminar espacios libres en un disco para permitir una grabación uniforme. Suele implicar el traslado de datos de una zona a otra, dejando el resto de espacio libre para que la grabación se pueda realizar de forma continuada sin tener que hacer accesos aleatorios.

Control L (Ianc): Protocolo de conexión de Sony, incorporado en los camcorders, que permite interconectar el camcorder con un ordenador.

Crominancia: Información de color de una señal, relacionada con el tono y la saturación pero no con el brillo o luminancia de la señal. El negro, el gris y el blanco no tienen crominancia, pero cualquier señal coloreada tiene tanto crominancia como luminancia.

Cuantificación: Proceso que consiste en muestrear una señal analógica para obtener paquetes de información digital que representan la señal analógica original.

Desk Top Video: Utilización del escritorio del ordenador para la producción de video.

Diagnósticos: Pruebas para verificar el funcionamiento correcto del hardware y el software. Al aumentar la complejidad de los sistemas digitales, las pruebas automáticas incorporadas se convierten en parte esencial del equipo. Es necesario añadir hardware y software extra para realizar dichas pruebas.

16:9: Forma de expresar la relación de aspecto de los modernos televisores panorámicos de pantalla ancha (widescreen). El 16:9 se utiliza en el PALplus y en la televisión digital en modo HDTV.

Digital Video Effects (DVE): Sistema de efectos de video digital. Los DVE han venido suministrados cómo máquinas separadas pero cada vez más se incluyen como parte integrada de los sistemas de edición. Encontramos efectos de zoom, rotación, efectos 3D, etc.

Discos duros: Los dispositivos de disco contienen una superficie de grabado con una cabeza de lectura-escritura, y cualquiera de ellas se puede activar en un momento determinado. Los discos duros proporcionan acceso rápido a grandes cantidades de datos.

DRAM: RAM dinámica. Circuitos integrados de memoria de alta densidad y bajo coste. Se usan mucho en ordenadores y en general en diseño de circuitos digitales. Son de estado sólido, no hay partes móviles y ofrecen el método disponible más compacto para acceder o almacenar datos.

DV: Formato de video digital, que como tal codifica la información referida a la imagen mediante un código binario. Las características de la tecnología digital permiten realizar con este formato, la multigeneración de la señal evitando teóricamente su degradación.

Edición Lineal: Sistema de edición basado en cinta y en sus particularidades físicas. En este sistema se está sujeto al rebobinado de la cinta y al pre-roll de la misma, con la pérdida de tiempo que eso supone.

Edición No-Lineal: Se utiliza con frecuencia para describir un entorno de grabación en el que hay acceso rápido (directo) a los clips y al espacio de grabación. Normalmente utiliza discos, eliminándose el rebobinado y los pre-

rolls de las operaciones lineales (VTR), acelerando así el trabajo. Se ha asociado mucho con el concepto de edición off-line de video comprimido, pero cada día más encontramos sistemas vinculados al concepto on-line sin compresión y de máxima calidad.

Edit Decision List (EDL): Lista de decisiones de edición, que describe una serie de decisiones frecuentes grabadas en un disco floppy. Se pueden generar EDLs durante una sesión off-line y utilizarlas en la sesión on-line para controlar el montaje final.

Encriptación: Proceso de codificación de datos de manera que es necesario un código específico o clave para recuperar los datos originales. En broadcast se utiliza para proteger las transmisiones contra los receptores no autorizados.

FireWire (IEEE 1394): La más moderna tecnología en video digital creada por Apple y que se está imponiendo como el estándar para el video digital en todo el mundo. Es un bus especial estándar de alta velocidad, capaz de transferir datos a una velocidad de 100 Mb/seg. Es un sistema robusto, que permite la conexión en caliente de los equipos a conectar.

Fragmentación: Dispersión de los datos en un soporte de almacenamiento provocado por sucesivas operaciones de grabación y borrado. Generalmente provocará que el soporte sea cada vez más lento, situación inaceptable en la grabación de video.

Generación (Pérdida): Describen la degradación del material de video y audio causada por grabaciones sucesivas. El material recién grabado constituye la primera generación, una regrabación crea la segunda, etc. Es una de las mayores preocupaciones al trabajar en una sala analógica, pero lo es mucho menos al operar en una digital, aunque los DVTRs están sujetos a la aparición de dropouts en la cinta, que aumentan con el uso de la misma.

Hardware dedicado: Hardware y software diseñados para una tarea específica, no de propósito general. Un hardware dedicado proporciona velocidades de proceso muy superiores, de 10 a 100 veces más que los sistemas de propósito general. Esto resulta importante en el tratamiento de imágenes, donde las tareas requieren una gran potencia de procesado.

HDTV: Televisión de alta definición. Formato que se caracteriza por una nueva pantalla con relación de aspecto 16:9 y capaz de reproducir con hasta 5 o 6 veces más detalle que los sistemas broadcast existentes.

Imagen activa: Área de un fotograma de TV que contiene la información de la imagen. Fuera del área activa está el borrado de línea y de campo que a grandes rasgos, corresponde a las áreas definidas por los sistemas analógicos de 525 y 625 líneas.

Interpolación: Al reposicionar una imagen digital o al modificar su tamaño inevitablemente se necesitan más, menos o diferentes pixels que en la imagen original. La copia o la eliminación directa de píxels provoca artificios. Para mejores resultados los píxels tienen que interpolarse, ser calculados realizando las medidas ponderadas de los píxels adyacentes.

ITU-R 601: Norma que define los parámetros de codificación de la televisión digital para estudio. Estándar mundial para la digitalización de video en componentes tanto para el sistema de 525 líneas como para el de 625 líneas y se deriva del SMPTE RP125 y del EBU Tech. 3246-E.

JPEG: Norma para la compresión de datos de imágenes fijas (intra-campo). Su trabajo tiene que ver con imágenes codificadas de acuerdo con la norma ITU-R 601. Ofrece compresión de datos con una relación entre 2 y 100 veces y se definen tres niveles de procesamiento: Codificación básica, extendida y sin pérdidas.

Keyframe: Conjunto de parámetros que definen un punto en la transición de un efecto en un sistema DVE. Por ejemplo puede definir el tamaño, posición y rotación de una imagen. Cualquier efecto digital debe tener un mínimo de 2 keyframes, el principio y el final.

Latencia: Factor de tiempo de acceso a los datos debido a la rotación de un disco. Cuanto más rápido gire el disco, antes se llegará a la posición donde se pueden empezar a leer los datos buscados.

LCD: Pantalla informativa de cristal líquido, en la que puede reproducirse la imagen que se está grabando, así como las grabadas con anterioridad. Además de mostrar el menú de opciones de la videocámara o cámara fotográfica digital.

Llave: Proceso de sobreponer de manera selectiva un área de una imagen sobre otra. Se suele someter a un proceso de retoque posterior para mejorar sus resultados.

Luminancia: Componente. Elemento de brillo o de blanco y negro de una imagen. Se designa como Y, y es la información de luz de una señal. En un sistema de TV en color la señal de luminancia se suele obtener a partir de las señales RGB.

Macrobloque: Grupo de bloques de imagen, normalmente cuatro, que se analizan en una codificación MPEG para dar una estimación del movimiento entre cuadros. Genera vectores de movimiento que se usan para colocar los macrobloques en las imágenes decodificadas.

Master: Resultado final de la edición. Hasta ahora ha sido en forma de cinta pero, con los sistemas basados en disco, puede existir como el conjunto del material a editar original junto con las decisiones de edición correspondientes almacenado en un servidor.

MPEG: (Moving Picture Experts Group). Se ocupa de definir las normas para la compresión de datos de imágenes en movimiento. Su trabajo continúa el de JPEG, añadiendo la compresión intercampo, compresión extra potencialmente disponible en base a las similitudes entre cuadros sucesivos de imágenes en movimiento.

MPEG-1: Se diseñó para funcionar a 1,2 Mbits/seg., la velocidad de datos del CD-ROM, de modo que se pudiera reproducir video mediante lectores de CD. Sin embargo la calidad obtenida no es suficiente para broadcast.

MPEG-2: Diseñado para cubrir desde calidad VHS hasta HDTV, mediante diferentes algoritmos y niveles de resolución de imágenes. Con velocidades de transferencia de datos entre 1,2 y 15 Mbits/seg., hay un gran interés para la transmisión digital de señales de TV. La codificación es muy compleja, sobre todo porque es preciso que el sistema de decodificación en la recepción sea lo más simple, y por lo tanto, barato posible.

Muestreo: Proceso que se aplica en la conversión de una señal analógica en una serie de valores digitales. Término alternativo para la cuantificación.

Multimedia: Presentación en la que se utiliza más de un medio, típicamente imágenes, sonido y texto, a menudo en un entorno interactivo. Con frecuencia implica el uso de ordenadores, siendo la gran cantidad de datos que esto exige proporcionados por un CD-ROM o vía un enlace de datos.

Multitarea: Operación que se completa mientras la operación principal continúa de forma ininterrumpida. Esto requiere un exceso de capacidad de las máquinas por encima del que se necesita para su operación primaria.

Off-Line (Edición): Proceso de toma de decisiones utilizando equipo de bajo coste normalmente para producir una EDL o una edición preliminar que se pueda montar o a la que se pueda remitir en una sala on-line de alta calidad., reduciéndose así el tiempo de toma de decisiones en éste entorno más caro.

On-Line (Edición): Producción de la edición final realizada con calidad de programa total. Al ser de una calidad superior a la off-line, el tiempo tiene un coste superior. La preparación en una sala off-line ayuda a ahorrar tiempo y dinero en la on-line.

Píxel: Abreviatura de "Picture cell". Es el nombre con el que se denomina a una muestra de información de imagen. Puede referirse a una muestra individual de RGB, luminancia o crominancia, o algunas veces a una colección de dichas muestras si son simultáneas, que dan lugar a un elemento de imagen.

