

Tema 5: Dispositivos multimedia

1. Introducción

Una definición sencilla de multimedia sería: «Multimedia es el uso de imágenes y sonidos en los computadores para interactuar con el exterior, típicamente los usuarios».

En este tema se van a ver dispositivos relacionados con imágenes y con sonido, tanto de entrada como de salida. Además, se van a ver conceptos relativos a la codificación y decodificación de la información de estos medios.

2. Dispositivos de sonido

2.1 Naturaleza y digitalización del sonido

2.1.1 Naturaleza del sonido

El sonido es una sensación que se produce al percibir el oído el movimiento ondulatorio de un medio elástico, habitualmente el aire. Es decir, el sonido es debido a unas ondas; por lo tanto, para grabarlo será necesario capturar las características de esas ondas para posteriormente reproducirlo recreando las ondas correspondientes. El oído humano es sensible sólo a las ondas que tienen una frecuencia entre 20 Hz y 20 KHz aproximadamente.

2.1.2 Digitalización del sonido

Las ondas son información analógica. Para que el ordenador pueda trabajar con esta información es necesario digitalizarla. En el proceso de digitalización del sonido se realiza un muestreo periódico de las ondas en el que se guardan sus características (en la Figura 1, serían los valores de los puntos marcados con una equis) a lo largo del tiempo.

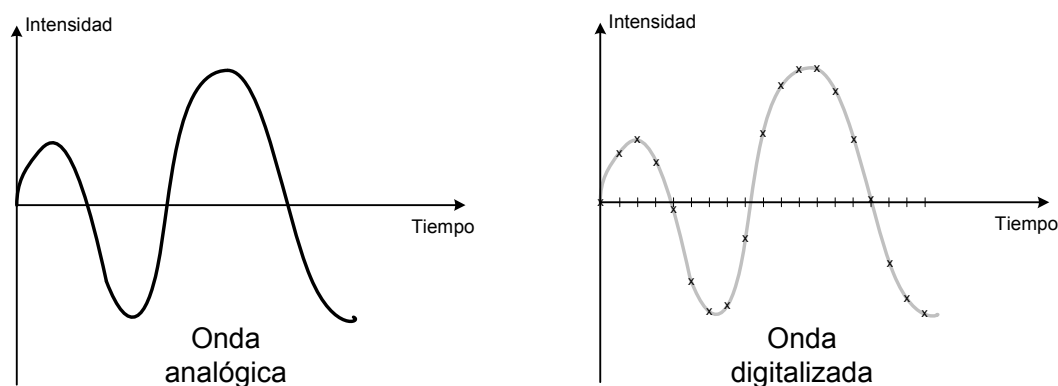


Figura 1 Digitalización del sonido

En este proceso de digitalización se producen dos pérdidas de información:

- **Error de muestreo:** Por un lado, en lugar de conocerse el valor de la onda en cualquier instante de tiempo, sólo se conoce en ciertos momentos

separados por un tiempo T, denominado período de muestreo. Según el teorema de Nyquist, con sólo conocer las muestras de una onda tomadas al doble de su frecuencia máxima se puede reconstruir en todos los momentos, también en los que no se muestreó. Como la frecuencia máxima que puede percibir el oído humano es de 20 KHz, se debería muestrear con unos 40 KHz. Sin embargo, en el proceso de muestreo se producen siempre ciertos errores que tienen como consecuencia una pérdida de información; por esta razón en la codificación PCM que se utiliza en los CDs de música tradicionales se muestrea con una frecuencia un poco mayor, en concreto 44,1 KHz.

- **Error de cuantización:** Por otro lado, cada punto muestreado debe ser representado por una cantidad digital y la precisión de esta cantidad es finita, es decir, no se puede representar cualquier valor. Cuando un valor no es exactamente representable, se redondea al valor más cercano, un efecto conocido como cuantización. Cuantos más bits se utilicen para almacenar cada muestra, mayor precisión se tendrá. En los CDs de música, por ejemplo, se utilizan 16 bits para cada muestra.

Si no se realiza ningún tipo de compresión, se puede calcular cuánto ocupa la información. Por ejemplo, un minuto de sonido con la codificación PCM utilizada en un CD estéreo de música ocupa:

$$60s \times \frac{44100 \text{ ciclos}}{s} \times \frac{2 \text{ datos}}{\text{ciclo}} \times \frac{16 \text{ bits}}{\text{dato}} = 84672000 \text{ bits} / s \cong 10,1 \text{ MiBytes} / s$$

Nótese que hay que grabar dos datos en cada ciclo porque en estéreo se graban dos flujos de sonido, denominados habitualmente «canal derecho» y «canal izquierdo».

Como se puede observar, la cantidad de espacio (de memoria o de ancho de banda) que ocupa el sonido es grande comparada con la del texto. Las técnicas tradicionales de compresión de información no consiguen reducir mucho el tamaño de los ficheros porque hay un gran contenido aleatorio en el sonido. Por ello se han desarrollado técnicas específicas de compresión para este tipo de información. Se pueden dividir en dos tipos básicos:

- **Compresión sin pérdida:** A partir de la información comprimida se puede volver a generar toda la información original.
- **Compresión con pérdida:** A partir de la información comprimida no se puede volver a generar la información original. La clave para que estas técnicas funcionen bien es descartar información que no es importante para el cerebro. Por ejemplo, un sonido de bajo volumen que se produce justo a continuación de otro de volumen alto casi no es percibido, así que puede eliminarse sin que se note la diferencia.

Los elementos (software o hardware) encargados de codificar y decodificar la información se denominan «códecs». Ejemplos típicos de códecs sin pérdida de información son FLAC o APE (o PCM, aunque PCM no realiza ninguna compresión). Ejemplos típicos de códecs con pérdida son MP3, Vorbis o WMA.

Una característica fundamental de los códecs es la «tasa de bits» (*bitrate*). Indica cuántos bits se utilizan por segundo. Para saber la tasa de bits media aproximada de un fichero, basta por dividir su tamaño en bits entre su longitud en segundos. Los códecs pueden utilizar:

- Tasa de bits constante (*Constant Bit Rate*, CBR): Si se utiliza siempre el mismo número de bits para todas las partes del fichero.
- Tasa de bits variable (*Variable Bit Rate*, VBR): Si se utiliza una tasa de bits diferente para distintas partes del fichero. La idea es utilizar más bits en las zonas donde haya más información y menos bits cuando haya menos información (por ejemplo, en los espacios de silencio); de esta manera se consigue ahorrar bits.

Aunque en el lenguaje coloquial no se suele hacer, se debe distinguir entre códec, formato de fichero y extensión. El **códec** determina cómo se codifica y decodifica la información; el **formato de fichero** (también llamado contenedor) indica cómo se almacena la información en el disco; por último, la **extensión** es un indicativo de qué formato o qué códec se está utilizando. Por ejemplo, WAVE es un formato de fichero definido por Microsoft, que suele tener asociada la extensión **.wav** y que suele llevar información codificada con el códec PCM, pero podría utilizar otro códec o tener otra extensión. Otro ejemplo sería un fichero con formato Ogg y extensión **.ogg** utilizando un códec Vorbis.

