



Instituto Tecnológico Argentino Técnico en Hardware de PC		
Plan THP2A03B	Reservados los Derechos de Propiedad Intelectual	
Tema: Componentes de Imagen y Video II	Archivo: CAP2A03BTHP0118.doc	
Clase N°: 18	Versión: 1.6	Fecha: 20/09/05

COMPONENTES DE IMAGEN Y VÍDEO II

1 OBJETIVO

En la clase anterior, describimos los métodos de reproducción y aceleración gráfica empleados en una PC. En dicha oportunidad analizamos la capacidad del hardware para *crear* imágenes tridimensionales en tiempo real. En esta clase analizaremos la problemática de trabajar con imágenes reales (*no creadas* electrónicamente) y material fílmico de alta calidad en las PC's. Una vez analizado el problema, podremos determinar cuáles son los requerimientos de hardware para que una PC pueda desempeñarse sin dificultades con este material, y cuáles son los recursos de hardware auxiliares disponibles en la actualidad para mejorar el rendimiento general. Esto nos permitirá especificar y construir computadoras totalmente aptas para estos fines. Completaremos nuestro conocimiento con el estudio de las técnicas anti-piratería aplicadas en estos medios, las que si bien cumplen una noble misión, pueden dificultar la reproducción legítima del material en ciertas configuraciones; y en otros casos, ignorarlas nos pueden provocar serios trastornos con algunos componentes.

2 LAS IMÁGENES DIGITALES.

Una impresión fotográfica, vista al microscopio, está compuesta por una cantidad enorme de pigmentos de distintos matices. El mismo principio se usa en las computadoras, donde los pigmentos son digitales (se almacenan numéricamente). Cada pigmento electrónico se denomina **Pixel** (del inglés *Picture Element* o elemento de imagen) como vimos en la clase pasada.

En la *figura 18.1*, podemos observar una fotografía digital, que hemos ampliado ocho veces en la *figura 18.2*, y dieciséis veces en la *figura 18.3*. En esta última, podemos observar claramente los elementos de imagen o píxeles que en la *figura 18.1* pasan desapercibidos.



Figura 18.1

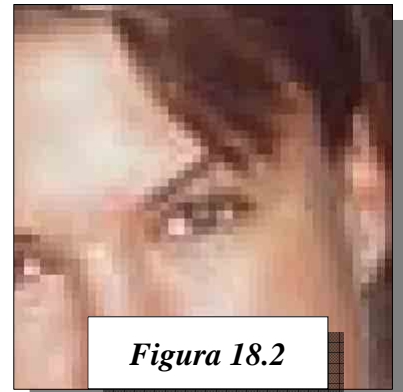


Figura 18.2

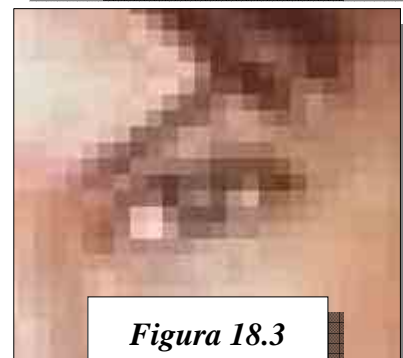


Figura 18.3

En la *figura 18.1*, los píxeles no se perciben porque son pequeños, tan pequeños que en esa fotografía hay 84.480 píxeles, organizados en 352 filas de 240 elementos.



Figura 18.4



Figura 18.5

Cada uno de ellos lleva la información de iluminación y matiz de una pequeña porción de la imagen. Esto puede apreciarse con más detalle en la ampliación de la *figura 18.3*.

La gama de matices y grados de iluminación que cada píxel puede almacenar, depende de la cantidad de bits que se le dediquen a cada píxel. Por ejemplo, en la *figura 18.1*, cada píxel usa 24 bits; en la *figura 18.4* usa 16 bits, y en la *figura 18.5*, sólo 8 bits.

Resulta evidente, que a medida que se usan menos bits, menor cantidad de matices e iluminaciones se pueden representar. Una rápida revisión a la *Clase 3* (revisión sistema binario), nos puede confirmar que con 8 bits, sólo se pueden representar 256 valores, con 16 bits, 65.536 valores, y con 24 bits, 16.777.216.

El *tamaño* de los píxeles (y por consecuencia, la *cantidad* de píxeles que entran en la fotografía) es también un parámetro importante. En la *figura 18.6*, hemos aumentado el tamaño de los píxeles cuatro veces (es decir que tiene un 75% menos que en la fotografía original). Si bien cada píxel sigue teniendo la capacidad de representar 16.777.216 matices (siguen siendo números de dieciséis bits), la *resolución*



Figura 18.6

de la fotografía es muy pobre. Se han perdido los detalles. Observando las diagonales, podemos apreciar que se han convertido en escaleras en lugar de trazos continuos.

Resumiendo, las imágenes digitales son un conjunto de pigmentos electrónicos (píxeles), representados numéricamente. La calidad de las mismas, depende tanto de la cantidad de píxeles, como de la gama de matices que uno de ellos puede representar. En la *figura 18.1*, podemos observar el resultado obtenido con 84.480 píxeles, cada uno de ellos con capacidad de representar 16.777.216 matices. Lo que se obtiene de este modo es realmente sobresaliente, y vemos cómo al emplear menor cantidad de píxeles o menor cantidad de bits por píxel, la calidad se degrada rápidamente.

2.1 LAS VENTAJAS DE LAS FOTOGRAFÍAS DIGITALES.

Los medios digitales nos brindan posibilidades muy atractivas. En el campo de la fotografía, podríamos enumerar las siguientes ventajas:

a) *Las imágenes no se degradan con el tiempo.*

La información de una imagen al estar almacenada numéricamente, no puede sufrir alteraciones con el tiempo. La tonalidad de cada píxel, es independiente de factores climáticos o químicos. Por el contrario, las impresiones químicas son totalmente sensibles y degradables con el tiempo.

b) *Pueden establecerse indefinidas generaciones de copias, manteniendo siempre la calidad del original.*

Copiar una fotografía digital, significa copiar valores numéricos de un archivo a otro. No puede haber alteraciones en la copia de los valores, si la copia es satisfactoria. Por el contrario, si deseamos copiar las fotografías normales, con cada generación de copia (*copia de copia*), se va perdiendo calidad.

c) *Pueden retocarse o editar con facilidad, sin requerir de un laboratorio fotográfico.*

La edición se puede llevar a cabo con un software, y con las facilidades que una computadora nos otorga. En el laboratorio fotográfico, no existe la posibilidad de “deshacer” un cambio. Una equivocación allí significaría iniciar nuevamente el trabajo total, o tal vez, perder el original.