Plataforma Estándar: Ordenador y sistema operativo contruidos para uso de propósito general. Por sí mismo no tiene ninguna utilidad hasta que se le dota de alguno, o muchos, paquetes de software de aplicación específica y de hardware adicional determinado.

Plug-Ins: Aplicaciones software que se pueden instalar en el mismo software de edición no lineal para proporcionar al sistema funciones y características adicionales.

QuikTime: Formato estándar de video para plataformas Macintosh. El estándar fue creado por Apple, pero rápidamente se impuso como estándar de aplicación en plataformas Windows.

RAID: Sistema redundante de discos independientes (Redundant Array of Independent Disks). Agrupación de dispositivos de disco estándar junto con un controlador RAID para crear un sistema de almacenamiento que actúa como un solo disco y ofrece un rendimiento superior al que se puede alcanzar con dispositivos individuales.

Rendering: Proceso a través del cual el software y el hardware dedicados a la edición de video, convierten el video original, los efectos, las transiciones y los filtros a un nuevo archivo de video continuo.

RGB: Abreviatura de las señales rojo, verde y azul, los colores primarios en TV. Tanto en cámaras, en telecines, como en la mayoría de elementos de monitorización de un centro de producción se realiza en RGB.

Relación de aspecto de imágenes: Relación entre la altura y la longitud de las imágenes. Casi todas las pantallas de TV son 4:3, pero hay una tendencia creciente hacia la pantalla ancha cuya relación de aspecto es 16:9 (16 unidades de largo por 9 de alto).

Resolución: Medida del detalle más fino que se puede visualizar, o distinguir, en una imagen. Aunque está influenciado por el número de píxeles de una imagen, hay que advertir que el número de píxeles no define la resolución final sino simplemente la resolución de esa parte del equipo. Deben tenerse en cuenta, la calidad de las lentes, de los transductores de imagen, etc.

Ruido: Fluctuaciones de nivel irregulares de bajo orden de magnitud. Todas las señales de video analógicas contienen ruido. Las señales generadas digitalmente, sin embargo, no contienen ningún ruido. Generalmente en los sistemas ITU-R 601 el ruido fino es invisible; un ruido más elevado puede ser perceptible en condiciones de visualización normales.

SCSI: Tipo especial de dispositivo de disco, diseñado específicamente para el tratamiento de grandes cantidades de información con una rapidez aceptable.

Servidor (video): Sistema de almacenamiento de audio y video para una red de usuarios. Aunque existen algunos sistemas analógicos basados en discos ópticos, los que se utilizan en aplicaciones profesionales están basados en almacenamiento digital en disco.

Sistema Operativo: Programa base que gestiona un ordenador y da el control de las funciones diseñadas para usos de propósito general, no para aplicaciones específicas. Para el uso de, por ejemplo, un procesador de textos, se ejecuta un software de aplicación específica sobre el sistema operativo.

S-VHS-C: Es la aplicación del sistema S-VHS al mundo de las videocámaras. En esta denominación la "C" tiene el significado de compacto porque se reduce el tamaño de la cinta, pero no su calidad o compatibilidad gracias a un adaptador.

S-Vídeo: Conector que separa las señales de luminancia y crominancia si el sistema ofrece dicha calidad.

Time Code: Información especial añadida a la cinta de video, referida a la duración de la cinta y a la información de video que corresponde a cada momento. Permite el control total de dicha información en base a su duración en el tiempo.

Ultra SCSI (Ultra Wide SCSI): Más novedoso y rápido que los dispositivos de almacenamiento en disco SCSI. Especialmente recomendado para el tratamiento de información referida a DTV.

Vectores de Movimiento: Información de dirección y distancia utilizada en la codificación MPEG y en algunos convertidores de normas para describir el movimiento de un macrobloque (de la imagen) de una imagen a la siguiente.

Video Streaming: Nueva tecnología utilizada para enviar información de video a través de Internet.

Zoom: Dispositivo que realiza una función similar a unos prismáticos, agrandando las imágenes lejanas. Puede ser óptico o digital.

ANEXO I - VÍDEO DIGITAL

A-1 Introducción

La cámara de vídeo natural

A la hora de entender como funciona la compresión digital conviene tener unos conocimientos básicos de la estructura el ojo humano, así como de la representación que realiza de los colores, y sobre todo las limitaciones que este tiene, de nada sirve representar una gama de colores si el ojo no es capaz de detectarla. El sistema visual humano está compuesto por el ojo o globo ocular, y una porción del cerebro, que es el encargado de procesar la información procedente del ojo. Se puede decir que el globo ocular funciona como una cámara que capta imágenes, mientras que el cerebro actúa como procesador de imágenes y las interpreta. Los rayos de luz emitidos o reflejados por un objeto que se esté mirando, chocan con la cornea, que gracias a su carácter convexo refracta dichos rayos. Esto supone el primer enfoque de la imagen cuando esta entra en el ojo. El cristalino realiza el segundo enfoque de la imagen observada, el resultado lo proyecta en la retina. En la parte más oculta del globo ocular se encuentra la retina, esta membrana es la que recibe la imagen enfocada y en las condiciones en la que será enviada al cerebro. Este es a grandes rasgos, el proceso que sigue una imagen hasta su visualización. La representación de una imagen en formato digital, debe tener en cuenta todos estos condicionantes para realizar una reproducción fidedigna de la imagen que el cerebro procesa y no dedicar esfuerzos y recursos a reproducir aspectos que el cerebro o el sistema ocular es incapaz de detectar o reproducir.

Digitalización de una señal de vídeo

La diferencia entre una señal analógica y una digital, sea cual sea su origen y finalidad, está en que la primera de ellas es de naturaleza continua y la segunda de ellas es de naturaleza discreta. Esto quiere decir que una señal digital se representa mediante un número concreto de valores mientras que la representación de una señal analógica se hace a través de una función de infinitos puntos. De esta afirmación, la primera conclusión a extraer es que la digitalización de una imagen es una mera aproximación a la señal inicial. Esta es la razón por la que el proceso de digitalización se inicia con un proceso de muestreo de la señal, de esta primera parte dependerá en buena medida la calidad final, ya que cuanto más aproximada sea la muestra, más cercana será la imagen final al original. El siguiente paso en el proceso es la cuantificación de las muestras recogidas, es decir, asociar un valor al dato recogido en la operación de muestreo, que luego se utilizará en la siguiente fase. La tercera y última fase del proceso de digitalización de una señal es la codificación. En esta fase se ordenan todos los valores asignados en la fase de cuantificación de una manera concreta. El resultado de esta ordenación es la imagen en

formato digital, tan sólo hace falta un reproductor que sea capaz de interpretar y mostrar esta información, como podría ser un reproductor de DVD.

La situación del mercado

En los últimos años se ha producido una verdadera revolución en lo que se refiere al vídeo doméstico. Si en un principio se popularizaban las videocámaras en formato VHS, en la actualidad existe una casi suplantación del formato digital por la película (no así en el caso de las cámaras fotográficas digitales), en lo que al mercado de consumo se refiere.

Las posibilidades del vídeo digital respecto a la película repercuten directamente en el tamaño de la videocámara, las cintas DV y las miniDV, que son las más extendidas, son más pequeñas que las VHS, lo que hace que el producto sea sensiblemente más reducido.

El segundo factor que ha marcado la situación actual es el incremento de prestaciones y rendimiento de los ordenadores personales. Hoy en día cualquier ordenador de los que es posible encontrar en el mercado tiene la suficiente capacidad como para que el usuario pueda realizar labores de edición de vídeo así como autoría de DVD, lo que ha incentivado este tipo de actividad.

Por último, hay que tener en cuenta el descenso de los precios en todos los productos, ya sea en el ámbito profesional o en el doméstico.

A-2 Componentes esenciales

Mención aparte merece el software de edición de vídeo. Históricamente se ha tratado de aplicaciones caras y complejas, en las que el usuario requiere de unos conocimientos técnicos bastante amplios.

En la actualidad, han aparecido en el mercado algunas aplicaciones que simplifican notablemente el proceso de edición, haciendo que cualquier usuario pueda realizar retoque más o menos profundos con bastante facilidad. El mercado de freeware y shareware también ha mejorado bastante en este sentido.

Los componentes más importantes de cualquier videocámara digital son tres fundamentalmente: juego de lentes y CCD, el sistema de almacenamiento y la batería. A estos tres elementos hay que añadir en un segundo término la pantalla LCD.

En primer lugar hay que hacer referencia al CCD. Sin duda es uno de los parámetros más importantes, ya que de él depende la calidad de los vídeos

capturados, así como de las fotografías. Este componente se encarga de asimilar la luz que se captura por el objetivo y transformarla en impulsos eléctricos, que es con lo que trabaja el hardware de la máquina. Su composición es, básicamente, una matriz de celdillas sensibles a la luz; en función de la intensidad de ésta, el CCD emitirá un valor u otro. Para determinar el color se recurre a la utilización de filtros que asocian los colores a la intensidad de la luz, parámetro que sí es capaz de procesar el CCD.

A mayor tamaño del CCD, es decir, con más número de celdas sensibles a la luz, mayor eficacia a la hora de capturar las imágenes. En este sentido, los productos actuales han mejorado notablemente en tan sólo unos meses. La mayoría de los productos ofrecen la posibilidad de realizar capturas de imágenes estáticas, fotografías.

Sin embargo, los CCDs de las videocámaras tienen menor resolución que las de las cámaras fotográficas digitales (unos 640x480 píxels), por lo que las capturas fotográficas no tienen la calidad que ofrecen las cámaras fotográficas digitales. En la actualidad, los fabricantes han optado por incluir un CCD con una capacidad de 3 megapíxels, lo que nos proporciona una mayor calidad en la captura de vídeos y la resolución suficiente para hacer fotografías.