2.1.3 Síntesis de sonido

Todo lo anterior se aplica a la digitalización de sonidos existentes, pero una utilidad de las tarjetas de sonido es generar nuevos sonidos, lo que se denomina síntesis de sonido. Esto permite tener ficheros que describan lo que se desea obtener (por ejemplo, un sonido de piano tocando un acorde de do durante tres segundos) sin haberlo grabado antes.

Las principales técnicas de síntesis de sonido son:

- **Síntesis FM:** Fue el modelo utilizado originalmente por las tarjetas de sonido primitivas. Las tarjetas disponen de unos osciladores que permiten generar ondas. Mezclando esas ondas se pueden conseguir distintos sonidos que se aproximen a un sonido real. El resultado no suele ser muy parecido a sonidos reales.
- **Tablas de ondas (*wavetables*):** La tarjeta dispone de un conjunto de sonidos digitalizados pregrabados. Por ejemplo, se podría tener grabado el sonido de un piano durante un segundo tocando una nota de do, de una flauta tocando un si, etc. Para generar durante tres segundos un sonido de piano interpretando un acorde de do, que está formado por las notas de do, mi y sol, habría que coger el sonido de do y repetirlo durante tres segundos; al mismo tiempo, habría que incrementar la frecuencia de ese sonido para que subiese a un mi y repetirlo durante tres segundos, y hacer lo mismo para el sol. La calidad obtenida depende de la calidad de las tablas de ondas: se puede tener una sola nota para un instrumento, o se pueden tener todas las notas o incluso las distintas notas a distintas intensidades de volumen... Con la potencia de las CPUs actuales, puede ser la CPU la que haga todos los

cálculos a partir de ondas guardadas en el disco duro y la tarjeta de sonido simplemente reproduzca esas ondas.

- **Síntesis basada en modelos físicos:** En este caso se simula la física del instrumento (cómo en un saxofón vibra la lengüeta al recibir el aire, cómo el aire se transmite por los tubos, etc.) y las ondas que eso genera. Es muy compleja y no se utiliza habitualmente.

Los ficheros MIDI (típicamente con extensión **.mid**) son el formato de fichero más habitual para guardar órdenes de síntesis de sonido. MIDI significa *Musical Instrument Digital Interface* (Interfaz Digital de Instrumentos Musicales) y originalmente era un estándar que definía cómo conectar distintos instrumentos (y otros elementos) musicales. Además de los conectores, definía el protocolo (conjunto de mensajes) que podían intercambiar los instrumentos. Los ficheros MIDI básicamente almacenan estos mensajes pero, en lugar de utilizarlos para comunicar instrumentos, se utilizan para indicar a la tarjeta de sonido (o a la CPU) qué sonidos debe sintetizar.

2.2 Tarjetas de sonido

El sonido que incorporaba un PC originalmente en la placa base se limitaba a un chip que permitía generar pitidos. Este chip se conectaba a un pequeño altavoz de baja calidad que se incluía en la caja. Para mejorar estas capacidades básicas, se han desarrollado tarjetas especiales que se conectan a altavoces externos y, de esta manera, se obtiene una calidad de sonido muy superior. Estas tarjetas contienen, entre otros elementos electrónicos, convertidores de digital a analógico (DACs, *Digital-to-Analog Converter*) para reproducir el sonido, y convertidores de analógico a digital (ADCs, *Analog-to-Digital Converter*) para grabar. En los últimos años, los chips de sonido han vuelto a la placa base dentro del chipset, aunque siguen existiendo tarjetas de sonido (a veces dispositivos externos conectados por USB o Firewire) que dan más calidad y son usadas en juegos para generar efectos sonoros de mayor realismo (o espectacularidad) y por los músicos para grabar.

La calidad de una tarjeta de sonido se mide básicamente por estos parámetros:

- **Número de bits:** Es el número de bits que se utilizan para digitalizar cada muestra de sonido. Lo habitual en las tarjetas modernas es utilizar 16 bits, como en los CDs, pero existen tarjetas de 24 bits.
- **Respuesta en frecuencia:** Es el rango de frecuencias en el que puede grabar o reproducir sonido. Lo habitual es entre 30 Hz y 20 KHz. Cuanto mayor, mejor.
- **Distorsión de armónicos:** Es una medida de precisión con la que se genera el sonido. Cuanta menos distorsión, mejor.
- **Relación señal/ruido (*signal-to-noise*, S/N o SNR):** Mide la fuerza de la señal de sonido con respecto a la de ruido de fondo. Cuanto mayor, mejor. Se mide en decibelios.
- **Sonidos generados:** Tipo de síntesis de sonido que utiliza la tarjeta. Determina en gran medida la calidad de los sonidos que se generan al

reproducir un archivo MIDI, siempre y cuando no se utilice síntesis en la CPU.

- **Número de voces:** Número de sonidos simultáneos que puede generar sintéticamente. Las tarjetas actuales soportan alrededor de 1024 voces. Si se utiliza síntesis software en la CPU, el único límite es la capacidad de la CPU.
- **Sonido 3D:** Esta denominación incluye distintos estándares que van más allá del clásico estéreo y utilizan 3 ó más altavoces. El formato estándar en la actualidad es el denominado 5.1 (6 canales de salida).
- **Posibilidad de aceleración hardware:** Hay tarjetas que traen su propio procesador de sonido (un DSP o *Digital Signal Processor*) que realiza en hardware algunas funciones del DirectX/Direct Sound 3D, liberando de trabajo a la CPU.

Las tarjetas de sonido suelen traer estos conectores:

- **Salida de línea (*line out*):** Se usa para enviar la señal analógica de sonido de la tarjeta a otros dispositivos como amplificadores, altavoces autoamplificados, auriculares o una cadena de música. La señal no está amplificada y es estéreo.
- **Entrada de línea (*line in*):** Se usa para recibir señal analógica de sonido estéreo de una fuente externa, como por ejemplo una cadena de música o una cámara de vídeo.
- **Micrófono (*mic*):** Sirve para conectar un micrófono mono. Suele incluir un control automático de ganancia.
- **Conector de altavoces:** Es una salida analógica de sonido estéreo amplificada (aunque con poca potencia, hasta unos 4 vatios). Sirve para conectar a altavoces de escritorio no amplificados o para auriculares.
- **Conector de juegos:** Sirve para conectar un *joystick*.
- **Conector MIDI:** Sirve para conectar dispositivos MIDI (*Musical Instrument Digital Interface*) como instrumentos (teclados, guitarras...) y elementos de procesamiento de sonido (multiefectos, grabadores, etc.). Suele ser el mismo puerto que el de juegos y es necesario comprar un adaptador que trae los dos conectores redondos que se utilizan para el MIDI (entrada y salida) y otro conector para juegos. Se puede utilizar a la vez el conector de juegos y el de MIDI porque utilizan pines distintos.
- **Conector de CD-ROM:** La mayoría de las tarjetas tienen un conector interno para el CD-ROM.