2.2 VOLUMEN DE LA INFORMACIÓN.

El espacio (la cantidad de Bytes) ocupado por una imagen digital en un archivo, es directamente proporcional a la resolución de la misma. A mayor resolución y mayor la cantidad de bits por píxel, mayor tamaño del archivo. Considerando el ejemplo de la *figura 18.1*, esa imagen está compuesta por 352 filas (Resolución vertical) de 240 píxeles (Resolución horizontal), haciendo un total de 84.480 píxeles de 24 bits cada uno (Resolución colores). El espacio ocupado es entonces: $240 \times 352 = 84.480 \times 24 = 2.027.520 \text{ bits}$.

Si ahora deseamos expresar el resultado en Bytes, debemos dividirlo por 8:

$$2.027.520 / 8 = 253.440 \text{ Bytes}$$

Entonces, podemos expresar que el espacio en Bytes ocupado por una imagen es:

$$\text{Bytes} = \frac{Rh \times Rv \times Rc}{8}$$

Donde Rh es la resolución horizontal, Rv es la resolución vertical y Rc es la cantidad de bits por píxel.

3 LOS VIDEOS DIGITALES

Si proyectamos en una sucesión rápida, imágenes (o fotogramas) ligeramente diferentes como las de la *figura 18.7*, obtendremos la ilusión de movimiento.

Pruebas experimentales han determinado que 24 imágenes por segundo son suficientes para generar la ilusión de movimientos suaves. Es así que las filmaciones profesionales utilizan esta cantidad de exposiciones por segundo.

Los videos digitales, son la analogía electrónica de las películas. Si tomamos una secuencia de imágenes digitales ligeramente diferentes y las proyectamos a razón de 24 por segundo, obtendremos la ilusión de movimiento.

Todo lo analizado para las imágenes digitales y sus ventajas, son aplicables a los videos digitales.

3.1 ESPACIO OCUPADO POR LOS VIDEOS DIGITALES

La calidad de los videos digitales, del mismo modo que las imágenes digitales, depende de la cantidad de píxeles y cuántos bits se le asignan a cada uno de ellos. Supongamos que la resolución de un video digital es de 720 x 272 píxeles, y que cada píxel usa 24 bits, cada imagen de ese video debe ocupar:

$$\frac{720 \times 272 \times 24}{8} = 587.520 \text{ Bytes}$$

Este es el espacio que ocupa sólo una de las imágenes del video, por ejemplo una de las imágenes de la secuencia mostrada en la *figura 18.7*.

Recordemos que para generar la ilusión de movimiento, es necesario proyectar a razón de 24 imágenes por segundo.

Por lo tanto, un segundo de filmación debe ocupar:

$$587.520 \times 24 = 14.100.480 \text{ Bytes}$$

Esto significa que por cada segundo de reproducción se ocupan 14 Megabytes aproximadamente. Siguiendo el razonamiento, una película de una hora y media, es decir de 5.400 segundos, necesita un espacio de 76.142.592.000 Bytes, es decir 76 Gigabytes aproximadamente.

Este volumen de información se torna inmanejable en varias situaciones: *almacenamiento, transporte, y velocidad de transferencia.*

Los discos rígidos actuales, manejan sin problema este volumen de datos. Sin embargo, sólo algunas PC cuentan con discos de esta capacidad. Por otro lado, sólo hay espacio para almacenar una película, sin dejar espacio para el procesamiento, sistema operativo y otras aplicaciones.



Figura 18.7

A la hora de transportar la película, sólo es posible hacerlo moviendo físicamente el disco rígido desde una PC a otra, haciendo impracticable el transporte en CD's (harían falta más de 100 CD's).

El hecho de que un segundo de proyección ocupe 14 Megabytes, implica que durante la reproducción hacen falta mover 14 Megabytes por segundo desde el medio de almacenamiento hasta la placa de video, donde cualquier cuello de botella o entorpecimiento en el camino provocaría deficiencias en la reproducción: *un disco lento, una placa de video lenta, un disco fragmentado, acceso concurrente al disco, otros procesos en ejecución, etc.*

Por todo lo enumerado, las películas almacenadas digitalmente en una PC, son procesadas empleando alguna técnica de compresión que permita ahorrar espacio, mejorar la velocidad de transferencia, posibilitar la portabilidad, etc.

4 MÉTODOS DE COMPRESIÓN DEL VIDEO DIGITAL

Para poder volcar el contenido de material multimedia en formato digital, es necesario establecer una *codificación*. Una codificación multimedia es la técnica de digitalización que se utiliza para almacenar, por ejemplo, una señal de video. Para poder reproducir a esta señal, es *necesario decodificarla* en tiempo real.

Un *codec* es un elemento de software que permite grabar y/o reproducir una señal multimedia, o sea, actúa como un codificador-decodificador de información de video y/o audio en tiempo real.

El primer inconveniente que presentan los vídeos digitales, son la cantidad de Bytes necesarios por cada segundo de filmación. Un codec que codifica y decodifica una señal de video en crudo maneja, como ya podemos suponer, un gran volumen de información. Debemos entonces reducir drásticamente el volumen de datos para poder almacenarlos cómodamente en discos rígidos o discos compactos (CD), y generar codecs que puedan decodificar información comprimida.

Una forma directa de reducir el tamaño de un vídeo, sería reducir la resolución (emplear menos píxeles) o reducir la cantidad de bits empleados para cada píxel, con la consecuente rápida degradación de la calidad (ver ejemplos de las *figuras 18.4, 18.5 y 18.6*). Además, la reducción de tamaño sería insuficiente. Por ejemplo si en lugar de usar 24 bits por píxel, se emplearan 8 bits, se lograría que el vídeo de 76 Gigabytes, ocupe nada más (y nada menos) que 25 Gigabytes; y

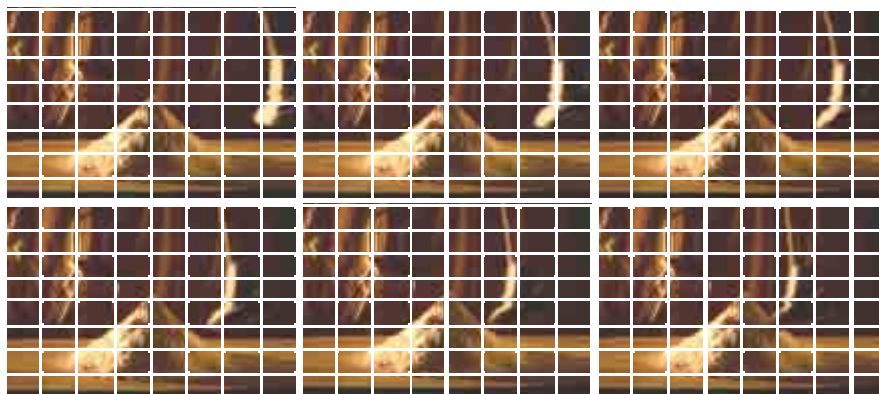


Figura 18.8

por otro lado, la reducción a un tercio del tamaño tiene el alto precio de haber perdido totalmente la calidad (ver *figura 18.5*). Pero si observamos en detalle la *figura 18.7*, veremos que la mayor parte de la secuencia de imágenes (fotogramas) es idéntica: *el fondo, la pila de arena, el suelo*, etc. Sólo difieren en la zona del objeto en movimiento: *el péndulo*.