El tema de los colores en un principio se resolvía por medio de filtros, sin embargo, algunos fabricantes optaron por incluir un CCD para cada color básico. De esta manera, la nitidez y definición de las imágenes es mucho mayor, aunque el precio del dispositivo también se incrementa.

A-3 Almacenamiento

Si es importante el dispositivo que se encarga de capturar la imagen, no lo es menos el que se encarga de almacenarlas. En la actualidad, el formato más extendido entre los productos de consumo es el miniDV, aunque existen otros como Digital8, DVPro y DVCam. Todos estos formatos pertenecen a la familia DV25. Esta familia tiene algunas características en común, la fundamental es la relación 4:1:1. Esta notación nos indica la relación entre la frecuencia de muestreo de la luminancia y la de los dos canales de crominancia.

Originalmente, en el formato DV se muestrean 720 píxels por cada una de las 480 líneas. El logro de las cintas miniDV es conservar la calidad en una menor superficie, lo que incide directamente en el tamaño de la cámara.

La cantidad de información que es capaz de almacenar una cinta DV es de unos 36 Mbps, códigos correctores y audio incluidos. Lógicamente optando por una resolución de menor calidad, 640x480 píxels, se pueden almacenar más minutos de vídeo.

Por el contrario, algunos fabricantes han emprendido otros caminos, como es el

caso de Sony, y han desarrollado su propio sistema. Sony integra en algunos de sus productos cintas Digital8, que tienen como ventaja fundamental la compatibilidad con sus hermanas analógicas que se sirven de cintas de 8mm o Hi8.

También hay que mencionar como sistema de almacenamiento alternativo la memoria flash. Este sistema es el más utilizado en las cámaras fotográficas digitales, aunque las grandes necesidades de espacio por parte del vídeo hacían en un principio inviable contar con este tipo de almacenamiento. Con el paso del tiempo, el precio de la memoria flash se ha reducido y se puede encontrar pastillas de memoria de 1 Gbyte por un precio asequible. Fabricantes como Sanyo se han decidido por integrar este sistema en sus productos, y el resultado es una videocámara de muy reducidas dimensiones.

Por su parte, Hitachi puso en escena un dispositivo cuyo sistema de almacenamiento era un disco DVD-RAM. Este sistema cuenta con la ventaja de poder acceder a los vídeos desde cualquier ordenador. Posteriormente, se han introducido en el mercado algunos dispositivos cuyo sistema es un DVD-R o DVD-RW, DCR-DVD100, que tiene como principal ventaja que se puedan reproducir los vídeos capturados en un DVD doméstico. El único inconveniente que tienen estos productos es que el tamaño de los dispositivos es mayor que el de las cintas miniDV.

A-4 La importancia de la conectividad

La conectividad de la propia cámara es uno de sus aspectos más importantes. La transferencia de los datos al ordenador debe realizarse de la manera más rápida posible, por lo que los fabricantes optaron en primera instancia por Firewire, dado que el ancho de banda que ofrece, 400 Mbps, es muy superior al de la primera versión de USB, 12 Mbps. Con la aparición de la segunda versión de USB, el régimen de transferencia se incrementaba hasta 480 Mbps, canal suficiente para la transferencia de vídeo.

Otro aspecto importante es el número de salidas y entradas que integra la propia cámara. La inclusión de una entrada DV no está del todo extendida. Su ausencia imposibilita alojar de nuevo el vídeo en la cinta miniDV, una vez editado.

Dependiendo de los modelos, es posible encontrar salidas de audio o vídeo para conectar directamente la cámara a al televisión o incluso a la cadena de música.

A-5 Estabilizadores de imagen

Los estabilizadores de imagen ayudan a eliminar el efecto producido por el movimiento del propio portador de la cámara. Al igual que ocurre con el zoom, los mejores estabilizadores son los ópticos ya que mueven el grupo óptico de la cámara, aunque sólo se encuentran en dispositivos de gama alta. También existe la versión digital de los estabilizadores, más económica y menos eficaz. Su funcionamiento se basa en utilizar los píxeles sobrantes que rodean a la imagen almacenándolos en un buffer. Cuando es necesario realizar la corrección, la electrónica integrada en el dispositivo juega un papel fundamental en ese momento. Los estabilizadores de imagen por software son sorprendentemente efectivos, aunque si se utiliza un trípode es conveniente desactivar esta opción.

A-6 Compresión de vídeo

La razón por la que existen diferentes formatos de vídeo digital es la necesidad de comprimir la señal de vídeo. Si se trata un vídeo digital sin comprimir con una calidad de 320x240 píxeles con 16 bits de profundidad de color, aproximadamente 150 Kbytes por fotograma, 220 Mbytes por minuto o, lo que es lo mismo, 12 Gbytes por hora de grabación, tal cantidad de información es muy difícil de manejar, por lo que se recurre a técnicas de compresión de datos que eliminan la información redundante o que el ojo humano no es capaz de detectar, reduciendo considerablemente el tamaño del archivo generado. Este tipo de compresión se denomina compresión con pérdida y en función del nivel de compresión se puede almacenar una hora y media de vídeo en 650 Mbytes de espacio, lo que es lo mismo que un CD.

A-7 La óptica

En cualquier dispositivo de captura de imagen, la óptica juega un papel fundamental. En lo que respecta a Sony, continúan integrando lentes Carl Zeiss, de contrastada calidad. En el caso de Canon, históricamente ha utilizado el sistema EOS (Electro-optical-system), que se puede definir como un sistema que integra el juego de lentes y el motor que los mueve. Lo importante es que intercambiando el juego de lentes, se acople perfectamente al motor que los mueve, cosa que siempre ocurre. Respecto a su funcionamiento, los dos productos de Canon se han mostrado como los más rápidos a la hora de realizar las capturas estáticas y a la hora de aplicar el zoom y enfocar, en especial en el caso del modelo de gama más alta.

En los modelos analizados, se ha integrado un estabilizador digital, que cumple su función con más pena que gloria, salvo en el caso del producto de Sony, que integra un sistema denominado StadyShot, muy similar.

Por último, el tema del zoom óptico es muy importante. Casi todos los productos cuentan con 10 o 12 aumentos menos el modelo MVX100i, que tiene 16 aumentos. En todos los casos el funcionamiento del zoom es perfecto.

Sin embargo, el zoom digital es un capítulo aparte. Su aplicación no es recomendable, ya que la mejora de la imagen se realiza por la interpolación de los puntos adyacentes, lo que disminuye notoriamente la calidad de las capturas. Puede resultar relativamente útil si aplicamos unos pocos aumentos

para observar al detalle alguna zona en concreto. Al aplicar muchos aumentos, resulta que la imagen resultante es poco nítida o simplemente no se distinguen claramente las formas. Por esta razón no hay que dejarse impresionar por las cantidades que se encuentran, 500 o 800 aumentos. Por encima de 120 o 150 aumentos no resulta aconsejable ni práctico.

Cómo funcionan:

La parte **óptica** de la cámara se encarga de recoger la luz con la mayor precisión y calidad posible. Suelen ser lentes zoom de unos 10x. Es importante disponer de un buen zoom, ya que el zoom digital deteriora la imagen. Mucho más importante, aunque los aficionados siempre lo olvidan, es tener una buena apertura gran angular.

En cuanto al diámetro de la rosca para filtros, cada fabricante, incluso cada modelo, puede tener uno distinto. Si se prevé el uso de filtros hay que tener muy en cuenta la posible disponibilidad.

Es importante que el **autofocus** sea rápido y preciso. Algunas cámaras llevan un anillo giratorio que facilita el enfoque manual. Es muy útil, aunque tienen un tacto no muy bueno (en realidad, controlan indirectamente el motor del focus). Viene muy bien disponer de un modo de "bloqueo del focus". En condiciones difíciles, los autofocus enloquecen un poco. Lo profesionales siempre trabajan con enfoque manual.

Todas incorporan un **iris** para ajustar la exposición. También juegan con la ganancia electrónica del CCD para controlar la exposición. Normalmente es posible trabajar en modo manual, pero pocos modelos ofrecen un control total del iris (suele haber un ajuste para subir o bajar la sensibilidad pero no un ajuste absoluto de la apertura del iris independiente de la ganancia electrónica). Es interesante que tengan, al menos, bloqueo de la exposición, para evitar cambios bruscos al hacer un barrido de paisajes con diferente luminosidad. Algunos modelos de la gama alta disponen de un filtro de densidad neutra, sumamente útil para evitar la saturación del CCD en tomas con exceso de luz (playa, nieve) o para resaltar efectos estéticos (disminuir la profundidad de campo usando aperturas muy grandes). Sólo las mejores cámaras incorporan el "zebra pattern" (indicación en el visor de las zonas).

Otro detalle a tener en cuenta es el control de **balance de blanco**. Debido a las distintas fuentes de luz, con distinta composición cromática, es necesario ajustar dicha composición. Las cámaras suelen tener un ajuste automático, pero nunca está de más un control manual. Con él, basta poner una cartulina blanca delante del objetivo y activar el ajuste. La cámara almacenará este nuevo valor cromático. Es también útil para realizar efectos y cambiar el tono de las tomas artificialmente.

La velocidad de obturación se controla electrónicamente en el propio CCD, es decir, no existe unas "cortinillas" realmente. Variando las frecuencias de control del CCD se consigue variar la velocidad de exposición. Evidentemente, el formato PAL impone ofrecer 25 imágenes por segundo (50 cuadros de mitad de

resolución, entrelazados), cada uno de ellos expuesto el tiempo que se haya seleccionado (ya sea manualmente o auto).