Algunos conectores más avanzados no tan habituales son:

- **MIDI in y MIDI out:** Evita que sea necesario comprar el adaptador mencionado más arriba.
- **SPDIF (Sony/Philips Digital Interface) in y SPDIF out:** Sirven para transmitir sonido digital. Estos conectores también se denominan *Dolby Digital*.

- **CD SPDIF:** Sirve para conectar con un CD que envíe sonido digital. Es un conector interno.
- **TAD in:** Conecta con un contestador automático (*Telephone Answering Device*). Conector interno.
- **Digital DIN:** Conexión digital para sistemas con varios altavoces.
- **Aux in:** Para otras fuentes de sonido estéreo como una tarjeta sintonizadora de TV o una capturadora de vídeo. Conector interno.
- **I2S in:** Para sonido digital que provenga de una fuente externa como un decodificador de DVD. Tiene mayor calidad que el SPDIF.

2.3 Altavoces

Los altavoces son elementos que reciben una señal eléctrica (típicamente analógica y ya amplificada) y producen sonido. Su funcionamiento se basa en mover unas membranas cónicas según la tensión que reciban de la señal eléctrica. Al moverse, estas membranas comprimen el aire, generando así las ondas que un oído humano interpreta como sonido.

Las características básicas de unos altavoces son:

- **Respuesta en frecuencia:** Rango de frecuencias que puede generar el altavoz. Casi ningún altavoz cubre todo el rango que puede percibir el oído humano.
- **Distorsión armónica total:** Cantidad de distorsión (diferencia entre el sonido que llega y el que se escucha) creada al amplificar la señal. Se mide en porcentaje. Por debajo de 0.1 % empieza a ser aceptable.
- **Potencia:** Cantidad de vatios que pueden soportar los altavoces. Da una idea del volumen máximo al que pueden sonar. Hay distintas formas de medirla; las más habituales son potencia de pico (PMPO, muy engañosa) y potencia RMS o por canal.

2.4 Micrófonos

Los micrófonos llevan a cabo el proceso contrario a un altavoz: transforman ondas sonoras en energía eléctrica. Su funcionamiento se basa en transformar la presión que reciben del aire en energía mecánica y posteriormente la transforman en energía eléctrica. Hay distintos tipos de micrófonos (de cinta, de condensador, etc.), pero los más habituales para consumidores son los denominados «micrófonos dinámicos». Estos micrófonos se basan en una membrana que vibra con la presión del aire y mueve una bobina que está situada junto a un imán; esto produce un cambio en el campo magnético que tiene como consecuencia un cambio en la tensión de la bobina. Este es el mismo funcionamiento de un altavoz pero a la inversa.

Las características básicas de un micrófono son:

- **Respuesta en frecuencia:** Indica la sensibilidad del micrófono a cada frecuencia.

- **Directividad:** Indica en qué dirección captura el micrófono el sonido. Hay micrófonos omnidireccionales que capturan el sonido que les llega desde cualquier dirección. Los micrófonos unidireccionales sólo capturan el sonido que les llega desde una dirección.
- **Impedancia:** La impedancia es la resistencia al paso de la corriente eléctrica. En un micrófono, cuanto menor impedancia mejor, porque a través de un cable largo se produce menos pérdida de frecuencia y menos interferencias. Para obtener la mejor calidad, la impedancia del micrófono tiene que coincidir con la del equipo al que se conecta.

Los micrófonos para ordenadores no suelen ser de gran calidad y se suelen conectar a través de una conexión minijack. Los micrófonos profesionales suelen conectarse a través de una conexión jack o, más frecuentemente, a través de una conexión balanceada XLR.

3. Dispositivos de imagen

En este punto se van a ver dispositivos relacionados con la imagen, pero dejando a un lado los dispositivos relacionados con la reprografía (impresoras y escáneres), es decir, no se verá lo que tiene que ver con información impresa, que se estudiará en un tema posterior.

3.1 Naturaleza y digitalización la imagen

La imagen es la representación que se forma en nuestro cerebro al recibir la luz que producen o reflejan los objetos. La luz es la parte del espectro electromagnético que podemos distinguir con nuestros ojos, en concreto, las ondas electromagnéticas que tienen una longitud de onda entre 380 nm (violeta) y 780 nm (rojo). Para reproducir imágenes en los ordenadores, se utilizan dispositivos que generan ondas en esa banda visible. Para capturar imágenes son necesarios dispositivos que sean sensibles a esa parte del espectro y guarden las características de la onda de luz.

3.1.1 Formatos de imágenes estáticas

Los distintos formatos de almacenamiento de imágenes estáticas (dibujos y fotografías) se pueden dividir en dos tipos básicos:

- **De trama (*raster*):** Se basan en guardar una matriz con el valor de color de cada punto.
- **Vectoriales:** Se basan en guardar una descripción de la geometría de los dibujos.

Los formatos de trama son especialmente adecuados para guardar imágenes del mundo real. El problema es que tienen una resolución fija. Si se desean utilizar a menor resolución, es posible conseguir resultados aceptables; si se desea obtener una resolución mayor, empezarán a aparecer problemas que serán mayores cuanto mayor sea la diferencia entre la resolución original y la resolución de destino.

La solución sería tener imágenes a alta resolución, pero el problema es que ocupan mucho. Por ejemplo, una fotografía de 3200 x 2400 (unos 7 megapíxeles), utilizando 24 bits para cada color ocupa, sin comprimir, 21,98 MiBytes. Por esta razón se han desarrollado algoritmos de compresión específicos para imágenes que tienen en cuenta la forma de ver el ojo humano.

Los principales formatos de ficheros para imágenes de trama son:

- **BMP:** Es un formato desarrollado por Microsoft y se utiliza mucho en Windows. Habitualmente no tiene compresión.
- **JPEG:** Es el formato con compresión más utilizado para fotografías. Está desarrollado por el Joint Photographic Experts Group.
- **TIFF:** Es un formato muy flexible que puede tener o no compresión, y de tenerla, puede ser con pérdida o sin ella. Se suele utilizar para fotografías de calidad.

- **RAW:** No es un formato concreto, sino como denominan los fabricantes de cámaras de fotografías digitales (de cierta calidad) a sus formatos propios sin pérdida.
- **GIF:** Es un formato desarrollado por CompuServe que funciona bien con imágenes con pocos colores o de colores planos, pero no con fotografías. Es uno de los formatos más utilizados en la web, por detrás del JPG. Como ventajas sobre este, suele funcionar mejor para dibujos con colores planos. Además, permite definir un color como transparente, lo que permite que las imágenes se fundan con distintos colores de fondo. Permite hacer imágenes animadas.
- **PNG:** Es una alternativa al GIF, superior en muchos aspectos e inferior sólo en que no permite hacer animaciones y en que algunas características no están bien tratadas por Internet Explorer en versiones anteriores a la 7. Surgió inicialmente para evitar las patentes que cubrían el formato GIF. Entre las ventajas, destaca la posibilidad de tener un canal alfa de transparencia, que permite no sólo definir un color transparente, sino distintos niveles de transparencia.