Se puede pensar entonces en otra forma de ahorrar espacio en un vídeo digital: *evitar la información repetida*. Es decir, si la imagen superior de la serie de la *figura 18.7*, aporta todos los detalles estáticos que se repiten en las cinco imágenes siguientes, no hay necesidad de grabar esos píxeles seis veces; tan sólo es necesario almacenar la primer imagen, y luego guardar sólo los píxeles que varían en las siguientes cinco imágenes.

En la *figura 18.8*, hemos dividido las imágenes en *64 bloques* (ocho horizontales por ocho verticales). Si analizamos con detalle los seis fotogramas, vemos que *la mayoría de los bloques son idénticos*, desde el primer fotograma hasta el último.

Luego del análisis de la *figura 18.8*, llegamos a la conclusión, que de los 64 bloques del fotograma inicial, el movimiento se desarrolla en un entorno cercano a seis o siete bloques. Dicho en otras palabras, para almacenar esta serie de fotogramas, bastaría almacenar los 64 bloques inicia-



Este ejemplo ilustra la base fundamental sobre la cual se sustentan los **codecs compresores/descompresores de vídeo**, que pueden decodificar información comprimida. Los diseños comerciales mejoran el procedimiento utilizando técnicas avanzadas como la predicción de movimiento.

les, y luego guardar 6 o 7 bloques que van cambiando de fotograma a fotograma, es decir un total de 96 bloques aproximadamente.

Si dijimos que cada fotograma completo necesita 587.520 Bytes, cada bloque necesita:

$$\frac{587.520}{64} = 9.180 \text{ Bytes}$$

Por lo tanto, 96 bloques serían:

$$9.180 \times 96 = 881.280 \text{ Bytes}$$

Si consideramos que seis fotogramas completos hubiesen ocupado 3.525.120 Bytes, con este método **hemos ahorrado un 75 % del espacio necesario, manteniendo la calidad del original**.

Pero de hecho, no está dada la última palabra en materia de técnicas de compresión, y a lo largo del tiempo van surgiendo distintas soluciones propuestas por los fabricantes.

Resulta evidente, que sea cual fuere el método empleado para comprimir una película, **es necesario contar con el mecanismo inverso (el descompresor) para poder reproducirla**. Significa esto, que para poder reproducir un vídeo en nuestra PC, no basta con tener el hardware adecuado, sino que además debemos contar con el **codec** apropiado para esa película.

Afortunadamente no se diseñan codecs específicos para cada película, sino que se utilizan los estandarizados por organismos compuestos por consorcios de fabricantes de todo el mundo. Las normas generalmente definen la forma de almacenar digitalmente la información comprimida, con lo que implícitamente describen al descompresor.

4.1 EL SOPORTE DEL HARDWARE AL ESTÁNDAR MPEG

Moving Picture Experts Group (MPEG) (Grupo de expertos en imágenes móviles) es un grupo de trabajo de la ISO/IEC (Industries Standards Organization / International Electrotechnical Commission, organización de estándares industriales / comisión internacional electrotécnica), compuesto por más de 300 expertos de más de 20 países, a cargo del desarrollo internacional de estándares para la compresión, descompresión, procesamiento y representación codificada de videos, audio y sus combinaciones.

Este grupo ha desarrollado las siguientes normas:

- **MPEG-1:** El estándar para el almacenamiento y recuperación de películas y audio en medios de almacenamiento, aprobado en noviembre de 1992.
- **MPEG-2:** El estándar para la televisión digital, aprobado en noviembre de 1994.
- **MPEG-4:** Estándar desarrollado para aplicaciones multimedia. Versión 1: Octubre de 98, Versión 2: diciembre de 1999.

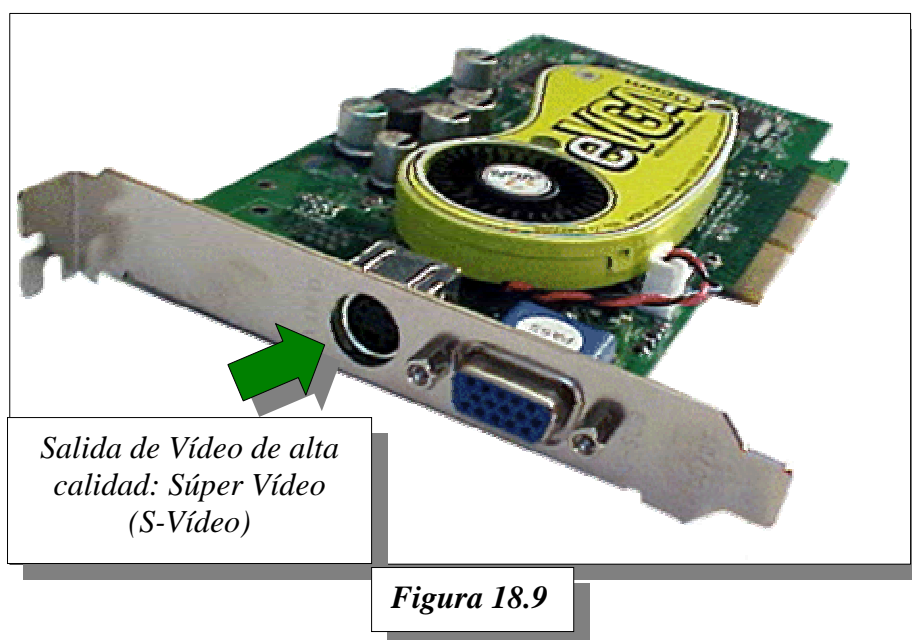


Figura 18.9

En desarrollo:

- **MPEG-4:** versiones 3, 4 y 5
- **MPEG-7:** Estándar para búsqueda, filtrado y procesamiento de información multimedia.
- **MPEG-21:** Estándar que establece el marco de trabajo en multimedia.

MPEG1 y MPEG2 son las normas más difundidas en la actualidad, ya que son utilizadas en los discos digitales de vídeo (*Vídeo CD*) y *DVD* (Disco Versátil Digital) respectivamente. El amplio soporte de estas normas, hace que las interfaces de vídeo, sean construidas pensando en la descompresión de vídeo de estos formatos, y con salidas a TV de alta calidad, como podemos apreciar en la *figura 18.9*

Contar con soporte MPEG en una placa de vídeo, significa que el procesador de la PC, no está solo, sino que cuenta con un ayudante para realizar la tarea de descompresión.



En general, es recomendable contar con un hardware acelerador MPEG, para mejorar el desempeño de la computadora; e indispensable si se trata de una computadora lenta.

Esta ayuda, implica que el procesador de la PC no necesita ser muy poderoso para procesar vídeo, y que el rendimiento general del equipo se verá beneficiado si empleamos una placa como esta. Este tipo de interfaces se las conoce como *Aceleradoras MPEG*.