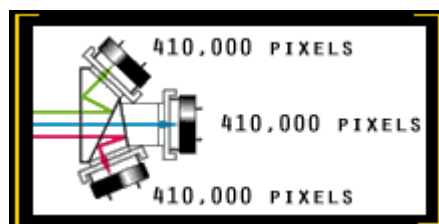
Tal como ocurre en el campo de la fotografía, el juego de velocidad y exposición determina el resultado final de la imagen. Las velocidades de obturación altas se deben usar al filmar objetos en movimiento rápido, sobre todo si se quiere que la cámara lenta o la pausa brinden imágenes bien definidas. Normalmente, en modo auto, las cámaras trabajan a 1/100. De la misma manera, la apertura permite controlar la profundidad de campo (área de la imagen enfocada). Aperturas pequeñas dan la máxima profundidad de campo a costa de menor luminosidad. Y viceversa: apertura grande implica poca profundidad de campo. Esto permite resultados estéticos remarcables, sobre todo al efectuar retratos, en los que queda muy bien un fondo desenfocado (por tanto, habrá que ajustar una apertura máxima y usar un zoom bastante potente, tanto para resaltar el efecto como para lograr suavizar los contornos de la cara). Pero bueno, estas disquisiciones tienen más que ver con aspectos de "técnicas de filmación", etc.).

De todos modos, estos ajustes lo suelen hacer automáticamente las cámaras dotadas de "modos de operación" (retrato, deportes, etc.). La mejor forma de saber los resultados es la experimentación.

Antes del CCD, se antepone un filtro óptico para eliminar la parte del espectro no visible. Vamos, que se elimina el infrarrojo y el ultravioleta. Las cámaras con "Night Shot" (visión nocturna por infrarrojos) deben quitar este filtro.

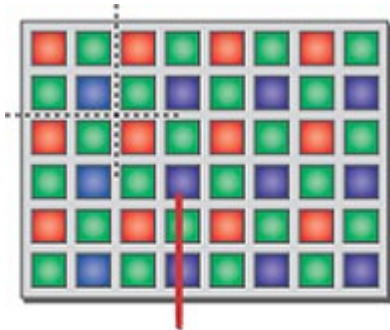
Las imágenes capturadas por las lentes son transformadas en señales eléctricas por el **CCD** (Charge Coupled Device). Este está compuesto por miles de puntos sensibles a la luz (más de 500.000). Actualmente todas las cámaras usan CCD de formato 4:3, pero en un futuro se usará el 16:9. En las cámaras del segmento medio-bajo se usa un solo CCD que captura los tres colores primarios. Por tanto, hay que dividir entre tres para obtener la resolución real. El CCD en sí mismo, siempre es monocromo. Se anteponen unos filtros con los colores primarios para obtener la información de color. En los modelos de alta gama y profesionales se usan tres CCD, uno para cada color. Previamente se divide la luz usando un prisma dicróico. La resolución teórica del estándar DV es 720x576 para el sistema PAL y 720x480 para el NTSC usado en USA. Las cámaras para el mercado USA llevan CCD's con menor número de puntos, ya que su resolución es menor.

En la imagen, se muestra un sistema de 3 CCD's

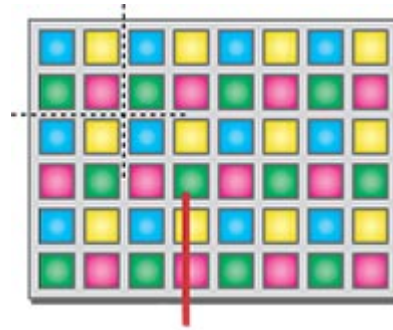


Sony

Para las cámaras de 1 CCD se anteponen al CCD unos patrones de color como los siguientes:



Filtro de colores primarios



Filtro de colores complementarios

Canon usa filtros de colores primarios, los demás usan el de complementarios. Este último proporciona un poco más de luminosidad ya que usa colores más claros. El verde está presente de manera muy notable en ambos patrones: el ojo humano es muy sensible a este color. La disposición está planeada para minimizar el efecto moiré. Se suele anteponer un filtro suavizador para evitar el aliasing de las imágenes (detalles de alta frecuencia que son erróneamente considerados como de baja frecuencia y forman patrones geométricos)

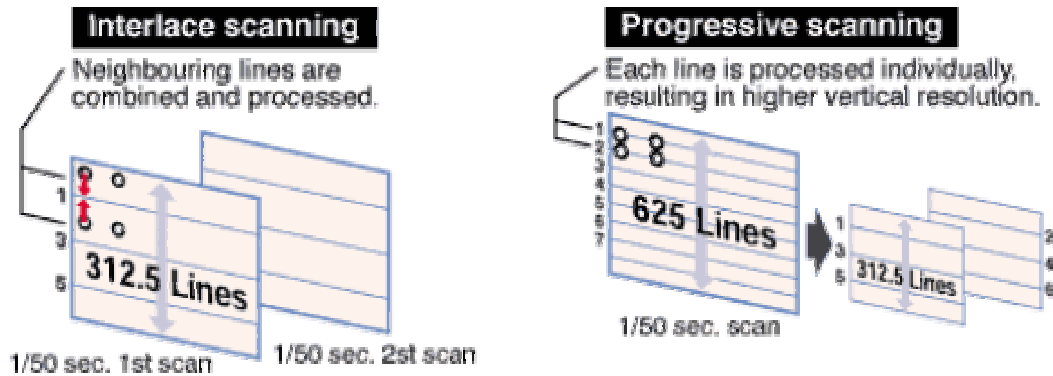
Para el primero, las ecuaciones de colorimetría son bastante sencillas y se pueden hacer en con matrices analógicas o por procesamiento digital:

$$Y = .299 R + .587 G + .114 B$$

$$R-Y = .701 R - .587 G - .114 B$$

$$B-Y = -.299 R - .587 G + .886 B$$

Existe un tipo de CCD, llamado de exploración progresiva, que proporciona mejor resolución sobre todo en el modo fotografía "sobre cinta". De hecho, todos y cada uno de los "fotogramas" será una imagen completa, de total resolución. Normalmente, la captura se realiza entrelazada, es decir, una imagen se compone de dos campos, cada uno de ellos con la mitad de información (en un campo se capturan las líneas pares y en otro las impares). El CCD de exploración progresiva captura cada campo de forma completa. Pero hay pocos modelos que ofrezcan exploración progresiva a 25 fotogramas por segundo (f.p.s). Este modo de grabación es muy apreciado entre los que quieren dar a sus grabaciones un "film look" (aspecto de cine). Claro está que hay que realizar un entrelazado para mantener el formato PAL, pero la imagen capturada ofrece más calidad. (Los sistemas de TV muestran la imagen "entrelazada", es decir, dividida en dos campos, uno con líneas horizontales pares y otro con las impares.)



JVC

Como ya se ha indicado, las cámaras con exploración progresiva a 25 fps, presentan dos ventajas: todos los fotogramas son "completos", pudiendo elegir cualquiera de ellos como "foto". La segunda ventaja es que la reproducción en pantallas progresivas (no entrelazadas) será mucho mejor. Las pantallas de ordenador son progresivas y se espera que algún día las TV de alta resolución también lo sean. Una de las quejas más comunes de los "novatos" en el campo de la edición es "por qué se ve tan mal el vídeo miniDV en el ordenador" y "por qué tiene unas franjas horizontales". La explicación está relacionada con lo anteriormente dicho: para evitar este efecto hay que desentrelazar el video miniDV (esto lo hacen los programas de edición) pero a costa de perder resolución. Como ya se ha mencionado, el cine trabaja en modo progresivo a 24 fps, por lo que muchos cinematógrafos de bajo presupuesto están usando cámaras miniDV PAL progresivas (a 25 fps) para realizar trabajos que luego se pasan a celuloide.

Sony, para el modo foto, implementa un sistema llamado "progressive shutter" que siempre ha dado mucho que hablar ya que nadie de Sony lo ha querido explicar a fondo. Sony, para el modo foto, en vez de usar un CCD con exploración progresiva, lo que usa es un obturador mecánico, que de algún modo, congela la imagen. ¿Que ocurre si no se tiene este obturador mecánico? Pues que el CCD (no progresivo) captaría la imagen y empezaría la transferencia de líneas del CCD a la electrónica de la cámara. Primero las pares y luego las impares. Pero al llegar a las impares, como el obturador sigue abierto (suponiendo que no existe) la imagen puede haber cambiado, sobre todo en imágenes en movimiento. Lo que hace Sony es poner un obturador, para cerrar el objetivo. De este modo, las líneas impares almacenadas en el CCD son las "viejas", las correspondientes al momento en que se capturaron las pares, y no hay corrimiento de la imagen.

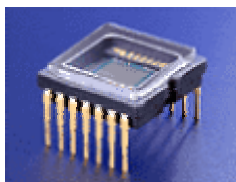
"Modo foto". Todas las miniDV tienen un botoncito que pone "photo" y que lleva un poco a confusión. Tradicionalmente, al pulsar este botón, se congela la imagen y se graba en cinta durante 6 segundos, con los comentarios de audio que se captan. En algunos modelos, se puede seleccionar "modo progresivo" para esta "foto" de 6 segundos, que permite la captura sencilla mediante captadoras analógicas tradicionales. Este modo foto "volcado a cinta"

proporciona una resolución de 640x480 o quizás deberíamos hablar de 720x576 que es la resolución del cualquier fotograma. Otra cosa es hablar del modo foto en las cámaras dotadas de una tarjeta de memoria flash, cosa que se trata más abajo.

Ni que decir tiene que el CCD es el punto clave a la hora de obtener una buena calidad de imagen. Hay un tema muy relacionado que es el de la estabilización digital, el cual se trata más tarde. Hay que fijarse en un parámetro, que lo suelen llamar "píxels efectivos", pero no todos los fabricantes lo dan.