Los formatos vectoriales tienen como ventajas frente a los formatos de traza un menor tamaño y la posibilidad de verse bien a cualquier resolución, ya que se puede hacer fácilmente un escalado. Como inconveniente, no es posible utilizarlos para fotografías. Los formatos vectoriales más importantes son:

- **SVG (Scalable Vector Graphics):** Un estándar definido por el W3C que cada vez es manejado por más navegadores. Está basado en XML.
- **WMF (Windows Meta File):** Formato definido por Microsoft para su sistema operativo Windows.
- **PostScript:** Es un formato definido por HP para describir lo que debe imprimir una impresora.
- **Freehand:** Formato utilizado por el programa de diseño vectorial de Macromedia del mismo nombre.
- **Illustrator:** Formato utilizado por el programa de diseño vectorial de Adobe del mismo nombre.
- **Flash:** Aunque se suele utilizar para hacer animaciones, los ficheros de Flash son formatos vectoriales que se pueden utilizar para almacenar imágenes.

Aparte de la división entre imágenes de trama y vectoriales, se puede distinguir entre imágenes 2D y 3D. Aunque en la actualidad la inmensa mayoría de los dispositivos de visualización utilizados utilizan un plano, es decir, dos dimensiones, las imágenes que muestran pueden representar realidades de tres dimensiones. En las imágenes 2D hay una descripción de sólo dos dimensiones y, aunque sean una representación de un objeto de tres dimensiones, sólo pueden mostrar una proyección. En las imágenes 3D se describen las tres dimensiones y se pueden mostrar a partir de ellas cualquier proyección, es decir, se pueden ver desde muchos puntos de vista.

Las imágenes 3D son utilizadas especialmente en juegos y en programas de arquitectura y diseño asistido por ordenador (CAD).

3.1.2 Formatos y códecs de vídeo

Los ficheros de vídeo contienen imágenes en movimiento. Existen distintos formatos y códecs.

Formatos de fichero que se utilizan habitualmente para contener vídeo (sincronizado con sonido):

- **AVI (Audio Video Interlaced):** Definido por Microsoft.
- **MOV (Movie):** Definido por Apple.
- **MP4:** Definido por el *Motion Picture Experts Group* (MPEG).

El vídeo digital sin comprimir es probablemente el tipo de información de la utilizada habitualmente que más ocupa. Por este motivo es fundamental realizar una compresión y se han desarrollado muchos códecs con distintas técnicas. Los principales son los basados en los estándares MPEG:

Formato	Resolución	Ancho de banda (Mbit/s)	Uso	Comentario
MPEG-1	352x288	1,2	SIF	MP3 es la capa de audio de MPEG-1 (MPEG-1 Layer 3). Un poco mejor que VHS. Cabe aproximadamente una hora en un CD.
	352x240	3	VCD	
MPEG-2	1920x1152	80	HDTV	La misma calidad que MPEG-2 pero once veces más comprimido. Es la base de DivX, XVID y ASF (el formato de Microsoft para Streaming)
	1440x1440	60	HDTV	
	720x576	15	Digital TV, DVD	
	352x288	4	S-VHS, SIF	
MPEG-4 part 2			Transmisión por la red	
h.264			HD-DVD, Blu-ray	Es otro nombre para el MPEG-4 part 10

SIF significa *Standard Interchange Format* y es el estándar de un vídeo analógico. VCD significa *Video CD*. HDTV significa *High Definition Television*.

Otro aspecto a tener en cuenta con archivos de vídeo que estén pensados para reproducir en la televisión (por ejemplo, que se incluyan en un VCD o en un DVD) es el formato de televisión. Los principales formatos de televisión analógica son:

- **PAL:** Es el que se utiliza en toda Europa excepto en Francia. Tiene 625 líneas verticales (aunque sólo entre 576 y 580 visibles, el resto se utiliza para información de sincronización) y una frecuencia de refresco de 50 Hz (25 imágenes por segundo).

- **NTCS:** Es el que se utiliza en América y en muchos países de Asia. Tiene 525 líneas verticales (sólo 480 visibles) y habitualmente 60 Hz (30 imágenes por segundo).
- **SECAM:** Es el que se utiliza en Francia y en varios países de Europa del Este. Tiene 625 líneas verticales y 50 Hz.

Hay que tener en cuenta que distintos formatos que se pueden ver en una televisión tienen una distinta resolución **horizontal**. La televisión que se recibe a través de la antena (*broadcast*) tiene sobre 330 líneas; el VHS, 230; y el DVD, 540. Además hay que tener en cuenta que la televisión es entrelazada: para formar un cuadro (*frame*), se utilizan dos imágenes.

La televisión analógica, que lleva funcionando desde la II Guerra Mundial, está siendo sustituida por la televisión digital, que permite mayores calidades (aunque no siempre se usen) y utiliza formatos similares a los empleados en el vídeo del ordenador.

3.2 Monitores

Para mostrar imágenes, los ordenadores utilizan monitores. En la actualidad, se utilizan principalmente dos tecnologías:

- **Tubo de rayos catódicos** (*Cathode Ray Tube*, CRT). Desde un tubo catódico se lanzan electrones a una pantalla. En cada punto de la pantalla hay tres fósforos (*red, green and blue*, RGB) que, al recibir el impacto de los electrones, se iluminan durante un período corto de tiempo, con distinta intensidad para dar lugar a un punto de un color determinado. Un haz de tres electrones va recorriendo la pantalla línea a línea por filas actualizando los colores de cada punto. En los ordenadores actuales, la intensidad de las tres señales del haz en cada momento es controlada por una señal analógica generada por la tarjeta gráfica.
- **Pantalla de cristal líquido** (*Liquid Crystal Display*, LCD). Cada píxel en esta tecnología está formado por una columna de moléculas de **cristal líquido** suspendidas entre dos **electrodos** transparentes y dos **filtros** polarizadores con el eje perpendicular entre sí. Si no hubiese cristal líquido, la luz generada por una lámpara al fondo de la pantalla no pasaría, ya que la luz que deja pasar un filtro sería bloqueada por el otro. Mediante los electrodos se pueden modificar la disposición de las moléculas de cristal líquido, haciendo que varíe el eje de la luz y pueda pasar por los filtros. Los TFT son un tipo de LCD que se basa en transistores para controlar cada píxel.

Parámetros para ambos tipos de monitores:

- **Tamaño:** Medida de la superficie en la que se representan las imágenes. Se suele dar la longitud de la diagonal en pulgadas. En los monitores CRT, parte de la superficie de representación está tapada por la carcasa, por lo que suele perder entre una pulgada y una pulgada y media de superficie de visualización. Por esta razón, un monitor LCD de 17" tiene una superficie de visualización sólo un poco menor que la de un monitor CRT de 19".