4.2 LOS ARCHIVOS DE VÍDEO

Los archivos en los sistemas operativos de Microsoft, tienen un nombre que finaliza con un punto y algunas letras más (generalmente tres). Éstas últimas se las conoce como *extensión*.

El sistema operativo identifica la aplicación que puede procesar adecuadamente al archivo, gracias a esa extensión. Por ejemplo, un archivo con extensión ".doc" está generalmente asociado a *Microsoft Word*, que es un procesador de textos.

Los archivos de vídeo usan varias extensiones. Entre las más comunes, podemos enumerar AVI, MPG o MPEG. Los dos últimos corresponden al formato de almacenamiento definido en el *apartado 4.1*. AVI, corresponde a los archivos de vídeo tradicionalmente usados en Windows desde la versión 3.1.

4.3 ¿QUÉ ES AVI?

Microsoft incorporó en las primeras versiones de Windows, la posibilidad de almacenar videos, en un formato definido como **AVI** (*Audio and Video Interlaced - audio y vídeo entrelazado*). Fue incorporado como un componente adicional conocido como *Video for Windows* (vídeo para Windows).



Figura 18.10

Este formato define cómo debe almacenarse en un archivo los datos de vídeo y de sonido, de forma entrelazada, es decir que a lo largo del archivo del vídeo, se graba en forma alternada audio y vídeo, como se muestra en la figura 18.10.

Tanto la información de vídeo, como la información de sonido deben estar comprimidas de algún modo, para evitar los inconvenientes anteriormente mencionados.

Como AVI resulta ser el precursor de los archivos multimedia en las PC, el compresor originalmente usado por Microsoft ha quedado ampliamente obsoleto, ya que produce voluminosos archivos debidos a una débil compresión. Posteriormente se desarrollaron nuevos codecs para AVI que han mejorado notablemente el rendimiento.



Por ejemplo *Indeo video* es un codec actual muy popular, fabricado por Intel, compatible con AVI y permite crear archivos de buena calidad a un razonable nivel de compresión.

No obstante, los niveles de perfección alcanzados con la norma MPEG-2, no son comparables con los codecs disponibles para AVI, con una sola excepción: *DivX*. Éste es un codec basado en MPEG-4, que puede utilizarse como codec de archivos AVI. Con este codec se puede lograr una calidad comparable a la de una película en VHS, con un nivel de compresión muy elevado. Es posible grabar aproximadamente una hora y media de filmación de alta calidad, en 650 Megabytes, es decir *en el espacio de un CD*.



5 LA REVOLUCIÓN DEL VÍDEO HOGAREÑO: DVD



En la actualidad, las películas comerciales están migrando del formato VHS a DVD, ya que los estudios cinematográficos han comenzado a despachar sus películas en discos versátiles digitales. Del mismo modo, los usuarios están olvidando sus viejas reproductoras de VHS, y las están cambiando por modernas máquinas reproductoras de DVD.



Figura 18.11

Los discos DVD, con un diámetro comparable al de un CD normal, pueden almacenar hasta *17 Gigabytes*. En este espacio de almacenamiento, los largometrajes de Hollywood caben cómodamente comprimidos en **MPEG-2**, además de varias bandas sonoras, subtítulos en varios idiomas, agregados especiales, etc.; y todo esto con una calidad excepcional.

Como sabemos, en las PC, los lectores de DVD (*figura 18.11*) comenzaron a ser periféricos estándar, que permiten el acceso a la información grabada tanto en DVD como en CDs normales.

Sin embargo, contar solamente con un lector de DVD no es suficiente para reproducir películas, ya que necesitamos los decodificadores MPEG-2, y un programa que nos permita navegar por el contenido.

Si bien el *Reproductor de Windows Media para Windows XP* nos permite navegar por el contenido de un DVD-Vídeo, los codecs MPEG-2 no están incluidos en *Windows® XP*, y no son gratuitos; debemos adquirir uno.

Los programas de reproducción de DVD comerciales para Windows, como *Win DVD* o *Power DVD* (en la *figura 18.12* se observa el panel de control del programa *Power DVD XP*) **incluyen los codecs necesarios para MPEG-2**.



Figura 18.12

En el caso de tener una PC con potencia insuficiente para realizar la decodificación MPEG-2 por software (si bien la potencia del equipo depende en gran medida del conjunto **procesador-chipset-sistema operativo**, donde cada componente influye en el resultado global, generalmente *un procesador por debajo de los 700 MHz es insuficiente para la decodificación MPEG-2 en tiempo real*) deberemos adquirir un hardware de reproducción de DVD que consiste en una placa decodificadora y un software de reproducción. El hardware tiene la potencia necesaria para realizar la descompresión en tiempo real.



En síntesis, para la reproducción de DVD-Vídeo, es necesario contar con una lectora de DVD, y un sistema de reproducción por hardware o por software dependiendo de la potencia de la PC.

5.1 PROTECCIONES DEL MATERIAL FÍLMICO EN DVD

Hemos estudiado las ventajas de tener fotografías y vídeo digitales: no se degradan con el tiempo, y se pueden realizar múltiples generaciones de copias, sin perder la calidad del original. **En otras palabras, cada DVD es una copia maestra (master) de calidad excepcional.**

La tecnología de vídeo digital fue desarrollada por la industria electrónica, y obviamente a esta industria le interesa vender sus productos. Para que esta tecnología sea masivamente adoptada por los usuarios, es indispensable que las productoras cinematográficas adopten a los medios digitales para volcar sus producciones, y de ese modo tener contenido atractivo y de entretenimiento.

Las productoras cinematográficas, conociendo las ventajas de los medios digitales, advirtieron inmediatamente de los riesgos implícitos de colocar su material allí: una descontrolada copia y distribución ilegal de títulos que dañaría severamente sus ganancias.

Estos mecanismos no son de uso obligatorio, es decir que si alguien desea publicar una película



La **MPAA (Motion Picture Association of American)**, asociación americana de cine) aceptó publicar contenido en medios digitales, **pero exigió a la industria electrónica incorporar medidas de protección anti piratería.**

y no proteger su contenido para nada, puede hacerlo. En ese caso las medidas de seguridad electrónicas no se activarán y el contenido puede ser replicado sin problemas técnicos (**aunque eso no garantiza de modo alguno que estemos autorizados para hacerlo, ya que el material puede estar protegido legalmente**).

Las protecciones incorporadas actualmente, tienen los siguientes objetivos:

- Que el material en DVD siga el circuito de distribución de las películas de celuloide.
- Que no se puedan copiar digitalmente
- Que no se puedan copiar analógicamente.

Cuando se estrena una película, aparece primero en las salas cinematográficas de los Estados Unidos de Norte América y Canadá, y luego comienza un itinerario mundial programado de distribución. Inmediatamente cuando el estreno abandona las salas de los Estados Unidos, se edita en DVD para los usuarios hogareños de esa región.