En cuanto al **tamaño, los CCD's** suelen ser de 1/3 " o 1/4". Se puede decir que cuanto más píxels y más grande de tamaño, mejor. Un CCD de 1/3" es un 50% más luminoso que uno de 1/4", pero la última moda es ponerlos de 1/4" (! y decir que es de 1/3" !). El tamaño del CCD tiene una segunda implicación, a tener en cuenta sobre todo en el campo profesional. Los principios de la óptica imponen su ley, resultando que cuanto menor sea el CCD más fácil resulta construir ópticas con zoom potentes y más profundidad de campo tienen las tomas. Esto puede ser un problema, en caso de querer tomas con muy poca profundidad de campo (enfoque selectivo, muy usado en cine), además en cámaras con ópticas intercambiables hay que tener muy en cuenta el tamaño del CCD ya que las distancias focales varían en función de dicho tamaño. Esto es lo que ocurre, por ejemplo, al intentar usar un objetivo para cámaras fotográficas en una cámara Canon XL1, el CCD es muchísimo menor que la película de 35mm.

En el mercado hay cámaras que van desde los 350.000 píxels hasta los 1.200.000. Pero para miniDV ¿cual es el tamaño de **CCD óptimo**? La respuesta es sencilla: 3 CCD (uno para cada color) de tamaño efectivo 720x576, es decir, 3 CCD de 414Kpíxels (se suele redondear a 420 o 470K por problemas técnicos). De hecho, las [cámaras profesionales](#) usan estos tamaños de CCD. Para cámaras de 1 CCD el cálculo no es tan simple ya que hay una matriz de filtros de color antepuesta. Pero se puede considerar en torno a 1.2M efectivos el tamaño máximo razonable (en el mercado hay cámaras con CCD de más píxels, pero están orientados a conseguir mejor "modo foto" y hay que tener presente que la estabilización digital de imagen gasta un buen número de píxels, tal como se verá más adelante).



CCD JVC

Una aclaración sobre el tema de la **resolución**. Ya se ha comentado que el sistema DV trabaja con una matriz de 720x576 píxels. Esto significa que la parte digital de la cámara (compresor DV, mezclador de imágenes, corrector de errores, etc.) trabaja con imágenes en ese formato: 720x576 x 24 bits. Pero eso

no significa que todas las cámaras miniDV del mercado tengan, en la realidad, la misma resolución. Interviene la óptica y el CCD: si son mediocres o con pocos píxels está claro que no se llegará a la máxima resolución. Los fabricantes saben que pocos usuarios se van a poner a medir la resolución. También saben que habitualmente los televisores son "normales", no de alta definición. Por ello, en las cámaras de segmento medio-bajo, montan ópticas y CCD que ya se sabe que no van a conseguir la máxima resolución posible. Pero no hay que preocuparse mucho: cualquier modelo se ve muy bien.

La resolución es la capacidad para mostrar detalles pequeños. Se mide en líneas horizontales, es decir, en el número de líneas horizontales perfectamente distinguibles unas de otras sin que se forme un "todo". En la práctica lo que se hace es grabar con la cámara un "póster" o "carta estándar de resolución". Es parecido a la "carta de ajustes". Incluye una serie de líneas concéntricas cada vez más juntas. Allá donde la cámara no sea capaz de distinguir una línea de la adyacente, será el límite de resolución expresado en líneas. Pero la resolución no es todo ni muchísimo menos: hay que considerar la pureza de color, el contraste, la saturación, etc., factores tan importantes o más que la resolución "bruta". Se sabe que el sistema PAL de televisión especifica 625 líneas (575 útiles): cuidado, este es el máximo posible teórico, pero está claro que pocas videocámaras o televisores brindan esa resolución (un TV color de unos 90 € es PAL pero no llega "ni de lejos" a las 625 líneas, aún así cumple con el estándar y sus circuitos internos están trabajando con la norma PAL, pero el tubo de imagen es de baja calidad y no es capaz de presentar "625 líneas diferentes")

A-8 La Resolución

La resolución mide la finura de la imagen y se especifica en líneas horizontales. La imagen de TV se compone de 525 líneas [625 para el PAL] horizontales, se puede imaginar como una ventana veneciana hecha con 525 [625] láminas. Por esta razón, la resolución vertical siempre es la misma la ristras de píxels horizontales dan resolución vertical, y las verticales resolución horizontal.

Si al mirar a través de una ventana con una persiana veneciana gigante se pudiese ver una escalera distante y contar 525 escalones, entonces se tendría una resolución vertical de 525 líneas. Si no se pudieran contar, debido a que están confundidos o tapados por las láminas de la persiana veneciana, entonces la resolución sería menor. Acercando la escalera, se podrían contar los 525 escalones. Esta es una primera simplificación al estudio, ya que de las 525 líneas de la TV [NTSC] solo 483 se usan realmente para imagen [unas 575 para el PAL].

Volviendo a la ventana veneciana y la "carta de resolución" (la escalera), se podría pensar que 483 líneas de TV darían una resolución vertical de 483 (al poder contar 483 escalones en la escalera). Pero esto no es cierto. Si una línea muestra un escalón, la siguiente línea debe mostrar el espacio entre escalones, para que dos escalones adyacentes no se confundan en uno. Llevándolo al límite, si cada línea muestra un escalón la escalera parecerá un "todo" macizo.

Se debe poder ver "escalón-espacio-escalón-espacio", definiendo esto como una imagen con 4 líneas de definición, necesitando 4 líneas para ello. Por tanto, con 483 líneas de TV se pueden ver 120 escalones, pero aún así esto es **llamado** "483 líneas de resolución".

De nuevo, aquí hay una simplificación. La resolución real de 483 líneas de escaneo es $483 \times 0.7 = 338$ líneas [400 PAL] ¿Porqué 0.7?, se puede imaginar que se mira por la ventana veneciana y se ven los escalones entre las láminas. Al mover un poquito la cabeza se podría dar el caso de que las láminas tapasen justo los escalones y no se viera nada de la escalera. La definición de resolución insiste en que hay que ser capaces de contar los escalones, bajo todas las circunstancias... Pues bien, los científicos y matemáticos han sacado un factor ("**Kell Factor**") de 0.7 que dice que "no importa como se mire por la ventana, como media el 70% de los escalones deben ser visibles".

Volviendo a las cámaras, se encuentra que una imagen de TV NTSC de 525 líneas [625 PAL] usa 483 [575 PAL] para la imagen, resultando en una resolución vertical de 338 líneas [400 PAL]. El sensor de una cámara debe tener 483 píxels dispuestos **verticalmente** para acomodar las 483 líneas de scan horizontales. Para el PAL se necesitan 575 píxels verticales. El NTSC proporciona una resolución máxima vertical de unas 340 líneas, mientras que el PAL proporciona 400.

Del mismo modo es posible hablar sobre la **resolución horizontal**. Imaginando que se filma con la cámara una cerca, compuesta por 400 picas verticales, si es posible contar 400 picas verticales, es que la cámara tiene 400 o más líneas de resolución horizontal. A pesar de que las picas están en vertical, se cuentan de derecha a izquierda, en horizontal. Por eso se habla de resolución horizontal. Para poder discernir dos rayas verticales muy juntas, debemos tener los píxels dispuestos horizontalmente muy juntos. De nuevo se ha simplificado. Para poder contar 400 picas, debe ser posible observar también el espacio entre ellas. Se debe ver pica-espacio-pica-espacio. Es decir, 4 líneas de resolución horizontal. Un CCD con 400 píxels horizontales podrá contar 200 picas y 200 espacios. De nuevo, hay que referirse al factor Kell de 0.7, dando $400 \times 0.7 = 280$ líneas de resolución horizontal. Pero como las pantallas de TV no son cuadradas si no que tienen un factor $4/3 = 1.33$ hay que corregir este dato y quedan $280 / 1.33 = 210$

Por tanto, las líneas verticales de resolución son siempre las mismas, impuesta por la norma de TV, pero las horizontales dependen de la calidad del equipo, por eso se especifica este dato. La resolución vertical va a ser muy similar en todas las TV salvo casos extremos de televisores muy pequeños o de extremada baja calidad, con una rejilla de apertura muy poco fina.

Ejercicio práctico: leyendo en un catálogo que una cámara tiene 410.000 píxels (suponiendo que es una cámara en blanco y negro). ¿Cuál es la máxima resolución teórica?, adelante con los cálculos. De los 410Kpíxels el 92% queda dentro de los bordes de la imagen, el resto no son efectivos. Restan 380Kpíxels efectivos. Hay que dividir entre 483 líneas de scan activas [NTSC, PAL 575], y

quedan 786 píxels por línea. Multiplicado por el factor Kell 0.7 quedan 550. Ahora se multiplica por 0.75 por aquello de la relación de aspecto 4:3, y da 412 líneas de resolución. Para el sistema PAL saldrían 347 líneas. Las videocámaras PAL suelen llevar CCD de más píxels que sus homólogos NTSC para compensar este efecto.

Otras características de las buenas cámaras

Las cámaras con 3 CCD pueden usar una técnica especial de desplazamiento con los que consiguen que con 3 CCD de 500 líneas, se acabe obteniendo 700 líneas de resolución, es lo que hace Canon en la XL1 y XM1. Las cámaras con 3 CCD dedican uno a cada color, con filtros más precisos y colores más naturales.

Las cámaras buenas tienen mejor la relación señal-ruido, dando imágenes con menos grano. Una imagen bien perfilada pero con grano no es agradable de ver (no confundir con el grano de la fotografía).

Del mismo modo, un buen CCD presenta menor efector SMEAR (imágenes corridas cuando se filman luces muy puntuales, tales como faros de coches por la noche, luz de velas, etc.).

Las lentes profesionales son mucho menos propensas a las aberraciones cromáticas, fenómeno que hace que distintos colores enfoquen en distinto plano, dando imágenes más borrosas. Asimismo, evitan las distorsiones de barril, tan frecuentes en tomas angulares. Las líneas verticales son siempre verticales, independientemente de la posición del zoom. Las lentes profesionales llevan mejores recubrimientos antirreflexivos, con menos pérdida de luz y menos efecto "halo". Por no hablar de los controles manuales de las cámaras profesionales, que no solo dan imágenes con más resolución, sino más bellas."