- **Relación de aspecto:** Relación entre el alto y el ancho. Hasta tiempos recientes, la relación de aspecto más habitual era 4:3. Con la aparición de los monitores TFT y el paso a la televisión de alta definición, se está popularizando el formato 16:9, que al ser más alargado se suele llamar «panorámico».
- **Resolución:** Se da en número de píxeles (*picture elements*) en horizontal por el número de píxeles en vertical. Los monitores CRT trabajan a varias resoluciones; para los LCD hay que realizar un proceso de escalado para cambiar la resolución, ya que su construcción sólo permite trabajar con una resolución. Las resoluciones más habituales en formato no panorámico son: 640x480 (VGA, Video Graphics Array), 800x600 (SVGA, Super VGA), 1024x768 (XGA, eXtended Graphics Array) y 1280x1024 (UVGA, Ultra VGA).
- **Interfaz:** Modo de conexión entre la tarjeta de vídeo y el monitor. VGA era el estándar hasta la aparición de los TFT. La tarjeta de vídeo se encargaba de transformar la información digital del ordenador en una señal analógica que se utiliza para controlar el haz en los monitores CRT. En los monitores TFT hay que digitalizar esta señal, resultando en un proceso de transformaciones de digital a analógico y de este otra vez a digital que hace que se pierda calidad; por esta razón se introdujo el estándar DVI (*Digital Video Interfaz*) en el que se transmite directamente la información digital.
- **Brillo:** Es la intensidad global de la luz generada por la pantalla. Afecta tanto a monitores CRT como a los LCD, pero es más importante en estos últimos. Se mide en candelas por metro cuadrado, pero a esta unidad se la denomina nit. Valores típicos son entre 150 y 200 nits. Cuanto mayor sea, mejor.
- **Contraste:** El contraste es la diferencia entre las áreas claras y oscuras de la pantalla. Se recomienda utilizar el máximo contraste que permita el monitor. Para monitores LCD se ha desarrollado una tecnología denominada «contraste dinámico» que aumenta el contraste pero puede dar lugar a distorsiones, por lo que es mejor fijarse en el contraste tradicional.
- **Potencia eléctrica consumida:** Los monitores CRT consumen mucha más potencia que los LCD.
- **Ancho de punto (*dot pitch*):** Es la distancia entre los tres fósforos que forman un pixel en un monitor CRT en color o entre dos celdas del mismo color en monitores TFT. Cuanto más pequeña sea, más calidad tendrán las imágenes. En la actualidad, los valores están entre 0.23 y 0.30 mm. Más de 0.28 mm se considera de muy baja calidad.

Parámetros exclusivos de los monitores CRT:

- **Frecuencia de barrido horizontal:** Es la frecuencia a la que el haz de electrones se mueve por una línea.
- **Frecuencia de barrido vertical o tasa de refresco:** Es la frecuencia a la que se repinta toda la pantalla. Las frecuencias están en el orden de los 50

Mhz a los 160 Mhz (siendo el rango más habitual entre 70 y 100 Mhz; a partir de 72 Mhz es raro notar el parpadeo de la pantalla en tamaños de 15”).

Es importante que coincida la frecuencia del monitor con la de la tarjeta de vídeo; en caso contrario, no se vería la imagen que tiene que verse en la pantalla y, además, los monitores antiguos podrían quedar dañados (los modernos muestran un mensaje indicando que no pueden trabajar a esa frecuencia). Hay que tener en cuenta que la frecuencia a la que pueden trabajar los monitores depende de la resolución. Habitualmente, a mayor resolución, menor frecuencia. Los monitores PnP informan al operativo de qué frecuencias pueden utilizar. Por lo tanto, es interesante instalar el controlador adecuado para utilizar las frecuencias de las que dispone el monitor.

- **Modo entrelazado y no entrelazado:** El entrelazado consiste en dibujar líneas alternas en cada pasada por la pantalla (primero las pares y luego las impares, por ejemplo). Esto permite pintar la pantalla con una frecuencia mayor, pero puede producir un parpadeo notable.

Parámetros para monitores LCD:

- **Tiempo de respuesta:** Es el tiempo que tarda una celda de cristal líquido de pasar de activa (negro) a inactiva (blanco) y de vuelta a activa (negro). Se mide en milisegundos. Cuanto menor, mejor.
- **Píxeles muertos:** Son aquellos que no pueden cambiar de estado, permaneciendo siempre encendidos o apagados. Pueden ser muy molestos y las garantías de los fabricantes tienen condiciones muy distintas.
- **Subpíxeles:** Para conseguir representar información de color, en los monitores LCD se utiliza una tríada de tres subpíxeles (RGB) por cada píxel. Se puede tratar cada píxel como una unidad o se puede considerar cada subpíxel por separado, lo que permite mayor control de la imagen. Esto es lo que hace la tecnología *Clear Type* de Microsoft, consiguiendo un mejor *anti-aliasing* en los textos.
- **Ángulo de visión:** Los monitores CRT se ven prácticamente igual desde cualquier ángulo; los monitores LCD, en cambio, se ven peor cuanto más separado de la perpendicular sea el ángulo de visión. Cuanto mayor sea el ángulo de visión, mejor; sin embargo, la forma de medir el ángulo de visión no es la misma en todos los fabricantes, así que los valores no son siempre directamente comparables.

En la actualidad, los monitores disponen de un menú digital en el que se pueden controlar varios aspectos, entre ellos la geometría del área visible. La configuración elegida se guarda en memoria NVRAM situada en el monitor. Además de controlar la geometría del área visible, a veces disponen de dos controles extra:

- **Degaussing:** El magnetismo de la Tierra puede generar campos magnéticos no deseados alrededor del monitor, haciendo que el color pierda pureza (se generan bandas semicirculares, como un arco iris). El proceso denominado

degaussing elimina estos campos y, por consiguiente, restaura la pureza del color. Afecta sólo a monitores CRT.

- **Moire:** Se denominan patrones de Moire a ciertos patrones elípticos u ondulados que aparecen en ocasiones en monitores CRT. Dependen de la resolución y del tamaño de la pantalla. Los controles de Moire modifican el ancho o el alto de la línea para intentar reducir estos patrones y, por lo tanto, pueden afectar a la definición de la imagen.

3.3 Tarjetas de vídeo

Una tarjeta de vídeo o tarjeta gráfica es una tarjeta de circuito impreso encargada de transformar las señales eléctricas que llegan desde el microprocesador en información comprensible y representable por un monitor, es decir, en imágenes.