Lo que se desea evitar, es que la venta de la versión en DVD en USA, se propague rápidamente al resto del mundo, apareciendo en otras regiones *antes que el film de celuloide*. Si esto sucediera, muchas personas perderían el interés de concurrir a la sala cinematográfica, con las consiguientes pérdidas en las ganancias. Las otras medidas apuntan a la piratería, ya sea por el copiado digital o analógico del material.

En resumen, las medidas de protección electrónica incorporadas al software y hardware están allí por exigencia de la MPAA, y generalmente no perturban la reproducción del material legítimo en condiciones normales.

Pero muchos usuarios argumentan poseer material legítimamente adquirido, y tener trastornos para su reproducción o no poder ejercer su derecho de realizar copias de seguridad de sus DVD para evitar su deterioro físico por el manipuleo.

Nosotros como técnicos, debemos conocer estos mecanismos para poder determinar con certeza qué dificultades son provocadas por uso indebido del equipamiento, o realmente por deficiencias operativas o desperfectos del mismo.

5.1.1 La división del mundo en Regiones o zonas

El primer mecanismo de protección mencionado anteriormente, debe obligar la distribución del DVD en un orden preestablecido, para evitar la aparición del DVD antes que el film en las salas cinematográficas. Con este propósito, la MPAA dividió al mundo en seis regiones enumeradas en el orden de circulación del material fílmico (ver *figura 18.14*).

El mapa nos muestra este circuito, donde primero están los Estados Unidos y Canadá; luego Europa, Japón, Medio Oriente y Sudáfrica; luego el sudeste asiático; le sigue Australia y Sudamérica; luego África, Rusia y el resto de Asia; y por último la República Popular de China. Las regiones entonces, enumeradas en ese orden, van desde la región 1 a la 6.

Para que este circuito se cumpla, las películas en DVD son codificadas con un número de región, y además los estudios han exigido que los fabricantes de reproductores hogareños de DVD, distribuyan equipos codificados internamente con la región que le corresponde a cada país.

Las películas en DVD y los reproductores, se identifican con un logo como el de la *figura 18.13*. En este ejemplo vemos el correspondiente a la región uno.



Figura 18.13

Cuando hay coincidencia entre la región del DVD y la del reproductor, la película se puede reproducir sin dificultades. En caso contrario, un mensaje de advertencia aparecerá en la pantalla, indicando que la película no corresponde a esa región y no se puede reproducir su contenido.

Muchos usuarios argumentan que debido a este mecanismo, *no pueden comprar legalmente películas en sus viajes* y usarlas libremente luego en sus hogares. Para satisfacer a esos usuarios, en muchos sitios de Internet, ofrecen máquinas reproductoras hogareñas de DVD libres de codificación, con capacidad de reproducir cualquier DVD sin restricciones. Se tratan de máquinas comerciales a las cuales se les ha removido el mecanismo de protección, o de máquinas construidas especialmente en pequeñas escalas (las principales marcas no pueden hacerlo por acuerdos firmados con la MPAA)

No es ilegal ser propietario de un equipo que no tenga mecanismos de protección, ni la acción de removerlos. Tampoco la MPAA tiene poder legal para impedir que un usuario compre películas en sus viajes, ni el usuario comete ningún delito al hacerlo.

Hemos comprobado que en nuestro país, en importantes cadenas de supermercados, ofrecen equipos hogareños reproductores de DVD de oferta (por cierto no de primera marca) que reproducen sin restricción alguna las películas en DVD de región uno y cuatro. Además, es común encontrar *DVD Clubs* que traen películas de la región uno y cuatro indistintamente, para el alquiler o la venta.

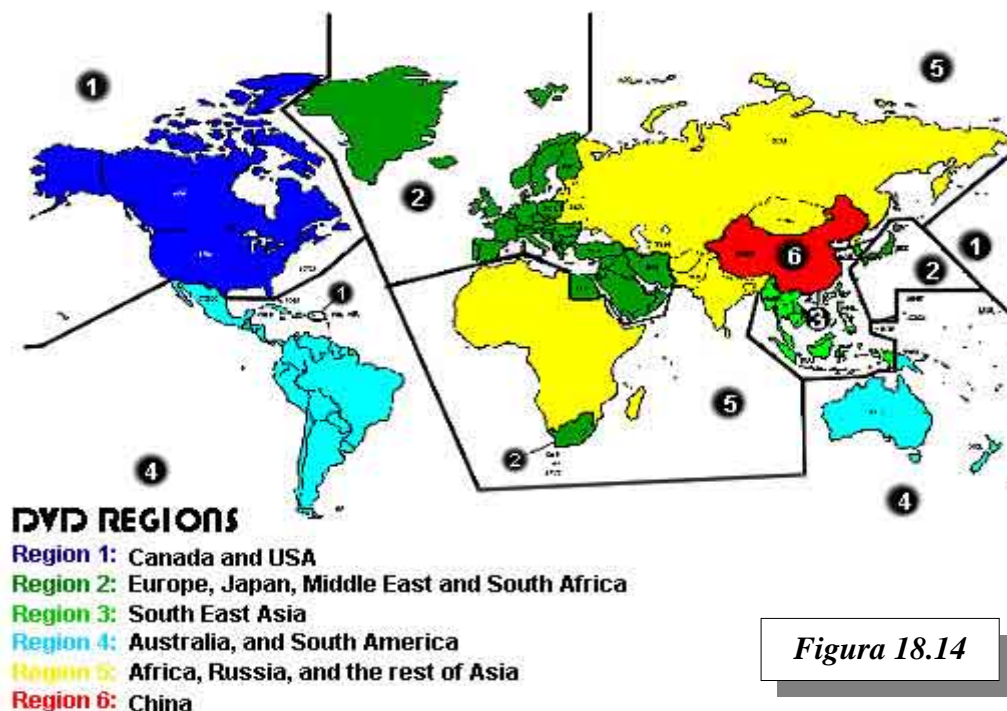


Figura 18.14

Por todo lo dicho, la realidad nos demuestra que esta protección es más un obstáculo impuesto por la MPAA que una cuestión legal. Un obstáculo cuyo objetivo es desalentar a los usuarios de otras regiones a comprar películas de región uno o anteriores a la suya, ya que posiblemente si no tienen el hardware modificado, no podrían disfrutarlas.

5.1.1.1 Localización de las protecciones regionales en los sistemas DVD para la PC

Si bien es relativamente simple para la MPAA firmar acuerdos con los principales fabricantes de electrodomésticos, para que implementen las medidas de control regional (conocidas como *RPC Region Playback Control*, reproducción controlada por región) en sus equipos, no es tan sencillo establecer un mecanismo seguro en una PC, ya que esta última proviene de una arquitectura abierta, integrada por partes de distintos orígenes y fabricantes.

Es por eso que en una PC, es normal encontrar mecanismos RPC en más de un lugar al mismo tiempo, es decir en todos o varios componentes del sistema de reproducción.