Datos de CCD reales

A continuación se detallan los datos suministrados por Panasonic para algunos de sus CCD comerciales del año 1994. Todos los datos son para CCD PAL. El número de píxels es ya el efectivo "bruto" (JVC especifica para la J70 670K píxels, pero ya vemos que efectivos son 623K que se quedan en unos 400K si tenemos en cuenta la estabilización)

Part Name	Pixels HxV	Resol. VxH	Total pixels
NM3723 EIS	858 x 726	420 x 430	623 K
NM3727	681 x 582	420 x 430	396 K
NM3728	753 x 582	420 x 480	438 K
NM3721	512 x 582	420 x 330	300 K
MW3795 B/W	1258x1035	730 x 700	1.3 M

Se puede ver como todos (menos el primero y el último) tienen 582 píxeles verticales, coincidiendo con la teoría expuesta anteriormente de que el número debería ser de 575 (hay unos pocos más por cuestiones técnicas). En cuanto al número de píxeles horizontales, varía de acuerdo a la calidad requerida por el sistema. ¿Qué pasa con el primero, el NM3723 EIS? Pues que está pensado para utilizar sistemas electrónicos de estabilización de imagen y tiene un cierto número de píxeles de sobra para este menester. Comparando el primer dispositivo con el segundo, se puede ver como el fabricante declara la misma resolución. De aquí se intuye que el primer dispositivo tiene unos 227K píxeles de sobra para implementar una "ventana de imagen móvil dentro de un marco exterior fijo". Moviendo esta ventana interior se compensa las vibraciones de la mano al sujetar la cámara.

Hoy en día casi todos los fabricantes de miniDV usan 410Kpíxeles efectivos reales (una vez descontados los que usa la estabilización electrónica) lo cual da unas cifras de resolución de unos 420 x 430 píxeles. Es una lástima que no haya un ajuste de usuario para utilizar todo el CCD, desechando la estabilización. (En las cámaras que se usan habitualmente, desactivar la estabilización no significa usar toda el área de imagen del CCD, significa simplemente eso, que está desactivada).

Sony especifica para muchos de sus modelos un CCD de 810Kpíxeles, pero luego anuncia que se quedan en 420K (el restante es para estabilización). La matriz resultante podría ser de 720 x 582 píxeles, con una resolución extrapolada de 420 x 454 (por extrapolación con el NM3727).

La PC100 anuncia 1Mpíxeles, con 690K efectivos, pero no resulta sencillo de confirmar ya que estaría usando 310K para estabilización, mientras que la PC4 /5 usaría 390K. Suponiendo que la estabilización es igual de "buena" en ambos, para la PC100 quedan 610Kpíxeles lo que lleva a una posible matriz de 1048 x 582 y una resolución de 420 x 661.

También hay que tener en cuenta las limitaciones de las ópticas y de los circuitos de procesado de señal. Son datos para la polémica. Ciertamente, conseguir los datos de los CCD que montan las cámaras de hoy en día es poco menos que imposible. ¿Y el último de la tabla de arriba? Es un CCD B/W destinado a sistemas de alta definición.

Medida práctica de la resolución

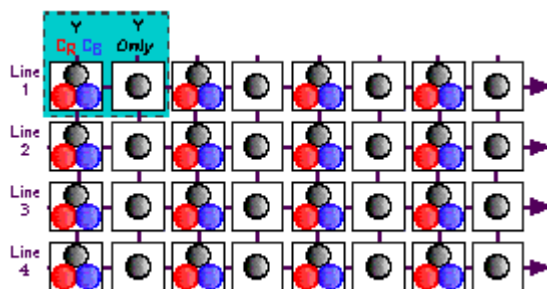
Como ya se ha explicado, la resolución puede depender de múltiples factores. Para tener un dato real de su valor hay que realizar una medida de ella. Para este propósito se emplea un patrón de resolución, una carta de ajuste. En ella hay unas líneas divergentes con una escala graduadas en "líneas de resolución". Allá donde la cámara deja de ser capaz de discernir dos líneas, se hace una lectura en la escala de resolución. Es necesario que la carta de ajuste sea de buena calidad, impresa sobre papel fotográfico de grano fino. Evidentemente hay que ponerla a la distancia precisa, referenciada por el fabricante de la carta en función de su tamaño.

Resumiendo:

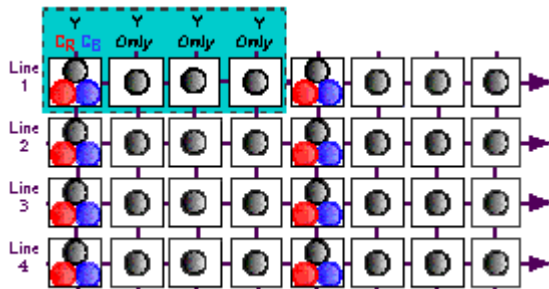
La resolución es un parámetro de calidad muy importante, pero no el único. La resolución vertical para el sistema PAL es un dato fijo, en torno a 400 ~ 420 líneas. La resolución horizontal viene dada por el número de píxeles del CCD. En las cámaras miniDV actuales de 800Kpixels puede estar en las 450 líneas (suponiendo que las lentes y circuitos internos son de buena calidad). Cámaras con CCD de más píxeles o 3 CCD pueden superar esta cifra y llegar a las "míticas" 500 líneas.

Otros factores que van a influir en la calidad de la imagen son la profundidad de modulación, relación señal ruido, margen dinámico, ópticas, integridad de la señal, sistema de compresión elegido...

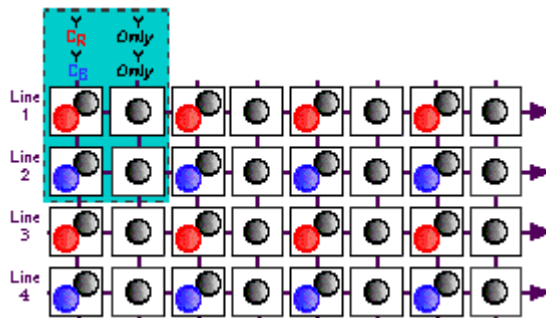
Una vez captada la imagen por las ópticas y el CCD, hay que **digitalizar** esta señal. Dicha señal tendrá componentes analógicos RGB (esto se entiende mejor pensando en cámaras con 3 CCD, uno para cada color). Hay que pasarla a un formato digital susceptible de ser comprimido y almacenado en la cinta. La digitalización la realiza un convertidor analógico/digital (A/D). Consiste en un chip especializado que toma muestras de la señal a intervalos fijos (frecuencia de muestreo). A cada muestra se le asigna un valor dependiendo de su amplitud. El número de valores o "escalones" posibles depende del número de bits. A continuación se realiza una conversión del espacio RGB al YUV (Y=luminancia, U=R-Y, V=B-Y). La señal de luminancia se muestrea a una frecuencia de 13.5 Mhz, mientras que la R-Y y la B-Y se hace a 3.375 Mhz. Es decir, 4 veces menos, ya que el ojo humano es mucho menos sensible al color. Por tanto la relación es 4:1:1 (para el sistema PAL, se usa 4:2:0 más difícil del explicar, y peor para realizar múltiples ediciones). En sistemas de vídeo profesionales, como el D-1 sin compresión, se usa una relación 4:2:2, es decir, el B-Y y el R-Y se muestrean al doble para así obtener una mejor calidad de la señal de color.



4:2:2 : las muestras de color (Cr, Cb) van intercaladas con las de luminancia



4:1:1: las muestras de color (Cr,Cb) van cada 4 muestras de luminancia. Ambos colores van juntos.



4:1:1: las muestras de color (Cr,Cb) van intercaladas con las muestras de luminancia, pero alternativamente.

Diagramas propiedad de Panasonic Broadcast and Digital Systems

La relación señal/ruido está entorno a los 54dB (hay autores que indican 60 dB, depende también de cómo se mida), incluso mejor que la del estándar (analógico) profesional Betacam SP (51 dB). Cada uno de los tres componente se cuantifica en 8 bits (3x256 valores posibles, 16 millones de colores). Como ya se ha dicho, el formato de la matriz de imagen es de 720x576. Al final, se tienen 162 millones de bits por segundo. Es una cantidad enorme que hay que comprimir de alguna manera.

El dispositivo que realiza la compresión o descompresión se denomina **CODEC**. El método de compresión se basa en DTC (discrete cosine transform) y coeficientes variables. Es un método muy complejo, que no se va a explicar a fondo, que requiere una potencia de cálculo muy grande. La compresión es "intraframe" al estilo del M-JPEG. Esto significa que no se obtienen compresiones tan grandes como con el sistema MPEG-2, que utiliza compresión "interframe". La ventaja es que la parada de imagen es mejor y la edición más sencilla y precisa. Un buffer almacena cada uno de los dos campos de que se compone la imagen (van interpolados, es decir, una imagen se compone de dos campos). Si hay poca diferencia entre ellos, la imagen se comprime como si fuera un solo campo. Si las diferencias son grandes, se comprimen individualmente. Adicionalmente, los píxeles de un campo se agrupan en matrices de 8x8, que a su vez se agrupan de 4 en 4. Cada juego de cuatro bloques se comprime de acuerdo a unas tablas de cuantización. Dependiendo de nuevo de las necesidades se aplica mayor o menor compresión. El sistema es adaptativo dando mayor detalle a aquellas áreas de la imagen que así lo precisen (esta es la ventaja sobre el M-JPEG). Al final, el factor de compresión es de 5:1, quedando 25 Mbits por segundo de información de vídeo con un flujo constante. A este sistema de compresión se le llama **DV-25**.

Por otro lado, la compresión DV no está exenta de problemas, entre los más conocidos está el "mosquito noise" y el "quilting".