3.3.1 Componentes

- **BIOS de vídeo:** Es un software en ROM que permite hacer funciones básicas.
- **Procesador de vídeo (GPU) o chipset:** Es el componente más importante ya que define las funciones y los niveles de rendimiento de la tarjeta. Dos tarjetas con el mismo *chipset* serán muy similares, aunque su rendimiento puede ser muy distinto en función de otros factores (cantidad y velocidad de memoria...). Los controladores (*drivers*) se hacen teniendo en cuenta sobre todo el *chipset*, así que habitualmente es posible utilizar el controlador de una tarjeta para otra con el mismo *chipset*.
- **RAM de vídeo:** Se utiliza para almacenar las imágenes que se deben pintar. La cantidad de RAM de vídeo determina la máxima resolución y profundidad de colores que puede soportar la tarjeta. Se puede calcular la cantidad de memoria necesaria para una resolución y un número de colores en una tarjeta 2D a partir de esta fórmula:

número de bits necesario = número de pixels * número de bits para representar color

Por ejemplo, para 1280 x 1024 con 24 bits para el color, se necesitan 3 932 160 bytes. Las tarjetas en la actualidad vienen con al menos 4 MB, así que pueden soportar sin dificultad grandes resoluciones con gran profundidad de color.

Sin embargo, las tarjetas 3D utilizan la memoria de vídeo también para almacenar texturas y para varios buffers que permiten realizar el pintado en 3D más rápido. La cantidad de memoria y sus características influyen mucho en el rendimiento en 3D.

Algunas tarjetas, especialmente las integradas en placa, no tienen memoria propia sino que utilizan la memoria principal del sistema. Estas tarjetas de memoria compartida tienen rendimientos inferiores.

- **Ancho del bus de vídeo:** El bus de vídeo conecta el *chipset* con la memoria de la tarjeta. Tamaños habituales son 64 ó 128 bits. No hay que confundirlo con el bus AGP o PCI Express.

- **Mecanismo de comunicación con la CPU:** Las tarjetas de vídeo deben conectarse a un bus del ordenador para comunicarse con la CPU. En el pasado las tarjetas se conectaban al bus ISA, más tarde al bus PCI, luego al AGP (*Advanced Graphics Port*) y, en la actualidad, al PCI Express.
- **Convertidor digital a analógico (RAMDAC):** Convierte las imágenes digitales en las señales analógicas que necesita el monitor. Su velocidad se mide en MHz. En la actualidad están en el orden los 300 a los 500 MHz. Las tarjetas modernas incluyen este conversor dentro del *chipset*.
- **Salidas:** Durante décadas, las tarjetas de vídeo en los ordenadores compatibles PC se han utilizado para conectarse a monitores específicos para ordenadores utilizando tecnología CRT. La conexión se realizaba a través de un conector estándar VGA que enviaba la información en formato analógico. Como se indica más arriba, con los monitores TFT interesa enviar la información en formato digital y para este fin se ha desarrollado el conector DVI. Sin embargo, en los últimos tiempos las características multimedia que han desarrollado los ordenadores han hecho que algunas tarjetas gráficas proporcionen nuevos conectores pensados para conectarlos a televisiones y proyectores. Entre estas salidas se encuentran S-Video (*Separate Video*, analógica, con un conector tipo DIN-4 o DIN-7), vídeo compuesto (analógica, con un conector RCA), vídeo por componentes (analógica, con tres conectores RCA) y HDMI (digital). En la siguiente figura (con imágenes tomadas de la Wikipedia) se pueden ver las salidas más habituales:



VGA



Vídeo compuesto (RCA amarillo)



DVI



Vídeo por componentes



S-Video



HDMI

3.3.2 Controladores

El controlador (*driver*) de vídeo es esencial y, a menudo, problemático. Si el controlador no es el adecuado, no se sacará todo el provecho al hardware. Como se ha dicho anteriormente, el aspecto más importante para utilizar un controlador es que esté diseñado para el *chipset* que tiene la tarjeta. Los fabricantes de tarjetas ofrecen sus propios controladores, pero a veces los fabricantes de *chipsets* también. En principio es mejor utilizar el del fabricante de la tarjeta, pero a veces el fabricante del *chipset* tiene versiones más modernas.

En Windows, en la opción *Panel de control->Pantalla->Avanzado* se pueden configurar distintos aspectos de la tarjeta, que dependerán de la propia tarjeta y del controlador instalado. Si se tiene un acelerador de vídeo existe una barra de desplazamiento para elegir el grado en el que queremos que se use entre cuatro opciones:

- Máximo: Se utilizan todas las opciones del hardware de aceleración.
- Nivel alto: Se deshabilita el soporte hardware del cursor para evitar ciertos conflictos con el ratón.
- Nivel bajo: Se deshabilitan ciertas operaciones de bloques de bits. En algunos controladores, también deshabilita la E/S mapeada en memoria.
- Ninguna: No se utiliza el hardware de aceleración.

3.3.3 Aceleradores 3D

El uso de imágenes en 3D, especialmente en aplicaciones de diseño y en juegos, exige una gran potencia de cálculo y una gran cantidad de memoria. Para liberar a la CPU de esta tarea, las tarjetas gráficas han incorporado cada vez más potencia y más memoria, hasta el punto de que en la actualidad casi todas las tarjetas son 3D y se suelen denominar GPU (*Graphics Processing Unit*). Estas GPU realizan la mayor parte de los cálculos para pintar en 3D.

Para aprovechar estas características 3D en hardware hay que utilizar un estándar como OpenGL o Direct3D. El soporte OpenGL lo ofrece el fabricante de la tarjeta, mientras que el soporte Direct3D lo ofrece Microsoft como parte de DirectX.

DirectX tiene una HAL (*Hardware Abstraction Layer*) que permite que con el mismo API se programe distinto hardware. También tiene una HEL (*Hardware Emulation Layer*) que permite emular por software las funciones que no estén disponibles en hardware. A partir de DirectX 6.0, se incluye un programa de diagnóstico denominado *dxdiag* que permite obtener mucha información sobre el sistema de DirectX.

Hasta el 2006, los principales sistemas operativos para PC (Windows y Linux) utilizaban operaciones 2D para pintar las ventanas del escritorio, con lo que estaban desaprovechando las capacidades 3D de las tarjetas de vídeo, que evolucionaron más que las 2D ya que han sido básicas para los juegos, el principal motor de venta de tarjetas gráficas. La aparición de Windows Vista y

de sistemas para Linux como Compiz ha hecho que se empiecen a aprovechar las características 3D durante el funcionamiento normal del sistema operativo.

Se podría hablar mucho de procesamientos de aceleración 3D, pero no lo vamos a hacer. Sólo mencionar que, aunque ha habido y hay gran número de fabricantes, en la actualidad gran parte del mercado está repartido entre tres: Intel (sobre todo en tarjetas integradas en placa base), NVIDIA (que fabrica el *chipset* GeForce y no hace tarjetas sino que lo licencia para otros fabricantes) y ATI (que fabrica el *chipset* Radeon y también tarjetas, y que fue comprada por AMD en 2006).

3.3.4 Aceleradores de vídeo

Algunas tarjetas gráficas incluyen componentes especialmente dedicados a la decodificación de vídeo para aliviar a la CPU de esta tarea. Además de realizar la decodificación, pueden realizar un tratamiento del vídeo para intentar mejorar la calidad. Para que estos componentes entren en funcionamiento, tiene que estar activo un *driver* que lo soporte y tiene que utilizarlo el programa reproductor de vídeo o el códec correspondiente.