Hasta la fecha se han implementado dos metodologías. Se las conoce como *RPC1* y *RPC2* (RPC fase 1 y RPC fase 2). La RPC1 ha sido incorporada en los sistemas hasta el primero de enero de 2000. Los componentes manufacturados desde esa fecha hasta la actualidad incorporan RPC2.

Ambos mecanismos permiten redefinir la región un número limitado de veces (generalmente cuatro veces). Consumido el último cambio, el sistema sigue funcionando, *pero con la identificación regional correspondiente al último cambio, de forma permanente y sin posibilidad de futuras modificaciones.*

Cuando nos referimos a componentes del sistema, no lo hacemos exclusivamente a componentes de hardware, sino indistintamente al hardware y al software. Entre ellos podemos mencionar al software de reproducción, al sistema operativo y al hardware.

En esta cadena de controles, se activa el mecanismo más seguro. En la actualidad, se considera al RPC2 como el método más seguro.

5.1.1.1.1 *Region Playback Control phase 1*

Esta metodología nació en momentos en que la única forma de reproducir DVD en una PC era a través de una placa decodificadora especial, debido al insuficiente rendimiento del procesador del sistema. Por esos momentos, el RPC se localizaba justamente en el hardware de decodificación, en una memoria flash-ROM. En este caso no importa si reinstalamos el sistema operativo o mudamos la placa de una PC a otra. La identificación regional permanece inalterable.

Sabemos que la tecnología de los microprocesadores de la PC, evoluciona permanentemente y su velocidad crece rápidamente. Al contar con procesadores de 700 MHz, se pudo realizar la decodificación MPEG-2 íntegramente por software, haciendo prescindible al hardware de decodificación especial.

Por eso los programas de reproducción actuales no requieren de hardware específico, más que la lectora DVD-ROM y un procesador lo suficientemente rápido.

En este caso, el software de reproducción (como el *Power DVD XP* mencionado anteriormente), incluye en su interior un registro RPC.

Este mecanismo incorporado en el reproductor por software, también permite un número limitado de cambios de región. En la *figura 17.15* podemos ver un cuadro de diálogo que aparece cuando se coloca un DVD de región distinta al que tiene definido el reproductor.



Figura 18.15

En este ejemplo, el reproductor estaba configurado para la región uno, y se ha intentado reproducir un DVD correspondiente para la región 4.

La segunda línea superior del cuadro, nos está informando que quedan cuatro cambios remanentes en el contador de cambios del RPC (“*Region Setting Counter: 4 times(s) reaining*”).

Este cuadro de diálogo aparecerá mientras queden cambios posibles (el contador no llegue a cero). Cuando esto suceda, no permitirá futuros cambios de región.

Pero en este caso la protección se ha tornado muy débil, ya que sería posible recuperar la condición inicial si reinstalamos el sistema operativo o usamos un punto de restauración del mismo.

De manera más sencilla aún, existe un utilitario gratuito, *DVD Genie*, que puede obtenerse en Internet para cambiar indefinidamente de región al reproductor de DVD que tengamos. Este programa los soporta a casi todos o por lo menos a los más populares.

En la *figura 17.16* vemos una pantalla del software mencionado. Podemos apreciar que tiene varias lengüetas cada una de ellas dedicada a un reproductor en particular.



Figura 18.16

5.1.1.1.2 Region Playback Control phase 2

A partir del primero de enero de 2000, la MPAA puso en marcha un nuevo mecanismo de seguridad, para contrarrestar la debilidad de los *Software DVD Players* (reproductores de DVD por software).

En este caso, el mecanismo de control regional ha sido ubicado en la unidad lectora DVD-ROM y de esta forma vuelve a residir en el hardware, como en el caso de las placas decodificadoras. Nuevamente no importa lo que hagamos con el software, con el contenido del disco rígido o el sistema operativo. Aunque usemos el *DVD Genie*, si la lectora de DVD-ROM está configurada para una determinada región, no será posible reproducir ninguna película de otra región, ya que en este caso *la lectora es la que no autoriza su reproducción*.

El mismo programa *DVD Genie*, nos puede informar cuál es el mecanismo de protección RPC que está empleando esa PC. En la figura 17.15 vemos el informe RPC presentado por este software. Si existen dispositivos SCSI instalados en la PC, el informe funcionará sin problemas, pero en caso contrario, puede ser necesario instalar una *API* (Application Program Interface, interfaz de programa de aplicaciones) que agrega funcionalidad al sistema para acceder a las características de los dispositivos de almacenamiento, de manera concisa y homogénea, conocida como *ASPI Layer* (Advanced SCSI Program Interface, capa interfaz de programas avanzada para SCSI). Para Windows 95/98/Me, dicha API puede conseguirse en la siguiente dirección de Internet:

<http://www.whdl16709.pwp.blueyonder.co.uk/Files/ForceASPI-9X4601021.zip>

En el caso de Windows NT 4.0 / 2000 / XP:

<http://www.whdl16709.pwp.blueyonder.co.uk/Files/ForceASPI-NT4601021.zip>

Una vez instalada la API, *DVD Genie* estará en condiciones de informarnos el estado de protección del sistema.

En la *figura 18.17*, podemos observar el resultado de un análisis, donde se muestra que la lectora NEC DV-5700B 1.91, **tiene implementado** el mecanismo de protección **RPC2**, mientras que el CREATIVE CD-RW RW8439E 1R15 **no cuenta con mecanismo alguno de control de reproducción**, por lo tanto está listado como **RPC1**. De hecho este último no es un DVD-ROM, sino una grabadora de CD-ROM por lo tanto es muy lógico que no tenga RPC2.

Es muy importante entender que el camino que sigue es absolutamente condicional, que no se



El firmware de una lectora es exclusivo de determinada marca y modelo de dispositivo. No existe firmware genérico que sirva para varios modelos, y colocar un firmware equivocado en un dispositivo puede provocar un daño permanente en la unidad. Esta operación anula la garantía.

puede garantizar el resultado, y que de operar erróneamente la lectora de DVD puede quedar inutilizada para siempre.

La lectora de DVD, cuenta en su placa electrónica de un microprocesador, memoria RAM, memoria ROM y memoria flash-ROM. El microprocesador de la lectora cumple funciones vitales, como posicionar el cabezal en la pista correcta, mantener la velocidad de rotación del motor, enfocar el láser, etc. Un programa grabado por el fabricante en la memoria flash-ROM, provee las instrucciones necesarias para que el procesador lleve a cabo dichas tareas. **Dentro de esas instrucciones, también está la implementación del mecanismo RPC2.**

Esos programas son mejor conocidos como **FIRMWARE** <-firmuar-> y se refieren a los programas que residen en memorias no volátiles ROM o flash-ROM. El término FIRM, firme, sólido, se refiere a que si bien es posible cambiarlo o modificarlo, no es sencillo hacerlo como por ejemplo modificar un archivo en un disco rígido.

Los fabricantes de los dispositivos, publican en Internet actualizaciones y/o correcciones del firmware de sus productos.