Como ya se ha mencionado, este sistema es menos agresivo que el MPEG2 del DVD, brindando una mejor parada de imagen y una edición campo a campo. El sistema MPEG-2 usa compresión interframe, es decir, se compara una campo con el/los siguientes para determinar el grado de compresión a usar. Simplificando mucho, se puede decir que si dos imágenes son similares, simplemente se almacenan las diferencias (o los vectores de movimiento). Por tanto, no existe una correlación clara entre una imagen y su campo "original", lo cual dificulta la edición en un ambiente doméstico. Con equipos semi-profesionales o profesionales no hay problemas ya que decodificando dos cadenas mpeg independientemente y en tiempo real, es posible una edición perfectamente precisa. El MPEG-2 se toma mucho más tiempo para analizar las imágenes y necesita un procesador más potente y memorias adicionales, con mayor consumo de energía. Todo esto llevó a los fabricantes de cámaras a la necesidad de diseñar un sistema de compresión más simple. Pero teóricamente, el mpeg-2 puede brindar igual o más calidad que el DV-25. Por otra parte, para obtener un M-JPEG equivalente al DV, la relación de compresión debe ser de 3:1.

En algún punto de esta cadena entra el **procesado de imágenes**, tales como efectos especiales, zoom, estabilización digital, etc. Los efectos de fundido y disolución hacen uso de una memoria y de un mezclador digital. El zoom digital deteriora la imagen y suele ser impracticable más allá de 40x.

Para conseguir una buena **estabilización digital** se debe emplear un CCD sobredimensionado. Internamente se determinan unos vectores de movimiento, moviéndose la zona efectiva de captación en consonancia para minimizar las vibraciones. Hay que imaginarlo como una ventana de imagen dentro de la cual hay otra ventana menor pero móvil. Si el CCD no está sobredimensionado, al usar la estabilización digital se observará un pequeño efecto zoom y una cierta degradación de la imagen. Este sistema no está libre de fallos (artifacts) y tiende a producir imágenes un poco "turbias". Para evitarlo hay cámaras que aumentan la velocidad de obturación hasta 1/100, con una cierta pérdida de luz. (Esto es un punto importante. Mucha gente se queja de la poca sensibilidad de las miniDV. Lo que hay que hacer es deshabilitar la estabilización digital en escenas con poca luz, o bien forzar a mano una velocidad de obturación 1/50).

Un tema controvertido es el de los píxeles efectivos. Suponiendo que hay una ventana o recuadro interior menor, habría que preguntarse de cuantos píxeles se compone. Es lo que Sony y otros llaman píxeles efectivos. Por ejemplo, según el catálogo de Sony, la PC1 tiene un CCD de 810.000 puntos, de los cuales 400.000 son efectivos. Últimamente parece que el número de píxeles es fijo, independientemente de que se decida activar o no la estabilización. Al fijarse en cámaras con estabilización óptica, se puede ver que el número de píxeles

totales es casi igual que el de efectivos (siempre es menor por cuestiones técnicas).

Por tanto, una cámara con un CCD de por ejemplo 540.000 píxels totales y 510.000 efectivos con estabilización óptica, daría más calidad que una con 810.000 píxels totales y 400.000 efectivos con estabilización digital. Cuantos más puntos de "sobra" haya, mejor será la estabilización. Por ejemplo, la JVC DV3, con 540.000 píxels, no va muy sobrada que digamos, so pena de degradar la imagen. Es preferible la estabilización óptica sólo presente en unos pocos modelos, la cual detecta los movimientos y los corrige ópticamente mediante pequeños ajustes de las lentes. La invento allá por los años 60, Juan de la Cierva.

El sistema de **corrección de errores** es muy potente (ECC) para evitar que un defecto en la cinta afecte a la imagen. De hecho, los drops-out o pequeños saltos son virtualmente inexistentes.

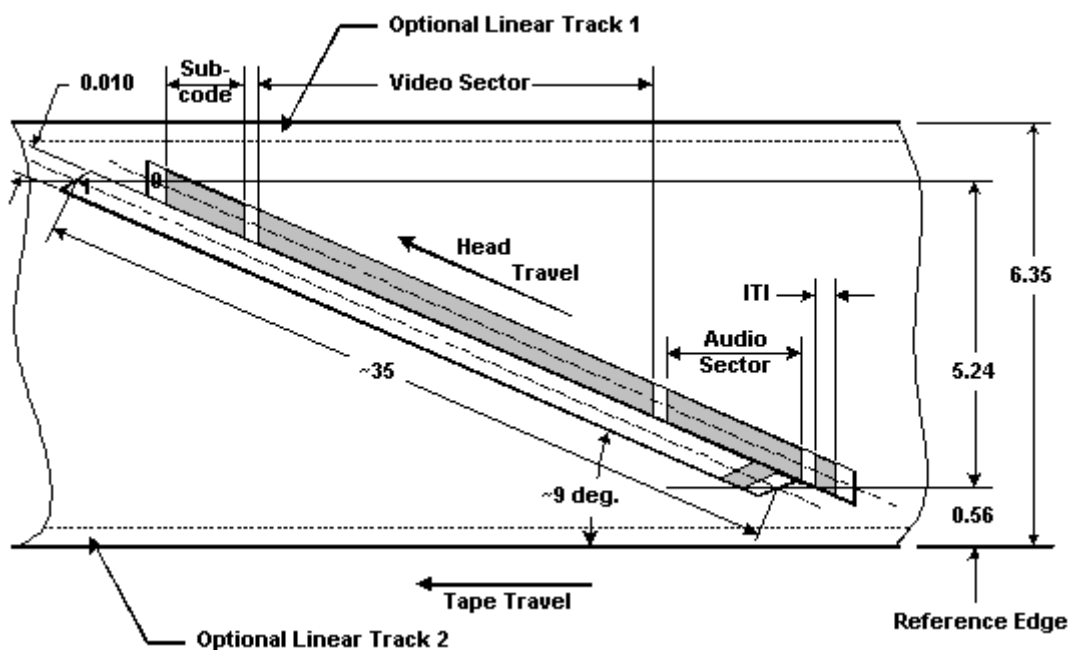
El **audio** se graba también digitalmente y en estéreo. Y sin compresión. Es posible elegir entre dos pistas a 16 bits / 48Khz o cuatro pistas a 12 bits / 32Khz. El primer método brinda una calidad incluso superior al CD. El segundo posibilita el doblaje y la inserción de bandas sonoras, con una calidad bastante buena. Sería deseable disponer de un control de ganancia de audio ajustable. Las cámaras suelen llevar un Control Automático de Ganancia (AGC) para ajustar la sensibilidad de los micrófonos a los distintos ambientes. Un aspecto negativo es que el audio no va perfectamente sincronizado con el vídeo. A "X" fotogramas no les corresponden exactamente "Y" muestras de sonido. Esto complica un poco la edición en el ámbito profesional (la edición analógica, con la digital no hay problemas)

Además de audio y vídeo, en la cinta se almacena **información de control**. Se codifican señales de tiempo, índices y otras necesarias para el modo fotografía. Por fin, toda esta información es almacenada en la cinta. Al final, el flujo de datos es ligeramente superior a 28Mbits/s (25 del video + audio + control + etc.).

La **casete** usada (mini DV), es aproximadamente la mitad de tamaño que una de 8 mm. Mide tan sólo 66 x 48 x 12.2 mm. La cinta es de 1/4 " (6.35 mm). La composición es completamente nueva con una doble capa de metal evaporado. Lleva un recubrimiento de carbono para darle resistencia y lubricación. Algunas cintas incorporan una memoria donde es posible almacenar información adicional tales como los parámetros de la imagen (velocidad, apertura) e índices temáticos. La cámara debe soportar esta opción. Es una casete, por tanto hay que seguir todas las precauciones habituales o más. Actualmente se fabrican de 30 y 60 m, pudiendo usarse el modo LP (no merma la calidad pero no es posible el doblaje de audio) para obtener hasta 90 minutos de tiempo de grabación. Ha salido en Japón una cinta de Panasonic que dura hasta 2 h en modo LP. Parece ser que realmente sólo hay dos fabricantes de cintas: Sony y Panasonic (JVC pertenece al mismo grupo industrial que Panasonic). Se

diferencian en la composición del lubricante y no es bueno mezclarlos (se ensucian las cabezas). Es recomendable usar siempre la misma marca.

El **tambor y las cabezas de grabación** son un auténtico desafío. Decir que gira a 9000 r.p.m (un vídeo VHS a 1800), la velocidad de la cinta es de 18.9 mm/ sec y la anchura de las pistas es de 10 micras para el modo de grabación SP (en el Hi-8 es de 20 micras). Para el modo LP (la cinta dura un 50% más de tiempo), además de perderse las dos pistas auxiliares de audio, la anchura de pista se reduce a 6.7 micras, por lo que se puede perder fiabilidad y tener problemas al tratar de reproducir las grabaciones en otras cámaras. Los formatos profesionales DVCPRO y DVCAM usan pistas de 15 y 18 micras. En ángulo de inclinación de las pistas es de 9° resultando en una longitud de pista de 35mm. En la siguiente figura se muestra su disposición:



Se aprecian los siguientes sectores de información:

- Insert and Track: (abajo en la figura): Contiene información para en correcto seguimiento de la cinta.
- Audio sector: Contiene tanto audio como información auxiliar. Como ya se ha dicho puede acomodar dos pistas de 16 bits / 48Khz como cuatro de 12 bits (no lineal) / 32 Khz.
- Video Sector: Contiene la información de video y datos auxiliares (fecha de la grabación, apertura y velocidad y otros datos).
- Subcode sector: contiene varios tipos de información, siendo el más importante el "**timecode**" o "código de tiempo". Es una marca en forma de hh:mm:ss:ff (hora, minuto, segundo y fotograma) que identificada de forma única cada fotograma que se graba. Muy útil para determinar los puntos de entrada y salida en una edición.