3.4 Cámaras de fotografía digital

Para capturar las imágenes, las cámaras de fotografía digital utilizan un **sensor** de estado sólido. En la actualidad dominan dos tipos:

- **CCD (*Charge-Couple Device*):** Es el método más habitual para cámaras digitales. Es caro porque no hay una economía de escala.
- **CMOS:** Es un sensor que en principio resultaba adecuado para cámaras de bajo precio y baja calidad. Sin embargo, en los últimos años Canon ha mejorado esta tecnología y lo utiliza en sus cámaras réflex de gama alta.

El tamaño de fotografía o **resolución** que puede capturar una cámara digital se expresa de una de estas dos formas:

- N° de pixels de ancho x n° de pixels de alto. Ej.: 1800 x 1600.
- Por el número total de pixels que contiene. Ej.: 2.88 millones de pixels.

Hay que distinguir entre resolución óptica (la real) y resolución interpolada. Esta última se consigue mediante software que interpola el valor de un pixel no capturado a partir de los pixels capturados que le rodean. La resolución interpolada no añade información a la imagen; sólo hace que el tamaño de imagen sea mayor. Lo mismo que hace la interpolación de la cámara lo puede hacer un programa de tratamiento de imágenes como el Photoshop o The GIMP.

En general, hay que mirar en las especificaciones de la cámara lo que se suele llamar *número de pixels efectivos*, ya que las cámaras también tienen un conjunto de *pixels* que no se utilizan para capturar imágenes sino para dar más estabilidad, así que los *pixels* totales tampoco son los *efectivos*, es decir, los que se traducen en puntos de la imagen.

Otra característica importante de una cámara es el **número de colores** que puede calcular. Se da en número de bits. Con 24 bits se consiguen unos 16 millones de colores, que son aproximadamente los que puede distinguir el ojo

humano, y por eso a este número de bits se le llama color verdadero (*true color*). Sin embargo, las cámaras profesionales pueden tener hasta 36 bits para el color, no porque vaya a ser impreso sino para trabajar con una mayor calidad en los sucesivos procesamientos que sufra la imagen y, de esta manera, no perder información en los pasos intermedios.

Otra característica es la velocidad o **sensibilidad** de exposición. Se mide mediante un número estandarizado por la ISO. Cuanto más alta sea la sensibilidad, más sensible es la cámara a la luz y más rápida es la cámara, es decir, se necesita menos tiempo de exposición para hacer una foto. Las sensibilidades van desde 100 (muy lento) a 3200 (muy rápido).

Por otra parte, se tiene la **frecuencia de refresco**. En cámaras digitales indica cuánto tiempo se tarda desde que se pulsa el botón de disparo hasta que se hace realmente la foto. Pueden pasar hasta 2 segundos.

Otro tiempo de espera entre fotos es el denominado **tiempo de reciclado** (*recycle time*). Es el que transcurre desde que se ha tomado la imagen hasta que queda almacenada. Durante este intervalo no se puede tomar una nueva foto. Puede ir de unos pocos segundos hasta medio minuto.

El conjunto de los dos valores anteriores determina el *frame rate* o *shoot-to-shoot rate*, que es la frecuencia a la que se pueden tomar fotos. Algunas cámaras tienen un modo de ráfaga que aumenta esta frecuencia, bien haciendo imágenes con peor resolución y utilizando parte del sensor para cada foto, bien grabando las imágenes en RAM antes de pasarlas a la tarjeta de la cámara.

Otra característica fundamental de las cámaras digitales es el método de almacenamiento de fotos. En la actualidad hay dos:

- **Memoria Flash:** Tiene la ventaja de que es más pequeña (físicamente), más ligera y no tiene elementos mecánicos. Hay varios formatos (PC-Card o PCMCIA, CompactFlash, SmartMedia, MemorySticks, MultiMediaCards, SD Card...) y no son compatibles entre sí.
- **Discos magnéticos:** Tienen la ventaja de ser habitualmente más baratos (en relación cantidad de fotos almacenadas / precio). Van desde disquetes de 3¼ a discos duros o el disco Click! de Iomega. También incluye los discos magnético-ópticos como el iD-Photo.

Otro punto a analizar es la transmisión de imágenes al PC. Lo más habitual en la actualidad es hacerlo a través del puerto USB o del FireWire.

Como en cualquier otro componente portátil, en las cámaras digitales es importante tener en cuenta la autonomía y las baterías de las que disponen. Algunas cámaras pueden trabajar con pilas alcalinas, pero duran muy poco (y las alcalinas recargables, todavía menos). Lo más recomendable (a la larga lo más barato) es utilizar baterías de Níquel-Metal Hidruro (NiMH) o de litio ión (Li-ion). Las antiguas baterías recargables de Níquel-Cadmio no son recomendables para cámaras digitales. Las de Litio-ión duran el doble que las de NiMH y no pierden carga si no se usan.

Aquí no consideraremos otros aspectos fundamentales de las cámaras como lentes y flash, ya que se salen del ámbito de la asignatura para entrar directamente en el de los cursos de fotografía.

3.5 Cámaras de vídeo digital

El mercado de las cámaras de vídeo digital se puede dividir en dos:

- **Webcams:** Son cámaras de baja calidad (resolución sobre $640 \times 480 = 307200$ píxels) pensadas para imágenes que ocupen poco, por ejemplo para enviar vídeo en tiempo real por Internet. Se suelen conectar al ordenador a través de USB y no tienen medios de almacenar las imágenes.
- **Cámaras autónomas:** Son cámaras de alta calidad (resolución sobre un megapíxel o más). El formato dominante en los últimos años han sido las cámaras MiniDV, que graban en una cinta magnética de pequeño tamaño. El formato de las imágenes que graban es 720×576 y 24 bits de color. La relación de aspecto es 4:3 (que no es lo que sale de dividir 720 entre 576 porque los píxels no son cuadrados). El sonido puede ser dos pistas estéreo con calidad CD (48 KHz de frecuencia de muestreo y 16 bits por muestra) o 4 pistas con menos calidad (32 KHz y 12 bits). Para pasar el MiniDV al ordenador se usa el FireWire, aunque las cámaras a veces tienen conexión USB para transmitir fotografías o para hacer de *webcams*. Esto hace su uso engorroso y por esta razón en los últimos tiempos están apareciendo cámaras que graban directamente a DVD o a disco duro.

La relación de aspecto habitual en las cámaras de vídeo actuales es 4:3 pero en el futuro será 16:9, ya que es el formato de la televisión digital de alta definición.

Hay que resaltar que las cámaras de vídeo digital habitualmente pueden funcionar como cámaras de fotos. La resolución es similar a las cámaras de fotografía digital, así que el único inconveniente es que no suelen ir acompañadas de flash.

Todas las cámaras tienen al menos salida de vídeo compuesto y de S-Video para conectar, por ejemplo, a una televisión o a un vídeo. La de S-Video es mejor porque tiene separadas las señales de crominancia y luminancia.