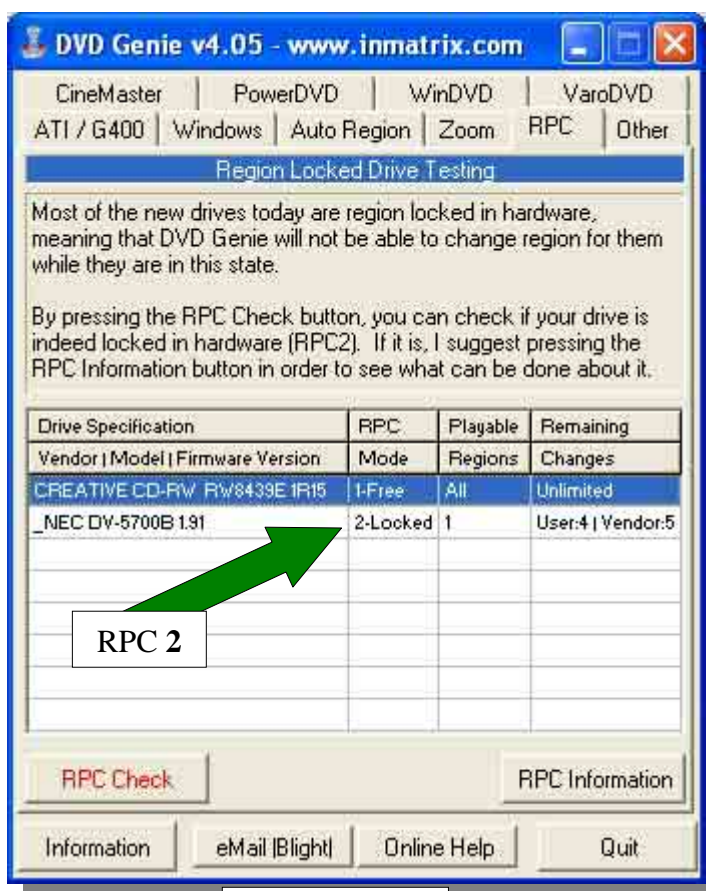


Figura 18.17

En teoría, si un programador obtiene desde Internet un archivo con la actualización del firmware de un determinado modelo de lectora DVD-ROM, y si ese programador tiene un conocimiento profundo sobre el microprocesador que emplea esa lectora, y además conoce profundamente el hardware de ese modelo, y tiene excelente destreza, y mucho tiempo libre, (etc.), podría modificarlo para anular la protección RPC2 *de ese modelo*. Luego de lograrlo, si tiene ganas de compartir su logro con la comunidad, lo publica en Internet.



Los poseedores de máquinas reproductoras de región libre, no podrán ver películas de la región uno, pues se ha puesto en marcha el mecanismo RCE sobre los títulos de la región uno. Este mecanismo impide la reproducción sobre máquinas que no tengan implementado el RPC2.

Luego nosotros podríamos encontrar el firmware “emparchado”, instalarlo en nuestra lectora, cruzar los dedos y ver el resultado. Siempre hay que considerar que el riesgo es muy alto, y el fracaso puede costar una lectora.

La disponibilidad de firmware emparchado para determinado modelo de lectora DVD-ROM, puede no estar disponible, y es muy probable no encontrar la solución para dicho modelo.

El mismo programa *DVD Genie*, tiene un botón (*RPC Information*) que al presionarlo nos conecta con una página de Internet, donde se puede comenzar la búsqueda del firmware emparchado para el dispositivo.

Las instrucciones necesarias para instalar el nuevo firmware generalmente están incluidas con el parche, las que habrá que leer detenidamente y en forma completa antes de pensar en actuar. Como generalmente están en inglés, si no tenemos dominio del idioma, será conveniente pedir ayuda de un colega experimentado que domine tanto inglés como la tarea por realizar.

En resumen, RPC2 casi logra el objetivo de entorpecer la reproducción de DVD-Vídeo fuera de la zona para la cual han sido codificados. Salvo para los afortunados propietarios de lectoras para las cuales existan parches publicados, los demás deberán ser fieles a las publicaciones de la región que les corresponda. O en casos extremos adquirir dos lectoras, una declarada para región uno y la otra para la región cuatro.

En algunos casos, los parches disponibles anulan el mecanismo RPC2 totalmente, convirtiendo a la lectora en RPC1, es decir de región libre o también conocida como multiregión o multizona.

En otros casos, los parches simplemente “congelan” al contador de cambios de modo que se pueden realizar ilimitados cambios de región en ese dispositivo.

De las dos soluciones, la mejor es la segunda. Recientemente la MPAA ha desarrollado un sistema conocido como **RCE** (*Regional Code Enhancing*, mejora de la codificación regional), **que será incluido en casi todas las nuevas películas de la región 1.**

Esta nueva tecnología ha sido creada para evitar que los poseedores de máquinas reproductoras multiregión, puedan ver películas para los Estados Unidos y Canadá. Actualmente no hay rumores de que esta tecnología sea incluida en las demás regiones.

En la *figura 18.18*, podemos observar la pantalla que aparece al tratar de reproducir un DVD-Vídeo protegido por el RCE, en una lectora RPC1.

El mensaje dice: “Este disco está pensado para ejecutarse en reproductores no modificados de la región uno. No hay ningún inconveniente con este disco de región uno. Para garantizarse la reproducción, usted debería adquirir o alquilar un disco diseñado para su región, como se muestra más abajo”.

A pesar de esto, las lectoras modificadas de forma que el contador de cambios de región haya sido congelado, no tienen inconveniente en reproducir el contenido protegido por RCE. Estas lectoras mantienen genuinamente el mecanismo RPC2, y eso es lo que busca la codificación RCE. Por otro lado, RCE no tiene modo de comprobar la vitalidad del contador de cambios de región, por lo que hemos calificado a estos parches como la mejor solución.

5.1.2 La protección contra copias digitales.

El material fílmico de una película, comprimido en MPEG-2, se almacena en el disco en el formato de archivos normales.

Los archivos están encriptados (codificados de manera ininteligible), y si bien podemos copiarlos al disco rígido directamente, con una simple operación de arrastrar y soltar con el mouse, los archivos resultantes en el disco rígido serán inservibles.

El mecanismo de seguridad empleado, es conocido como *CSS (Content Scrambling System, sistema de mezclado de contenido)*.

Nuevamente conviene recordar que los mecanismos de seguridad no son obligatorios para los autores. Es posible encontrar discos DVD con el contenido sin encriptar, y que una simple acción de arrastrar y soltar a una carpeta del disco rígido sea todo lo necesario para copiar una película. **Pero la no utilización de un mecanismo de seguridad no nos habilita a replicar un material fílmico. La principal protección de dicho material, corresponde a la protección de los derechos intelectuales; y de no observarlos seríamos pasibles de la aplicación de severas penas legales.**



Figura 18.18

En la *figura 18.19*, se muestra cuál es el mecanismo empleado para asegurar la información del disco.