A-9 Entradas, salidas, baterías

Las salidas. Todas las cámaras disponen de salida de video compuesto y S-Video. Siempre que se pueda se debe usar ésta última ya que brinda mejor calidad de imagen. (La salida S-Vídeo lleva por separado la luminancia y la crominancia, mientras que la de vídeo compuesto las lleva mezcladas. Esto implica que en el TV deben ser separadas de nuevo con la consiguiente degradación que introducen los filtros de separación empleados).

Como es lógico, todas tienen también salida estéreo de audio (nivel de "línea"). Si se quiere conectar unos cascos para monitorizar el sonido hay que acoplar un amplificador (algunos modelos llevan una salida específica para auriculares)

Hoy en día casi todas llevan también la salida digital DV (llamada también i-Link, Firewire o IEEE1394). Permite transferir las imágenes a un ordenador sin merma alguna de calidad.

También incluyen la interface LANC o JLIP (específica de JVC) para controlar las funciones de la cámara a través de un equipo de edición externo (ya sea un PC o un equipo específico). Si se usa la interface DV no es necesario usar la LANC/JLIP ya que la DV también permite el control de la cámara. Se puede decir que tanto la LANC o la JLIP son una entrada/salida serie RS232 pero con niveles de tensión TTL (0, 5 voltios) y no con los habituales del RS232 (12 voltios aproximadamente). Por tanto se suele necesitar una pequeña caja que adapta los niveles.

Algunas disponen de un puerto serie RS232 o usan una interface JLIP/LANC ampliada, para transferencias de imágenes fijas ("PC port"). Es lento pero barato. Cada vez más, disponen de puerto USB para la transferencia de imágenes fijas.

La entrada de micrófono. Todas tienen entrada de micrófono, muy útil para solucionar el problema de las cámaras más pequeñas que captan su propio ruido de los motores. Normalmente es necesario conectar un micrófono con alimentación propia (con una pequeña batería). Pero esta entrada no suele ser muy propicia para grabaciones de música, etc. Es decir, están exclusivamente pensadas para conectar micrófonos. El problema es el Control Automático de Ganancia (AGC) que va a tender a comprimir la música y a meter ruido en los pasajes más débiles. Además, tiene una alta sensibilidad, por lo que hay que intercalar un divisor resistivo. Lo ideal sería poder desactivar el AGC, cosa posible en algunos modelos. Algún modelo (Sony VX2000 y otros) tienen un conmutador que permite seleccionar entre entrada de micro o "nivel de línea". La nueva generación de cámaras no suele tener la entrada de micrófono en la cámara, sino en la "estación de anclaje". Unos pocos modelos (normalmente de Sony) incluyen esta entrada en la zapata de flash "inteligente". Esto permite acoplar un micrófono "inteligente" que ajusta su sensibilidad en función del uso del zoom óptico que se haga.

No suele haber **entrada de vídeo** (salvo la SONY TRV900, PC-120, la PC9, JVC DVX10, varios modelos de Panasonic y Canon y otras que van saliendo

poco a poco). No les costaría mucho en fábrica poner un chip convertidor A/D. El problema viene de la posibilidad de grabar con alta calidad de la imagen y de la oposición de la industria del vídeo y del cine por posibles problemas de piratería, etc. También hay un problema de aranceles comunitarios. Los aparatos con capacidad de grabar tienen un arancel especial.

En cuanto a la **entrada DV**, sólo la SONY TRV900, PC-120, PC-9, la Panasonic DX110, la JVC 9600, Canon MV20i, la XL1, JVC DVX9 y 10, todas las Canon que acaban en "i", la tienen.

Todas tienen un **visor** (viewfinder) y , la mayoría una pequeña pantalla en color. La tecnología suele ser LCD / TFT de alta resolución. Es importante que sea de la mayor resolución posible ya que de lo contrario será difícil enfocar y ajustar la exposición correctamente. Los visores suelen ser de 0.5" y existen varios modelos: de 113.000, 160.000 o de 180.000 píxels (éste último lo monta la PC9 por ejemplo). En cuanto a pantallas LCD hay una mayor variedad. Realmente, no son gran cosa y hay que fijarse tanto en el número de píxels como en el ángulo de visión posible.

Casi todos los modelos emplean **baterías** de Li-ion (litio ión). Es la última tecnología en este campo, con muchas ventajas sobre las anteriores:

- Alta capacidad y bajo peso/volumen. Triplican en rendimiento a las de Ni-MH.
- No efecto memoria. Se pueden recargar en cualquier momento, no siendo necesaria su descarga total previa.

La **tarjeta de memoria**: permiten trabajar en "**modo foto real**" tal como lo hacen las cámaras de fotos digitales. La foto es almacenada 64MB. En la siguiente tabla, sacada del catálogo de Sony (para la PC100), se detalla las fotos que caben en una tarjeta de memoria:

	4 MB	8 MB	16 MB	32 MB	64 MB
640 x 480	20	40	82	164	329
1152 x 864	6	12	25	52	104

Otras cámaras, como la JVC DVL9800 llegan hasta 1024 x 768, con capacidades similares. Este cartucho de memoria no es estándar y no suele ser compatible entre distintas marcas. Solo algunos modelos llevan este invento. Normalmente se ofrece el mismo modelo, con o sin memoria flash. Al comprar la cámara, la suelen suministrar con el cartucho de menos capacidad (4 MB).

Para finalizar se muestra un posible **diagrama de bloques** de una cámara DV:

REFERENCIAS

Bibliografía

- ✓ *"DISEÑO Y DESARROLLO MULTIMEDIA: Sistemas, Imagen, Sonido y Vídeo"*
Manuel-Alonso Castro Gil, Antonio Colmenar Santos,
Pablo Losada de Dios, Juan Peire Arroba.

Ed. Ra-Ma, 2002

- ✓ *"SISTEMAS MULTIMEDIA: Análisis, Diseño y Evaluación"*

Ignacio Aedo Cuevas, Paloma Díaz Pérez, Miguel Ángel Sicilia Urbán, Alfonso
Vara de Llano, Antonio Colmenar Santos, Pablo Losada de Dios, Francisco Mur
Pérez, Manuel-Alonso Castro Gil, Juan Peire Arroba. Ed. UNED, 2003

Recursos en la Web

- ✓ <http://neutron.ing.ucv.ve>
Página de la escuela de ingeniería eléctrica de la universidad central de
Venezuela.
<http://neutron.ing.ucv.ve/revista-e/No3/CDi.htm>
Artículo sobre la evolución de los distintos formatos de almacenamiento
de información digital. (Luis G. Ceballos)

- ✓ <http://www.fuac.edu.co/>
Página de la fundación universidad autónoma de Colombia.
[http://www.fuac.edu.co/autonoma/pregrado/ingenieria/ingelec/proyectosgr
ado/compresvideo/doc_b.htm](http://www.fuac.edu.co/autonoma/pregrado/ingenieria/ingelec/proyectosgrado/compresvideo/doc_b.htm)
Trabajo "Compresión de vídeo digital. Bajo los estándares MPEG". (Fredy
Fabián Cuello Rojas y Juan Carlos Rueda Erazo)

- ✓ <http://iie.fing.edu.uy>
Instituto de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de la república de
Uruguay.
<http://iie.fing.edu.uy/ense/assign/codif/material/monografias/2002-01.pdf>
"Introducción a la compresión de vídeo bajo el estándar MPEG-2". (Víctor
Paladino)

- ✓ <http://www.multicomp.net>
[Página de la empresa Multicomp Servicios Digitales.](http://www.multicomp.net/digital/video.html)
<http://www.multicomp.net/digital/video.html>
Artículo sobre digitalización de vídeo.

- ✓ <http://www.mundohardware.com/article/articleview/134/1/3/>
Comparativa de distintos códecs de vídeo
- ✓ <http://ingenieria.udea.edu.co/>
Facultad de ingeniería de la Universidad de Antioquia
<http://ingenieria.udea.edu.co/~marthac/multimedia/codecvideo.html>
Extracto de la Revista 3D Magazine Número 11.
- ✓ <http://www.monografias.com>
Portal educativo hispanoamericano.
<http://www.monografias.com/trabajos5/siste/siste.shtml>
Monografía sobre los sistemas de televisión en color.
- ✓ <http://www.ilustrados.com>
Web para la difusión de trabajos de investigación.
<http://www.ilustrados.com/publicaciones/EpyVZEykykIRHkFSUZ.php>
Artículo sobre vídeo sobre redes.
- ✓ <http://www.intel.com>
Pagina Web de Intel.
- ✓ <http://www.ligos.com>
Pagina Web de la empresa Ligos.
- ✓ <http://www.itla.edu.do>
Página del Instituto Tecnológico de Las Américas. .
<http://www.itla.edu.do/data/recursos/mult/videodigital/sesion1/codecs.htm>
Documentación sobre vídeo digital.
- ✓ <http://www.maestrosdelweb.com>
Comunidad hispana de Webmasters.
<http://www.maestrosdelweb.com/editorial/articulo.php?divx>
Artículo sobre el DivX.
- ✓ <http://www.xvid.net>
Página sobre divx y xvid.
- ✓ <http://perso.wanadoo.es/lolota/web/Codecs04.htm>
Página sobre Adobe Premiere 6.0.
- ✓ <http://www.rediris.es>
Red española de I+D.
<http://www.rediris.es/list/info/videoconf.es.html>
Página de información sobre Videoconf. Videoconf pretende ser un foro de encuentro, discusión e intercambio de información entre la creciente comunidad de usuarios de videoconferencia en España y Latinoamérica.

✓ <http://www.universia.es>

Portal de 842 universidades.

<http://www.universia.es/contenidos/cultura/videoconferencias/como.htm>

Artículo sobre videoconferencias.