Hay otros tipos de cámaras con un mercado marginal: cámaras que graban en MPEG-4 o cámaras que graban directamente a DVD.

Nuevamente, no vamos a entrar en detalles ópticos.

3.5.1 Capturadoras de vídeo

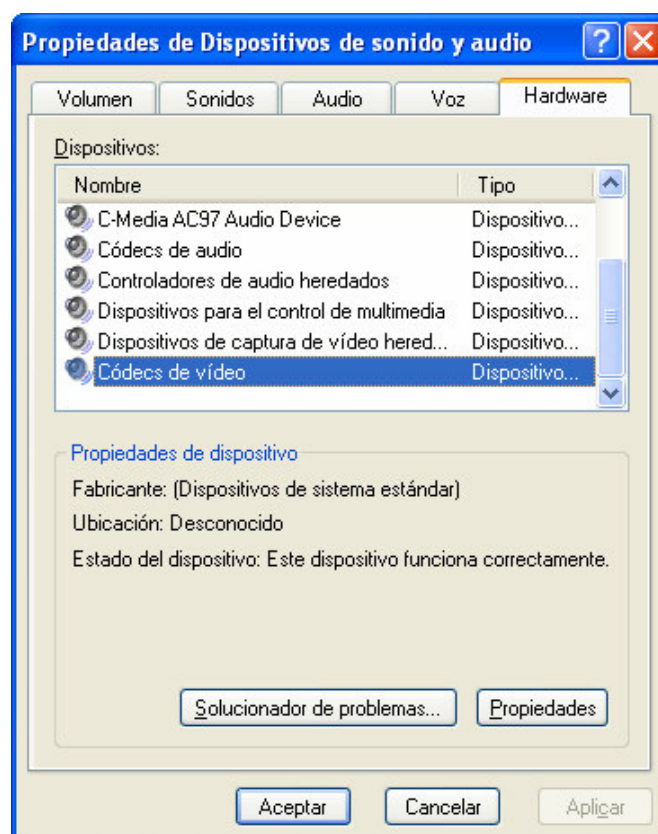
Como se indica en la sección anterior, para pasar el vídeo de una cámara digital al ordenador sólo hace falta un puerto FireWire. Sin embargo, para pasar el vídeo analógico producido por las cámaras analógicas o por los vídeos tradicionales, es necesario algún sistema de conversión analógico/digital. Lo habitual es encontrar tarjetas que se conectan al bus PCI, aunque también hay capturadoras que se conectan al puerto USB.

Las entradas de estos sistemas suelen ser:

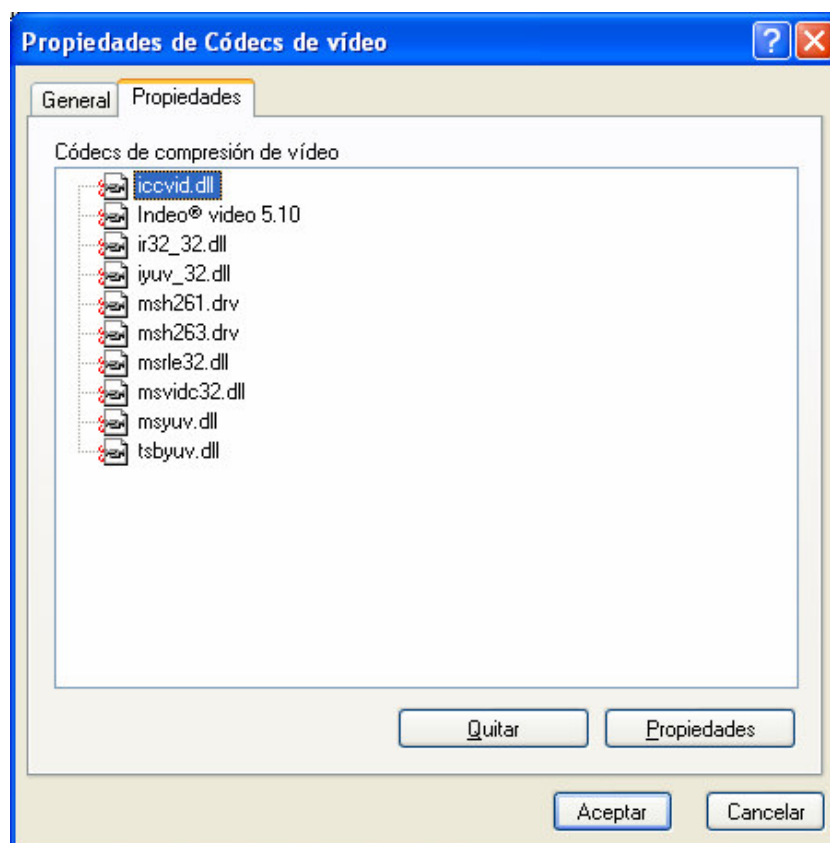
- Dos entradas RCA para el audio (derecha e izquierda).
- Una entrada RCA (amarilla) o S-Video para el vídeo analógico.
- Entradas de antena de televisión para capturar audio y vídeo.

4. Instalación y desinstalación de códecs en Windows

En Windows se pueden ver los *códecs* registrados para ser usados por el sistema operativo desde la configuración de dispositivos de sonido del *Panel de control*. Aparecerá la pantalla mostrada a continuación:



Abriendo uno de los grupos de códecs aparecerá una pantalla con los códecs instalados dentro de ese grupo:



Desde esta pantalla se puede desinstalar un códec utilizando el botón *Quitar*. También se puede cambiar su configuración mediante el botón *Propiedades*. Los ficheros de los códec se instalan habitualmente en *Winnt\System32* y no se borran al desinstalar.

Los códecs son instalados en muchas ocasiones por el software de reproducción multimedia, unas veces durante la propia instalación de este software, otras veces posteriormente cuando encuentra un fichero que no sabe reproducir; en ese caso busca en Internet y se descarga, si puede, el códec correspondiente y lo instala.

Windows Media Player no es capaz en muchas ocasiones de detectar el códec (sólo busca entre los que tiene Microsoft). Si no se sabe con qué códec está codificado un archivo, se puede intentar averiguar. Los ficheros de vídeo están identificados por una cadena de 4 caracteres conocida como FOURCC (*Four Character Code*). Pulsando con el botón derecho sobre el fichero y escogiendo *Propiedades->Resumen->Compresión de Vídeo* en ocasiones dice el códec. Si no, se puede abrir el fichero con un editor de texto (por ejemplo, *Wordpad*) y buscar la cadena *vids*. Los cuatro caracteres que sigan a esta cadena, si son alfanuméricos, serán el FOURCC del fichero. Luego se puede buscar por el web un códec para este fichero.

Otra alternativa es utilizar un programa de detección de códecs como *GSpot*. Para diagnosticar problemas de códecs se puede utilizar la utilidad *GraphEdit*. Otra alternativa es emplear un reproductor que no utilice los códecs del sistema sino que los traiga integrados, como *VLC*.