El reproductor cuenta con una llave maestra (*Master Key*), que sirve para obtener la llave protegida que está guardada en el disco (*Secured Disk Key*). Una vez obtenida la llave del disco (*DK*),

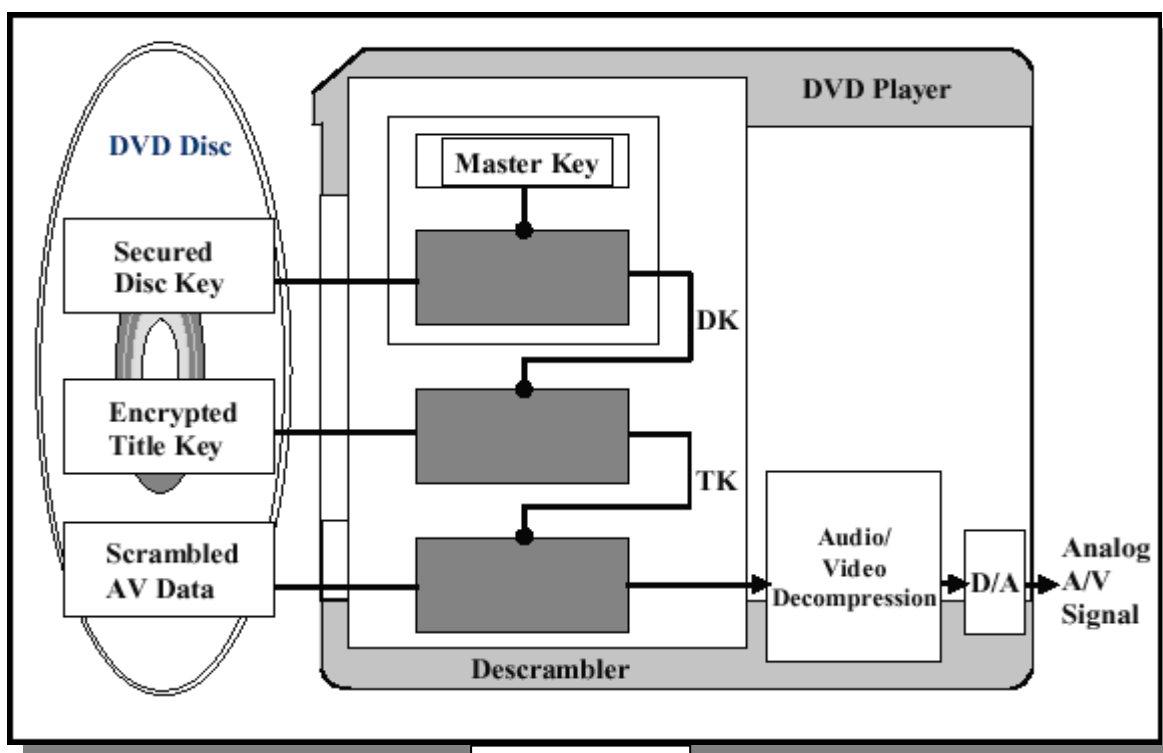


Figura 18.19

se puede usar para obtener la llave del título encriptada (*Encrypted Title Key*). Una vez obtenida la llave del título (*TK*), se utiliza para descriptar los datos de audio y vídeo, para iniciar la descompresión y reproducción del contenido.

Únicamente los reproductores tienen la llave maestra, y se usa para reproducir el contenido del CD. Si copiamos el contenido, este mecanismo simplemente no se pone en marcha, y los datos quedan encriptados e inservibles.

5.1.3 La protección contra copias analógicas

La calidad de los videos digitales convierte a cada DVD en un original capaz de ser replicado en medios analógicos, y obtener resultados comparables a las copias comerciales. Si se volcara el contenido de un DVD en un casete de vídeo VHS, esa copia sería tan buena como la de la empresa replicadora.

Nuevamente para evitar la piratería, las empresas productoras cinematográficas junto con la firma *Macrovision*, crearon un mecanismo de seguridad, capaz de interferir las copias por medios analógicos

5.1.3.1 ¿Dónde están localizadas las protecciones?

Las protecciones deben estar presentes en las salidas analógicas de video. Por ejemplo la interfaz de vídeo de la *figura 18.9*, tiene una salida de vídeo analógica de alta calidad (súper vídeo). El chipset de esa interfaz debe incorporar la tecnología Macrovision.

5.1.3.2 ¿Cómo trabaja Macrovision?

Las películas que deseen emplear este mecanismo de protección, deben incorporar una secuencia especial de Bytes, que al pasar por el chipset de la placa que incorpora esta tecnología, activa unas señales especiales (por ejemplo pulsos falsos de sincronismo). Esto último afecta la calidad de la grabación en las máquinas VHS, pero no afecta la visualización en el televisor.

El chipset activa este mecanismo, si está activa la salida analógica. Si la placa no incorpora una salida analógica, no es necesario que incorpore el mecanismo Macrovision.

5.1.3.3 ¿Qué sucede si tenemos una interfaz de vídeo que posee una salida analógica y no incorpora Macrovision?

Supongamos que tenemos una película protegida por Macrovision, y que no activamos la salida a TV de la interfaz de vídeo, es decir que reproducimos el contenido por el monitor de la computadora. En ese caso nada sucede, y el contenido se puede ver sin inconvenientes. Pero si se activa la salida a TV, el reproductor del DVD puede negarse a reproducir el contenido, debido a que no se activaría la protección.

Este comportamiento, nos hace recordar al sistema **RCE**, que no permite reproducir el contenido si los mecanismos de protección están ausentes.

5.1.3.4 ¿Están anunciadas nuevas medidas de seguridad?

Sí, la firma Digimarc y Macrovision han anunciado el desarrollo de un sistema de protección basado en la tecnología de Digimarc de marcas de agua digitales. Las marcas de agua digitales, son imágenes invisibles presentes en las imágenes, que son fácilmente detectadas por decodificadores especiales.

Una ventaja anunciada de esta tecnología, es que la marca de agua sobrevive aún aplicando transformaciones al contenido.



Las nuevas interfaces de vídeo con salidas analógicas, deben incorporar el mecanismo de protección Macrovision. Las interfaces que no incorporen Macrovision, pueden impedir la reproducción por la salida a TV, de las películas protegidas por esta tecnología.

CUESTIONARIO CAPITULO 18

1.- *¿Qué tasa de transferencia es necesaria para un vídeo sin comprimir de 640x480 píxeles a 24 bits de colores?*

2.- *¿Qué es un codec?*

3.- *¿Cómo se logra la compresión de video?*

4.- *¿Cuál es la relación entre RCE y RPC2?*

5.- *¿Puede funcionar una copia simple a disco rígido, de un DVD?*

6.- *Un cliente activó la salida a TV de su placa de vídeo, y algunos DVD no puede reproducirlos ¿Cuál puede ser la causa?*
